

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100219722

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
MAGAZYN
KOWALE

L 2101

kl

Die Wasserversorgung

Dr. Ing. K. K. Joseph

Dr. Ing. Theodor Hoyer



Verlag von F. O. Schmidt

Die Wasserversorgung

Von

Dr.-Ing. E. h. Joseph Brix

Geh. Regierungsrat

Prof. a. d. Technischen Hochschule Berlin

Dipl.-Ing. Hermann Heyd

Studienrat a. d. Höheren

Techn. Staatslehranstalt für

Hoch- u. Tiefbau, Erfurt

Dr.-Ing. Ernst Gerlach

s. Z. Assistent a. d. Technischen

Hochschule Berlin

Erster Band



L. 2101 u

1936.433
München und Berlin 1936

Verlag von R. Oldenbourg



Inv. 20885.



350870 L/1



Copyright 1936 by R. Oldenbourg, München und Berlin

Druck von R. Oldenbourg, München und Berlin

Printed in Germany

Zur Einführung

Band 1

Grundlagen der Wasserversorgung

Mit 64 Abbildungen

Zur Einführung.

Umsiedlung, Meliorationsanlagen, wachsender Wasserverbrauch für Industrie, Gewerbe und Heeresbedarf, nicht zuletzt die Aussiedlung und Neuanlage von Industrien und Gewerbebetrieben beeinflussen in hohem Maße die Aufgaben der neuzeitlichen Wasserversorgung. Vielfach tritt insbesondere die Frage der Erschließung von Wassergewinnungsgebieten und der Wahl der Wassergewinnungsstellen in den Vordergrund.

Es ergeben sich dadurch neue Aufgaben für Planung und Leistung, wie z. B. über die Durchführung von Gemeinschaftswasserversorgungen oder auch von Fernwasserversorgungen von der Wassergewinnungsstelle bis zur Verbrauchsstätte.

Aber auch die laufende Unterhaltung, die ständige Beaufsichtigung, die dauernde Instandhaltung der Wasserwerke und die Sicherung des Wasservorrats bedürfen fortwährender Fürsorge und Überwachung durch Techniker, Hygieniker, Bakteriologen, Chemiker, Wirtschaftsprüfer und Ärzte. Zahlreiche Arbeitskräfte werden hierbei fortwährend gebraucht, und viele Fabriken und gewerbliche Betriebe werden dadurch leistungsfähig erhalten.

Es fehlt ein zeitgemäßes, das ganze Gebiet umfassendes, aber auf kleinen Raum zusammengedrücktes Werk über Wasserversorgung.

Prof. Weyrauch, Stuttgart, der in der Sammlung Göschen ein sehr gesuchtes Bändchen »Die Wasserversorgung der Ortschaften«, und der das letzte große Werk über »Wasserversorgung der Städte« (Leipzig 1916) herausgegeben hat, ist seit mehreren Jahren verstorben. Das Buch von Groß, »Handbuch der Wasserversorgung« (R. Oldenbourg, München-Berlin 1930) erfüllt seine Aufgabe als Handbuch.

Im übrigen sind sehr verdienstliche Werke hauptsächlich für Einzelgebiete des Wasserversorgungswesens herausgegeben worden. Ich glaube, daß neben dem Großschen Buch das vorliegende Werk einem wirklichen Bedürfnis nach einem Leitfaden entspricht, welcher alles Neue auf seinem Gebiete bringt, wobei Wissenschaft und Praxis in manchen Dingen eine erwünschte getrennte Behandlung finden. Es handelt sich um kein methodisches Handbuch, sondern mehr um einen Leitfaden; trotzdem ist nichts übergangen, was dem Lernenden und dem Praktiker von Nutzen ist.

Für die Studierenden der Hochschulen, der Technischen Staatslehranstalten und sonstiger einschlägigen Schulen bildet das Buch ein Lehr- und Lernbuch. Es erfüllt auch die Dienste eines Repetitoriums.

Im Hinblick auf bessere Übersicht über die Einteilung und den Inhalt des Werkes und weil die Beschaffung und der Handgebrauch dadurch erleichtert wird, ist im Einvernehmen mit dem Verlag das Werk in zwei Einzelbänden bearbeitet worden:

Band 1: »Grundlagen der Wasserversorgung«,

Band 2: »Berechnung, Bau und Betrieb der Wasserwerke.«

Band 1 gestaltet sich dadurch zu einem mehr einführenden und die theoretischen Grundlagen bringenden Buche. Die Kenntnis dieser Grundlagen, sei es durch diesen Band 1 oder auf Grund eines anderen größeren Werkes, muß jeder Fachmann besitzen und der künftige Fachmann sich verschaffen.

Den überhaupt mit dem Bauwesen Verbundenen, auch den in Verwaltung und Wirtschaft sich Betätigenden, gewährt Band 1 eine zusammenfassende Übersicht über das so wichtige Gebiet der Wasserversorgung, in welchem allein in Deutschland rund 1500 Millionen Mark Volksvermögen allgemein nutzbringend und im höchsten Maße gesundheitsfördernd angelegt sind.

Das dem Band 1 beigegebene sorgfältig bearbeitete ausgedehnte Schrifttumsverzeichnis stellt eine fast lückenlose neuere Bibliographie des Gebietes Wasserversorgung dar, wie sie nur in wenigen Lehr- und Handbüchern auf anderen Gebieten zu finden ist und in neuer Einteilungsweise erstmalig erscheint. Dadurch wird das Buch in erhöhtem Grade zum Quellenwerk und zu einem Auskunftsbuch für diejenigen, welche sich mit Einzelaufgaben der Wasserversorgung eingehender beschäftigen möchten. Nur durch diese Einrichtung konnte es gelingen auf so knapp bemessenem Raume eine vollständige Übersicht über das weitverzweigte Gebiet der Wasserversorgung zu geben. Es ist weiterhin die erwünschte Gelegenheit geboten, jedes Spezialgebiet bis zur Quelle verfolgen zu können und, ohne Zeitverlust beim Suchen nach Vorgängen im Schrifttum, sich tiefgehend zu unterrichten.

Der Band 2 handelt hauptsächlich von den Aufgaben, die für den Entwurf und die Praxis der Wasserversorgung von Bedeutung sind. Er will ein zuverlässiger Berater, ein Hilfs- und Nachschlagebuch für die Praxis der Wasserversorgung sein.

Auf knapp bemessenem Raume sind die vielen praktischen Fragen mit möglichster Gründlichkeit der Bearbeitung unterzogen worden. Wegen der zahlreichen zum Teil neu aufgestellten Tabellen und der Hinweise auf vereinfachte Berechnungsweisen und Entwurfsbearbeitungen dürften alle Beteiligten das Buch als nützlichen Ratgeber schätzen lernen.

Auf die wichtige Frage der Normung ist überall, wo es nötig erschien, eingegangen worden.

Nochmals gesagt gibt der erste Band die Gesamtübersicht und die notwendigen allgemeinen Angaben, die — abgesehen von anderen Beteiligten — sowohl für die Studierenden aller einschlägigen Schulen wie auch für Ingenieure und Betriebsleiter von Wert sind, während der zweite Band alles bringt, was für Entwurf und Betrieb notwendig ist. Tabelle und Formel sind dabei vorherrschend. Manche Tabellen sind in gleicher Vollständigkeit bisher noch nicht veröffentlicht worden. Neben bekannten bewährten Berechnungsformen sind neue aus der Praxis abgeleitete gebracht.

Und so ist eine Trennung des Werkes in einen mehr wissenschaftlichen und einen mehr praktischen Teil auf wissenschaftlicher Grundlage bewirkt worden.

Die Abbildungen sind fast ausnahmslos neu gezeichnet worden. Wie der Gesamtausstattung des Werkes hat auch ihnen der Verlag seine bekannte Sorgfalt gewidmet, wofür ihm besonderer Dank hiermit abgestattet wird.

Berlin-Charlottenburg im März 1936.

J. Brix.

Inhaltsverzeichnis.

Band 1. Grundlagen der Wasserversorgung.

| | Seite |
|--|-------|
| I. Allgemeines und Wasserbedarf | 13—14 |
| II. Wie soll ein Trinkwasser beschaffen sein? | 15—26 |
| A. Naturvorkommen | 15—25 |
| 1. Physikalische Beschaffenheit | 15—17 |
| a) Temperatur | 15 |
| b) Farbe | 15 |
| c) Klarheit | 16 |
| d) Geruch | 16 |
| e) Geschmack | 16 |
| f) Elektrisches Leitvermögen | 16 |
| g) Radiumemanation | 16 |
| 2. Chemische Beschaffenheit | 17—24 |
| a) Chemische Grenzzahlen | 17 |
| b) Reaktion | 17 |
| c) Ammoniak | 17 |
| d) Salpetrige Säure | 18 |
| e) Salpetersäure | 18 |
| f) Härte | 18 |
| g) Kaliumpermanganatverbrauch | 19 |
| h) Abdampfdruckstand | 19 |
| i) Chlor | 20 |
| k) Eisen | 20 |
| l) Mangan | 21 |
| m) Schwefelwasserstoff | 21 |
| n) Kohlensäure | 21 |
| o) Sauerstoff | 22 |
| p) Ungelöste Stoffe | 22 |
| q) Angreifendes Wasser | 22 |
| r) Korrosion | 23 |
| 3. Bakteriologische Beschaffenheit | 24 |
| B. Forderungen bei künstlicher Verbesserung | 25 |
| III. Wo ist das Wasser in der Natur zu finden? | 26—29 |
| 1. Kreislauf und juveniles Wasser | 26 |
| 2. Verdunstungshöhe | 26 |
| 3. Regenwasser | 27 |
| 4. Grundwasser | 27 |
| 5. Quellwasser | 27 |
| 6. Flußwasser | 27 |
| 7. See- (Talsperren-) Wasser | 27 |
| 8. Meerwasser | 28 |

| | Seite |
|--|-------|
| IV. Wie wird das Wasser entnommen? | 29—56 |
| A. Entnahme bei natürlichem Vorkommen | 29—51 |
| 1. Regenwasser | 29 |
| 2. Grundwasser | 30—46 |
| a) Vorkommen | 30 |
| b) Beziehungen zwischen Grund- und Flußwasser. | 32 |
| c) Grundwasserfassung | 33 |
| α) Wagerechte Fassungskörper | 33 |
| β) Senkrechte Fassungskörper | 35 |
| 1. Kesselbrunnen | 35 |
| 2. Rohrbrunnen | 38 |
| 3. Brunnengalerien | 42 |
| d) Dünenwasser | 46 |
| e) Bestimmung der Grundwassermenge | 46 |
| 3. Oberflächenwasser | 46—52 |
| a) Quellwasser | 46 |
| Quellfassung | 47 |
| b) Flußwasser | 50 |
| c) Seewasser | 51 |
| B. Entnahme bei künstlicher Schaffung | 52—56 |
| 1. Künstliches Grundwasser | 52 |
| 2. Talsperren | 55 |
| V. Wann und wie wird das Wasser aufbereitet? | 56—76 |
| A. Beseitigung der ungelösten Stoffe | 58—63 |
| 1. Absetzverfahren | 58 |
| Fällmittel | 59 |
| 2. Langsamfiltration | 60 |
| 3. Schnellfiltration | 63 |
| B. Entkeimung | 63—65 |
| 1. Abkochen | 63 |
| 2. Ultraviolette Strahlen | 64 |
| 3. Sandfiltration und Schnellfiltration | 64 |
| 4. Ozonisierung | 64 |
| 5. Zusatz von Ätzkalk | 64 |
| 6. Chlorung | 64 |
| 7. Katadynverfahren | 64 |
| C. Beseitigung der gelösten Stoffe | 65—76 |
| 1. Enteisenung | 65 |
| 2. Entmanganung | 68 |
| 3. Entsäuerung | 69 |
| 4. Enthärtung | 71 |
| a) Destillation | 71 |
| b) Sodaenthärtung | 72 |
| c) Ätznatron-Sodaverfahren | 72 |
| d) Kalk-Sodaverfahren | 72 |
| e) Permutitverfahren | 72 |
| f) Elektrisches Verfahren | 73 |
| g) Chemische Formeln für die Enthärtung | 73 |

| | Seite |
|---|---------|
| 5. Aktive Kohle | 73 |
| 6. Überchlorung | 74 |
| 7. Überschußkalkreinigung | 75 |
| VI. Wie wird das Wasser von der Entnahmestelle zum Verwendungsort geleitet? | 77—89 |
| 1. Zuleitung mit natürlichem Gefälle | 77 |
| 2. Zuleitung bei künstlicher Hebung | 79 |
| a) Berechnung der Pumpenleistung | 80 |
| b) Kolbenpumpen | 82 |
| c) Kreiselpumpen | 83 |
| d) Antriebskraft | 85 |
| α) Dampf | 85 |
| β) Elektrizität | 86 |
| γ) Verbrennungskraftmaschinen | 86 |
| δ) Wasser- und Windkraft | 87 |
| e) Unmittelbare Hebung des Wassers durch die Betriebs- kraft | 87 |
| α) Hydraulischer Widder | 87 |
| β) Wassersäulenmaschinen | 88 |
| γ) Pulsometer | 88 |
| δ) Mammutpumpe | 89 |
| ε) Selbsttätige Pumpwerke | 89 |
| VII. Wie wird das Wasser am Verwendungsort verteilt? | 89—100 |
| 1. Rohrnetz | 89 |
| Verästlungs- und Kreislaufsystem, Lage der Leitungen im Straßenquerschnitt, Rohrmaterial | |
| a) Muffen- und Flanschenverbindungen | 92 |
| b) Formstücke | 93 |
| c) Holz und andere Baustoffe | 94 |
| 2. Armaturen (Zubehör) | 94 |
| 3. Grundstückszuleitung | 96 |
| 4. Einrichtung (Installation) | 99 |
| VIII. Speicheranlagen | 100—108 |
| 1. Hydrophore (Preßluft-Wasserbehälter) | 103 |
| 2. Flur-Hochbehälter (Erdbehälter) | 103 |
| 3. Wassertürme | 106 |
| 4. Sonstige Behälter | 108 |
| Schrifttum | 109—138 |
| A. Bücher und Druckschriften | 109 |
| B. Aufsätze | 111 |
| Sachverzeichnis | 139 |

I. Allgemeines und Wasserbedarf.

Die primitive Form der Wasserentnahme unmittelbar aus Quellen und durch Schöpfen aus Wasserstellen, Wasserläufen und Entnahme von angesammeltem Oberflächenwasser, wurde bald von besonderen Vorrichtungen abgelöst, durch die das Wasser in guter Beschaffenheit zu erlangen war. Solche Jahrtausende alte Bezugsstellen dienen noch heute der Allgemeinheit (z. B. Brunnen in Mekka, Davidsbrunnen). Die ursprünglichste Form derartiger Bauwerke ist die Zisterne, die auch heute noch unter bestimmten Voraussetzungen angewendet wird.

Mit dem Zusammenschluß von Menschen, mit der Entstehung von Ortschaften hat sich dann die Erkenntnis vom Werte zentraler Gemeinschaftsanlagen Bahn gebrochen und zu großartigen Bauten in Kleinasien, Ägypten, Griechenland und vor allem im römischen Weltreich geführt, die Überreste bewundern wir noch heute, zum Teil sind sie sogar heute noch im Gebrauch (Bologna, Rom, Spalato, Jerusalem). Man beschränkte sich dabei fast ausschließlich auf die Speisung öffentlicher Brunnen und Bäder, Hausversorgungen kamen nur ausnahmsweise vor (Pompeji). Im Mittelalter trat die einheitliche (zentrale) Versorgung zurück, der Einzelbrunnen in den Vordergrund.

Erst die Verwendung eines gegen Druck widerstandsfähigen Materials, wie es das Gußeisen darstellt, führte zu einer Änderung (erster Guß eines Rohres angeblich 1672 von Francini). Die Zuleitung von Wasser in die Häuser verbreitete sich aber erst allgemein, als es gelang, den dazu notwendigen Überdruck leicht hervorzurufen. Das geschah im 18. Jahrhundert durch die Durchbildung der Dampfmaschine (Watt 1766). Bis dahin mußten Paternosterwerke, Wasserschnecken u. dgl. aushelfen, mit denen aber Hausversorgungen nicht möglich waren. Eine Ausnahme machten solche Anlagen, bei denen das Wasser mit natürlichem Gefälle zugeleitet werden konnte.

Zur Dampfmaschine, als dem Erzeuger des notwendigen Überdruckes, trat im 19. Jahrhundert die Vervollkommnung der Bohrtechnik, die es ermöglichte, neben Quell- und Flußwasser auch das Grundwasser für die Versorgung mit heranzuziehen. Dieses entsprach, als auch heute noch einwandfreiestes Wasser, am besten den an die Wasserbeschaffenheit mit steigendem Bedarf gestellten Anforderungen. Darum wurde es in immer größerem Umfange dem gereinigten Oberflächenwasser vorgezogen.

Den Ausgleich zwischen dem zu verschiedenen Zeiten verschiedenen großen Bedarf und dem gleichmäßigen Zufluß schufen Ausgleich-

behälter der verschiedensten Art, in denen Wasser angesammelt werden konnte. Diese Anlagen wurden noch mehr vervollkommnet, als es durch die elektrische Kraft (20. Jahrhundert) möglich wurde, die an verschiedenen Orten einzeln wirkenden Kräfte an einem Punkte zu vereinigen und den Betrieb übersichtlich zu gestalten. Die weitere Durchbildung aller dieser Errungenschaften ermöglichte schließlich auch die gemeinsame Versorgung für sich bestehender Orte (Gruppenwasserversorgung), wie sie heute in Deutschland in vielen Gegenden besteht (Rauhe Alb, Hessen, Thüringen usw.).

Die einheitliche Versorgung eines Ortes ist unbedingt notwendig; sie gewährleistet Gleichmäßigkeit in Beschaffenheit und Güte des Wassers, sie hilft Epidemien vermeiden und bewirkt damit einen Rückgang der Sterblichkeit, sie vereinigt die manchmal schwierige Wasserbeschaffung an einem geeigneten Ort, sie macht den Wasserbezug billiger und wirtschaftlicher. Wenn sich auch die Einzelversorgung in den ersten Betriebsjahren billiger stellen kann, so ist doch die einheitliche Versorgung auf die Dauer immer vorzuziehen. Schließlich ist der gemeinschaftliche Bezug entschieden wirtschaftlicher als die Einzelversorgung. Das alles hat dazu geführt, daß in Deutschland der größte Teil der Groß- und Mittelstädte mit einheitlichen Versorgungen versehen ist, und daß auch in kleineren Gemeinden diese Wasserbezugsart immer mehr an Verbreitung gewinnt.

Wesentlich zur Erreichung in jeder Beziehung einwandfreier Anlagen haben die wissenschaftlichen Forschungen der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem beigetragen, die den Gemeinden bei Anlage ihrer Werke beratend zur Seite steht. Einen Überblick über das gesamte Gebiet erhält man durch das Museum für Wasserversorgung der Berliner Städtischen Wasserwerke A.G. in Berlin.

Der Bedarf an Wasser ist bei einer einheitlichen Wasserversorgung ein größerer als bei Einzelversorgung. Während man hier mit geringen Wassermengen auskommen kann — in Durdstrecken und bei Vorratsbeschaffung ist die Gesamtmenge für Trinken und Körperpflege mit täglich 3 bis 6 l für den Kopf anzunehmen —, steigt bei der Möglichkeit des bequemen Bezugs einer ausreichenden Menge der Verbrauch für den Kopf und Tag gewaltig an. Einmal müssen bei Trinkwasser und Körperpflege die Anforderungen einer gesteigerten Kultur befriedigt werden, dann benützt man auch Versorgungswasser für öffentliche Reinigungszwecke, für Bewässerung, zur Feuerbekämpfung u. dgl. mehr. Alles zusammen ergibt einen durchschnittlichen Bedarf von 80 bis 150 l für den Kopf und Tag bei Orten bis zu 50000 Einwohnern, von 120 bis 200 l bei größeren Orten. Näheres über die Ermittlung des Wasserbedarfs findet sich in Bd. 2, Abschnitt IV.

II. Wie soll ein Trinkwasser beschaffen sein?

Die Beschaffenheit des Trinkwassers soll so sein, daß es ohne Nachteil für die Gesundheit genossen werden kann.

Dazu gehören Eigenschaften physikalischer, chemischer und bakteriologischer Natur. Diese Eigenschaften können schon beim natürlichen Vorkommen des Wassers in mehr oder weniger vollständiger Weise vorhanden sein. Auch vorhandene nachteilige Eigenschaften können bis zu einem für die Gesundheit nicht mehr schädlichen Maße künstlich beseitigt werden.

Zunächst ist festzustellen, daß es vollständig reines Wasser in der Natur nicht gibt. Das Wasser nimmt auf seinem Wege durch Luft und Boden immer fremde Bestandteile mit auf.

Man verlangt von einem Trinkwasser, daß es klar, durchsichtig, farblos, geruchlos ist, daß es eine möglichst gleichbleibende Temperatur besitzt und angenehm schmeckt, daß Krankheitserreger und gesundheitlich schädliche Stoffe nicht in ihm enthalten sind und auch nicht aufgenommen werden können. Eine Zusammenstellung der Anforderungen befindet sich in Bd. 2, Abschnitt III.

A. Naturvorkommen.

1. Physikalische Beschaffenheit.

a) Temperatur.

Trinkwasser soll möglichst gleichmäßig kühl sein; dadurch schmeckt es frisch. Am geeignetsten ist eine Temperatur von 6 bis 12° C, kälteres Wasser wirkt gesundheitsschädlich, wärmeres (von 15° ab) schmeckt fad. Wärmeschwankungen sind nicht zu vermeiden. Sie treten am ausgeprägtesten auf bei Oberflächenwasser, das von der Außentemperatur stark abhängig ist, Grundwasser zeigt von etwa 8 bis 10 m Tiefe ab ziemlich gleichbleibende Temperatur, zwischen 10 und 40 m Tiefe entspricht sie meist der mittleren Jahrestemperatur, bei größeren Tiefen nimmt sie wieder etwas zu. Die Tiefe, innerhalb der die Temperatur um 1° zunimmt, heißt geothermische Tiefenstufe (sie beträgt durchschnittlich etwa 30 m, z. T. vergrößert sie sich bis auf 60 m). Auch die Tiefenlage des Rohrleitungsnetzes bestimmt Wärmeschwankungen (für Grund- und Quellwasser vergrößernde, für Flußwasser verkleinernde).

Die Feststellung der Temperatur erfolgt durch Sonderthermometer (z. B. Durchflußthermometer nach Thumm, Umkippthermometer nach Richter).

b) Farbe.

Trinkwasser soll farblos sein, im durchfallenden Lichte soll es blau gefärbt erscheinen. Andere Färbung deutet auf Verunreinigung hin.

Oberflächenwässer sind meist deutlich gefärbt. Gelbliche und braune Färbung deutet auf hohen Eisengehalt, Huminstoffe, Verunreinigungen organischer Art, Trübung durch Ton, Lehm, feinen Sand hin.

Die Färbung muß, ebenso wie die nachfolgende Klarheit, unbedingt an frisch entnommenen Proben festgestellt werden, da diese Eigenschaften sich bei längerem Stehenlassen der Proben ändern können (z. B. bei Eisengehalt). Die Prüfung erfolgt mit einem Glaszylinder von 30 cm Höhe, der, seitlich gegen einfallendes Licht geschützt, auf eine weiße Unterlage gestellt wird.

c) Klarheit.

Trübes Wasser ist unappetitlich. Die Trübung kann in gesundheitlicher Hinsicht harmlos (durch Eisen, Ton), sie kann aber auch gesundheitsschädlich sein (Beimengung von Humus); darum soll Wasser klar und durchsichtig sein.

Der Durchsichtigkeitsgrad wird festgestellt mit dem Durchsichtigkeitszylinder. Dieser wird mit dem gut durchgeschüttelten Wasser gefüllt und über die Snellensche Schriftprobe Nr. 1 gesetzt. Dann wird solange Wasser abgelassen, bis die Schriftprobe deutlich sichtbar wird. Die dabei festgestellte Wasserhöhe gibt ein Maß für die Klarheit. Bei Oberflächenwasser wird eine weiße Porzellanscheibe in das Wasser gelegt und die Eintauchtiefe gemessen.

d) Geruch.

Trinkwasser soll geruchlos sein. Hierbei spielt die Einzelveranlagung eine Rolle; ein und dasselbe Wasser kann dem einen geruchlos erscheinen, dem andern dagegen riechen. Öfter ist ein Wasser bei niedriger Temperatur geruchlos, der Geruch macht sich erst bei Erwärmung bemerkbar.

Darum soll sich die Untersuchung auf die frisch entnommene Probe und auf eine auf 40 bis 50° C erwärmte erstrecken. Bei Berührung mit Luft oder bei längerem Stehenlassen der Probe in der Flasche kann der Geruch schwinden. Im einzelnen deutet mooriger Geruch auf Huminverbindungen, ebenso sind Eisen und Schwefelwasserstoff zu riechen.

e) Geschmack.

Er hängt in erster Linie von der Empfindlichkeit der Geschmacksnerven des Menschen ab. Trinkwasser soll erfrischend schmecken.

Kostproben sollen auf 10 bis 20° C erwärmt werden, weil niedrige Temperaturen die Geschmacksnerven irreführen. Bei humusstoffhaltigem Wasser ist der Geschmack torfig, bei eisenhaltigem tintig. Hartes Wasser schmeckt besser als weiches (fader Geschmack). Eine gute Geschmacksprüfung erfolgt durch die Bereitung von Tee oder Kaffee mit dem zu untersuchenden Wasser.

f) Elektrisches Leitvermögen.

Das elektrische Leitvermögen des Wassers ist verschieden. Es lassen sich aus ihm fortlaufend und selbsttätig Feststellungen über die Veränderlichkeit der Wasserbeschaffenheit machen. Einen vollen Ersatz für die genaue chemische Untersuchung stellte die Messung des Leitvermögens zur Bestimmung der gelösten Stoffe nicht dar.

g) Radiumemanation.

Dieses Vorkommen ist außerordentlich häufig. Seine Nachprüfung ist nur bei Heilquellen von Wichtigkeit.

Alle diese Prüfungen können von jedem an Ort und Stelle vorgenommen werden und lassen ziemlich gute Aufschlüsse über die Wasserbeschaffenheit zu. Weitere Untersuchungen erfordern größere chemische Kenntnisse und werden zum Teil an Ort und Stelle, zum Teil besser im Laboratorium vorgenommen.

2. Chemische Beschaffenheit.

a) Chemische Grenzzahlen.

Diese geben keinen unbedingten Anhalt dafür, ob ein Wasser für Trinkzwecke brauchbar ist oder nicht, sie leisten aber als Maßstab für die richtige Beschaffenheit eines Trinkwassers gute Dienste, wenn sie der Eigenart eines Wasservorkommens angepaßt werden. Eine Zusammenstellung der Grenzzahlen findet sich in Bd. 2, Abschnitt III, wo auch Zahlentafeln zu den einzelnen Abschnitten gebracht sind.

b) Reaktion.

Die meisten Wässer reagieren alkalisch, einzelne sauer.

Die Feststellung der Reaktion erfolgt meist mit Lakmuspapier. Alkalische Reaktion deutet auf die Anwesenheit von Magnesium- und Kalzium-Bikarbonaten hin, saure Reaktion auf Anwesenheit von organischen Säuren, von Mineralsäuren und Kohlensäure.

Außer Lakmuspapier kann auch Rosolsäurelösung, Kongorot, Methylorange-lösung, Phenolphthaleinlösung und Jodosin verwendet werden.

Wasserstoffionenkonzentration. Die Aggressivität eines Wassers wird in neuerer Zeit gern durch die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration festgelegt. Das Wasserstoffion ist der Träger der sauren Reaktion. Die Zahl der Gramme des ionisierten Wasserstoffs in einem Liter (Wasserstoffionenkonzentration) ist bei reinem Wasser und gewöhnlicher Zimmertemperatur = $1 \cdot 10^{-7}$. Solches Wasser reagiert neutral. Es reagiert sauer, wenn die Wasserstoffionenkonzentration größer als diese Zahl ist und alkalisch, wenn sie kleiner ist. Angegeben wird der Wasserstoffexponent, das ist der Logarithmus des reziproken Werts der Wasserstoffionenkonzentration. Er wird bezeichnet mit p_H . Dieser Wert ist 7 bei neutraler, größer als 7 bei saurerer, kleiner als 7 bei alkalischer Reaktion ($\log \frac{1}{10^{-7}} = \log 10\,000\,000 = 7$).

Man berechnet den p_H -Wert aus der freien und gebundenen Kohlensäure im Wasser, oder bestimmt ihn kolorimetrisch mit Hilfe ein- oder zweifarbiger Indikatoren oder durch Messung der elektromotorischen Kraft einer Wasserstoffkonzentrationskette (s. auch Band 2, Abschnitt III).

c) Ammoniak.

Es kann sich rein chemisch-physikalisch oder unter dem Einflusse von Kleinlebewesen bilden. Im ersten Falle ist es gesundheitlich nicht von Bedeutung (z. B. Grundwasser aus großen Tiefen). Im zweiten Falle entsteht es bei Fäulnis organischer Stoffe (Verunreinigung durch Menschen oder Tiere) und ist daher gesundheitlich bedenklich. Ammoniakvorkommen im Wasser muß darum immer solange besonders beachtet werden, bis der Nachweis seiner Herkunft einwandfrei geliefert ist.

Das Vorhandensein von Ammoniak wird durch die Nesslerische Reagenz festgestellt. Es werden 4 bis 6 Tropfen auf 10 cm³ Wasser gegeben. Färbung zeigt

die Anwesenheit von Ammoniak an, die Farbe selbst (gelb, orange, braunrot) zeigt die Stärke des Ammoniakgehalts. Weiter kann das Keil-Kolorimeter verwendet werden, das auch zur Feststellung der salpetrigen Säure und Salpetersäure dient.

d) Salpetrige Säure (Nitrit).

Sie entsteht durch Oxydation von Ammoniak (z. B. hinter einer Enteisungsanlage) oder durch Reduktion von Salpetersäure. Meistens ist die Tätigkeit von Kleinlebewesen schuld. An sich ist salpetrige Säure nicht gesundheitsschädlich, sie deutet aber meist auf eine Verunreinigung durch Abfallstoffe hin.

Der Nachweis erfolgt durch Zusatz von 3 bis 5 Tropfen 25proz. Phosphorsäurelösung und anschließend 10 bis 12 Tropfen Jodzinkstärkelösung, das Wasser färbt sich bei Anwesenheit von salpetriger Säure blau (s. auch Band 2, Abschnitt III).

e) Salpetersäure (Nitrat).

Die Salpetersäure ist das Endergebnis der Oxydation aller stickstoffhaltigen organischen Stoffe im Boden (Mineralisation). Geringe Mengen (bis 30 mg/l) sind nicht gesundheitsschädlich.

Der Nachweis erfolgt durch konzentrierte Schwefelsäure, von der 5 cm³ auf 1 cm³ Wasser zugesetzt werden unter Zugabe einiger Bruzinkristalle. Die Färbung bei Anwesenheit von Salpetersäure ist rosa bis rot.

f) Härte.

Die Härte wird durch den Gehalt eines Wassers an Kalzium- (Kalk-) und Magnesiaverbindungen bestimmt. Beim Verdampfen ergeben diese wasserlöslichen Erdalkalien umfangreiche feste Rückstände, die außerordentlich lästig sind (Kochen, Dampferzeugung, Seifenverbrauch). Für Trinkzwecke ist eine gewisse Härte angenehm.

Zur Angabe der Härte dienen die Härtegrade.

1 deutscher Härtegrad (D.G.) entspricht 1 Teil Kalk (CaO) in 100000 Teilen Wasser (10 mg in 1 l) oder der entsprechenden Menge Magnesia (MgO).

Außer deutschen Härtegraden gibt es auch noch französische und englische. In Frankreich und England wird der Gehalt an Kalzium-Karbonat (CaCO₃) zur Bestimmung benützt. Zahlentafel siehe Bd. 2, Abschnitt III.

Fast immer sind die Kalksalze gegenüber den Magnesiasalzen vorherrschend.

Man bezeichnet Wässer mit wenigen Härtebildnern als weich, solche mit vielen als hart. Nach Klut sind folgende Benennungen eingeführt:

| Härtegrad (Deutsch) | Benennung | Härtegrad (Deutsch) | Benennung |
|------------------------|------------|------------------------|---------------|
| 0—4 | sehr weich | 12—18 | ziemlich hart |
| 4—8 | weich | 18—30 | hart |
| 8—12 | mittelhart | über 30 | sehr hart |

Für Trinkwasser sind 6 bis 8 Härtegrade angenehm. Weiche Wässer kommen bei Granit, Porphy, Basalt, Buntsandstein vor, harte bei Dolomit, Mergel, Kalk. Die Industrie, welche ja auch Wasser aus der Trinkwasserversorgung entnimmt, wünscht in den meisten Fällen weiches Wasser (mindestens unter 6^o, meist unter 2^o). Sie enthärtet deswegen das Wasser noch besonders oder gewinnt es aus anderen Bezugsquellen.

Es ist zu unterscheiden zwischen bleibender und vorübergehender Härte. Beide zusammen bilden die Gesamthärte. Die vorübergehende Härte ist durch den Gehalt an Kohlensäure bedingt, sie scheidet beim Kochen aus.

Die einfachste Bestimmung der Härte erfolgt durch das Seifenverfahren. Wenn mit einer Seifenlösung versetztes Wasser geschüttelt wird, bildet sich von einer bestimmten Menge Seifenlösung an Schaum. Je größer die Härte, desto mehr Seifenlösung muß zugesetzt werden (s. Zahlentafel Bd. 2, Abschnitt III).

g) Kaliumpermanganatverbrauch.

Er dient zur Bestimmung der organischen Substanzen (im Wasser enthaltene nicht oxydierte oder oxydierbare Stoffe, bestehend in Zertrümmerungsprodukten tierischer oder pflanzlicher Reste).

Man bringt eine bestimmte Wassermenge (100 cm³) mit verdünnter (1:3) Schwefelsäure (5 cm³) zum Sieden. Hierzu wird Kaliumpermanganat (15 cm³) zugefügt und alles 10 Minuten gekocht. Dann wird schnell Normal-Oxalsäure (15 cm³) zugesetzt und Kaliumpermanganat titriert, bis violetttrübliche Färbung eintritt. Der Verbrauch an letzterem gibt einen annähernden Maßstab für die Menge der oxydierbaren Substanzen, weil der Verbrauch an Kaliumpermanganat je nach der Art der organischen Substanzen verschieden ist. Nach Klut soll der KMnO₄-Verbrauch bei einem Trinkwasser unter 12 mg/l bleiben, wenn die Verunreinigungen unbedenklich sind. Doch ist diese Zahl nicht immer ein Beweis dafür, daß das Wasser absolut unbrauchbar ist (z. B. bei Moorwässern).

h) Abdampfrückstand.

Unter Abdampfrückstand versteht man das Gewicht der bei einer Erwärmung des Wassers auf 100 bis 110^o C nicht flüchtigen chemischen Bestandteile. Wenn dieser Rückstand verglüht wird, vermindert sich sein Gewicht. Der bleibende Rest heißt Glührückstand, die Gewichtsverminderung wird Glühverlust genannt. Er ist bei Vorhandensein vieler organischer Stoffe groß.

Es werden 200 cm³ Wasser in einer ausgeglühten und gewogenen Platinschale über einem Wasserbad eingedampft und die Schale etwa 3 h im Trockenschrank bei 110^o C getrocknet. Die dann festgestellte Gewichtszunahme der Schale bildet den Abdampfrückstand. Die Schale wird dann weitere 10 min geglüht, bis die organische Substanz vollständig verbrannt ist. Der erkaltete Rückstand wird mit einigen Tropfen Ammoniumkarbonatlösung angefeuchtet, bei 180^o C getrocknet und wieder gewogen. Die Gewichtsabnahme gegenüber dem Gewicht des nicht geglühten Abdampfrückstandes gibt den Glühverlust.

i) Chlor.

Jedes Wasser enthält Chlor, nicht als freies Gas, sondern gebunden an Metalle als Chlorid. Die am meisten vorkommende Verbindung ist Chlornatrium (Kochsalz). Ein geringer Gehalt ist nicht schädlich. Die Schmeckgrenze hängt außerdem noch ab von dem Gehalt des Wassers an Härtebildnern, Kohlensäure usw. Man hat beobachtet, daß 412 mg reines Kochsalz (entsprechend einem Chlorgehalt von 250 mg/l) noch nicht durch den Geschmack erkannt werden. Der Salzgehalt ist meist auf Auslaugung irgendwelcher Salzsichten im Boden zurückzuführen. Auch Chlorkalzium wird erst in verhältnismäßig großen Mengen durch den Geschmack erkannt. Dagegen macht sich Chlormagnesium (erzeugt durch die Abwässer der Kaliindustrie) durch einen unangenehmen süßlichen Geschmack schon in kleinen Mengen bemerkbar.

Die Bestimmung des Chlorgehaltes erfolgte früher vornehmlich durch Ausfällen des Chlors als Chlorsilber mittels einer neutralen Silbernitratlösung unter Zugabe von Kaliumchromat. Heute benutzt man mehr kolorimetrische Verfahren. Man gibt eine Tolidinlösung zu, die in dem chlorhaltigen Wasser eine grünlichgelbe bis orangefarbene Färbung erzeugt. Die Empfindlichkeitsgrenze liegt bei etwa 0,2 mg/l. Der Chlorgehalt wird nach bis zu 5 min langem Stehen durch Farbenvergleich ermittelt (Chlorometer nach Meinck-Horn oder Anwendung von Vergleichslösungen, gemischt aus Kupfersulfat- und Kaliumbichromatlösungen in verschiedenen Mengenverhältnissen oder Apparat der Chlorator-Gesellschaft mit Vergleichslösungen in Ampullen).

k) Eisen.

Eisenhaltiges Wasser findet sich ziemlich häufig (z. B. in den Grundwässern der norddeutschen Tiefebene). Oft ist es von Mangan begleitet. Abgesehen von der Verbindung mit organischen Säuren, Phosphorsäuren und Mineralsäuren ist das Eisen meistens gelöst vorhanden als doppelkohlensaures Eisenoxydul (Ferrobikarbonat). Eine Ausscheidung ist durch die Berührung mit dem Sauerstoff der Luft leicht möglich. Es spaltet sich dabei Kohlensäure ab und Eisenhydroxyd bildet sich, das im Wasser nicht löslich ist. Die entstehenden Flocken lassen sich leicht aus dem Wasser entfernen.

Gesundheitlich ist Eisen nicht schädlich, doch ist eisenhaltiges Wasser zum Kochen, Waschen und für gewerbliche Zwecke nicht verwendbar. Bei längerem Stehenlassen scheidet sich Eisenerocker ab. In Leitungen entstehen Ablagerungen, die den Betrieb stören, auch bilden sich Eisenalgen (Cladothrix und Crenothrix), die die Leitungen verstopfen. Außerdem ist der Geschmack unangenehm (tintig), das Wasser riecht öfter nach Schwefelwasserstoff.

Wenn der Eisengehalt unter 0,2 mg/l bleibt, treten Ausscheidungen kaum auf. Trotzdem wird man das Wasser schon enteisenen, wenn der Gehalt 0,1 mg/l übersteigt.

Die Untersuchung auf Eisengehalt erfolgt mittels des Verfahrens von Heublein. Es werden 100 cm³ Wasser in einen Schauzylinder (42 cm lang, Durchmesser 2 cm)

mit Füllmarken gefüllt, dazu kommen 2 cm³ Salzsäure, 10 Tropfen Wasserstoff-superoxyd. Dann wird bis zur Marke 110 cm³ Füllhöhe eine 10 proz. Rhodankaliumlösung aufgefüllt. Nach gehörigem Mischen sieht man von oben durch die Flüssigkeit gegen einen weißen Hintergrund. Zum Vergleich der aufgetretenen Farbe benutzt man mehrere (5) Mischungen von Platinchlorid und Kobaltchlorür, welche in der Farbe einem abgestuften Eisengehalt von 0,1 bis 0,5 mg/l entsprechen. Man kann auch ein Kolorimeter benutzen, eine Trommel mit mehreren Farbtafeln. Der Vergleich der Farben ergibt ohne weiteres den Eisengehalt. Bei mehr als 0,5 mg/l Eisen tritt deutliche Rotfärbung ein.

l) Mangan.

Mangan tritt meistens mit Eisen zusammen auf. Es findet sich fast immer gelöst als doppelkohlensaures Manganoxydul oder als schwefelsaures Mangan. Charakteristisch ist für Mangan die dunkelbraune bis schwarze Farbe des Untergrundes. Gesundheitlich ist Mangan nicht schädlich, doch stört es in technischer Beziehung, wenn seine Menge mehr als 0,1 mg/l beträgt. Es werden dadurch vor allem Ablagerungen in den Leitungen hervorgerufen, die durch das fließende Wasser weiter befördert werden. Bekannt ist die Mangankatastrophe im Breslauer Wasserwerk vom Jahre 1906.

Zum Nachweis des Mangans werden 50 cm³ Wasser mit 5 cm³ reiner Salpetersäure (25%) unter Zusatz von einer Messerspitze chemisch reinen Bleisuperoxyds kurze Zeit (2 bis 5 min) gekocht. Nach dem Absetzen wird die Flüssigkeit gegen einen weißen Hintergrund beobachtet. Manganhaltiges Wasser ist dann schwach oder deutlich violettrot gefärbt. Die Empfindlichkeitsgrenze liegt bei 0,1 mg/l.

m) Schwefelwasserstoff.

Er riecht außerordentlich stark und unangenehm, darum ist mit ihm behaftetes Wasser zum Genuß nicht geeignet. Seine Anwesenheit deutet bei Wasser aus flachliegenden Schichten auf starke Verunreinigung von der Oberfläche her hin. Bei Wasser aus tieferen Schichten ist der Schwefelwasserstoff meist mineralischen Herkommens (z. B. Zersetzung von Schwefelkies). Auch mit Eisengehalt zusammen tritt er auf. In diesen Fällen ist er gesundheitlich unbedenklich und verschwindet bei Berührung mit Luft sehr rasch.

Der Nachweis erfolgt durch Erwärmung von 100 cm³ Wasser. Über die Öffnung des Kolbens wird dabei ein angefeuchteter Bleiazetatpapierstreifen gehalten. Bei Vorhandensein von freiem Schwefelwasserstoff färbt sich der Streifen braun oder schwarz.

n) Kohlensäure.

Man unterscheidet: festgebundene, halbgebundene, freie und angreifende Kohlensäure. Festgebundene Kohlensäure ist diejenige, die fest an die Erdalkalien Kalk und Magnesia gebunden ist. Halbgebundene Kohlensäure ist in den Bikarbonaten (Kalziumbikarbonat, Magnesiumbikarbonat) gebunden und entweicht beim Erhitzen des Wassers. Beide sind auf die Härte des Wassers von Einfluß. Die Mengen der beiden Arten sind stets gleich. Freie Kohlensäure ist im Wasser

als Gas enthalten. Von ihr hat ein Teil die Aufgabe, die Bikarbonate im Wasser in Lösung zu halten (zugehörige freie Kohlensäure), der andere Teil, der Überschuß, heißt aggressive oder angreifende Kohlensäure.

Gesundheitlich bzw. geschmacklich ist die Anwesenheit von Kohlensäure angenehm, technisch kann sie sehr störend wirken, weil sie Metalle und Mörtel angreift.

Die Bestimmung der freien Kohlensäure erfolgt mit Phenolphthaleinlösung. Die Anwesenheit zeigt sich durch schwache Rosafärbung. Aus der Bestimmung der freien Kohlensäure und der Härte läßt sich zugehörige und angreifende Kohlensäure mit Hilfe der graphischen Darstellung von Mündlein (Bd. 2, Abschnitt III) bestimmen. Die ganze Untersuchung muß sehr sorgfältig ausgeführt werden.

o) Sauerstoff.

Jedes Wasser, das mit Luft in Berührung kommt, enthält Sauerstoff gelöst. In gesundheitlicher Hinsicht entsteht dadurch kein Nachteil, jedoch kann bei gleichzeitiger Anwesenheit von angreifender Kohlensäure Blei angegriffen werden.

Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes erfolgt am besten nach der Methode von Winkler. Hierbei wird eine abgemessene Wassermenge mit Natronlauge und Manganchlorür im Überschuß versetzt. Die Natronlauge bewirkt einen Manganniederschlag, der bei sauerstofffreiem Wasser farblos ist, mit zunehmendem Sauerstoffgehalt sich aber hell- bis dunkelbraun färbt. Der Färbungsgrad gibt einen Maßstab für den Sauerstoffgehalt. Ungefähr kann der letztere durch eine Farbenskala (Hofer) bestimmt werden, genau durch Zugabe von Jodkalium und Salzsäure, wobei eine dem absorbierten Sauerstoff entsprechende Jodmenge ausgeschieden wird, die mit Natriumthiosulfatlösung gemessen wird.

p) Ungelöste Stoffe.

Je mehr derartige Stoffe im Wasser enthalten sind, desto schlechter ist das Wasser. Solche Stoffe finden sich vor allem in den Oberflächenwässern (Fluß, See, Talsperre). Trinkwasser soll höchstens 1 cm³ abgeseigte Schwebestoffe in 1 m³ Wasser enthalten (bei Seen etwa 2, bei Flüssen etwa 20 bis 80 cm³). Neben der Menge ist aber ausschlaggebend die Art der Bestandteile. Außerdem sind die Organismen zu berücksichtigen. Ihre Feststellung erfolgt durch die biologische Untersuchung.

q) Angreifendes Wasser.

Die Angriffslust (Aggressivität) der Wässer wird durch verschiedene in ihm gelöste Stoffe hervorgerufen, die in diesem Abschnitt erwähnt sind. Wegen der großen Bedeutung dieser Eigenschaften für die in der Wasserversorgung verwendeten Baustoffe folgt hier eine kurze Zusammenstellung. Angegriffen werden hauptsächlich Eisen, Zink, Blei, Mörtel und Beton; bei Blei können dadurch auch gesundheitliche Schädigungen hervorgerufen werden. Der Angriff äußert sich in Korrosion (Anfressung) und Verkrustung der Rohre, in Baumaterialschäden und in dadurch hervorgerufenen Betriebsstörungen.

Allgemein sind alle sauer reagierenden (sauren) Wässer mehr oder weniger angriffslustig. Außerdem gehören hierher alkalisch reagierende Wässer, wenn sie überschüssige freie Kohlensäure enthalten; die Angriffslust ist um so größer, je größer der Gehalt an Überschußkohlensäure und je geringer die Karbonathärte ist. Geringe Wassergeschwindigkeit oder gar Stillstand (zur Nachtzeit und in Endsträngen) begünstigen den Angriff.

Am bedeutsamsten ist der Gehalt an Sauerstoff. Er greift Metall direkt und indirekt an, er schützt es aber auch vor allen weiteren Angriffen durch Bildung einer Kalkrostschuttschicht über den angegriffenen Stellen (bei mindestens 7 D.G. Karbonathärte). Größerer Sauerstoffgehalt ist im allgemeinen besser als Sauerstoffmangel; denn dieser bewirkt bei im übrigen nicht angreifendem Wasser Eisenauflösung und Ausbleiben der Schuttschichtbildung (bei weichem Oberflächenwasser, besonders bei Talsperren, darum häufig Aufhärtung durch Kohlensäureanreicherung). Blei wird nur bei Anwesenheit von Sauerstoff angegriffen (gesundheitsschädlich). Alle mit Luft unmittelbar oder mittelbar (Grundwasser bei Aufbereitung) in Berührung kommenden Wässer enthalten Sauerstoff. Wo er nicht vorhanden ist, muß er in manchen Fällen durch künstliche Belüftung zur Verhütung der Korrosion eingebracht werden.

Bei weichem Wasser verursacht ein über das gewöhnliche Maß hinausgehender Gehalt an Chloriden (Verhinderung der Schuttschichtbildung) und Nitraten Metallangriff, Nitrite wirken auf Blei. Schließlich sind größere Mengen von Magnesiumchlorid und Ammoniumverbindungen als Anreger zu verzeichnen.

Bei Mörtel und Beton ist die freie Kohlensäure am gefährlichsten; außer allen sauren Wässern sind auch Spuren von Schwefelwasserstoff oder Sulfiden nachteilig. Beton im besonderen ist wenig widerstandsfähig gegen hohen Gehalt an Magnesiumverbindungen oder Sulfaten (Gipsbildung).

r) Korrosion.

Unter Korrosion versteht man eine unerwünschte Veränderung eines Körpers, die von der Oberfläche ausgeht und durch chemische oder elektrochemische Angriffe hervorgerufen wird (Reichsausschuß für Metallschutz). Verursacht wird Korrosion dadurch, daß die Gebrauchsmetalle zu den unedlen Metallen gehören, die bestrebt sind, Verbindungen einzugehen. Voraussetzung für das Zustandekommen eines derartigen Angriffs ist immer die Gegenwart von Wasser, dessen Bestandteile die Zerstörung auslösen und fortführen. Die Wasserstoffionen reißen, unterstützt durch den Lösungsdruck der Metalle, die Metallatome aus ihrem Verband, tauschen die elektrische Ladung mit ihnen aus und bringen so das Metall zur Lösung. Die Metalle haben ver-

schiedenen Lösungsdruck, je nach ihrem Platz in der elektrolytischen Spannungsreihe. Die im Wasserversorgungswesen gebräuchlichsten Metalle folgen einander, angefangen mit solchen geringeren Lösungsdruckes (korrosionsfester), ansteigend nach solchen größeren Lösungsdruckes, in der Reihe: Kupfer, Blei, Zinn, Nickel, Flußeisen, Gußeisen, Zink, Aluminium.

Die Einwirkung auf die Metalle wird dadurch gehemmt, daß sich auf der Metalloberfläche Deckschichten bilden, die eine Fortsetzung des Angriffes auf das Metall verhindern. Darum ist die Deck-(Schutz-)schichtbildung für den Korrosionsvorgang maßgebend, ihre Entstehungsverhinderung oder die Verzögerung ihrer Bildung wirkt ungünstig auf das chemische Verhalten der Werkstoffe.

Ein derartiger Angriff kann gleichmäßig über die Oberfläche verteilt (am ungefährlichsten), punktförmig (Lochfraß) oder kristallin (Auflockerung des Verbandes, Beeinflussung der Festigkeit und Dehnung) erfolgen.

Naturgemäß sind die Rohrleitungen dem Angriff durch Korrosion sowohl innen wie außen am meisten ausgesetzt. Die Vorbeugungsmaßnahmen, die übrigens alle nicht restlos schützen, sind in Abschnitt VII angeführt.

3. Bakteriologische Beschaffenheit.

Das Trinkwasser soll frei von Krankheitserregern (Bakterien, Keimen) sein. Es gibt zwei Arten von Bakterien: Krankheitserreger (pathogene Keime) und harmlose (nicht pathogene Keime). Die Mehrzahl der Bakterien ist von letzterer Art, von der ersten können im Wasser fast ausschließlich vorkommen: die Erreger des Typhus, der Ruhr, des Paratyphus und der Cholera. Da der Nachweis pathogener Keime sehr schwierig und umständlich ist und lange Zeit beansprucht, und da nicht dauernd die gesamte Wassermenge auf Krankheitserreger untersucht werden kann, hilft man sich auf andere Weise.

Es ist selbstverständlich, daß die Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit von Krankheitserregern um so geringer ist, je weniger Keime im Wasser enthalten sind. Darum ermittelt man zunächst die Keimzahl, und auch diese nur in einer kleinen, zur Probe entnommenen Menge. Von dem Ergebnis dieser Zählung wird auf die Gesamtmenge geschlossen. Die Zählung der einzelnen Bakterien ist unmöglich, man gibt darum den Bakterien günstige Ernährungsbedingungen, so daß sich jeder Keim schnell zu einer Bakterienkolonie durch Teilung vergrößern kann und zählt dann die Kolonien.

Eine bestimmte Anzahl Keime im cm^3 als Gefahrengrenze anzunehmen, geht natürlich nicht; denn Wasser verschiedener Herkunft hat auch verschiedene Bakterienzahl, ohne darum gefährlich zu sein. Bei Sandfiltration ist annähernd (Reichsgesundheitsamt, 1899) be-

stimmt worden, daß höchstens 100 Keime im cm^3 gefilterten Wasser als noch unschädlich anzusehen seien. Sehr wohl bietet aber die dauernd vorgenommene Keimzählung den Vorteil, daß plötzliche Änderungen in der Keimzahl sofort erkannt werden. Diese deuten auf eine Verschlechterung des Wassers hin und verlangen besondere Beachtung.

Die Zählung selbst geht folgendermaßen vor sich. Eine Wasserprobe wird sehr vorsichtig entnommen. Es dürfen nur sterilisierte Gefäße benutzt werden, die Finger dürfen mit der Öffnung oder dem Stöpsel nicht in Berührung kommen. Jede Verunreinigung muß unbedingt vermieden werden. Dann wird die Aussaat vorgenommen. In eine entkeimte Glasschale wird 0,1 bis 1 cm^3 Rohwasser eingelassen, dazu sofort Nährgelatine (bei 30 bis 40° verflüssigt) gegossen (Fleischextrakt, Pepton, Nährgelatine, Traubenzucker usw.). An Stelle der Schalen können auch Fläschchen benutzt werden. Die Kulturen werden dann bei 20 bis 22° C im Brutschrank aufbewahrt. Durch die Nährgelatine wird jeder einzelne Keim festgeleimt. Infolge der günstigen Ernährungsbedingungen vermehrt sich jeder Keim zu einer Kolonie. Diese werden nach 48 h gezählt. Das Auszählen erfordert Übung und Sorgfalt. Zur Kontrolle werden in andere Schalen 0,5; 2; 5 und 10 cm^3 angesetzt. Um vergleichen zu können, wird das Ergebnis immer auf 1 cm^3 Wasser umgerechnet.

Da der Nachweis von pathogenen Keimen immer umständlich ist und viel Zeit erfordert, benutzt man meist die einfachere Untersuchung auf die Anwesenheit von *Bacterium coli*. Dieses stammt aus dem Darm von Menschen und Tieren, ist in seinen Lebensbedingungen viel anspruchsloser als die pathogenen Keime und ruft auch bei höheren Temperaturen in traubenzuckerhaltiger Nährlösung noch Gärung hervor. Die Anwesenheit dieses Keimes im Wasser ist ein Beweis dafür, daß auch die weniger widerstandsfähigen pathogenen Keime in das in Frage kommende Wasser gelangen können. Bei dieser Untersuchung kann man mit größeren Wassermengen arbeiten, was unbedingt ein Vorteil ist. Man prüft Wassermengen von ca. 0,01 (verdünnt) bis 100 cm^3 . Die Wassermenge, in welcher nach 24 h bei 37 bzw. 46° C mindestens 1 Kolikeim gefunden wird, heißt Kolititer.

B. Forderungen bei künstlicher Verbesserung.

Die Oberflächenwässer sind fast immer, ab und zu auch Grund- und Quellwasser, nicht in dem Maße als rein anzusehen, wie es eine Verwendung zu Trinkwasserzwecken voraussetzt. Meist ist es eine oder auch mehrere der beschriebenen Arten von Verunreinigungen, die der Verwendung entgegenstehen. Es kommt hinzu, daß das Wasser auch für gewerbliche Zwecke mitverwendet wird. Hier wird je nach der Art des Gewerbebetriebs auf die eine oder andere Eigenschaft des Wassers größerer Wert gelegt bzw. diese Eigenschaften beeinträchtigen die Wasserverwendung. Die Herrichtung des Wassers zu Verwendungszwecken hat, namentlich seit einheitliche Anlagen mit Vorliebe gebaut werden, große Fortschritte gemacht, so daß man heute wohl jedes Wasser entsprechend reinigen kann. Wenn trotzdem nicht jedes Wasser zur Verwendung kommt, so liegt das daran, daß die zur Reinigung aufzuwendenden Kosten in keinem Verhältnis zu dem zu erreichenden Zweck stehen.

Es wird auch wegen der möglichen entstehenden Gefährdungen an sich immer besser sein, ein gutes Wasser aus größeren Entfernungen

herzuleiten und die größeren Kosten für die Anlage aufzuwenden, als ein schlechteres Wasser in der Nähe, auch auf die raffinierteste Weise, zu verbessern.

Die vorhandenen und angewendeten Reinigungsverfahren ermöglichen es, allen aufgeführten Anforderungen an ein reines Wasser gerecht zu werden. Die Peinlichkeit, mit der diese Verfahren durchgeführt werden, richtet sich nach der Größe der Werke. Aber immer ist größte Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit am Platze. Die Reinigung selbst erfolgt mit den Verfahren, welche in Abschnitt V näher besprochen werden.

III. Wo ist das Wasser in der Natur zu finden?

1. Kreislauf und juveniles Wasser.

Für Versorgungszwecke geeignetes Wasser findet sich in der Natur als Flüssigkeit in Form von Regen, Grundwasser und Oberflächenwasser. Dieser Zustand des Wassers ist nur einer der möglichen drei Aggregatzustände, nämlich des ausdehnbar-flüssigen (Dampf), des tropfbar-flüssigen (Wasser) und des festen (Eis). Die drei Aggregatzustände gehen dauernd ineinander über; diesen Vorgang nennt man den Kreislauf des Wassers.

Der den Kreislauf regelnde Vorgang ist die Verdunstung, die unter dem Einfluß der Sonnenwärme das auf die Erde gelangende Wasser als Nebel und Wolken wieder in die Luft zurückführt. Die atmosphärische Luft wird durch die Verdunstung mit großen Mengen Wassers in Form von Wasserdampf gesättigt. Durch Abkühlung oder Zufuhr weiterer Feuchtigkeit (Übersättigung) bildet sich der Dampf zu Wasser zurück in Form von Tropfen. Diese fallen, dem Gesetze der Schwere folgend, als Regen auf die Erde. Andere Formen sind der Tau, Reif, Schnee, Hagel. Der niederfallende Regen dringt zum Teil in den Boden, zum Teil fließt er oberirdisch ab (großer Kreislauf), zum Teil verdunstet er wieder (kleiner Kreislauf).

Der in den Boden eindringende Teil bildet Grundwasser, das sich langsam im Erdinnern weiter bewegt. Da wo die wasserführenden Schichten zutage treten, kommt Grundwasser an die Oberfläche in Form von Quellen. Die Quellbäche vereinigen sich zu Flüssen und Strömen, durchlaufen Bodenmulden, bilden dort Seen und münden schließlich in das Meer. Die Meeresoberfläche bildet eine zur Verdunstung sehr geeignete Fläche.

Zu diesem Wasser tritt im Erdinnern noch juveniles Wasser, das sich dort gebildet hat. Es sei auch darauf hingewiesen, daß außer dieser Theorie von der Erhaltung des Gleichgewichts des Wasserhaushaltes der Erde auch eine andere besteht, nach der der Wasservorrat der Erde immer wieder durch neue Zufuhr aus dem Weltenraum ergänzt wird (Welteislehre).

2. Verdunstungshöhe.

Zahlenmäßige Angaben über Niederschlagsmengen, Verteilung des Niederschlags auf die Jahreszeiten, auf die einzelnen Gebiete in Deutsch-

land, Verdunstungsgrößen, Wasseraufnahmefähigkeit der Bodenarten usw. finden sich in Bd. 2, Abschnitt III.

3. Regenwasser.

Die einfachste Form, das Wasser für die Versorgung nutzbar zu machen, ist demnach die, das Regenwasser aufzufangen. Die Sammlung des aufgefangenen Regens erfolgt, gleichfalls in einfachster Form, in Zisternen. Diese Art der Versorgung ist nicht für alle Fälle geeignet, weil der Regen nicht immer zur gewünschten Zeit und in der gewünschten Menge fällt. Das Wasser selbst ist nicht rein, aber gesundheitlich nicht schädlich. Sein Geschmack läßt zu wünschen übrig.

4. Grundwasser.

Das Grundwasser nimmt bei seinem langsamen Lauf durch die Poren des Grundwasserträgers die in diesem vorhandenen löslichen Bestandteile (Salze usw.) auf. Zum Teil (bakteriologisch) wird die Wasserbeschaffenheit verbessert, oft aber (chemisch) verschlechtert, so daß eine Aufbereitung vor der Verwendung notwendig wird. Von unbedingtem Vorteil ist, daß Bakterien während des Durchflusses beseitigt werden, wenn das Grundwasser genügend tief (≥ 10 m) in ausreichend feinkörnigen Bodenschichten fließt. Das Grundwasser ist darum meist keimfrei und eignet sich vorzüglich für Trinkwasserversorgung.

5. Quellwasser.

Das Quellwasser ist meist sehr rein, kann aber große Härte oder großen Eisengehalt besitzen. Für die Versorgung unangenehm ist fast immer die stark wechselnde Ergiebigkeit, die gerade in den Zeiten nachzulassen beginnt, wo der größte Wasserbedarf vorherrscht.

Als Besonderheit seien die artesischen Quellen genannt, die da entstehen, wo Grundwasser unter Druck steht und ausfließt. Derartige Quellen sind mit Vorsicht zu benützen.

Es sei noch ergänzend auf Grundwasser und Quellen (vgl. 4 u. 5) eingegangen. Das in den Boden eintretende Wasser sinkt dem Gesetz der Schwere folgend durch die Zwischenräume in die Tiefe. Wird auf diesem Wege eine Bodenschicht angetroffen, deren Zwischenräume außerordentlich klein sind, die also praktisch undurchlässig ist, dann sammelt sich das Wasser auf dieser Schicht und bewegt sich, ihrer Neigung entsprechend, durch den Grundwasserträger als Grundwasserstrom weiter. Bildet die undurchlässige Schicht eine wagerechte Ebene oder Mulde, dann kommt das Grundwasser auf ihr zur Ruhe und bildet einen Grundwassersee. Es kann auch der Fall eintreten, daß der Grundwasserträger wieder von einer undurchlässigen Schicht überdeckt wird. In diesem Falle bewegt sich das Grundwasser wie in einer Röhre. Wenn die Deckschicht fällt und steigt, dann steht das Grundwasser an den tiefen Stellen unter Druck. Sein Wasserspiegel liegt höher, man spricht von Grundwasser mit gespanntem Spiegel (artesisches Wasser). Es kommt sehr häufig vor, daß durchlässige und undurchlässige Schichten sich mehrmals ablösen, und daß die durchlässigen Grundwasser enthalten. Dann spricht

man von Grundwasserstockwerken. Die Oberfläche des in der wasserführenden Schicht befindlichen Grundwassers ohne Druck nennt man Grundwasserspiegel. Mit ihrer Hilfe (Oberfläche) kann festgestellt werden, ob das Grundwasser stillsteht oder fließt, und wohin die Fließrichtung zeigt. Ein Schnitt senkrecht zur Strömungsrichtung gibt ein Grundwasserprofil, aus dem die Tiefe des Grundwasserstroms und die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht usw. erkannt werden kann. Artesisches Wasser erkennt man daran, daß das Grundwasser im Bohrloch ansteigt, evtl. über die Erdoberfläche austritt. Der Schnitt parallel zur Strömungsrichtung heißt Längsschnitt.

Quellen sind zutage tretendes Grundwasser. Je nach der Entstehungsart erhalten die Quellen verschiedene Bezeichnungen. Von diesen seien die wichtigsten hier erwähnt.

Eine Schichtquelle entsteht da, wo der Austritt auf der Grenze zwischen durchlässiger und undurchlässiger Bodenschicht erfolgt.

Dieser Austrittsstelle können Schuttablagerungen vorgelagert sein. Das Wasser durchläuft dann vor dem Austritt diese Ablagerungen und tritt an ihrem Fuße aus. Derartige Schichtquellen heißen Schuttquellen.

Eine Überlauf- oder Überfallquelle bildet sich an der tiefsten Stelle einer Grundwassermulde (der Wasserspiegel in dieser Mulde besitzt immer Wölbung) oder da, wo der Grundwasserträger nicht mehr genügend mächtig, ist um die Grundwassermenge zu fassen.

Verwerfungs- oder Spaltquellen entstehen an den Stellen, wo sich Verwerfungen in den Schichten gebildet haben und infolgedessen der Grundwasserträger an eine undurchlässige Schicht stößt. Dabei kann das Wasser neben der Verwerfungsspalte austreten (Stauquelle) oder in der Verwerfungsspalte aufsteigen (natürlich aufsteigende oder artesische Quelle).

Höhlenquellen sind unterirdische Wasserläufe, die sich in den Hohlräumen des Gesteins bewegen und zutage treten. Diese können oft beträchtliche Wassermengen liefern.

Artesische Quellen können auch entstehen durch Anbohrung von unter Druck stehenden Grundwasserströmen.

Intermittierende Quellen liefern Wasser nur in regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitabständen.

Aufsteigende Quellen sind solche, deren Wasser durch angesammelte Gase (Wasserdampf, Kohlensäure) hochgedrückt wird (Nauheim, Kissingen).

Sekundäre Quellen sind eigentlich keine Quellen. Sie entstehen dadurch, daß Bach- oder Flußwasser eine Zeitlang unterirdisch weiterfließt und an anderer Stelle wieder zutage tritt. Das bekannteste Beispiel dieser Art ist die Donauversinkung bei Immendingen. Das Donauwasser tritt bei Stadt Aach nach 12 km unterirdischem Laufe als Aach wieder zutage und fließt zum Rhein.

6. Flußwasser.

Das Flußwasser wird in seinem Laufe sehr bald durch die Abwässer von Menschen, Tieren und vor allem der Industrie stark verschmutzt, so daß es ohne weiteres kaum zu benützen ist. Umfangreiche und kostspielige Aufbereitung ist hier die Regel.

7. See-(Talsperren-)Wasser.

Seewasser gibt fast immer ein gutes Versorgungswasser ab, weil durch die verminderte Durchflußgeschwindigkeit ein Absetzen der mit-

geführten Schmutzstoffe stattfindet und durch ausgiebige Belüftung an der großen Oberfläche, verbunden mit der Besonnung, die Bakterienzahl vermindert wird. Selbstverständlich müssen auch hier für die Entnahme besondere Vorsichtsmaßregeln ergriffen und das Wasser seiner Zusammensetzung entsprechend behandelt werden. Die guten Erfahrungen mit Seewasser haben zur Herstellung künstlicher Seen (Talsperren) geführt, die sich, wo sie verhältnismäßig leicht hergestellt werden können, durchaus bewährt haben.

S. Meerwasser.

Meerwasser eignet sich infolge seines Salzgehaltes zur Versorgung nicht. Es bestehen zwar Apparate, mittels deren Meerwasser destilliert werden kann, doch bedarf ein derartiges Wasser einer Nachbehandlung in bezug auf Geschmack und Bekömmlichkeit.

IV. Wie wird das Wasser entnommen?

Das Wasser wird als Regenwasser, Grundwasser und Oberflächenwasser zur Wasserversorgung entnommen. Wo die notwendigen Mengen in einwandfreier Beschaffenheit fehlen, kann auch Grundwasser künstlich geschaffen oder Oberflächenwasser angesammelt werden (Talsperre). Das beste Wasser liefern im allgemeinen die Grundwasserströme und die Quellen, das schlechteste die Flüsse. Grundsätzlich wird man die Entnahmestelle dahin legen, wo das Rohwasser am reinsten entnommen werden kann.

Bevor man zur Wasserentnahme schreitet, muß untersucht werden, ob die zur Verfügung stehende, bzw. in Aussicht genommene Bezugsquelle auch wirklich die Wassermenge dauernd liefern kann, die als Bedarf ermittelt wurde. Außerdem ist festzustellen, ob die Bedarfsmenge auch dauernd den Anforderungen an gutes Wasser entspricht. Am leichtesten lassen sich diese Fragen beantworten beim Oberflächenwasser (Flüsse, Seen). Hier liegen meist langjährige Beobachtungen vor, der Wasserbezug selbst macht keine Schwierigkeiten. Ausnahmen gibt es natürlich auch, am bekanntesten ist in dieser Hinsicht die Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. Schwieriger und umständlicher wird die Feststellung bei künstlichen Seen (Talsperren), weil hier die Voraussetzungen erst geschaffen werden müssen. Entnahme aus Grundwasser erfordert Probebohrungen und Dauerpumpversuche. Quellen als Bezugsort erfordern längere, am sichersten Jahre dauernde Ergiebigkeitsmessungen und Beobachtung, wenn man ein genaues Bild über Wassermenge und Wassergüte erhalten will.

A. Entnahme bei natürlichem Vorkommen.

1. Regenwasser.

Die Sammlung von Regenwasser ist die einfachste Wassergewinnung, die vorkommen kann. Sie ist schon im Altertum angewendet

worden und kommt heute noch zur Anwendung, wo es sich um Versorgung von Einzelgehöften handelt. Für eine einheitliche Wasserversorgung eignet sich das Regenwasser nicht.

Die Sammlung größerer Mengen in Zisternen kommt da vor, wo andere Bezugsquellen fehlen oder zu weit vom Verbrauchsort entfernt sind. Das ist vor allem der Fall in hochgelegenen Gegenden und am Meere (z. B. Norden, Reg.-Bez. Aurich).

Für die Anlage einer Zisterne sind maßgebend die Regenwassermenge, die Auffangfläche und der Rauminhalt. Größenbestimmung siehe Bd. 2.

Eine Zisternenanlage besteht aus folgenden Teilen: 1. Auffangfläche, 2. Reinigung, 3. Wasserbehälter, 4. Entnahmeverrichtung.

Die Auffangfläche soll gleichmäßig leicht geneigt sein, damit das Wasser rasch ablaufen kann, ohne daß viel verdunstet und versickert. Darum eignen sich gut für diesen Zweck Dächer (aber keine mit Stroh, Dachpappe, Zink, Kupfer, Blei gedeckten), mit Pflasterung oder Plattenbelag versehene Flächen und glatte Felsflächen, deren Spalten wasserdicht ausgefüllt sind. Wiesen und Wald sind nicht geeignet. Wichtig ist, daß die Auffangfläche rein bleiben muß.

Von der Auffangfläche wird das Wasser in Zuleitungen zur eigentlichen Zisterne geführt. Da der erste Ablauf von der Auffangfläche stets mehr oder weniger verunreinigt ist, ist es vorteilhaft, in einem Vorraum den Schlamm sich absetzen zu lassen und das Wasser über einen Überlauf in den eigentlichen Sammelraum zu leiten. Der Sammelraum enthält zweckmäßig (wo es möglich) Überlauf, Leerlauf, Entlüftung und Entnahmeverrichtung. Die Wände müssen wasserdicht hergestellt werden. Um die Entnahmeverrichtung kann nochmals ein Filter angebracht werden (amerikanische Zisterne). Bei venetianischen Zisternen bildet der Sammelraum zugleich den Reinigungsraum derart, daß das Wasser hier durch ein Sandfilter hindurch muß.

Eine Zisterne wirkt um so besser, je einfacher sie eingerichtet ist.

2. Grundwasser.

a) Vorkommen.

Da Grundwasser die Zwischenräume im Boden ausfüllt, findet es sich nur in durchlässigen Bodenarten. Das sind vor allem die Sande und Kiese von Alluvium und Diluvium.

Namentlich letztere finden sich in reichlichem Ausmaße in der norddeutschen Tiefebene, wo die Urstromtäler (entstanden durch die Gletscher und Schmelzwässer der Eiszeiten) Grundwasser in ungeheuren Mengen führen.

Außer in Form von Quellen kann Grundwasser auch unsichtbar in die Bach- und Flußläufe austreten. Der Nachweis des Übertritts läßt sich bei kleinen Wassermengen im Bach durch Messung der Wassermengen an verschiedenen Stellen führen. Bei großen Flüssen ist dies kaum möglich. Hier läßt sich der Nachweis mit Hilfe von Messungen der Temperaturunterschiede und Härteabweichungen erbringen.

Aus obigem ergibt sich, daß bei der Feststellung eines Grundwasservorkommens als Hilfsmittel Karten anzusprechen sind, die Auskunft über orographisches, hydrologisches und geologisches Verhalten der betreffenden Gegend geben (siehe Bd. 2, Abschnitt III, Grundwasser). Am einfachsten gestaltet sich die Feststellung da, wo vom Austritt des

Grundwassers als Quelle die unterirdischen Grundwasservorkommen aufwärts verfolgt werden können. Hierbei leisten eine Reihe von oberirdischen Anzeichen wertvolle Dienste.

Als erstes Anzeichen dient die Oberflächenbeschaffenheit. Trockenheit und Nässe, feuchte und nasse Standorte liebende Pflanzen, warme Stellen in zugefrorenen Wässern, Schmelzstellen in der Schneedecke, Eisenausscheidungen können Anhalte für die Anwesenheit von Grundwasser geben und lassen auf die Bodenbeschaffenheit (Durchlässigkeit) und Höhe des Wasserstandes schließen. Aufschlußreich sind weiter die Talbildungen. Ihre wagerechte Oberfläche ist für Grundwasser günstig, ebenso können Flußterrassen als Anzeichen gelten. Bodenerhebungen in Gegenden, die in der Eiszeit mit Eis bedeckt waren, lassen auf Stirnmoränen schließen, Geländeinschnitte (der Straßen und Eisenbahnen) geben über die Zusammensetzung und Schichtung des Untergrundes Aufschluß.

In bewohnten Gegenden können an vorhandenen Brunnen Feststellungen über Tiefe des Grundwasserspiegels und Wassermenge gemacht werden, doch ist hier mit Vorsicht zu verfahren, da sonst falsche Schlüsse gezogen werden.

Auch die Wünschelrute hat man zur Feststellung von Wasservorkommen benützt. Wegen ihrer vielfach mangelhaften Ergebnisse versucht man es jetzt mit geophysikalischen Verfahren. Das neueste Gerät dieser Art ist das von Stehle-Futterknecht, das die Elektronenröhre verwendet. Die ganze Frage ist aber noch nicht vollkommen gelöst.

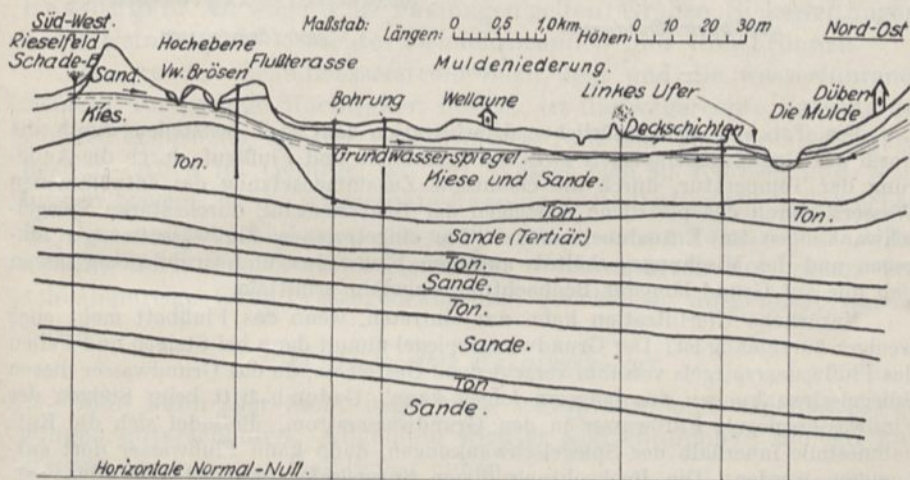


Abb. 1. Schnitt durch ein Grundwasser führendes Gelände mit durch Bohrung ermittelter Schichtenfolge.

Da die dauernde Entnahme von Grundwasser nur dann erfolgen kann, wenn die entnommene Wassermenge fortlaufend wieder ersetzt wird, kommen nur solche Grundwasservorkommen in Frage, bei denen diese Voraussetzung zutrifft. Das Kennzeichen für fließendes Grundwasser ist das Wasserspiegelgefälle, stehendes Grundwasser besitzt einen wagerechten Wasserspiegel. Diese Feststellung ist darum die erste Aufgabe, die gelöst werden muß. (Abb. 1.)

Im allgemeinen fällt die Bewegungsrichtung des Grundwassers mit der eines Flußlaufes zusammen. Erst in der Nähe des Flusses fließt das Grundwasser meist senkrecht auf diesen Wasserlauf zu.

Die Durchführung der Voruntersuchung, die sich auf Feststellung der Fließrichtung, des Spiegelgefälles und der Wassermenge erstreckt, findet sich in Band 2, Abschnitt III, Grundwasser.

b) Beziehungen zwischen Grund- und Flußwasser.

Bei Grundwasserentnahme in der Nähe von Flüssen ist auch wesentlich, ob es sich um reines Grundwasser handelt oder ob Flußwasser in die Entnahme mit einströmt. Letzteren Vorgang bezeichnet man als natürliche Uferfiltration. (Abb. 2.)

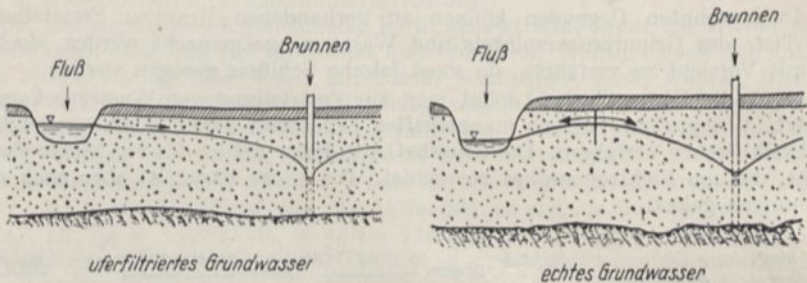


Abb. 2.

Die Tatsache der natürlichen Uferfiltration läßt sich feststellen durch die Form des Grundwasserspiegels zwischen Entnahme und Flußlauf, durch die Änderung der Temperatur, durch die chemische Zusammensetzung des entnommenen Wassers, durch das plötzliche Ansteigen der Bakterienzahl, durch starke Spiegelschwankungen im Entnahmehrunden. Die eingetretenen Flußwassermengen dagegen und das Mischungsverhältnis zwischen Flußwasser und Grundwasser lassen sich nur auf Grund längerer Beobachtung ungefähr ermitteln.

Natürliche Uferfiltration kann nur eintreten, wenn das Flußbett mehr oder weniger durchlässig ist. Der Grundwasserspiegel nimmt dann bei Steigen und Fallen des Flußwasserspiegels von ihm verschiedene Gestalt an, da das Grundwasser diesen Spiegelschwankungen nur langsam folgen kann. Dadurch tritt beim Steigen des Flußwasserspiegels Flußwasser in den Grundwasserstrom. Befindet sich die Entnahmestelle innerhalb der Spiegelschwankungen, dann kann Flußwasser dort entnommen werden. Die Beobachtung dieser Spiegelschwankungen läßt die Feststellung zu, ob Flußwasser in die Fassung eintritt oder nicht.

Ebenso deutet Temperaturänderung auf Uferfiltration hin. Grundwasser hat ziemlich gleichbleibende Temperatur von etwa 8 bis 12° C, uferfiltriertes Flußwasser zeigt größere Schwankungen bis zu 10° C und mehr. Auch die chemische Zusammensetzung beider Arten von Wasser ist verschieden. Bei Grundwasser ist sie ziemlich gleichbleibend, bei uferfiltriertem Flußwasser wechselt sie stark. Der Keimgehalt im Entnahmehrunden steigt bei rasch steigendem Flußwasserspiegel ebenfalls schnell und verschwindet bei fallendem Wasserspiegel entsprechend schnell. Schließlich verlaufen auch die starken Spiegelschwankungen an der Entnahmestelle bei Uferfiltration im selben Sinne wie die des Flußwasserspiegels.

Bodenbeschaffenheit und Entfernung der Entnahmestelle vom Fluß spielen selbstverständlich bei diesen Feststellungen eine wesentliche Rolle.

c) Grundwasserfassung.

Man soll stets Fassungen etwa senkrecht zur Flußrichtung des Grundwassers, also ungefähr parallel zu den Schichtenlinien, anlegen. Bei langen Fassungsanlagen schwenkt man mit der Achse gegen die Schichtenlinien stromaufwärts ein, um einen Ausgleich gegen die in den Heber- bzw. Saugleitungen entstehenden Bewegungswiderstände zu haben. (Abb. 3.)

Man soll Fassungsanlagen da anlegen, wo die Höhenschichtenlinien des Grundwasserspiegels weit voneinander liegen und möglichst parallel verlaufen. Das beweist größere Durchlässigkeit des Bodens. Großes Spiegelgefälle, also nahe aneinander gerückte Schichtenlinien, deuten auf Bewegungswiderstände hin.

Für die Fassung günstig ist ein ebenes Gelände, das außerhalb der Hochwasserzone liegt, und wo der Grundwasserspiegel nicht allzu tief liegt. Es ist weiter günstig, wenn die Fassungsanlage nahe am Versorgungsgebiet liegt. Eine Fassung mit natürlichem Gefälle wird meist wirtschaftlich besser sein als eine solche mit künstlicher Hebung. Auch die Grundstückspreise und Erwerbsmöglichkeiten, sowie die Nähe von Straße und Eisenbahn spielen bei der Auswahl eine Rolle.

Schließlich wird durch die hydrologischen Verhältnisse des Untergrundes auch die Wahl der Art der Entnahmeverrichtung bestimmt. Man unterscheidet nämlich zwischen wagerechten und lotrechten Fassungen. Als wagerechte Fassungen gelten: Gräben, Sickerleitungen, Sammelstollen, als lotrechte: Schachtbrunnen und Rohrbrunnen.

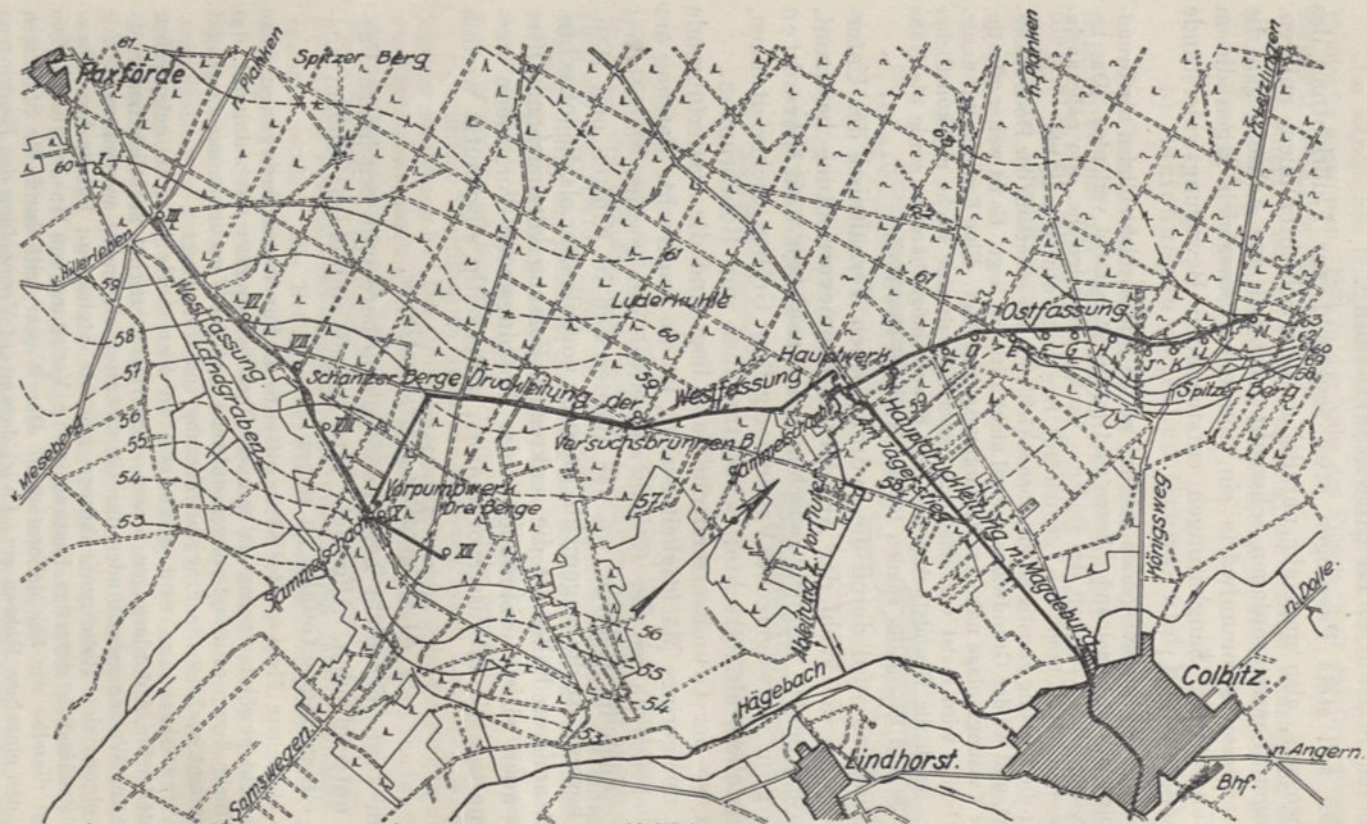
Da wo der Grundwasserstrom flach liegt und die wasserführende Schicht nur geringe Mächtigkeit besitzt, ist die wagerechte Fassung am Platze, ebenso da wo der Grundwasserstrom nur geringe Mächtigkeit besitzt. Auch im Gebirge, wo das Wasser sich in Klüften und Höhlungen bewegt, ist die wagerechte Fassung vorteilhafter als die lotrechte. In allen anderen Fällen ist die senkrechte Fassung vorzuziehen. Öfter kommt auch eine Verbindung beider Fassungsarten vor, wenn verschiedenartige Grundwasservorkommen gleichzeitig ausgenützt werden sollen.

α) Wagerechte Fassungskörper.

Man kann hier nicht begehbare, schlupfbare und begehbare Fassungen unterscheiden. Allgemein wird es sich empfehlen, solchen Fassungen ein geringes Gefälle zu geben.

Die einfachste Form ist der offene Graben. Für Wasserversorgungszwecke sollte er nicht gewählt werden, da er auch Oberflächenwasser mit aufnimmt, das Wasser starke Temperaturänderungen aufweist und der Verschmutzung ausgesetzt ist. Er kommt höchstens in Frage bei Fassung von Dünenwasser.

Die geschlossenen und abgedeckten Sammelleitungen entsprechen den zu stellenden Anforderungen besser. Ihre Herstellung ist natürlich teurer, da entweder im Wasser gebaut oder das Grundwasser abgesenkt werden muß. Als Material eignen sich Rohrbrunnenkörper, gelochte Steinzeug-, Betonrohre, Mauerung. Die einfachste derartige Fassung ist die Verlegung von Drainröhren. Die Bauart ist dieselbe wie bei Meliorationen. Das Wasser tritt durch die Stoßfugen zwischen den einzelnen Röhren ein. Es ist darum auf Vermeidung des Eindringens von Wurzeln zu achten. Vorteilhaft ist es, zum leichteren Auffinden derartiger Ver-



Bem. Die eingetragenen Höhenlinien beziehen sich auf den Grundwasserstand vom Juli 1931.

Abb. 3. Lageplan einer Grundwasserfassung (Magdeburg, Letzlinger Heide), entnommen aus «Das Gas- und Wasserfach», Jahrgang 1933.

stopfungsstellen Schächte einzubauen und die Leitungen zwischen ihnen geradlinig zu führen. Der Sickerkanal muß mindestens 4—5 m tief liegen, Gelände mit landwirtschaftlicher Benutzung eignet sich nicht für Versorgungszwecke.

Sickerschlitz sind, wie der Name sagt, Gräben, die bis auf den undurchlässigen Grundwasserträger ausgeschlitzt werden, in denen dann ein Kanal gebaut wird, der das Wasser aufnimmt und seitlich ableitet, und die im Grundwasserstrom mit durchlässigem, darüber mit undurchlässigem Material ausgefüllt sind.

In der einfachsten Form wird der Kanal durch Steinpackung, Rohre mit Schlitz, Fassungskörper aus Steinzeug, Beton, Mauerung oder mit Gewebe überspannten Eisenrohren nach Art der Filterkörbe gebildet. Die Schlitz brauchen nur stromaufwärts angeordnet zu sein, ebenso haben sie im untern Teil, wo sie sich verstopfen, keinen Zweck. Der Durchmesser der Rohre wird ungefähr 30 bis 40 cm zu betragen haben. An allen Stellen, wo ein Richtungswechsel stattfindet und in geraden Strecken alle 50 bis 100 m sind Reinigungsschächte anzulegen.

Schlupfbare und begehbare Sammelleitungen sind nicht erheblich teurer als Sickerschlitz, bieten aber viele Vorteile und sind darum vorzuziehen.

Schlupfbar ist eine Leitung von einem Durchmesser von 60 cm an, begehbar dann, wenn die Höhe ein gebücktes Gehen gestattet (von ungefähr 1 m an). Das Wasser tritt auch hier seitlich ein durch Schlitz im Mauerwerk. Die Ableitung erfolgt auf dichter Sohle. Vorteilhaft ist die Anordnung eines Laufstegs neben der eigentlichen Rinne. Am besten ist die Anordnung eines geschlossenen Sammelrohres in begehbarem Stollen. Derartige Stollen können auch bergmännisch vorgetrieben werden. Schutz gegen Sandeintritt und gegen Verschlamung ist hier genau so notwendig wie bei nicht begehbaren Leitungen.

β) Senkrechte Fassungskörper.

Man unterscheidet Kesselbrunnen (Senkbrunnen, Schachtbrunnen) und Rohrbrunnen (Bohrbrunnen).

1. Kesselbrunnen.

Kesselbrunnen haben verhältnismäßig großen Durchmesser und werden durch Ausgraben eines Schachtes hergestellt; Rohrbrunnen besitzen kleine Durchmesser, ihre Herstellung erfolgt durch Bohrung, seltener durch Einrammen.

Kesselbrunnen werden angewendet bei Tiefen von 5 m bis zu ungefähr 12 m und da, wo große Wassermengen in einem Brunnen erfaßt werden sollen. Meist genügt ein solcher Brunnen, bei mehreren notwendigen Fassungsstellen sind Rohrbrunnen billiger.

Der große Querschnitt macht Zugang und Reinigung leicht möglich. Der Brunnen wirkt bei verschieden großem Wassereintritt als Ausgleichbehälter, die Pumpen und sonstiges Zubehör lassen sich gegebenenfalls in ihm unterbringen, die Eintrittsgeschwindigkeit ist gering, was namentlich bei feinem Sand als Grundwasserträger sehr vorteilhaft ist.

Der Wassereintritt erfolgt entweder durch die Sohle (unvollkommener) oder durch die Seitenwandung (vollkommener Brunnen),

soweit diese im Grundwasser liegt. Bei stark durchlässigen Schichten ist der Wassereintritt durch die Sohle günstiger, bei weniger durchlässigen und guter Filterung der durch die Wandungen. Beim Eintritt durch die Sohle muß dafür gesorgt werden, daß bei der Entnahme von Wasser die Sohle nicht aufgewirbelt wird und so Sand mit in die Pumpen gelangt. Darum soll das Mundstück der Saugleitung mindestens 1 m

von der Sohle entfernt liegen. Bei feinem Sand bringt man außerdem eine von unten nach oben größer werdende Kiesschicht von 2 bis 3 m Stärke auf die Sohle, durch die der Sand zurückgehalten wird. Die Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen soll 2,5 bis 3 m nicht überschreiten, auch bei Größtabenkung soll ein Wasserstand von 1 bis 2 m im Brunnen verbleiben. Das gilt auch bei seitlichem Wassereintritt. (Abb. 4.)

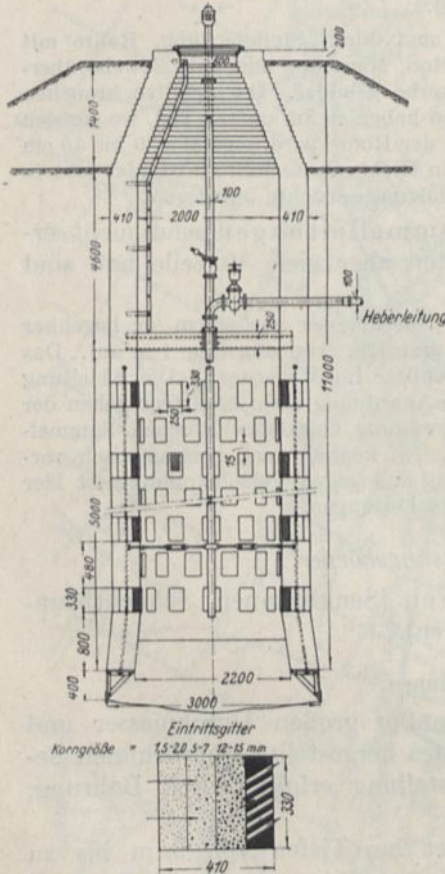


Abb. 4. Kesselbrunnen mit seitlichem Wassereintritt (Wasserwerk Wasa).

Bei seitlichem Wassereintritt wird die Sohle durch Beton abgedichtet. Der Wassereintritt erfolgt durch offene Stoßfugen, Drainrohre, Lochsteine oder besondere Eintrittsgitter. Eine Verstopfung der Stoßfugen durch Moos u. dgl. ist nicht gut, weil hierdurch das Algenwachstum begünstigt wird. Die gesamte Fläche der Eintrittsöffnungen soll etwa $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ der gesamten Mantelfläche betragen. Die Höhe des durchlässigen Mantelteils hängt von der Stärke der wasserführenden Schicht ab. Sie sollte den abgesenkten Wasserspiegel nicht überschreiten, da der Luftzutritt schnelles Verkrusten der Durchlaßöffnungen be-

wirken kann. Auf alle Fälle soll der Eintrittsquerschnitt so bemessen sein, daß kein Sand in den Brunnen gelangen kann.

Kesselbrunnen werden meistens mit kreisförmigem Querschnitt gebaut. Bei Verwendung als Sammelbrunnen kann auch elliptischer Querschnitt vorteilhaft werden. Der Durchmesser beträgt gewöhnlich 1 bis 5 m. Brunnen mit größeren Durchmessern sind schwer in größere Tiefen abzusenken; darum muß man dann meist mehrere Brunnen mit kleineren Durchmessern bauen. Unter einen Durchmesser von 1 bis 1,5 m geht man nicht, weil in solchen Brunnen nur schwer ge-

arbeitet werden kann. Bei tiefen Brunnen wird der Durchmesser nach oben hin verjüngt (1:50), wenn diese im Absenkungsverfahren hergestellt werden, was meist der Fall ist. Die Höhe des Verjüngungsteils beträgt $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Senkungshöhe.

Die Brunnen können aus Holz, Mauerwerk, Beton, Eisenbeton und Eisen hergestellt werden. Holz und Beton kommen, abgesehen von Betonringen, für Wasserversorgungszwecke kaum in Betracht. Dagegen wird Mauerwerk in Zementmörtel am meisten angewendet. Außen wird in Zementmörtel 1:2 bis 1:3 etwa 1 bis 1,5 cm stark wasserdicht verputzt, innen in Zementmörtel 1:1 ausgefugt. Eisenbeton ermöglicht eine geringe Wandstärke bei großen Tiefen, Schmiede- und Gußeisen ist vorteilhaft im schwimmenden Untergrunde. Gußeiserne Brunnen werden aus einzelnen Ringen (Tübbings) zusammengesetzt, die ihrerseits bei großem Durchmesser wieder aus einzelnen Teilen bestehen können. Die Verbindungen befinden sich alle im Brunneninnern. Solche Brunnen lassen sich leicht herstellen, dagegen ist die Gefahr der Rostbildung zu berücksichtigen.

Die Herstellung kann je nach der Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Erdoberfläche und der notwendigen Brunnentiefe verschieden erfolgen. Im einfachsten Falle wird ein Schacht ausgehoben und der Brunnen in diesem hergestellt. Bei Grundwasserandrang kann das Wasser durch eine im Schacht aufgestellte Pumpe während des Baues ausgepumpt werden. Besser, aber auch teurer, ist die Absenkung des Grundwasserspiegels unter die Brunnensohle während des Baues. Sie erfolgt durch um den Schacht angelegte Rohrbrunnen. Hierbei kann im Trockenen gearbeitet werden. Am meisten angewendet wird das Absenkungsverfahren. Hierbei wird zunächst bis zum Grundwasser ausgehoben und der unterste Brunnenteil in der Baugrube aufgemauert. Dann wird im Brunnen die Erde ausgeschachtet oder ausgebaggert. Durch sein Gewicht sinkt der fertige Brunnenteil in die Tiefe. Auf den versenkten Teil wird weiter aufgemauert und so nach und nach der Brunnen bis zur notwendigen Tiefe gesenkt. Zur Erleichterung des Einsinkens wird als unterster Teil des Brunnens der Brunnenkranz (Senkkranz) verlegt. Er besteht aus Holz oder Eisen oder Eisenbeton. Der Querschnitt ist immer ein Dreieck mit der Spitze nach unten. Bei Holz und Beton wird als Schneide ein Eisenring angebracht. Dieser Brunnenkranz wird mit der Brunnenwandung durch hochgeführte Eisenanker (Durchmesser 2 bis 3 cm) verbunden. Diese sind so lang wie der abzusenkende Brunnenteil. In der Endhöhe sind die Anker durch einen Ring oder hölzernen Brunnenkranz verbunden. An ihn schließen sich neue Anker, wieder in der Versenkungslänge. Auf diese Weise geht ein Verbindungsgerüst von Anker zum Brunnenkranz bis zum oberen Ende des Brunnens, das den Zusammenhalt aller Bauteile während des Absenkens gewährleistet und den Brunnen vor dem Zerreißen schützt. Dem leichteren Absenken dient auch die schon erwähnte Verjüngung des Brunnendurchmessers durch Verringerung der Reibung. Meistens genügt das Eigengewicht zur Absenkung nicht. Es wird dann Zusatzbelastung aufgebracht, bestehend aus alten Schienen, Eisenbarren u. dgl. Diese muß sorgfältig aufgebaut werden, weil sonst sich der Brunnen schräg stellt. Die Schrägstellung kann auch durch Hindernisse im Boden bewirkt werden, sie wird, wenn möglich, durch Vermehrung der Auflast auf der betreffenden Seite ausgeglichen.

Durch die Brunnensenkung wird der Boden gelockert, es können bei Wasserentnahme Hohlräume entstehen. Darum müssen derartige Brunnen, bei welchen die Wasserhaltung nicht nötig ist, wenn die richtige Tiefe erreicht ist, festgesetzt werden. Dazu wird der Brunnen möglichst tief ausgepumpt, damit sich der umliegende Boden endgültig setzt.

Weitere Verfahren zur Brunnenherstellung sind die Druckluftsenkung, das Gefrierverfahren und die chemische Bodenverfestigung, auf die nicht näher eingegangen werden soll, weil sie hier immerhin selten angewendet werden.

Der fertige Brunnen erhält eine dichte Abdeckung, die den Zutritt von Oberflächenwasser verhindert. Weiter muß für Entlüftung und für Zugangsmöglichkeit gesorgt werden. Besonders vorsichtig muß bei Brunnen verfahren werden, die im Überschwemmungsgebiet liegen. Hier soll die Abdeckung 20 cm über dem höchsten beobachteten Hochwasserstand liegen. Auch die nächste Umgebung des Brunnenkopfes muß Schutz gegen Eindringen von Tagwasser bieten (nach außen fallender Tonkranz um den Brunnenkopf). Von Bauwerken, die Verunreinigungen bringen können (Ställe, Dungstätten, Abortgruben), sollen Kesselbrunnen wenigstens 10 m entfernt liegen.

2. Rohrbrunnen.

Durch Rohrbrunnen kann Wasser aus größerer Tiefe entnommen werden. Brunnen mit kleinem Durchmesser sind vorteilhafter als solche mit großem Durchmesser. Die Ergiebigkeit ist verhältnismäßig größer, die Absenkung des Wasserspiegels geringer, die Anpassungsfähigkeit an die Unterschiede im Grundwasserträger ist bedeutender, die Brunnen sind billiger herzustellen als entsprechende Kesselbrunnen, nicht ergiebige Brunnen können entfernt (gezogen) werden, und eine Erweiterung des Wasserwerkes ist jederzeit möglich, wenn Bedarf dazu vorhanden ist. Der Durchmesser bewegt sich im allgemeinen zwischen 20 und 50 cm.

Bei der Versorgung einzelner Häuser, wo es sich um geringe Wassermengen handelt, und wo die Tiefe nicht allzu groß ist (bis 10 m), genügen Rohre kleiner Durchmesser, die dann meistens nicht gebohrt, sondern gerammt werden. Das sind die Norton- oder Abessinierbrunnen.

Ein Rammbrunnen besteht aus einem schmiedeeisernen Rohr von 3 bis 8 cm l. W. mit Stahlspitze. Das unterste Rohrende ist auf 0,5 bis 1,0 m Länge mit Löchern oder Schlitzfenstern von 3 bis 6 mm Durchm. versehen, welche bei einem Grundwasserträger aus feinem Sand mit Filtergewebe geschützt sind. Zum Schutz gegen Rosten wird das Rohr verzinkt. Der Brunnen wird mittels Rammgewichts in den Boden geschlagen. Bei kleinem Durchmesser wirkt das Rammgewicht außerhalb, bei großem Durchmesser innerhalb des Rohres direkt auf die Spitze. Die Brunnen werden auch eingespült oder bei geringer Tiefe (bis 6 m) eingeschraubt. Gegen Verstopfen der Brunnen hilft man sich durch Vortreiben einer Rohrfahrt und nachträgliches Einsetzen des Brunnens. Die Brunnen müssen zuerst abgepumpt werden, um den eindringenden Sand und Böden zu entfernen; erst darnach kann Wasser, meist mit gewöhnlicher Saugpumpe (bis 8 m Hubhöhe), entnommen werden. Abessinierbrunnen lassen sich leicht ziehen und wieder verwenden.

Rohrbrunnen werden stets in ein Bohrloch eingesetzt.

Die Herstellung des Bohrlochs erfolgt durch Entfernen des Bodens aus ihm mittels eines der vielen Bohrverfahren. Bei Bohrung in Sand, Kies, Gerölle und andern nicht festen Bodenarten (auch Ton, Mergel, Lehm) würde das Bohrloch sich mit der Zeit wieder füllen oder zusammenstürzen. Man erhält es durch die Verrohrung (Auskleiden der Wandung mit Rohren). Die Verrohrung (Rohrfahrt) sinkt in das durch das Bodenentfernen entstehende Loch vermöge ihrer Schwere oder durch Nachtreiben hinab. Bei großen Tiefen nimmt die Reibung zwischen Rohraußenwand und Boden stark zu; zu ihrer Überwindung sind starke Kräfte notwendig. Eine erhebliche Verminderung der zu leistenden Arbeit läßt sich dadurch erzielen, daß man mehrere Rohrfahrten verwendet. Bis zu ca. 30 m kommt man mit einer Rohrfahrt aus, darüber nimmt man 2 Rohrfahrten oder auch mehr. Es wird dann in die oberste Rohrfahrt eine zweite mit kleinerem Durchmesser eingesetzt, welche die Reibungswiderstände erst vom Ende der ersten an zu überwinden hat. Die

Durchmesser der oberen Rohrfahrt müssen von Anfang an entsprechend groß gewählt werden. Die richtige Wahl der Durchmesser ist Sache des Brunnenbauers, der Enddurchmesser ist meist vorgeschrieben. Das Wechseln der Rohrfahrten soll in tonigen Schichten erfolgen, da bei Sand solcher in die erste Rohrfahrt eindringt und die Rohre sich festklemmen.

Als Bohrrohre benutzt man die sog. Siederohre, außerdem kommen vor normale Brunnenrohre mit tonnenförmigen Muffen, genietete und autogen geschweißte Blechrohre von 300 mm Durchm. an. Die normale Länge beträgt 4 bis 9 m, es kommen aber auch Längen bis zu 15 m vor. Große Rohrlänge erfordert weniger Verbindungen und ermöglicht schnellen Einbau. Die Verbindung erfolgt durch Gewinde. Blechrohre eignen sich nur für leichten lockeren Boden.

Zu den Rohren gehört das Verrohrungsgerät. Es ist dies der Rohrschuh als Verstärkung des Rohrendes, die Rohrschelle zum Fassen, Heben und Bewegen des Rohres, die Holzklammer zur Aufnahme der etwa notwendig werdenden Belastung, Preßschrauben und Zugspindeln, Schraubenwinde und andere Hebevorrichtungen.

Das Entfernen des Bodens aus den Bohrrohren geschieht durch die Bohrer, von denen je nach der Bodenart und je nachdem die Bohrung im Trockenem oder nassen Boden erfolgt, verschiedene Arten verwendet werden. Grundsätzlich ist zu sagen, daß die Bohrer verwendet werden sollen, die es gestatten, die Aufeinanderfolge der Schichten und ihre Mächtigkeit festzustellen und Bodenproben zu entnehmen. Das sind im trockenen Boden vor allem der Löffelbohrer (Schappe), evtl. auch der Sackbohrer, im nassen der Ventilbohrer oder Stauchbohrer (Schlamm-buchse). Die Trockenbohrer werden mittels festen Gestänges in den Boden gedreht, die Naßbohrer am Seil aufgehängt und fallen gelassen, sie dringen durch ihr Gewicht in den Boden ein. Alle andern Bohrerarten sollten nur in besonderen Fällen verwendet werden.

Die Bohrrohre müssen das Bohrloch vor dem Zusammenfallen schützen und darum dem Fortschritt der Bohrung entsprechend weiter sinken. Wo das eigene Gewicht nicht mehr dazu ausreicht, muß das Rohr eingedreht (mit Hilfe der Rohrklammer) und diese Arbeit durch Vermehrung des Gewichtes unterstützt werden.

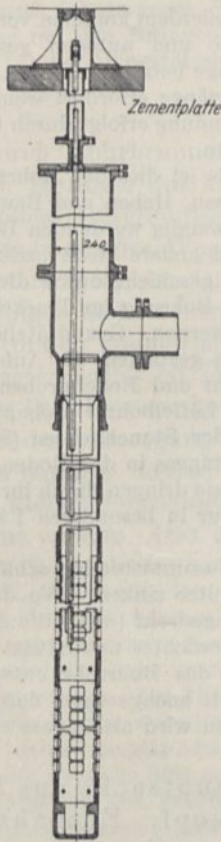
Nach Erreichung der notwendigen Tiefe bleibt das Bohrrohr entweder als Brunnenmantelrohr im Boden (es wird dann nur soweit hochgezogen, daß das eingesetzte Brunnenfilter frei wird), oder der Rohrbrunnen wird als Ganzes eingesetzt und die Rohrfahrt gezogen.

Ein Rohrbrunnen besteht in der Hauptsache aus Filterkorb, Futter-(Mantel-)rohr, Brunnenkopf, Entnahmevorrichtung und den sonstigen Ausrüstungsteilen.

Der Filterkorb ist der wichtigste Bestandteil des Rohrbrunnens. Durch ihn erfolgt der Wassereintritt, Wirkung und Lebensdauer des Brunnens sind von ihm abhängig. Die Wirkung wird beeinträchtigt durch Eintritt von Sand, der sich im Innern ablagert und langsam das Filter verstopft, die Lebensdauer richtet sich nach der Widerstandsfähigkeit des Filters gegen äußere Angriffe durch Stoß und Druck, gegen Einwirkung des Wassers (Verstopfung der Öffnungen durch Ablagerungen aus dem Wasser, Zerstörung durch Zerfressen). Die Lebensdauer erhöht sich, wenn sich das Filter leicht reinigen läßt.

Schutzmaßnahmen gegen Versandung sind genügend großer Filterdurchmesser, Gewebeumhüllung, Kiesschüttungen. Letztere sind am besten und teuersten, Gewebeumhüllungen reichen bei richtiger Wahl der Maschengröße in den meisten Fällen aus.

Ein genügend großer Durchmesser bewirkt, daß das Wasser so langsam eintritt, daß Sand nicht mehr mitgerissen wird. Diese Maßregel, die den besten Schutz darstellt, hängt davon ab, daß von vornherein der Bohrl Lochdurchmesser genügend groß gewählt wird. Der Schutz durch Gewebe wurde früher fast ausschließlich angewendet. Man schafft durch ihn Öffnungen, die wohl dem Wasser den Durchgang gestatten, den Sand aber vor dem Brunnen zurückhalten. Die Größe der Öffnungen muß dem Boden angepaßt werden und soll so sein, daß nur ein Teil des Bodenmaterials zurückgehalten wird (Bd. 2, Abschnitt III). Es wird also anfangs Sand mit eindringen, der beseitigt werden muß. Dazu wird zunächst dem Brunnen mehr Wasser entnommen als im gewöhnlichen Betrieb. Die Wassergeschwindigkeit wird



Anschluß der Brunnen an die Heberleitung.

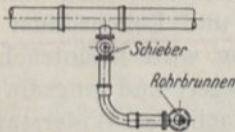


Abb. 5. Rohrbrunnen mit Gewebeshüllung (Thiem), ohne Zugang von der Erdoberfläche.

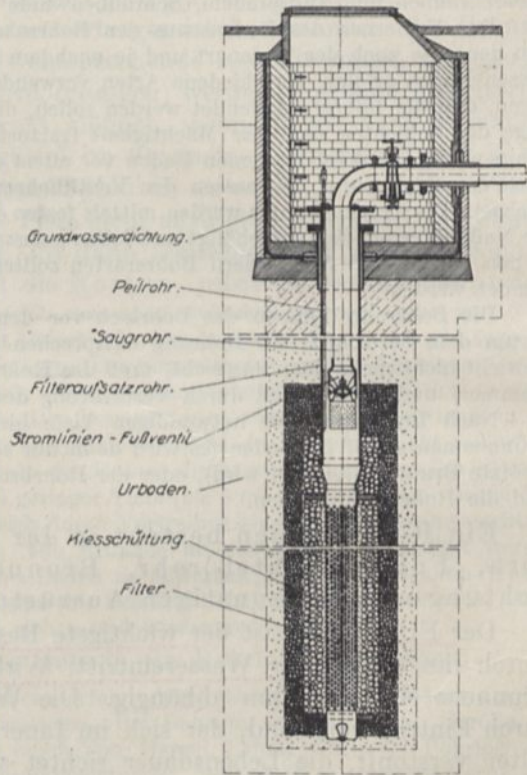


Abb. 6. Rohrbrunnen mit Kiesschüttungsmantel, Brunnenkopf mit Schieber und Beobachtungsrohr im Schacht.

demnach erhöht und dadurch der feine Sand mitgerissen. Um den Filterkorb bildet sich dabei außen ein natürliches Filter.

Es werden je nach der Bodenbeschaffenheit 3 Arten von Metallgeweben verwendet. Bei grobem Material nimmt man das einfache Gewebe mit quadratischen Öffnungen. Das einfache Gewebe dient außerdem auch als Unterlage für

feineres Gewebe. Bei Köpergewebe können die Öffnungen kleiner gehalten werden als beim einfachen Gewebe, das Gewebe wird lockerer. Bei sehr feinen Sanden verwendet man das Tressengewebe. (Weiteres s. Bd. 2). Man kann auch den Filterkorb mit schwachen Drahtseilen umwickeln, die Wirkung ist ähnlich wie die des Tressengewebes. Die Gewebe werden durch Lötung, Drähte oder Schienen auf dem Filterkorb befestigt. Dieser selbst muß dann genügend große Öffnungen besitzen. (Abb. 5.)

Da Gewebe mancherlei Beschädigungen ausgesetzt sind, hat man sie bei feinen Sanden durch natürliche Kiesfilter zu ersetzen gesucht. (Abb. 6.) Bei diesen nimmt die Korngröße nach dem Brunnen hin zu. Solche Kiesfilter können unter Tag geschüttet oder über Tag hergestellt werden. Zur ersten Art braucht man genügend große Bohrlöcher. Die verschiedenen Korngrößen (mindestens in 10 cm Breite) werden durch eingesetzte Rohre voneinander getrennt. Die Schüttung erfolgt meterweise unter jedesmaligem Ziehen der Rohre. Die Öffnungen des eigentlichen Filterkorbes müssen gegen Eindringen des Schüttmaterials geschützt werden, die Öffnungen sind meist lappenartig herausgedrückt (z. B. Gardefilter). Die schwierige Herstellung führte schließlich zur Herstellung über Tag. Dabei ist der Filterkorb aus einzelnen Taschen zusammengesetzt, in die das Filtermaterial gebracht wird (z. B. Taschenfilter Hempel, Dädlow-Pollems-Stachelfilter; Trichterfilter, Glockenfilter, Radlikfilter, Steinzeugtaschenfilter u. a.). (Abb. 7.)

Schutz gegen Stoß- und Druckbeanspruchungen gewährt das verwendete Material, aus dem der Filterkorb hergestellt wird. Am besten eignen sich Gußeisen, Schmiedeeisen (weniger), Stahl, Bronze, Steinzeug mit genügender Wandstärke.

Gegen Zerstörungen durch Ausscheidungen aus dem Wasser (Kalk, Eisen, Mangan) besitzt man noch kein unbedingt wirksames Hilfsmittel. Bewährt hat sich gegen Verockerung Rohrmaterial, an dem diese Ausscheidungen nicht allzu fest haften oder säurefestes, an dem die Ausscheidungen ohne Schaden aufgelöst und ausgespült werden können. Als solches Material ist zu nennen Steinzeug, säurefester rostfreier Stahl, Hartgummiüberzug, Glas. Dieselben Materialien widerstehen auch den chemischen Einwirkungen gegen Zerfressen am besten.

Gegen elektrolytische Einwirkungen schützt die Verwendung nur eines Baumaterials, oder weil dies fast nie möglich ist, die Anwendung von Metallen, die in der elektrischen Spannungsreihe aufeinanderfolgen (siehe II, A, 2, r).

Reinigung läßt sich erzielen, wenn der Filterkorb gut zugänglich ist.

Die Verbindung zwischen Filterkorb und Entnahme stellt das Mantel- oder Futterrohr dar. Es schließt die kein oder nicht brauchbares Wasser führenden durchbohrten Schichten vom Brunnen ab und besitzt keine Öffnungen. Als Material wird hauptsächlich Schmiedeeisen und Gußeisen verwendet. Bei Benützung der Bohrohre hierzu ist der

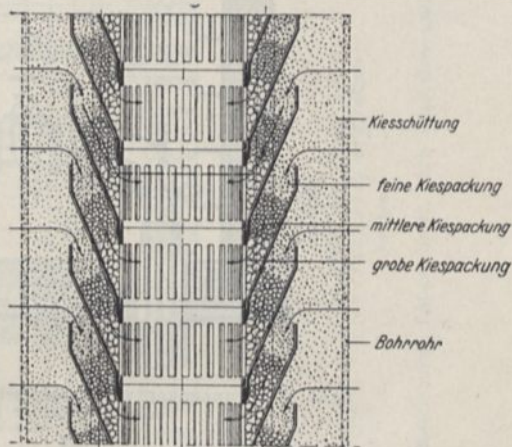


Abb. 7. Taschenfilter für Kiespackung an der Oberfläche. (Nach Dädlow-Pollems.)

Stelle, wo Filterkorb und Bohrrohr zusammentreffen, besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Der Filterkorb besitzt dabei einen kleineren Durchmesser als die Bohrrohre und muß entweder durch ein Aufsatzrohr soweit in das Futterrohr verlängert werden, daß Sand nicht mehr eintreten kann, oder er muß durch einen Gummiring abgedichtet werden. Das Saugrohr wird auch häufig an den Filterkorb angeschweißt.

Das Saugrohr (Entnahmerohr) muß bis 1 m unter den tiefsten abgesenkten Wasserspiegel reichen, damit Luftansaugung vermieden wird. Seine Ausführung in Kupfer hat sich besonders bewährt.

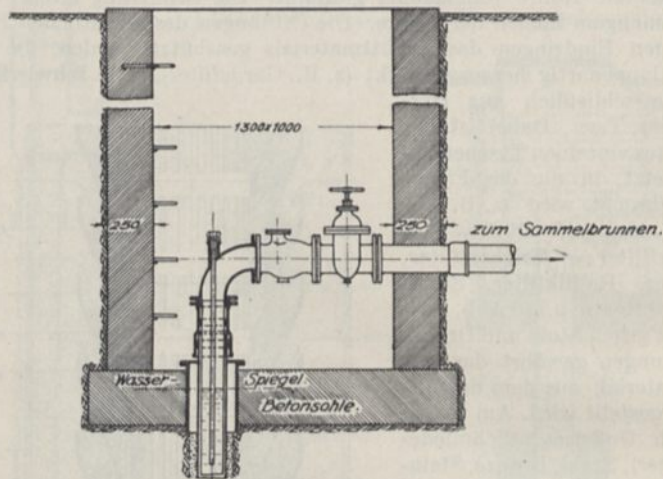


Abb. 8. Brunnenkopf mit Absperrschieber, Rückschlagklappe und Beobachtungsrohr im Schacht.

Der Brunnenkopf bildet das obere Ende eines Rohrbrunnens. Er bildet den Anschluß an die gemeinschaftliche Entnahmeleitung und enthält die Absperrvorrichtung und die sonstige Ausrüstung. Vor allem ist in ihm ein Anschlußstutzen für das Beobachtungsrohr angebracht, das auch bis 1 m unter den tiefsten abgesenkten Wasserspiegel reichen soll. Der Brunnenkopf kann mit Erde eingedeckt sein, er kann als Rohr bis zur Erdoberfläche führen und dort durch eine Kappe geschützt sein. Die Unterbringung in einem Schacht ist unbedingt vorzuziehen. An sonstigen Ausrüstungsgegenständen ist noch zu erwähnen die Absperrvorrichtung, die Rückschlagklappe (falls eine gebraucht wird), die Vorrichtung zur Entnahme von Wasserproben (Abb. 8).

3. Brunnengalerien.

Infolge des Umstandes, daß die Größtwassermenge, die einem Rohrbrunnen entnommen werden kann, begrenzt ist, müssen für eine größere Wassermenge mehrere Brunnen gebaut werden. Auch die For-

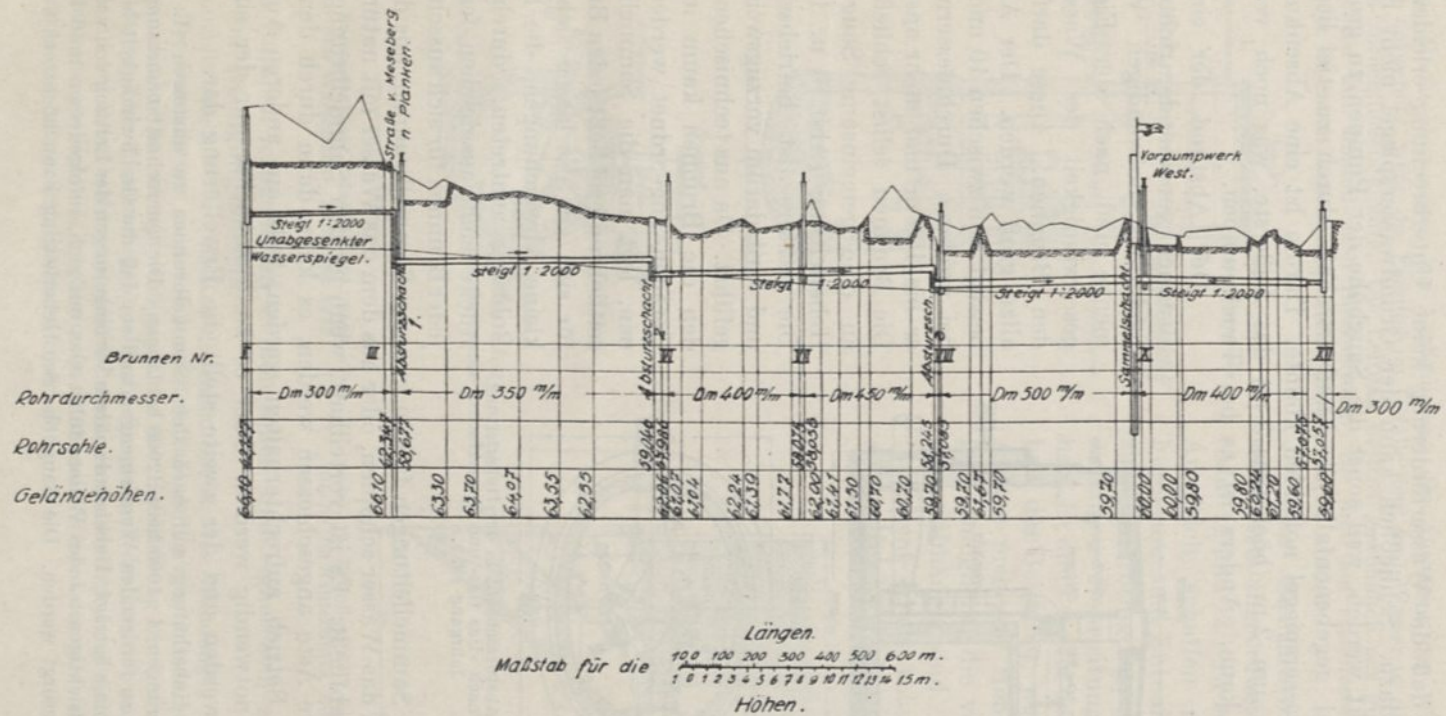


Abb. 9. Heberleitung der Westfassung (Magdeburg), Längsschnitt, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1933.

derung, daß die Wasserförderung keine Unterbrechung erleiden darf, zwingt dazu. Schließlich kann der Grundwasserspiegel nicht beliebig abgesenkt werden, weil sonst die Saughöhe der Pumpen zu groß werden und gegebenenfalls die Landwirtschaft durch zu tief liegenden Grundwasserspiegel notleiden könnte. Darum ist eine Absenkung des Spiegels um 2 m (höchstens 3 m) das Äußerste, was noch vertreten werden kann. Anders ist es bei Tauchpumpen.

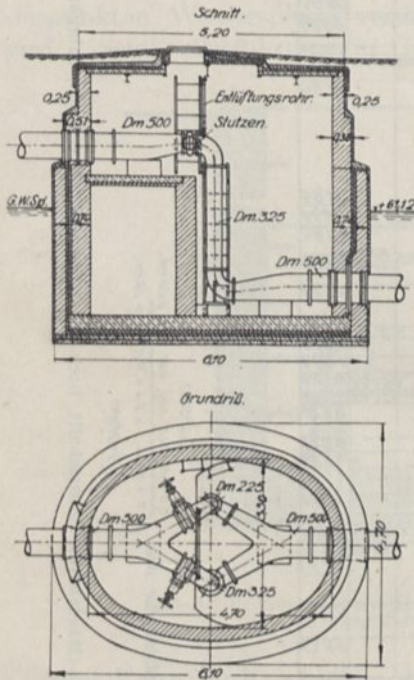


Abb. 10. Absturzschacht in der Heberleitung,
Abb. 9, nach »Das Gas- und Wasserfach«,
Jahrgang 1933.

Der Abstand der einzelnen Brunnen voneinander richtet sich nach der notwendigen Wassermenge und nach der Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers in den Brunnen. Diese darf nicht allzu groß werden. Der Abstand bewegt sich zwischen 10 und 50 m, bei größeren Durchmessern kann er bis 100 m und mehr ansteigen. Die Brunnen selbst schließt man an eine gemeinsame Saug- oder Heberleitung (Abb. 9 u. 10) an. Die letztere ist betriebssicherer und wird darum vorzugsweise ausgeführt. Da aus technischen Gründen die Brunnen kaum in einer Geraden angeordnet werden können, legt man die Sammelleitung seitlich und schließt jeden Brunnen für sich an. Es lassen sich dabei kleine Abweichungen, die bei der Bohrung eintreten, durch Paßstücke leicht ausgleichen, ferner ist jeder Brunnen für sich ausschaltbar.

Die Sammelleitungen führen in einen Sammelbrunnen, aus dem die Pumpen das Wasser schöpfen, oder aus dem das Wasser mit natürlichem Gefälle abfließt. Es ist vorteilhaft, wenn an den Sammelbrunnen zwei getrennte Äste angeschlossen werden, es kann dann durch den einen Ast der Betrieb aufrechterhalten werden, falls am anderen Ausbesserungen notwendig werden. Oder es kann zunächst nur der eine Ast gebaut werden und der zweite stellt die Erweiterung dar.

Die Heberleitung soll nach dem Sammelbrunnen zu ansteigen (1:100 bei kurzen Strängen, 1:1000 bis 1:2000 bei langen). Die Querschnittsbemessung erfolgt nach den zu fördernden Wassermengen und so, daß die Geschwindigkeit höchstens 60 bis 70 cm/s beträgt. Dabei sind spätere Verlängerungen der Leitung von vornherein zu berücksichtigen. Jedes Wasser führt Gas mit sich, infolgedessen muß für Entlüftung gesorgt werden. Die Saughöhe der Heberleitung kann höchstens 6 bis 7 m

betragen. Rückschlagklappen zur Verhinderung des Abreißen der Wassersäule sind nur notwendig, wenn die Fassung im Gefälle liegt und Wasser in die tieferen Brunnen zurückfließen könnte. Die Leitung besteht gewöhnlich aus gußeisernen Muffenrohren mit Gummi- oder Bleidichtung. Sie muß auf standfestem Boden liegen oder in einem begehbaren Kanal untergebracht werden.

Ein Sammelbrunnen sollte stets angeordnet werden. (Abb. 11 und 12.) Er soll einen Ausgleich schaffen zwischen Förderung und Entnahme und zur Unterbringung der notwendigen Rohrleitungen dienen. Er dient weiter der Sicherheit des Betriebes, weil er die Anlage mehrerer Heberleitungen ermöglicht, die voneinander unabhängig sind. Schließlich dient er als Ablagerungsstätte für Verschmutzungen,

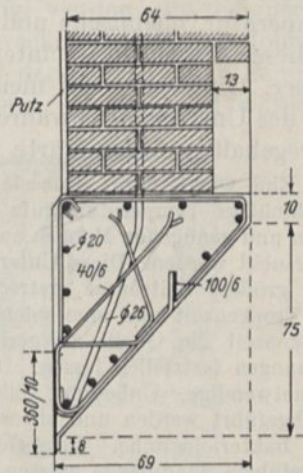
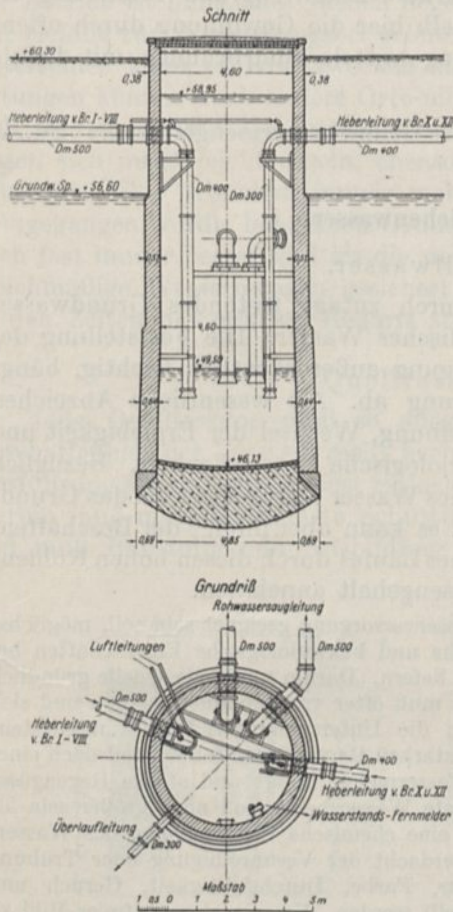


Abb. 11. Sammelschacht (Magdeburg), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1933.

Abb. 12. Brunnenkranz zu Abb. 11, nach »Die Bautechnik«, Jahrg. 1932.

die den Pumpen ferngehalten werden sollen und eignet sich zum Zusetzen von Reinigungsmitteln.

Sammelbrunnen werden als Kesselbrunnen mit dichten Wandungen und Sohle gebaut. Der Durchmesser richtet sich nach Anzahl der in ihm unterzubringenden Leitungen. Er soll so tief sein, daß das Ende der Heberleitung bis 1 m unter den tiefsten abgesenkten Wasserspiegel reicht, die Saugleitung der Pumpen endet etwas höher, damit bei Betriebsstörungen die Wassersäule der Heberleitung nicht abreißt. Man ordnet ihn so dicht als zugänglich am Pumpenhaus an, oder setzt ihn in das Pumpenhaus, um kurze Saugleitungen zu erhalten.

d) Dünenwasser,

süßes Grundwasser, das auf dem Meerwasser schwimmt, bildet sich auf Inseln und an Küsten. Bei seiner Gewinnung ist dafür zu sorgen, daß der bestehende labile Gleichgewichtszustand zwischen beiden Wasserarten nicht gestört wird. Jeder stärkere Eingriff (große Absenkung) ist gefährlich. Es empfiehlt sich deshalb hier die Gewinnung durch offene Gräben. Doch ist auch Gewinnung mittels Rohrbrunnen mit Erfolg durchgeführt worden.

e) Über die Bestimmung der Grundwassermengen siehe Bd. 2, Abschnitt III.

3. Oberflächenwasser.

a) Quellwasser.

Eine Quelle wird gebildet durch zutage tretendes Grundwasser oder anderes austretendes unterirdisches Wasser. Die Feststellung der Herkunft ist für die Wasserversorgung außerordentlich wichtig, hängt doch davon das Maß der Reinigung ab. Als wesentliche Anzeichen gelten Klarheit oder zeitweilige Trübung, Wechsel der Ergiebigkeit und Temperatur, chemische und bakteriologische Beschaffenheit. Bezüglich all dieser Anzeichen ist unterirdisches Wasser ungünstiger als das Grundwasser. Quellwasser ist meist rein, es kann aber infolge der Beschaffenheit des Untergrundes während seines Laufes durch diesen hohen Kohlen säuregehalt, größere Härte und Eisengehalt annehmen.

Eine Quelle muß, wenn sie zur Wasserversorgung geeignet sein soll, möglichst gleichmäßige Temperatur, gute chemische und bakteriologische Eigenschaften besitzen und genügende Mengen an Wasser liefern. Darum muß jede Quelle gründlich untersucht werden. Diese Untersuchung muß öfter vorgenommen werden und sich über größere Zeiträume erstrecken. In die Untersuchungszeit muß mindestens eine Trockenzeit und eine solche nach starken Regengüssen fallen, weil nach einer Trockenzeit die Quelle die geringste Wassermenge liefert und starke Regengüsse Trübungen feststellen lassen. Die kleinste Wassermenge soll noch größer sein als die notwendige. Unbedingt sollte auch eine chemische Untersuchung des Wassers durchgeführt werden und ebenso bei Verdacht der Verunreinigung oder Trübung eine bakteriologische. Wassertemperatur, Farbe, Durchsichtigkeit, Geruch und mitgeführte Sandmenge müssen festgestellt werden. Um ein einwandfreies Bild zu bekommen, ist die Quelle soweit freizulegen, daß das Wasser ungehindert abfließen kann. Hierbei ist äußerste Vorsicht notwendig, weil durch derartige Eingriffe in die bestehenden Verhältnisse diese vollständig geändert werden können. Für die Ergiebigkeit einer Quelle ist ihr hydrologisches Einzugsgebiet maßgebend. Die Messung der Wassermenge erfolgt bei Quellen mit Schüttung bis 3 sl mit Gefäßen, bei größerer Schüttung mit Überfallwehren (s. Bd. 2, Abschnitt III).

Man bezeichnet Quellen, bei denen sich die kleinste Wassermenge zur größten verhält wie 1 : 5 als gute, solche mit dem Verhältnis 1 : 200 als schlechte. Die erste Art findet sich im Tale, hat meist gleichmäßige Temperatur und klares Wasser, was alles auf einen großen Vorrat im Erdinnern hindeutet. Die zweite Art findet sich an Berghängen; der große Wechsel in der Menge deutet auf Abhängigkeit von den Niederschlägen und infolgedessen auf kleine Vorräte im Erdinnern hin. Das

meiste Wasser liefert eine Quelle im Frühjahr, das wenigste am Ende des Sommers und im Herbst, eine Ausnahme machen die Alpenländer.

Man hat immer Quellen sehr gern zur Wasserversorgung verwendet, weil mit dieser Bezugsart viele Vorteile verbunden sind. Das Wasser ist meist rein, der Bau der Fassungsanlagen erfordert geringe Kosten, der Betrieb ist billig, die Quellen liegen meist so hoch, daß das Wasser mit Gefälle zum Versorgungsort geleitet werden kann, der große Höhenunterschied kann zu Kraftzwecken ausgenützt werden, bei langen Zuleitungen können auch andere Orte mit versorgt werden. Daraus ergibt sich, daß die Höhenlage entscheidend ist. Die Grundbesitzverhältnisse lassen sich meist leicht regeln, ebenso der Grunderwerb für lange Zuleitungen. Daß trotzdem immer mehr zum Bezug von Grundwasser übergegangen wurde, hat seinen Grund darin, daß dessen Eigenschaften eben fast immer besser sind als die des Quellwassers, daß hier dauernd gleichmäßige Wassermengen gesichert erscheinen, und daß das gerade in den Zeiten des größten Bedarfs stets der Fall ist.

Quellfassung.

Jede Quellfassung muß so ausgeführt werden, daß Menge und Beschaffenheit des Wassers nicht beeinträchtigt werden; die technische Ausführung soll dabei möglichst einfach und zweckentsprechend erfolgen. Darum muß man die kleinste Schüttung und deren Zeit genau kennen und muß Baustoffe und Ausbildung der Form entsprechend wählen.

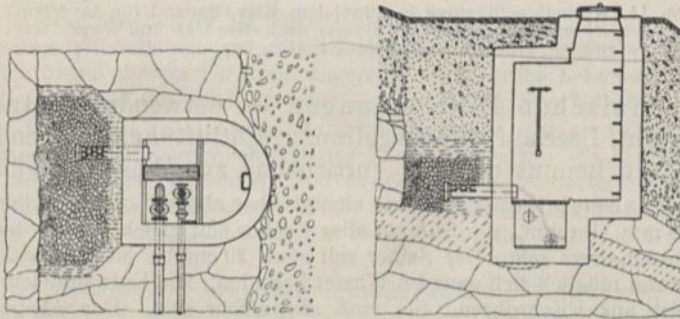


Abb. 13. Normalquellfassung in Felsen auf undurchlässiger Schicht (Bauamt für das öffentliche Wasserversorgungswesen Stuttgart), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1931.

Oberster Grundsatz ist: Am bestehenden Zustand darf nur möglichst wenig, am besten gar nichts geändert werden (keine Spiegelsenkung, kein Aufstau!). Die Fassung muß leicht zugänglich, gut gelüftet sein, Temperaturschwankungen in ihr sind zu vermeiden (gute Überdeckung!), Lebewesen dürfen nicht in sie gelangen können, Verunreinigungen dürfen nicht möglich sein, mitgeführter Sand muß zurückgehalten werden. (Abb. 13 und 14.)

Jede Quelle erhält einen Sammelbehälter (Quellschacht, Brunnenstube, Wasserschloß genannt je nach Größe), in dem mitgeführter Sand abgelagert werden kann, in dem sich eine größere Wassermenge ansammeln kann, aus dem Wasser entnommen wird, und in dem alle notwendigen Einrichtungen untergebracht werden können. Bei kleinen Quellen läßt sich dieser Behälter aus Brunnenringen herstellen, bei größeren ist er gemauert oder in Beton ausgeführt. Mehrere kleine Quellen (jede für sich absperrbar) werden in einem gemeinsamen Sammelschacht zusammengeführt, der dann die notwendigen Einrichtungen erhält, während die Einzelquelle auf das einfachste ausgerüstet wird. Der Behälter soll so groß sein, daß die Durchflußgeschwindigkeit höchstens 10 cm/s beträgt. Sand wird in einer besonderen Vorkammer abgefangen.

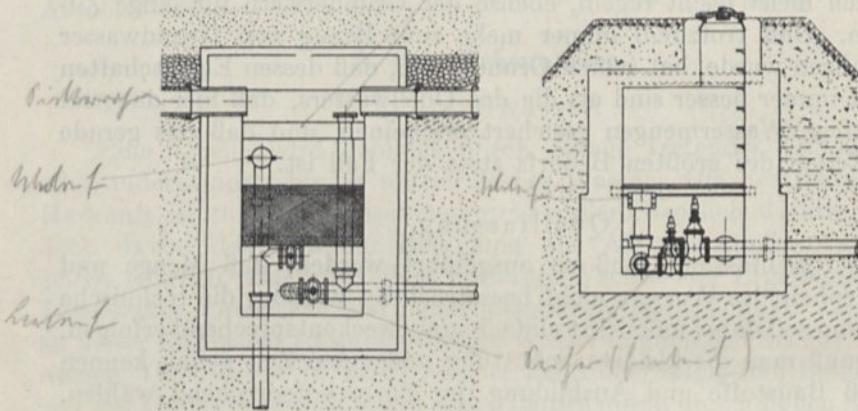


Abb. 14. Normalquellfassung in diluvialem Kies (Bauamt für das öffentliche Wasserversorgungswesen Stuttgart, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1931).

An technischen Einrichtungen ist notwendig: Entnahmeleitung, Überlauf, Leerlauf, Einsteigöffnung, Entlüftung, genügende Überdeckung, dazu kommt oft eine Vorrichtung zur Wassermessung.

Die Entnahmeleitung ist durch einen Seiher abgeschlossen. Seine Lochung hat 6 bis 10 mm Durchm., die Summe aller Löcher soll gleich dem 2- bis 3fachen des Rohrdurchmessers sein. Der Seiher soll etwa 20 cm bis 80 cm über der Sohle liegen und wenn möglich sich ganz im Wasser befinden. Die Entnahmeleitung selbst besteht meist aus Eisenrohren. Sie muß absperrbar sein. Der Absperrschieber liegt, der leichten Bedienung halber, ebenfalls im Sammelbehälter im Bedienungsraum. Bei kleinen Quellen kann er von der Oberfläche aus bedient werden, ohne daß der Behälter betreten wird.

Der Überlauf soll das überschüssige Wasser entfernen. Er besteht entweder in einem offenen Rohr oder in einem Überfallwehr. Er muß immer selbsttätig bei Erreichung eines bestimmten Wasserstandes arbeiten. Die Rohrleitung ist am Ende mit einer Froschklappe zu versehen.

Die Leerlaufleitung dient zum Entleeren des Behälters bei notwendigen Arbeiten in ihm. Sie ist in der Regel durch einen Schieber oder dgl. verschlossen. Die Rohrleitung ist meist mit dem Überlauf verbunden.

Die Einsteigöffnung ist je nach Größe des Behälters mit einem Schachtdeckel (Einstieg von oben) oder einer Türe (Einstieg von der Seite her) verschlossen. Diese müssen dicht schließen, so daß kein Lebewesen und auch kein Oberflächen-

wasser eindringen kann. Bei Ausführung nach Abb. 14 ist seitliche Verschiebung der Einsteigöffnung vorzuziehen.

Die Entlüftung besteht in Rohren oder Kaminen, die mit einer Haube versehen sind und Gitter gegen das Eindringen von Lebewesen besitzen.

Zum Schutz gegen Temperaturschwankungen wird der Behälter ungefähr 1 m hoch mit Erdschüttung überdeckt und mit der Sohle mindestens 3 m unter der Oberfläche angelegt.

Die eigentliche Quelfassung (die Zusammenführung der einzelnen Wasseradern zum gemeinsamen Austritt in den Sammelbehälter) wird je nach der Art, wie die Quelle zutage tritt, verschieden ausgeführt. Zunächst sind aufsteigende Quellen und seitlich austretende zu unterscheiden, bei letzteren wieder solche, die in starkem Wasserstrahl gefaßt werden können und solche, die aus mehreren kleinen Wasseradern bestehen und erst zusammengefaßt werden müssen.

Eine einfache Fassung für aufsteigende Quellen ist folgende: An der Austrittsstelle wird der Boden bis zur wirklichen Quelle weggeräumt, um die Grube wird eine Holzspundwand geschlagen und der Innenraum mit Steinen ausgefüllt. Über die Ausfüllung kommt eine Tondecke zum Schutze gegen Eindringen von Oberflächenwasser. Über das Ganze kommt schließlich eine Erdschüttung. Das Wasser sammelt sich in den Zwischenräumen der Steinschüttung und wird von hier durch die Entnahmeleitung entnommen. Die Lüftung erfolgt durch Lüftungsrohre. Bei dieser Bauart kann man nachträglich nicht ohne weiteres an die Fassung heran.

Besser, aber natürlich auch teurer, ist es, wenn neben diese Fassung ein Sammelbehälter gesetzt wird. Auf die Spundwand kann dann verzichtet werden. Dafür muß aber die Tonwand über und um die Steinschüttung angeordnet werden. Entnahmeleitung usw. kommen in den Sammelbehälterraum.

Als Zwischenlösung ist anzusehen, daß der Sammelbehälter direkt über der Wasseraustrittsstelle angeordnet wird. Bei Quellen mit großer Schüttung werden die Einrichtungen diesem Umstand angepaßt. Eine große bekannte Anlage dieser Art ist die Quelfassung bei Ranna für die Versorgung von Nürnberg.

Eine Quelle, die seitlich am Hang und breit (in starker Ader) austritt, wird durch absperrende Mauern nach Art der Flügelmauern zur Quellstube hingeleitet. Je nach der Bodenbeschaffenheit sind entweder keine weiteren Maßnahmen notwendig, oder es muß hinter dieser Mauer zur leichteren Ansammlung des Wassers eine Kiesschüttung angebracht werden, die dann wieder gegen Oberflächenwasser abzuschließen ist.

Bei Quellen, die aus einzelnen Wasseradern bestehen, geht man zur Erleichterung des Abflusses den Adern nach und leitet sie durch Sickerrohre mit Kiespackung oder bei großen Adern durch Stollen zusammen nach der Brunnenstube. Auch hier muß der Zutritt von Oberflächenwasser verhindert werden. Das kann durch Tonschlag oder durch Betonplatten oder wasserdichte Mauerung geschehen.

Die Baustoffe für Quelfassungen müssen so beschaffen sein, daß Angriffe des Wassers nicht stattfinden können, sie werden also je nach der Beschaffenheit des zu fassenden Wassers verschieden sein müssen. Zum Abdichten der Fassung eignet sich vor allem Ton, für Sickerleitungen sind Steinzeugrohre sehr gut geeignet, Zementrohre nur dann, wenn das Wasser keine angreifende Kohlensäure enthält, Holz ist nur da zu gebrauchen, wo es dauernd unter Wasser ist. Beton und Mauerung werden mit wasserdichtem Putz versehen, oft ist ein

Schutzanstrich oder eine Wandverkleidung notwendig, alle Gußeisenteile müssen Schutzanstrich erhalten.

Zum Schluß sei nochmals darauf hingewiesen, daß überall da, wo einzelne Quellen gefaßt werden müssen, um die notwendige Wassermenge zu erhalten, jede Quelle für sich gefaßt werden und absperrbar sein muß, daß alle Quelleitungen in einen gemeinsamen Behälter zusammengeführt werden müssen, von dem aus die Entnahme stattfindet, und daß die Leitungen so geführt werden müssen, daß der Sammelbehälter im Notfall ausgeschaltet werden kann, ohne daß der Wasserbezug unterbrochen wird.

b) Flußwasser.

Flußwasser ist für Trinkwasserversorgung ohne Reinigung nicht zu gebrauchen. Dagegen benützt es die Industrie wegen seiner geringen Härte sehr gern. Die Verunreinigung zeigt sich in der chemischen,

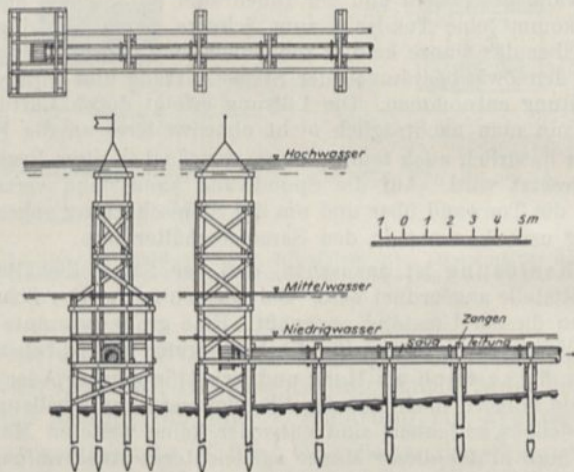


Abb. 15. Entnahmestelle einer Flußwasserversorgung (Conception), nach »Der Bauingenieur«, Jahrgang 1928.

bakteriologischen und biologischen Beschaffenheit des Wassers. Besonders sei hingewiesen auf die Versalzung und Verhärtung, die durch die Einleitung von Industrie- und anderen Abwässern hervorgerufen werden kann. Die schlechten Eigenschaften zeigen sich infolge des Wechsels zwischen Hoch- und Niedrigwasser besonders deutlich. Sie beeinflussen Aussehen, Geruch und Geschmack des Flußwassers. Als unangenehmste Eigenschaft seien schließlich die hohen Temperaturschwankungen erwähnt. Die Selbstreinigungskraft des Flusses reicht in den meisten Fällen nicht zur Beseitigung aller Mißstände aus, künstliche Reinigung ist fast immer erforderlich. Dagegen ist meist eine genügende Menge vorhanden, und die Entnahme selbst macht keine besonderen Schwierig-

keiten. Aus dem Gesagten geht hervor, daß vor Einrichtung einer Entnahme Wassermenge und Eigenschaften des Flußwassers genau bekannt sein müssen. (Abb. 15.)

Die Entnahme wird man grundsätzlich dahin legen, wo das Wasser möglichst gute Beschaffenheit aufweist. Das ist meist der Fall oberhalb des Versorgungsgebiets da, wo die Wassertiefe und Geschwindigkeit groß ist. Liegeplätze von Schiffen und Stellen, wo Anlandungen entstehen, sind zu vermeiden, weil hier zuviel Sink-, Schwimm- und Schwebestoffe mit gefaßt werden könnten.

Die Entnahme erfolgt je nach der Größe des Flußlaufes und der Art seiner Ufer verschieden. Ohne irgendwelche Einbauten, die Schwimm- und Sinkstoffe oder Lebewesen fernhalten, kommt man nicht aus. Bei kleinen Flüssen werden die Baulichkeiten am Ufer angelegt, bei großen Flüssen sucht man mehr in die Strommitte zu kommen. Die einfachste Entnahme ist die durch ein Rohr mit Seiher, sie ist für Trinkwasserversorgung meistens nicht geeignet. Bei Einbauten am Ufer muß die Eintrittsöffnung durch Steinpackungen (unzugänglich!), Grobrechen, Feinrechen oder Siebe geschützt werden. Der Gesamtquerschnitt der Eintrittsöffnungen soll möglichst groß werden, die Eintrittsgeschwindigkeit wird dadurch geringer (10 bis 20 cm/s), der Eintritt soll parallel mit der Stromrichtung liegen oder auf der dem Strom abgewendeten Seite, niemals stromaufwärts. Es ist vorteilhaft, die Leitungen doppelt anzuordnen, damit der Betrieb bei Ausbesserungen nicht unterbrochen wird. Für Spülmöglichkeit muß gesorgt werden. Bei ganz großen Flüssen wird man die Einrichtungen in einem Turm, der im Flusse selbst steht, unterbringen.

Die größten Verunreinigungen sollen möglichst sofort hinter der Fassung beseitigt werden. Hierfür leisten Absetzbecken oder grobkörnige Filter gute Dienste.

Die Flußwasserversorgung ist namentlich in Nordamerika viel verbreitet. In Deutschland ist sie in den letzten Jahrzehnten fast vollständig hinter Grund- und Quellwasserversorgung zurückgetreten, heute beginnt man ihr wieder mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden und sie wieder mehr anzuwenden, seitdem man in den Reinigungsverfahren bedeutende Fortschritte gemacht hat (z. B. Königsberg 1928).

c) Seewasser.

In Seen wird das Wasser weitgehend gereinigt, sie wirken wie Klärbecken. Der Reinigungsgrad nimmt mit der Aufenthaltsdauer des Wassers im See (Bodensee 4 bis 5 Jahre) und mit der Wassertiefe zu. Bei kleinen derartigen Wasserbecken finden sich demnach ungefähr dieselben Verhältnisse wie in Flüssen, große Seen wirken dagegen sehr günstig. Bei ihnen ist die Entnahme in großen Tiefen möglich; Wind und Wellenschlag üben hier keinen Einfluß mehr aus, das Wasser ist sehr rein, die Temperatur ist das ganze Jahr hindurch fast gleichmäßig. Die notwendig werdenden langen Leitungen spielen diesen Umständen gegenüber fast gar keine Rolle. Als weiter vorteilhaft ist das in beliebiger Menge zur Verfügung stehende Wasserquantum zu bezeichnen, das eine Anpassung an die größten Verbrauchsschwankungen gestattet. Seewasser muß in den meisten Fällen künstlich gehoben werden.

Die Voruntersuchung hat sich auf Keimgehalt und Plankton, chemisch gelöste Stoffe (Chlor, Ammoniak, organische Stoffe, Härte usw.), Wasserströmungen an

der Oberfläche und in verschiedenen Tiefen, Wellenbildung, Temperaturen in verschiedenen Tiefen und die örtliche Untersuchung der geplanten Entnahmestelle, sowie auf Zuflußmenge, höchsten und niedrigsten Seewasserspiegel zu erstrecken. Die Untersuchungen müssen mehrmals wiederholt werden. Bezüglich der Wassertemperatur ist zu bemerken, daß dieselbe an der Oberfläche im Sommer höher, im Winter niedriger ist als in der Tiefe, und daß in großer Tiefe (mehr als 40 m) die Temperaturschwankungen sehr klein werden und sich um 4 bis 5° C bewegen.

Die Wasserentnahmestelle muß diesen Voraussetzungen entsprechend gewählt werden. Sie soll da liegen, wo Strömungen von bewohnten Ufern oder von Zuflüssen her nicht hingelangen können. Buchten mit starkem Pflanzenwuchs und stehendem Wasser sind zu vermeiden, ebenso starker Wellenschlag, wie er in der Nähe flacher Ufer vorkommt. Die Entnahme erfolgt am besten 3 bis 5 m über dem Seeboden, damit kein Schlamm mit aufgenommen wird, und 30 bis 50 m unter dem Wasserspiegel, weil hier schon gleichmäßige Temperatur herrscht. Bei Seen mit steilen Ufern wird man infolgedessen die Entnahmestelle näher ans Ufer rücken können, bei flachen Ufern und starker Besiedlung derselben wird man mehr nach der Seemitte zu gehen müssen. Eine besondere Reinigung wird meist unnötig sein, sonst kommt vor allem Filterung in Frage.

Für die Rohrleitung nimmt man als Baustoff Gußeisen, Stahlrohre, Kupfer, Aluminium. Stahlrohre und in neuerer Zeit Aluminium sind am besten, weil sie nicht so teuer sind und die Bruchgefahr geringer ist, sie können sich dem Seeboden besser anpassen. Die Rohre werden am Ufer zum Schutz gegen Frost und Wellenschlag in einem Graben verlegt, weiter draußen liegen sie auf dem Seeboden oder auf Jochen aus Holz bzw. Eisen. Die Rohre werden steif oder gelenkartig verbunden und nach Art der Düker versenkt. Heute baut man meistens die Leitungen am Ufer zusammen (Schweißung), fährt den Rohrstrang schwimmend aus, bringt ihn in die gewünschte Richtung und versenkt ihn durch Füllen mit Wasser und Beschwerung mit Gewichten. Das Ende wird 3 bis 5 m rechtwinklig nach der Höhe abgebogen und der Einlauf mit Saugkorb, Seiher und Hut versehen. Der Seiher soll aus Kupfer oder Aluminium sein. Statt der Rohrleitung kann auch ein Stollen vorgetrieben oder eine Vereinigung von Stollen und Rohrleitung angewendet werden. Die Stelle des Seiher kann auch ein Schacht vertreten, namentlich bei großen Wassermengen.

B. Entnahme bei künstlicher Schaffung.

1. Künstliches Grundwasser.

Bei unterirdischer Aufspeicherung von Grund- und Quellwasser handelt es sich nicht darum, solches Wasser künstlich zu schaffen, es soll vielmehr vorhandenes, überschüssiges Wasser bis zum Verbrauch im Untergrund zurückgehalten werden, denn bekanntlich fallen größte Ergiebigkeit und größter Verbrauch nicht zusammen.

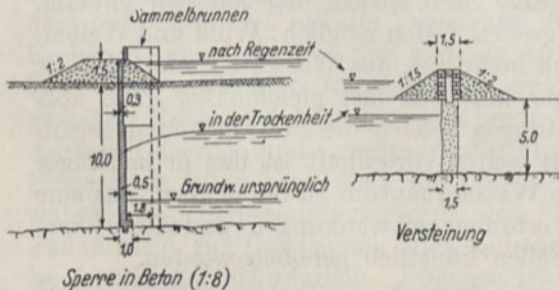


Abb. 16. Grundwassersperrungen, nach »Die Bautechnik«, Jahrgang 1933.

Leider liegen die natürlichen Verhältnisse nur in den seltensten Fällen so, daß eine derartige Aufspeicherung mit erträglichen Kosten durchgeführt werden kann. Der Bau wird sich nur dann vertreten

lassen, wenn es gelingt, mit kleinen Abschlußvorrichtungen große Wassermengen zurückzuhalten. Die geologische Untersuchung der Bodenschichtung, in der das Wasser zurückgehalten werden soll, ist sehr wichtig. Das bekannteste Beispiel für den Aufstau von Wasser im Boden ist die Anlage in Wiesbaden, wo es gelang, durch Abschluß des Sammelstollens eine Aufstauung zu erzielen.

Eine weitere Möglichkeit bieten die Geröllablagerungen in Gebirgstälern, in denen sich die Wassermengen talabwärts bewegen. Hier würde bei einer Entnahme der Wasserzufluß bei der großen Zahl von Hohlräumen bald versiegen. Durch unterirdische Stauwände kann das Wasser an zu raschem Abfluß gehindert und so der ganze Körper in einzelne Wasserhaltungen zerlegt werden. Vielleicht führt das neue Verfahren der Bodenverfestigung und Versteinung hier zu billigen Ausführungsweisen und damit zu größerer Verbreitung derartiger Anlagen. In den Kolonien sind zahlreiche derartige unterirdische Talsperren zum Schutz gegen Verdunstung ausgeführt. (Abb. 16.)

Uferfiltriertes Flußwasser hat nicht die gleichen Eigenschaften (gleichbleibende Temperatur, chemische Beschaffenheit, geringe Keimzahl, geringe Spiegelschwankungen) wie natürliches Grundwasser, darum

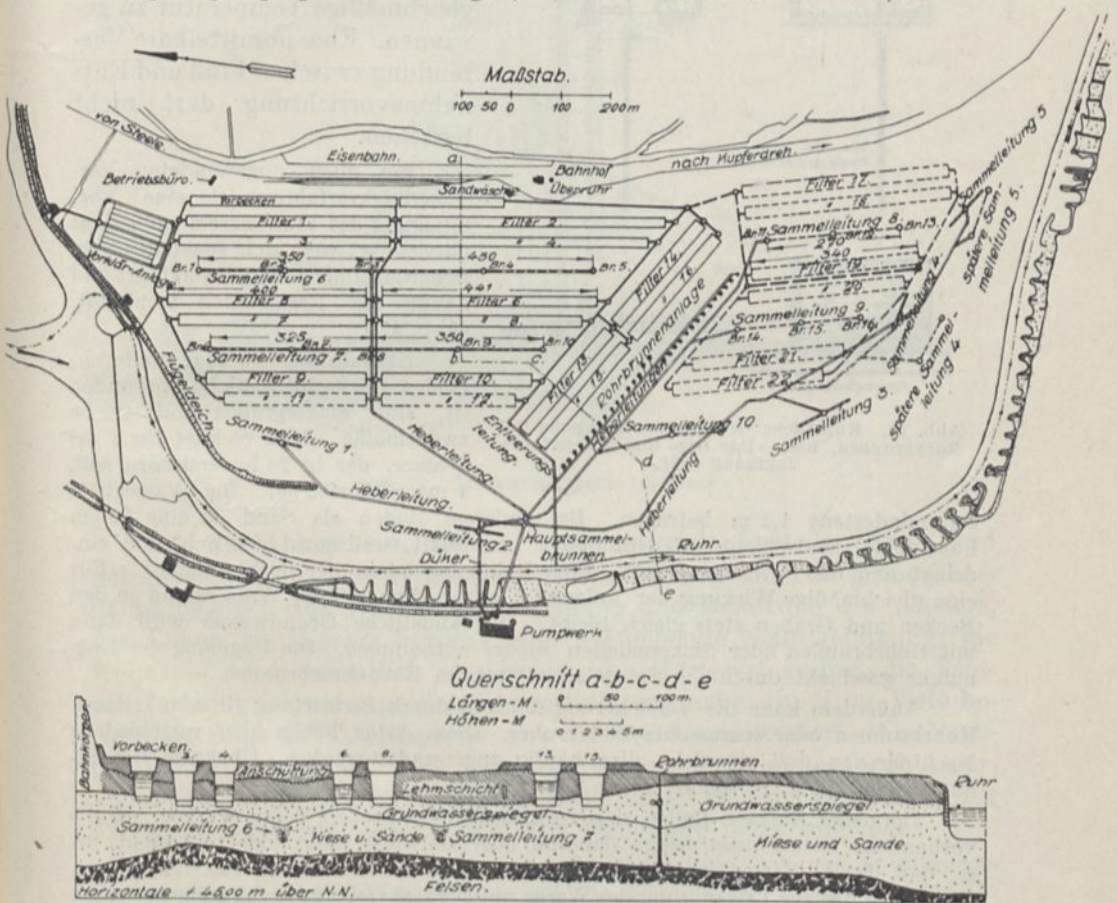


Abb. 17. Künstliche Grundwassererzeugung mittels Sickerbeete (Essen), nach 'Das Gas- und Wasserfach', Jahrgang 1932.

ist die Erzeugung von künstlichem Grundwasser mit annähernd den Eigenschaften natürlichen Grundwassers vorzuziehen. Da die Erzeugung von den Jahresniederschlägen unabhängig gemacht werden kann, ist sie nicht nur für Neuanlagen in Erwägung zu ziehen, sondern eignet sich auch zur Steigerung der Leistungsfähigkeit bei bestehenden Anlagen und schützt vor allzu großer Absenkung, vorausgesetzt, daß die natürlichen Bedingungen für ihre Anwendung gegeben sind. Solche sind einmal gute, für die Versickerung geeignete Bodenverhältnisse und einwandfreie Beschaffenheit des Rohwassers. Eine scharfe Kontrolle des Betriebs ist immer notwendig. Die Anlage muß so beschaffen sein, daß

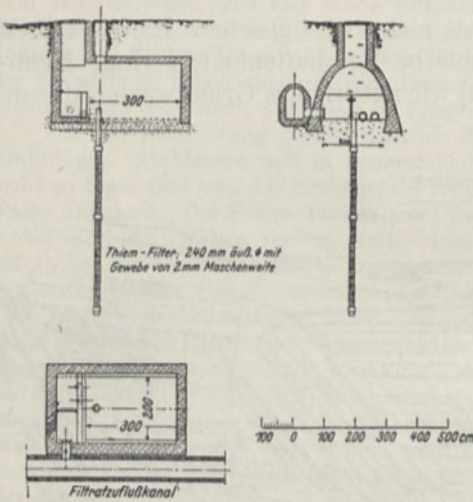


Abb. 18. Künstliche Grundwassererzeugung mit Rohrbrunnen, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1931.

soll mindestens 1,2 m betragen. Bei anderem Boden als Sand ist eine 50 cm hohe feine Sandschicht auf dem Boden vorteilhaft, weil sonst der Schlamm eindringt und die Poren verstopft. Eine Reinigung ist immer leicht möglich. Für eine gleichmäßige Wirkung der Anlage ist notwendig, daß der Wasserstand in den Becken und Gräben stets gleich bleibt. Das künstliche Grundwasser wird dann mit Rohrbrunnen oder Sicker galerien wieder entnommen. Die Regelung der Entnahme geschieht durch die Spiegelabsenkung im Entnahmebrunnen.

Außerdem kann die Versickerung erfolgen durch Berieselung (Breslau), durch Rohrbrunnen oder wagerechte Sickerrohre. Diese Arten haben aber verschiedene Nachteile, so daß sie nicht allzu häufig angewendet werden. Über die Berechnung siehe Bd. 2, Abschnitt III. (Abb. 18.)

Derartige Anlagen finden sich vornehmlich bei großen Wasserwerken, wo die vorhandene Grundwassermenge dauernd oder zeitweise nicht mehr ausreicht, sei es, daß der Umfang des Versorgungsgebietes unverhältnismäßig rasch zunimmt, sei es, daß das zur Erweiterung des Werks notwendige Gelände nicht mehr erworben werden kann (Ruhwasserwerke, Hamburg).

das Wasser genügend lange im Boden bleibt (Wochen, Monate), um vollständig keimlos zu werden und eine einigermaßen gleichmäßige Temperatur zu gewinnen. Eine unmittelbare Verbindung zwischen Fluß und Entnahmevorrichtung darf nicht bestehen.

Bei allen angewendeten Versickerungsverfahren ist eine Vorreinigung des Flußwassers unbedingt notwendig, weil sich sonst die Versickerungsfläche schnell verstopft und damit die Ergiebigkeit abnimmt. (Abb. 17.)

Überall da, wo eine undurchlässige Deckschicht nicht vorhanden ist, sind Sickergräben und -teiche zweckmäßig. Man rechnet für 1 m³ Wasser, der in 24 h versickern soll, 1 m² Sickerfläche. Die Wassertiefe

2. Talsperren.

Bei Talsperren liegen die Verhältnisse im allgemeinen günstiger als bei natürlichen Seen, da hier das bestgeeignete Gelände herausgesucht werden kann. Talsperren sind da am Platze, wo die Niederschläge große Wassermengen liefern, die infolge der Bodengestaltung zu schnellem und stoßweisem Abfluß gelangen. Hier kann durch Aufspeicherung in Sperren (künstliche Seen) die Wassergiebigkeit wesentlich gesteigert werden.

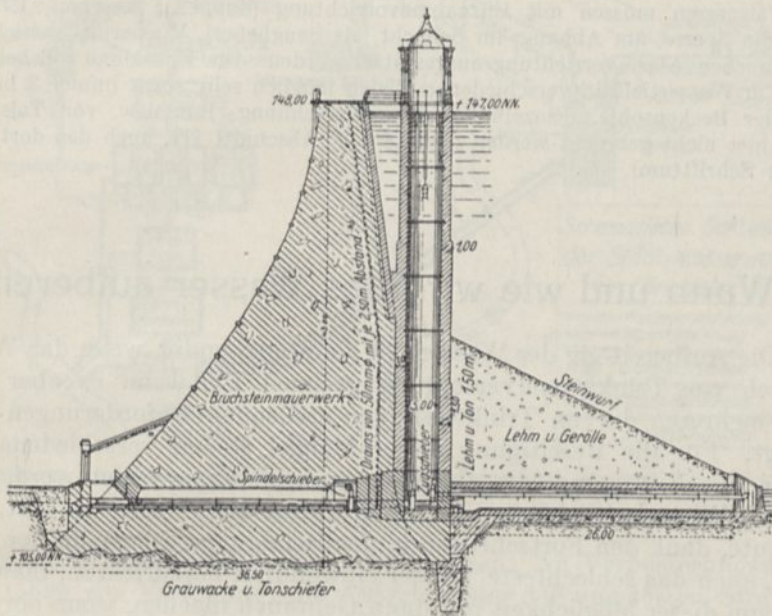


Abb. 19. Trinkwassersperre (Solingen).

Für die Anlage von Sperren sprechen viele Vorteile. Sink- und Schwebestoffe des Oberflächenwassers werden ausgefällt, die große Oberfläche bewirkt eine gründliche Besonnung und Belüftung des Wassers, das Leben im Wasser bewirkt eine weitgehende Selbstreinigung, die Keimzahl wird wesentlich vermindert, die Härte ist gering, die Temperatur ist infolge der großen Wassertiefe angenehm (in 10 m Tiefe beträgt sie 8 bis 12° C, entspricht also der von Grundwasser). Als Nachteil ist zu bezeichnen, daß Talsperrenwasser eben immer noch Oberflächenwasser ist und infolgedessen verunreinigt ist. Bei Benützung zur Trinkwasserversorgung läßt sich eine Reinigung nicht umgehen.

Die Voruntersuchungen müssen sich erstrecken auf die Form und Ausführungsart der Sperre (Mauer oder Damm), auf die Eignung des Baugrundes zur Errichtung der Sperre, auf die zu wählenden Baustoffe, auf die Wasserdichte der Beckensohle, auf die Größe des Einzugsgebietes, auf seine Niederschlagsmengen,

auf seine Beschaffenheit (Fehlen von Ansiedlungen, Vermeidung des Zuflusses von Moorgebieten), auf die Höhe der Verdunstung und der Versickerung, auf die Abflußverhältnisse und auf die Bemessung des Stauinhaltes. Die Untersuchungen müssen über mehrere Jahre durchgeführt werden, weil sonst bei längeren Trockenzeiten schlechte Erfahrungen gemacht werden können.

Die Ausführung der Sperren erfolgt als Mauer oder als Erddamm. (Abb. 19.) Mauern lassen sich nur auf Fels als Fundament aufsetzen, Erddämme auf jeden tragfähigen, wasserdichten Boden. Das Baumaterial und die Ausführung muß weitgehendste Wasserdichte gewährleisten. Ein Vorbecken kann zur Ablagerung von Geröll usw. und zur Aufrechterhaltung des Betriebs während Ausbesserungen an der Sperre angeordnet werden.

Talsperren müssen mit Entnahmevorrichtung (doppelt), Leerlauf, Überlauf (über die Sperre, am Abhang, im Schacht, als Saugheber), Wassermeßvorrichtung, Fernsprecher, Alarmvorrichtung ausgestattet werden. Die Entnahme soll bei mehr als 40 m Wassertiefe in verschiedenen Tiefen möglich sein, sonst immer 3 bis 5 m über der Beckensohle. Einzelheiten über Berechnung, Bau usw. von Talsperren sollen hier nicht gebracht werden (siehe Bd. 2, Abschnitt III, auch das dort angegebene Schrifttum).

V. Wann und wie wird das Wasser aufbereitet?

Die Aufbereitung des Wassers ist dann notwendig, wenn das Wasser an sich zur Trinkwasserversorgung geeignet ist, wenn es aber einer oder mehreren der an Trinkwasser zu stellenden Anforderungen nicht genügt. Für die Beseitigung dieser Mängel stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die aber nur insoweit angewendet werden, als sich die Wirtschaftlichkeit der Durchführung noch vertreten läßt. Man ist heute, dank den Fortschritten in der Reinigungstechnik, in der Lage, jedes, auch das schlechteste Wasser einwandfrei herzurichten, man wird aber von dieser Möglichkeit nur dann Gebrauch machen, wenn einwandfreies Wasser nur sehr schwer und mit großen Kosten oder überhaupt nicht zur Versorgung herangezogen werden kann. Das sei hiermit ausdrücklich festgestellt.

Während an Trinkwasser die höchsten Anforderungen bezüglich Reinheit zu stellen sind, können bei Wasser für gewerbliche Zwecke diese Anforderungen wesentlich herabgesetzt werden. Wenn es aber möglich ist, daß dieses Wasser auch zu Genußzwecken verwendet wird, wenn auch unabsichtlich, dann müssen die Bedingungen die gleichen sein wie bei Trinkwasser, oder es muß durch kleine Hausreinigungsanlagen dafür gesorgt werden, daß einwandfreies Trinkwasser gewonnen werden kann. (Abb. 20.)

In der Natur vorkommendes Wasser ist nur in den seltensten Fällen so beschaffen, daß es allen Anforderungen vollkommen entspricht. Wie weit die Verbesserung zu gehen hat, ist in jedem Einzelfall verschieden. Es handelt sich dabei um die Beseitigung ungelöster, im Wasser

gelöster Stoffe und Entfernung bzw. Abtötung der Keime. Die ungelösten Stoffe beeinflussen die Klarheit und Färbung des Wassers, die gelösten den Geruch und Geschmack, können Baustoffe angreifen

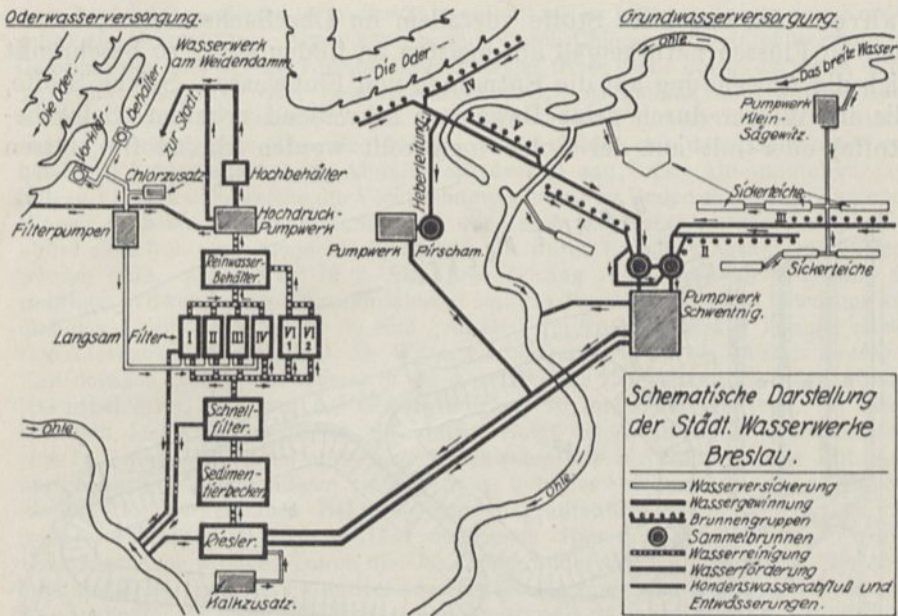


Abb. 20. Beispiel einer Gesamteinigungsanlage, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1930.

und gewerbliche Betriebe unmöglich machen. An Verbesserungsverfahren stehen zur Verfügung: die Ausscheidung der ungelösten Stoffe mit an ihnen haftenden Keimen, die Entfärbung, die Enteisung, die Entmanganung, die Entsäuerung, die Enthärtung, die Desinfektion (Besei-

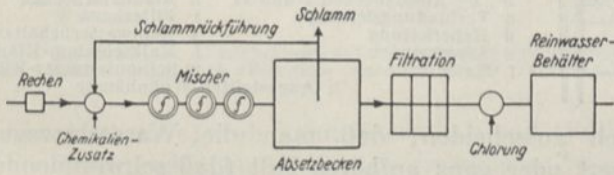


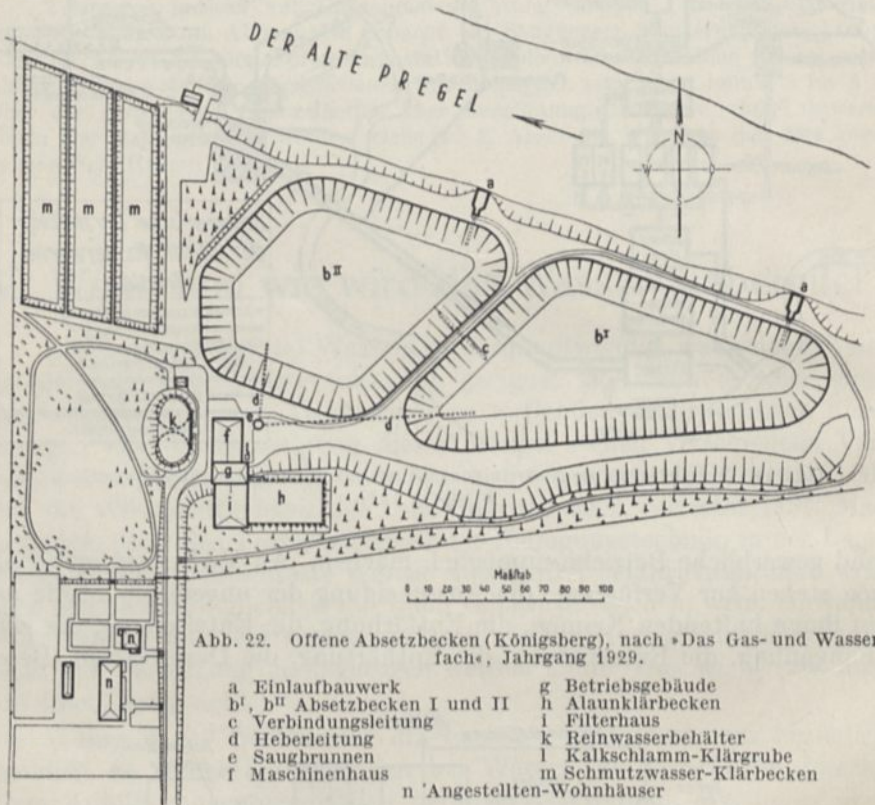
Abb. 21. Schema der Reinigung von Flußwasser, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrg. 1930.

tigung der Bakterien) und die Beseitigung von Geruch und Geschmack. Die hierbei verwendeten technischen Mittel dienen z. T. verschiedenen Zwecken, sie werden im einzelnen nachfolgend kurz beschrieben. (Abb. 21.)

A. Beseitigung der ungelösten Stoffe.

1. Das Absetzverfahren.

Zur Ausscheidung der ungelösten Stoffe dient das Absetzverfahren. Da ungelöste Stoffe vor allem im Oberflächenwasser, besonders in Flüssen naturgemäß am meisten zu finden sind, so beschränkt sich die Anwendung auf die Entnahme von Flußwasser. Solche Stoffe, die im Wasser durch seine Bewegung schwebend erhalten (Schwebestoffe) oder mit auf der Sohle fortgerollt werden (Sinkstoffe), lassen



sich dadurch ausscheiden, daß man die Wasserbewegung wesentlich verringert oder ganz aufhören läßt (daß schwimmende Stoffe abgefangen werden müssen, ist selbstverständlich). Das Vorbild für diese Absetzbecken bilden die natürlichen Seen und Talsperren. Je größer ein solches Becken ist, desto gründlicher ist die Klärung des Wassers. Da niemals alle Schwebestoffe abgesetzt werden und sehr große Becken auch bedeutende Kosten verursachen, muß das geklärte Wasser noch einer weiteren Reinigung durch Filterung oder Sterilisation unterzogen werden. (Abb. 22.)

Fällmittel. Die Klärwirkung kann vergrößert werden durch den Zusatz von Chemikalien und Fällmitteln, welche auch die feinsten Schwebestoffe elektrochemisch an sich binden oder vernichten.

Es kommt z. B. vor, daß sich im Becken Algen ansiedeln oder daß das Wasser irgendwelche Organismen in großer Zahl enthält. Hier hilft ein Zusatz von Kupfersulfat zur Vernichtung. Algen können auch durch Chlorzusatz getötet werden. Bei Chlormengen über 0,5 mg/l bleibt überschüssiges freies Chlor übrig, das dann durch Thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) oder Schwefeldioxyd (SO_2), Ammoniak oder aktive Kohle wieder beseitigt werden muß. Das meist verwendete Fällmittel ist Aluminiumsulfat (schwefelsaure Tonerde, Alaun). Alaun bildet mit dem im Wasser vorhandenen kohlensauren Kalk Aluminiumhydroxyd und Gips. Aluminiumhydroxyd fällt in Flocken aus, welche die Verunreinigungen mit zu Boden reißen. Bei weichem Wasser muß zur Flockenbildung Kalk oder Soda zugesetzt werden. Ab und zu bildet sich freie angreifende Kohlensäure, die durch Entsäuerungsanlagen entfernt werden muß. Alaun wird in 2- bis 5proz. Lösung zugesetzt. Zur Erzielung der richtigen Wirkung (gute Durchmischung) soll das Wasser in starker Bewegung sein und das Alaun dann 20 bis 30 min gründlich in Ruhe einwirken können (Reaktionskammern). Hierbei soll die Wassergeschwindigkeit 30 bis 75 cm/s betragen. Erst darnach kommt das Wasser in die Absetzbecken (Niederschlagsbecken, Koagulationsbehälter), in denen die Geschwindigkeit 10 mm/s betragen soll. In diesen hält sich das Wasser 2 bis 6 h auf, dabei erfolgt die Ausflockung. Dahinter folgt eine Filterung. Für diese müssen noch Schwebestoffe zur Bildung einer Filterhaut übrigbleiben. Gleichmäßiger Dauerbetrieb mit gleicher Durchflußmenge ist notwendig. Es werden auch Bakterien hierbei größtenteils mit ausgeschieden. Als weiteres Fällmittel ist Eisensulfat zu nennen. Hier muß dem Rohwasser vorher Kalk zugegeben werden. Durch die Umsetzung bildet sich Eisenhydroxyd, das ebenfalls ausflockt. Weitere Fällmittel zur Entfärbung und Schönung des Wassers sind Sauerstoff (als Ozon, Kaliumpermanganat) und Mangansulfat mit Kaliumpermanganat. Über Zuführung von Sauerstoff siehe Bd. 2, Belüftung.

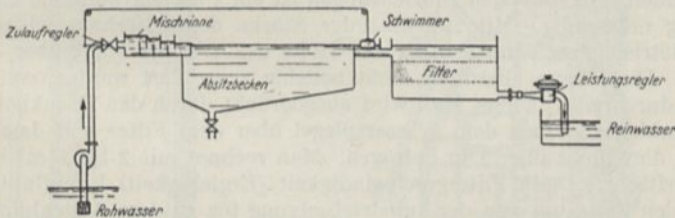


Abb. 23. Schema eines Absetzbeckens mit Mischrinne, nachfolgendem Filter und Zulaufregelung, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1930.

Der Absetzbeckenbetrieb kann intermittierend (Füllung mit längerem Stehenlassen) oder kontinuierlich (ständiger Zu- und Abfluß) sein. Der letztere ist besser. Für Dauerbetrieb sind mindestens zwei Becken notwendig. Bezüglich der Form sind einfache Erdbecken mit Böschung am billigsten. Die Beckensohle erhält Gefälle zur leichten Reinigung. Zu- und Abfluß soll möglichst gleichmäßig verteilt über die Beckenbreite erfolgen. Tauchwände, Gitter, Rechen, Siebe können zur Zurückhaltung der Schwimmstoffe und Beruhigung der Wasserströmung zweckmäßig sein. (Abb. 23.)

Die Absetzbecken dienen außer zur Zurückhaltung der Schwebstoffe auch (bei Zusatz von Fällmitteln) zur Entfärbung, zur Beseitigung der Trübungen und zur Schönung des Wassers.

2. Langsamfiltration.

Bei langsamer Sandfiltration werden die ungelösten Stoffe und die im Rohwasser enthaltenen Bakterien zurückgehalten, organische Stoffe werden oxydiert, freies Ammoniak wird in Nitrate umgewandelt, Geschmack und Geruch können verbessert werden. (Abb. 24.)

Das Wasser wird dabei durch eine Schicht feinen Sandes hindurchgeleitet. Auf der Oberfläche bilden die Verunreinigungen eine besonders stark verschmutzte Schicht (die Filterhaut), die in ihren feinsten Öffnungen die mechanischen Verunreinigungen zurückhält und Lebewesen Gelegenheit gibt, die Bakterien zu fressen. Die Filterwirkung hängt von der Temperatur mit ab. Das Filtermaterial ist Sand. Um zu vermeiden, daß Filtersand durch das Wasser mitgerissen wird, folgen unter ihm die Stüttschichten, das sind Schichten geringerer Stärke mit nach unten zunehmender Korngröße. Unter den Stüttschichten folgen zur Wasserzusammenfassung Drainrohre, gelochte Steinzeug- oder Zementrohre, Kanäle aus Ziegelsteinen, in die Sohle eingeschnittene, mit Betonplatten abgedeckte Kanäle. Alles ist in einer wasserdichten Filterkammer eingebaut. Die Kammern können überdeckt oder offen sein. Die ersteren sind keinen Temperatureinflüssen ausgesetzt und sind gegen Staub und Algenwachstum gesichert, die letzteren sind billiger und leichter zugänglich. Gedeckte Filter müssen belichtet und belüftet werden. Das Wasser soll das Filter mit Gefälle durchlaufen, es tritt über der Filterschicht so ein, daß eine Aufwirbelung des Sandes nicht eintritt. Die Höhe der Wasserschicht über dem Filter beträgt mindestens 60 cm bei überdeckten, mindestens 100 cm bei offenen Filtern. Der Zulauf muß durch einen Schieber oder selbsttätig geregelt werden können. An sonstigen Einrichtungen ist ein Überlauf und eine Entleerungsvorrichtung notwendig. Mit zunehmender Stärke der Filterhaut ist zum gleichmäßigen Betrieb eine Vergrößerung der Höhe der Wasserschicht über dem Filter notwendig. Diese kann allerdings nicht beliebig vergrößert werden, weil sonst die Filterhaut durchreißt. Dieses Maß wird ausgedrückt durch den Druckhöhenverlust, den Unterschied zwischen dem Wasserspiegel über dem Filter und dem des Reinwassers, er darf nicht über 1 m betragen. Man rechnet mit 2 bis 5 m³ in 24 h auf 1 m² Filterfläche. Diese Filtergeschwindigkeit (Ergiebigkeit) beeinflusst die Laufzeit, d. h. den Zeitraum von der Inbetriebsetzung bis zu dem Augenblicke, wo das Filter wegen zu großer Verschmutzung ausgeschaltet und gereinigt werden muß (je größer die Geschwindigkeit, desto kürzer die Laufzeit). Die notwendige Reinigung bedingt die Haltung von Reservefiltern (siehe Bd. 2, Abschnitt III).

Jedes Filter muß zunächst von unten nach oben langsam bis 20 cm über die Filteroberfläche gefüllt werden, dann erst darf das Rohwasser von oben zufließen. Die Filterhaut bildet sich erst nach einiger Zeit vollständig aus, und erst von diesem Zeitpunkte an arbeitet das Filter richtig. Am Ende der Laufzeit wird das Filter außer Betrieb gesetzt und die oberste Schmutzschicht mit Schaufeln abgeschält. Das Material wird gewaschen und kann später wieder verwendet werden. Dieses Abheben kann wiederholt werden, bis die Filterschicht noch mindestens 30 cm stark ist. Dann muß die ganze abgetragene Schicht in reinem Sand ersetzt werden. Alle 2 bis 3 Jahre muß auch die unterste Sandschicht gereinigt werden.

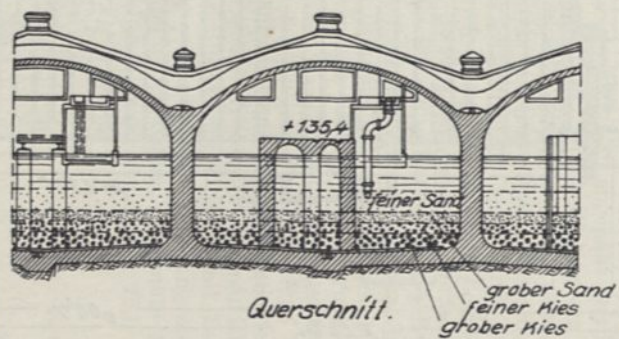
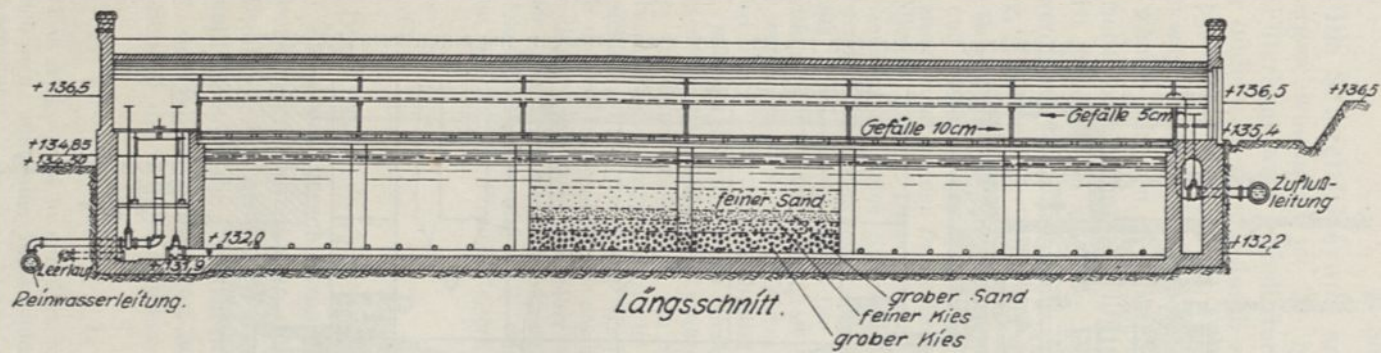


Abb. 24. Überwölbte Feinfilterkammer des Wasserwerks Hamm (Westfalen), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1931.

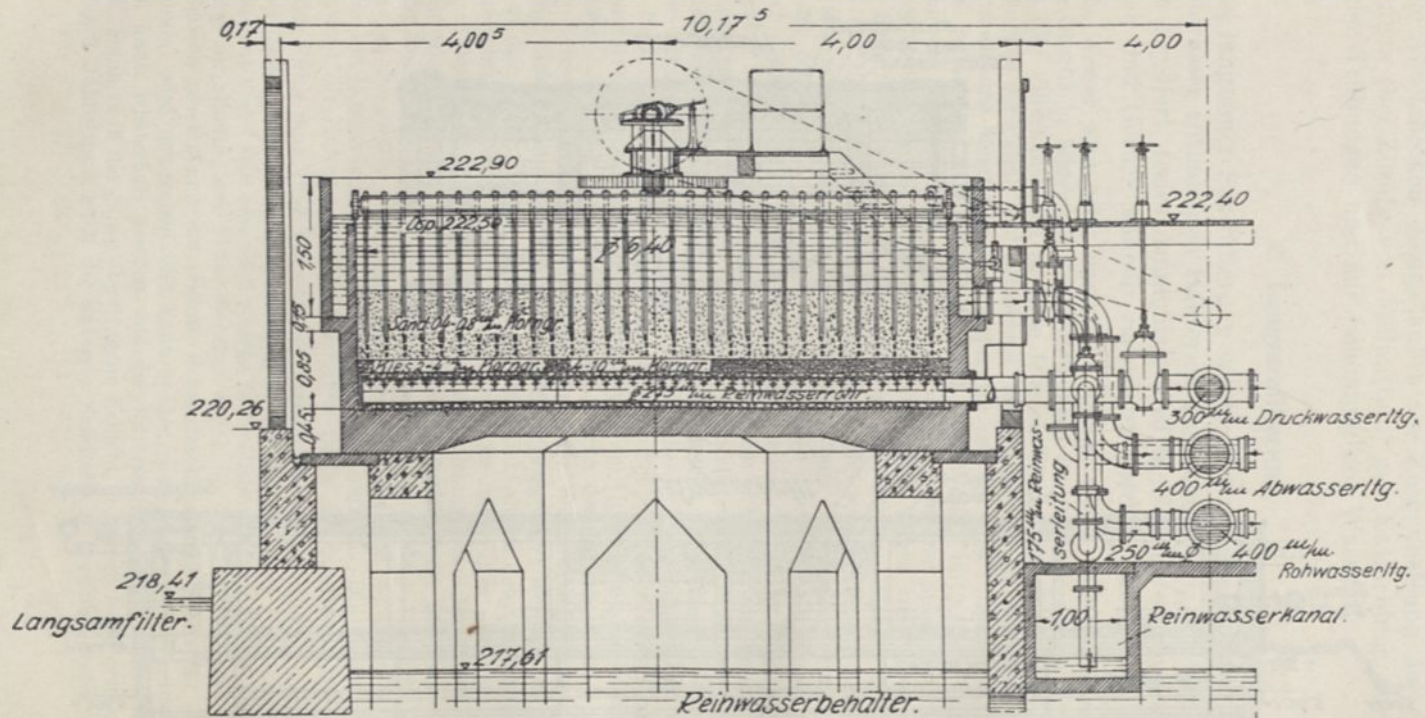


Abb. 25. Schnellfilter mit Rührwerk, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1929.

3. Schnellfilterung.

Die Schnellfilterung arbeitet mit größerem Filtermaterial, die Filtergeschwindigkeit ist 20- bis 60mal größer als bei Sandfilterung, die Filterhaut wird schnell durch ein zugesetztes Fällmittel hergestellt oder bildet sich schnell durch selbsttätige Herstellung bei der Spülung, sie besteht in der ganzen Filterschicht. Die Reinigung erfolgt durch Rückwärtsspülung mit Druckwasser (auch mit Druckluft) und erfordert nur wenige Minuten, der Platzbedarf ist gering, desgleichen Anlage- und Betriebskosten. Die Schnellfilterung hat sich immer mehr eingebürgert, sie ist geeignet bei stark wechselnder Rohwasserbeschaffenheit, bei der Anwendung von Fällmitteln, bei Filtern bei Enteisung, Entmangnung, Entfärbung, Schönung und bei Platzmangel.

Es gibt offene und geschlossene Schnellfilter. Bei den offenen muß die Zu- und Ableitung des Wassers der Filtergeschwindigkeit angepaßt werden; geschlossene Filter werden in die Rohrleitung eingebaut. Durch Einbau von Sieben, geschlitzten Rohren, Düsen usw. schützt man sich gegen das Abschwemmen des Filtersandes, der keine Stützsichten besitzt. Gleichmäßiger Wasserdurchfluß wird erreicht durch gleichen Wasserstand über dem Filter und eingebaute Geschwindigkeits- und Leistungsregler. Die Rückspülung erfolgt bei größeren Becken unter Mitwirkung von Preßluft, Baustoff ist meist Eisenbeton. Geschlossene Schnellfilter werden meist in Zylinderform aus Eisen (da sie unter Druck arbeiten) ausgeführt. Das Filtermaterial besitzt 0,34 bis 2,0 mm Korndurchmesser, je nachdem, welchem Zwecke es zu dienen hat. Bei geschlossenen Filtern wird das Filter meistens in 2 Stockwerke unterteilt, was eine Teilung des Filtermaterials in grobes und feines ermöglicht. Im oberen Raum ist das grobe Filtermaterial, das gleichsam als Vorreinigung dient, im unteren werden dann auch die feinen Flocken ausgeschieden. Die Reinigung durch Rückspülung kann durch eingebaute Rührwerke unterstützt werden, die das zusammengeballte Material auseinanderreißen. Neuerdings verwendet man lieber eine hohe Spülgeschwindigkeit mit Luft und Wasser. Für Trinkwasserversorgung ist meist nach der Schnellfilterung noch eine nachfolgende Entkeimung (z. B. durch Chlorung) notwendig. Bekannte Ausführungen sind die der Firmen Reisert, Halvor-Breda, Bollmann. (Abb. 25.)

B. Entkeimung.

Die Entkeimung (Unschädlichmachung, Sterilisation der Bakterien) kann auf verschiedene Art durchgeführt werden. Bei kleinen Wassermengen bedient man sich des Abkochens oder der ultravioletten Bestrahlung, bei großen Wassermengen leisten die Sandfilterung, die Schnellfilterung, die Ozonisierung, der Zusatz von Ätzkalk, die Chlorung, das Katadynverfahren gute Dienste. Auf die aktive Kohle soll am Schluß des Kapitels näher eingegangen werden.

1. Abkochen.

Das Abkochen in den Haushaltungen kann auch bei zentraler Versorgung dienlich sein, wenn eine Verseuchung des Rohrnetzes befürchtet wird oder stattgefunden hat.

2. Ultraviolette Strahlen.

Ultraviolette Strahlen, die keimtötende Wirkung besitzen, werden von glühenden Quecksilberdämpfen ausgeschickt. Solche Strahlen werden in Quecksilberdampfquarzlampen erzeugt.

3. Sandfiltration und Schnellfiltration.

Die Sandfiltration, von der bereits gesprochen wurde, ist zur Keimunschädlichmachung außerordentlich gut geeignet. Zu sehr verunreinigtes Wasser muß vorher in Absetzbecken gereinigt werden. Bei Schnellfiltern muß gleichfalls eine Filterhaut gebildet werden. Die Filterschicht soll mindestens 70 cm stark sein mit einer mittleren Korngröße von 0,6 mm.

4. Ozonisierung.

Das Ozonisierungsverfahren beruht darauf, daß Ozon Bakterien sehr rasch und sicher tötet. Ozonisierte Luft wird mit Rohwasser möglichst innig gemischt. Das so behandelte Wasser muß nachträglich belüftet werden. Wasser mit Trübungen und Eisengehalt muß vorbehandelt werden. Der Betrieb arbeitet zwar sicher, ist aber teuer und wird darum seltener angewendet.

5. Zusatz von Ätzkalk.

Der Zusatz von Ätzkalk (Kalkmilch) wird bei weichem Talsperrenwasser angewendet. Zur Wirkung ist notwendig, daß das Wasser nach dem Zusatz sich mindestens 12 h in großen Becken aufhält.

6. Chlorung.

In letzter Zeit ist die Chlorung als das billigste und einfachste Entkeimungsmittel immer mehr in den Vordergrund getreten. Der Zusatz des Chlors erfolgt fast ausschließlich in der Form von Chlorgas. Die anderen Verfahren, z. B. Zusatz von Chlorkalk, sind nicht so einfach zu handhaben. Das Chlorgas wird unter hohem Druck flüssig in Stahlflaschen geliefert. Im Wasser verbindet es sich mit dem Wasserstoff zu Salzsäure und Sauerstoff wird frei. Die Zugabe erfolgt meist nach dem mittelbaren Verfahren (nach Dr. Ornstein). Bei diesem wird zuerst das Chlor mit einer kleinen Wassermenge gemischt (1 bis 5 g Chlor auf 1 l) und dieses Chlorwasser dem Versorgungswasser beigegeben. Beim unmittelbaren Verfahren wird eine vorher bestimmte Menge Chlorgas im Versorgungswasser zerstäubt. Für das Entkeimen genügen schon 0,1 bis 0,3 mg/1 m³. Bei Anwesenheit von chlorbindenden Verunreinigungen (organische Substanzen) ist die Zusatzmenge entsprechend größer. Es ist notwendig, daß der Chlorzusatz dauernd sorgfältig überwacht und der Beschaffenheit des Wassers angepaßt wird, sonst kann bei zu großer Bemessung unangenehmer Geruch auftreten. Die Geschmacksgrenze von Chlorgas liegt etwa bei 1,5 mg/l Zusatz.

7. Katadynverfahren.

Schließlich sei auf das Katadynverfahren hingewiesen, das jetzt auch in größeren Anlagen praktisch verwendet wurde. Über dieses Verfahren wurde erstmalig von Dr. Krause im Jahre 1928 berichtet. Es beruht auf der Fähigkeit bestimmter Metalle oder Metallsalze, die Lebensäußerungen niederer Organismen in solchen Medien zu beeinflussen, die mit den Metallen oder Metallsalzen in Berührung sind, und in denen diese mit den üblichen chemischen Verfahren nicht nachgewiesen werden können (Oligodynamie).

Als derartiges oligodynamisch wirksames Metall wird metallisches Silber in feinst verteilter Form mit außerordentlich großer Oberfläche auf Sand, Tonringen, Kugeln, Ketten niedergeschlagen und bildet hier einen festhaftenden feinen Überzug. Durch Berührung dieser »Katadynkörper« mit Wasser gehen Silberionen in Lösung, die keimtötend wirken. Das Wasser wird dabei in Geruch, Geschmack und Aussehen nicht verändert. Der Zeitpunkt der vollkommenen Sterilisierung wird durch die Keimmenge, die Einwirkungsdauer und die Temperatur bestimmt. Derartig »aktiviertes« Wasser behält seine keimtötenden Eigenschaften längere Zeit bei und sterilisiert seinerseits mit ihm gemischtes, noch nicht behandeltes Wasser.

Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens ist vollkommen klares Wasser, weil auf den versilberten Flächen sich niederschlagende Trübungen die Berührung von Silber und Wasser verhindern. Die Silbermenge, die in Lösung geht, ist etwa 0,000015 g/l; sie genügt, um in 2 bis 4 h Keimfreiheit zu erzielen.

C. Beseitigung der gelösten Stoffe.

Ihr dienen die nachfolgend beschriebenen Verfahren.

1. Enteisung.

Die Enteisung des Wassers geht in der Weise vor sich, daß zunächst dem Wasser Luft (Sauerstoff) zugesetzt wird; hierbei bildet sich das im Wasser enthaltene Eisenoxydul in Eisenhydroxyd um. Dieses scheidet sich in Flockenform aus dem Wasser und wird dann durch Filterung zurückgehalten. Die Enteisung geht leicht vor sich bei

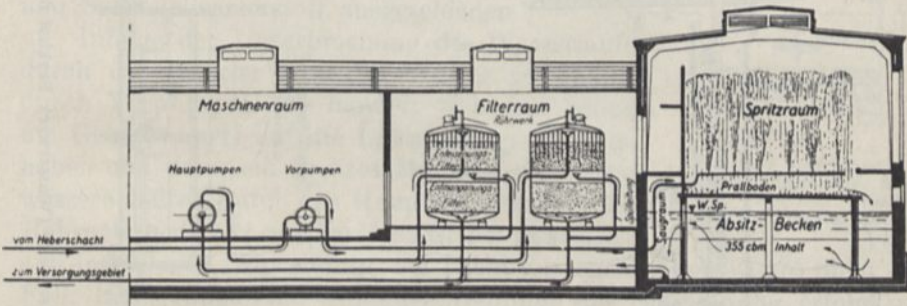


Abb. 26. Schematische Darstellung einer Reinigungsanlage (Enteisung und Entmanganung), nach »Gesundheits-Ingenieur«, Jahrgang 1932.

hohem Gehalt an Karbonaten und geringem an Humusstoffen; bei weicherem und karbonatarmem Wasser ist sie schwerer. Hier hilft der Zusatz von Ausfällmitteln, wie Aluminiumsulfat, Ätzkalk, Kaliumpermanganat. Bei nicht genügender Belüftung wird zu wenig Sauerstoff aufgenommen oder es bleibt zuviel freie Kohlensäure im Wasser zurück. Beides führt zur Wiedervereisung im Rohrnetz. (Abb. 26.)

Man unterscheidet offene und geschlossene Enteisungsanlagen. Bei einer offenen Anlage wird das eisenhaltige Wasser auf irgendeine Art in Tropfenform mit Luft in Berührung gebracht, die in diesem Falle

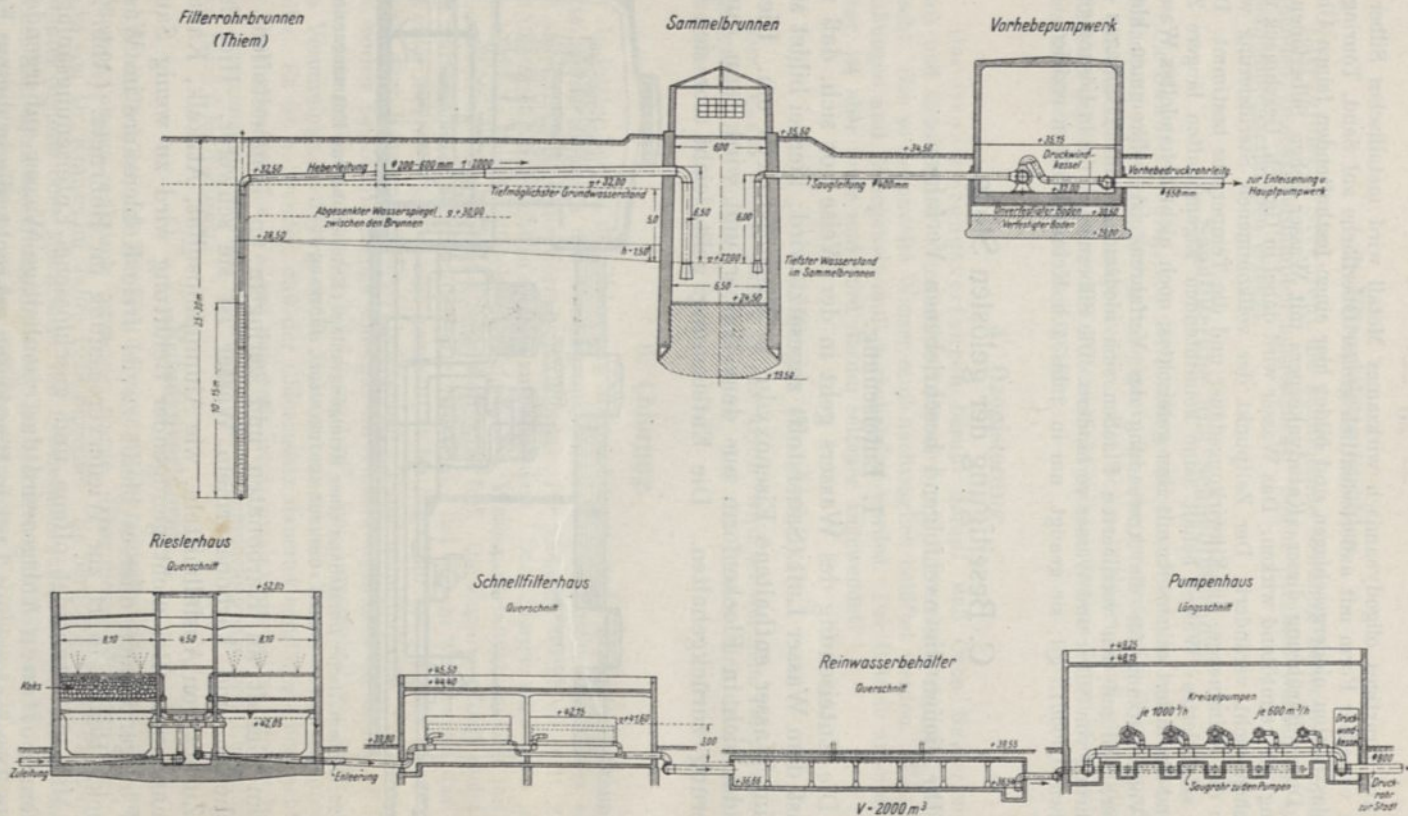


Abb. 27. Enteisung mit Koksrieseler (Wasserwerk Berkhof der Stadt Hannover), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1930.

nicht künstlich in das Wasser gepreßt zu werden braucht. Die Berührung kann erfolgen mittels Rieselers, durch Regenfall, durch Zerstäubung.

Bei einem Rieseler (System Piefke) wird das Wasser durch gelochte Rinnen, Siebe, Brausen möglichst fein verteilt und rieselt dann durch den Rieselkörper. (Abb. 27.) Dieser besteht aus lose gepackten Koksstücken, Ziegeln oder Strauchwerk. Jedenfalls muß er so hergestellt sein, daß das Wasser reichlich Gelegenheit hat, mit Luft in Berührung zu kommen (siehe Bd. 2, Abschnitt III).

Beim Regenfall (System Oesten) läßt man das Wasser mittels einer Brause fein verteilt durch die Luft fallen. Hier ist die Belüftungszeit kurz, es muß deswegen dem Wasser genügend Zeit zur Ausflockung gegeben werden (1 h).

Die Zerstäubung erfolgt durch Aufschlagen des Wassers auf Prallteller oder durch Zerspritzen mittels Amsterdamer Düsen. Hierbei treffen zwei Wasserstrahlen aufeinander, werfen das Wasser nach oben und zerstäuben es zu Nebel. Man kann auch Luft in den Behälter einblasen. Durch diese Vorgänge wird das Eisenhydroxyd bereits gebildet.

Zur Ausscheidung des Eisens in Flockenform braucht das belüftete Wasser noch etwa 1 h Zeit. Diese Ausscheidung erfolgt in Rohwasserbecken (Reaktionsräume, Absetzbecken, Koagulationsräume). Die Flocken werden in nachgeschalteten Filtern zurückgehalten. Man kann hierzu Langsamfilter (Filtergeschwindigkeit 0,5 bis 1 m/h) oder Schnellfilter verwenden. Die offenen Schnellfilter haben sich hierfür besonders bewährt (Filtergeschwindigkeit bis 10 m/h). Das enteisenete Wasser wird in einem Reinwasserbehälter gesammelt.

Durch offene Enteisenungsanlagen wird bei der Belüftung gleichzeitig die freie Kohlensäure und Schwefelwasserstoff ausgeschieden.

Infolge der Unterbrechung des Wasserlaufes durch die Rieseler muß das Wasser gewöhnlich durch Vorpumpen (es handelt sich fast immer um Grundwasser) auf die Enteisenungsanlage gehoben und dann ein zweites Mal aus dem Reinwasserbehälter durch das Hauptpumpwerk in das Rohrnetz gedrückt werden. Das ist bei geschlossenen Anlagen (Anwendung bei leicht ausscheidbarem Eisen) nicht der Fall, hier genügt eine einmalige Hebung, die Enteisenung erfolgt im Rohrstrang. (Abb. 28.) Dafür muß hier die Luft künstlich zugesetzt werden. Die Einrichtungen sind sonst die gleichen wie bei offenen Anlagen.

Die Zuführung der Luft erfolgt durch besondere Kompressoren (bei kleinen Anlagen auch durch Schnüffelventile). Von besonderer Wichtigkeit ist eine innige Vermischung von Luft und Wasser. Hierfür dient ein besonderer Mischraum mit Prallteller oder Schaufeln und ein sog. Kontaktkörper aus grobem Material (5 bis 10 mm Korn, Kies, Steinschlag, Lava), durch den das Wasserluftgemisch langsam strömt. Als Filter wird selbstverständlich ein Schnellfilter verwendet. Da die Luftmengen nicht immer ganz genau abgemessen werden können, verursacht die überschüssige Luft oft eine milchige, gesundheitlich unschädliche Trübung des austretenden Reinwassers, die nach kurzem Stehenlassen verschwindet.

Eine Enteisenungsanlage arbeitet dann richtig, wenn der Abfluß immer klar, farblos und geruchlos ist.

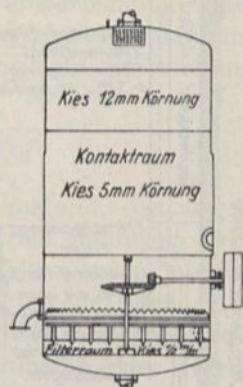


Abb. 28. Geschlossene Enteisenungsanlage, nach „Das Gas- und Wasserfach“, Jahrgang 1934.

2. Entmanganung.

Die Befreiung des Wassers von Mangan kann auf drei Arten erfolgen. Da sich Mangan ähnlich wie Eisen verhält, so läßt sich auch hier die

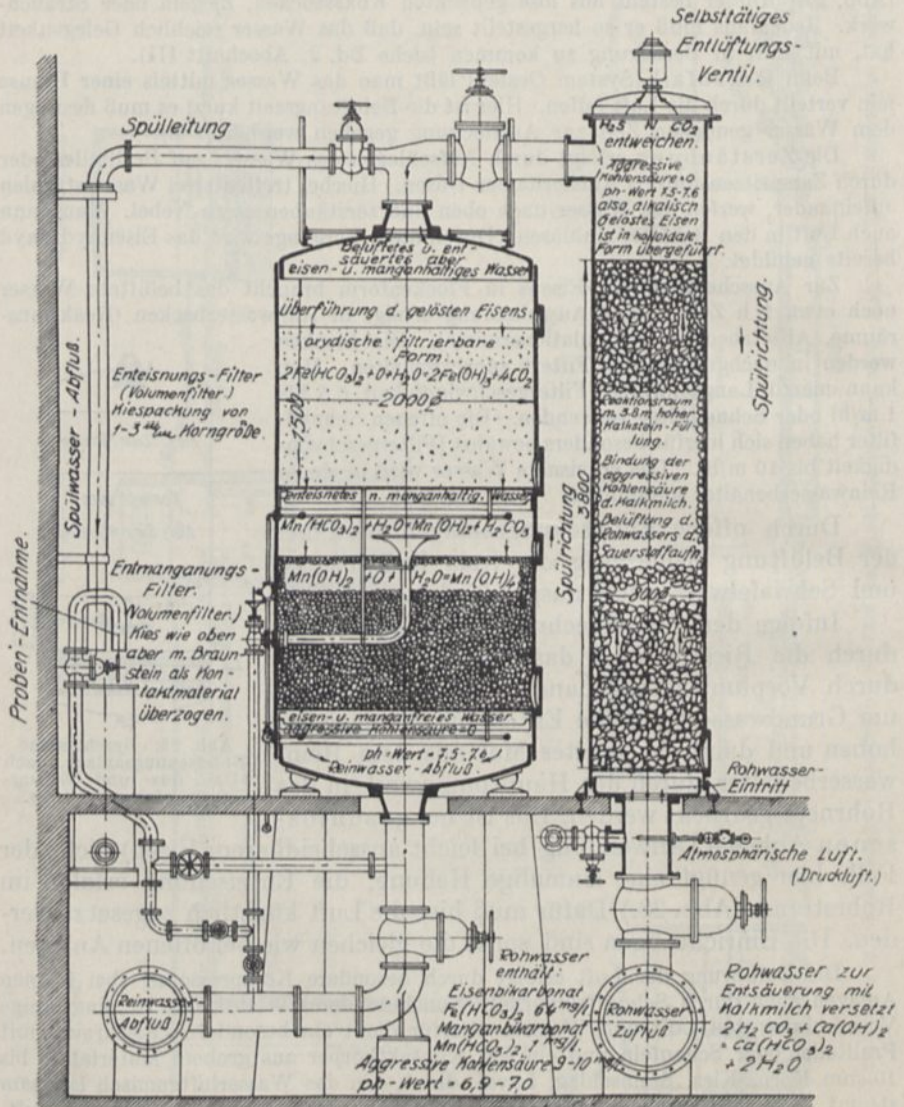


Abb. 29. Filteranlage Kaulsdorf für Entsäuerung, Enteisung, Entmanganung (geschlossene Anlage), nach «Das Gas- und Wasserfach», Jahrgang 1934.

übliche Form der Enteisung (Filterung über Sand nach vorheriger Belüftung) durchführen. Bei gleichzeitiger Anwesenheit beider Stoffe fällt Mangan bei der Enteisung mit aus. Das Ausfällen

geht schwieriger vor sich als die Enteisung. Es bildet sich langsam eine Braunsteinschicht, welche das Mangan zurückhält. Das Ausscheiden des Mangans erfolgt unmittelbar nach der Belüftung. Die zweite Reinigungsart ist die Filterung durch Braunstein oder braunsteinhaltige Stoffe (Manganpermutit). Durch Braunstein werden dem Wasser die Mangansalze entzogen, das Mangansalz wird in Manganhydrat und Säure gespalten. Ersteres wird vom Braunstein festgehalten, letzteres bindet das Permutit. Eine Enteisung ist vorher notwendig, wenn auch Eisen im Wasser enthalten ist. Die dritte Reinigungsart ist biologischer Natur. Das Verfahren ist in Dresden angewendet worden. Es gibt Kleinlebewesen (Algen: *Clonothrix fusca*, *Crenothrix manganifera*, *Siderocapsa*), welche Mangan in Braunstein umwandeln und aufspeichern. Es werden für diese Algen Filterkörper aus für die Algenansiedlung besonders gut geeignetem Kies geschaffen, welche das Wasser durchfließt. Die mit der Zeit absterbenden Algen werden durch neue ersetzt. Der so entstehende überschüssige Manganschlamm wird durch Rückspülung entfernt. Chlorung hebt die Wirkung der Algen wieder auf. (Abb. 29.)

3. Entsäuerung.

Fast jedes Wasser enthält Kohlensäure, ein Umstand, der wegen des möglichen Angriffs auf Eisen und Beton im Betrieb gefährlich werden kann. Es muß darum für den Betrieb festgestellt werden, ob die vorhandene freie Kohlensäure und Karbonathärte in der Lage sind, Eisen und Beton mit einer für den Betrieb gefährlichen Schnelligkeit anzugreifen. Da die vorhandene Kohlensäure bei zunehmender Härte in einem der Härte entsprechenden Maße unschädlich wird, so sind auch die Mittel zur Herabsetzung der Angriffslust der Kohlensäure entsprechend verschieden. Es sind z. B. unschädlich ungefähr 5 mg freie Kohlensäure bei 5 deutschen Härtegraden, 15 mg bei 10^o, 33 mg bei 20^o. Außerdem sind für die Wahl des Verfahrens noch andere Umstände, z. B. gelöster Sauerstoff, Eisen-, Mangangehalt, Trübungen, Färbung, von Einfluß. Die Entfernung kann auf mechanischem und chemischem Wege erfolgen. Mechanische Verfahren (geeignet für hartes Wasser) sind die Zerstäubung des Wassers, die offene Rieselung, die Verregnung, die Evakuierung; chemische Verfahren (geeignet für weiches Wasser) der Zusatz von Chemikalien, die Marmorrieselung. (Abb. 30.)

Das Austreiben der Kohlensäure (Auswaschen durch Luft) ist möglich, wenn die Karbonathärte mehr als 5^o beträgt. Sehr gut eignet sich hierzu die Wasserzerstäubung durch Düsen oder Spritzteller. Hierbei wird das Wasser sehr fein verteilt, und es entsteht gleichzeitig Luftzug. Die Kohlensäure scheidet aus und lagert auf dem Boden. Der entstehende Luftzug beschleunigt ihre Entfernung nach unten (schwerer als Luft). Die Rieselung kann über Koks, grobe Steine, Ziegelbrocken usw. erfolgen. Beide Arten verlangen eine große Fallhöhe und

Grundfläche. Bei der Verregnung kann beides kleiner gehalten werden. Bei der Evakuierung (Entgasung) wird das Wasser in großen Zylindern durch Brausen verrieselt und die Kohlensäure durch Evakuierung des Raumes abgesaugt. Eine vollständige Entfernung der Kohlensäure ist durch die mechanischen Verfahren nicht möglich.

Die chemischen Verfahren (Bindung der Kohlensäure) bestehen in dem Zusatz von Alkalien in Lösung oder abgemessenen Mengen und in der Marmorrieselung oder der Vermischung des angriffslustigen weichen Wassers mit hartem. Bei den beiden ersten Verfahren ist zu beachten, daß sie eine Erhöhung der Karbonathärte zur Folge haben. Das ist wesentlich, wenn das Wasser zur Kesselpeisung benützt werden soll.

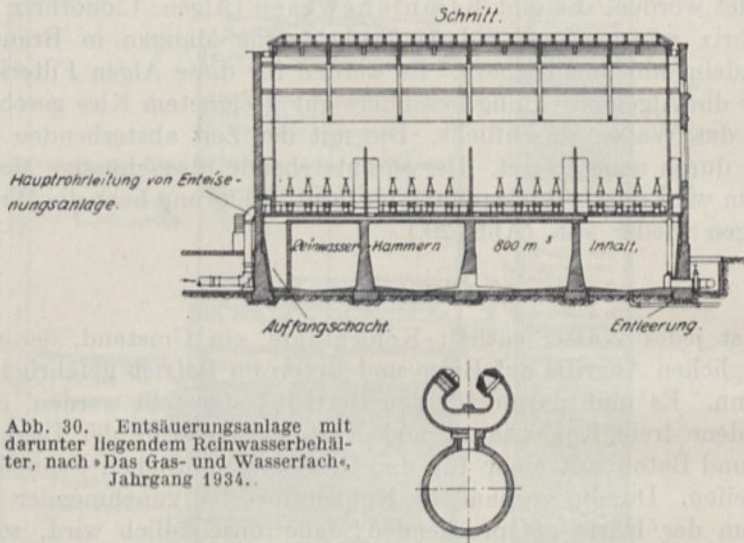


Abb. 30. Entsauerungsanlage mit darunter liegendem Reinwasserbehälter, nach „Das Gas- und Wasserfach“, Jahrgang 1934.

Als Zusatzmittel wird am vorteilhaftesten Kalk (bei sehr weichem Wasser) benützt (außerdem auch Natronlauge oder Soda, sind aber teurer). Der ungelöschte Kalk wird mit Wasser vermischt und durch Zylinder geführt, in denen die ungelösten Kalkteile absitzen. Das gesättigte Kalkwasser wird bei offenen Anlagen dem Wasser durch Dosierungsgefäße zugesetzt oder in die Rohrleitung eingepumpt. Die Bindung der Kohlensäure erfolgt schnell und sicher. Kalkwasser tötet übrigens auch Keime ab. Unangenehm bei dem Verfahren ist, daß die Dosierungsmenge ständig überwacht werden muß. Bei zu kleinen Mengen ist die Wirkung ungenügend, bei zu großen entstehen Trübungen oder das Wasser wird als Trinkwasser unbrauchbar; es sind darum selbsttätige Dosierungsapparate geschaffen worden.

Einfacher ist das Rieseln über Marmorkies (CaCO_3). Der Kies muß Erbsengröße haben. Bei der Rieselung wird der Marmorkies in das lösliche doppelkohlensaure Salz $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ übergeführt, freie Kohlensäure wird gebunden und zwar in einer Menge, die der marmorangreifenden Kohlensäure im Wasser entspricht. Das Verfahren arbeitet also vollkommen selbsttätig. Da gleichzeitig eine Enteisung stattfindet, welche die Entsäuerung beeinträchtigen kann, muß erstere schon vorher stattfinden. Das Wasser muß $\frac{3}{4}$ bis 1 h mit dem Marmorkies in Verbindung stehen. Der Kies wird aufgezehrt und muß von Zeit zu Zeit erneuert werden. Solche Anlagen können geschlossen und offen ausgeführt werden. Wegen der langen Berüh-

rungszeit hat man auch schon den Reinwasserbehälter zur Marmorentsäuerung mitbenützt.

Bei sehr viel freier Kohlensäure kann man auch mechanisches und chemisches Verfahren hintereinander anwenden und durch jedes einen Teil der Entsäuerung vornehmen lassen.

Durch Zumischung von härterem Wasser zu weichem angreifendem kann die Angriffslust vermindert werden. Das Mischwasser hat dann größere Karbonathärte.

Als neueres Verfahren ist die Filterung durch Magnomasse zu erwähnen. Die Masse besteht aus gebranntem und gekörntem Dolomit. Außer der Entsäuerung wird dabei eine Enteisung und Entmanganung bewirkt. Die Versuche, welche von der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene bei 8 Wasserwerken durchgeführt wurden, zeigten sehr günstige Ergebnisse.

4. Enthärtung

ist zwar für Trinkwasser im allgemeinen nicht notwendig, dagegen erfordern sie der Haushalt und viele gewerbliche Betriebe (z. B. Vermin- derung des Seifenverbrauchs bei Wäschereien). Vor allem soll dadurch die Kesselsteinbildung verhindert werden. Wie groß die zulässige Härte sein kann, hängt von der Bauart der Kessel ab, zulässig ist z. B. für Flammrohrkessel bis zu 10 bis 15 Härtegrade, für Hochdruckwasserrohrkessel höchstens 2 bis 3 Härtegrade. In Deutschland wird ungefähr die Hälfte der Bevölkerung mit Wasser von über 12 d. Härtegraden (im Mittel 17°) versorgt. Wenn es durch Einführung zentraler Enthärtungsanlagen gelänge, den durchschnittlichen Härtegrad auf 7° herabzusetzen, würden im Jahre etwa 200 Mio. RM für die notwendige Enthärtung erspart. Leider eignen sich die weiterhin beschriebenen Verfahren für solche einheitliche Anlagen nicht mit Ausnahme des Permutitverfahrens, dessen Grundstoffe in Deutschland nicht in genügender Menge vorkommen. Alle anderen Verfahren sind für den Großbetrieb nicht einfach und billig genug.

Die Weichmachung von hartem Wasser erfolgt, abgesehen von der Destillation und dem elektrischen Verfahren dadurch, daß die im Wasser gelösten Salze durch Zusatz von Chemikalien in unlösliche Verbindungen übergeführt und diese ausgeschieden werden. Als geeignete billige Materialien haben sich hierfür bewährt: Soda, Ätznatron, Kalk und Soda (diese scheiden die Kalksalze als kohlen-sauren Kalk, die Magnesiumsalze als Magnesiumhydroxyd aus, auch freie Kohlensäure wird chemisch gebunden), Permutit.

a) Destillation (thermische Enthärtung).

Die Kesselsteinbildung ist eigentlich schon eine derartige Enthärtung. Durch die Erwärmung des Wassers wird dabei unter Freiwerden der Kohlensäure die Karbonathärte ausgeschieden. Die Destillation selbst kommt nur da in Frage, wo chemisch reines Wasser unentbehrlich ist, bei Kesselspeisewasseraufbereitung aber nur in besonderen Fällen.

b) Sodaenthärtung (Soda-Regenerativverfahren).

Das Verfahren eignet sich nur für Wasser, das keine oder nur geringe Karbonathärte aufweist. Durch Soda werden die schwefelsauren Salze (Kalziumsulfat, Magnesiumsulfat) ausgefällt. Bei der praktischen Durchführung wird das Wasser im Kessel mit Soda angereichert. Unter der Einwirkung der Wärme und des Druckes im Kessel spaltet sich Soda in Kohlensäure und Ätznatron. Letzteres bewirkt eine teilweise Ausfällung der Härtebildner. Der entstehende Schlamm mit Sodateilchen wird dauernd in den Reiniger zurückgebracht (Neckarverfahren). Durch die Erwärmung wird Sauerstoff und Kohlensäure weitgehend entfernt.

c) Das Ätznatron-Soda-Verfahren.

Das Verfahren wird angewendet zur Enthärtung gipsreicher Wässer. Die Natronlauge verbindet sich mit den Kalk- bzw. Magnesia-Bikarbonaten des Wassers, und es entsteht unlöslicher Kalk und Soda. Die Menge des sich bildenden Schlammes ist verhältnismäßig gering.

d) Kalk-Soda-Verfahren.

Hierbei wird verwendet Soda (kohlen-saures Natron) zur Fällung des Gipses (Sulfate) und Ätzkalk (Kalkmilch, Kalkwasser) zur Zersetzung der doppelkohlen-sauren Salze (Karbonathärte). Eine Beschleunigung der Vorgänge wird durch Vorwärmung des zu behandelnden Wassers auf 50 bis 80° C bewirkt, weil dadurch Karbonathärte beseitigt wird und freie Kohlensäure entweicht, und weil der Kalk-Soda-Zusatz in warmem Wasser schneller ausfällt. Die Zusatzmenge wird berechnet oder durch Versuch bestimmt. Die Zugabe erfolgt in Lösungen. Diese werden entweder durch einen Dosierungsapparat beigegeben oder am Anfang einer Mischrinne zugesetzt oder in einem Rohre beigemischt. Es muß mit Sodaüberschuß gearbeitet werden. Das Wasser muß sich dann 1 bis 2 h in einem Behälter aufhalten, wo die Härtebildner sich ausscheiden, evtl. kann dazu noch ein Sandfilter nachgeschaltet werden müssen.

e) Permutitverfahren.

Hierbei erfolgt die Enthärtung beim Durchgang des Wassers durch ein Permutitfilter, die Enthärtung kann hier bis zum vollständigen Verschwinden derselben getrieben werden. Permutit ist ein künstlich hergestelltes Natrium-Aluminiumsilikat (Zeolith, Verbindungen, welche Kieselsäure, Tonerde und Alkali, sowie Wasser enthalten, sind in Salzsäure löslich). Solche Zeolithe können die Alkalien mehr oder weniger leicht gegen andere Basen in Berührung mit deren Salzlösungen austauschen. Permutit entsteht durch Zusammenschmelzen von Quarz, Kaolin und Soda, es ist im Wasser nicht löslich, stark wasser-durchlässig, körnig oder blättrig. Permutit kann seine basischen Bestandteile, z. B. Natrium, leicht gegen andere Basen, z. B. Kalzium, Magnesium, austauschen. Dadurch werden die Härtebildner aus dem Wasser entfernt. Nach längerer Benützung nimmt die Wirkung ab. Durch Kochsalzlösung läßt sich das Material leicht regenerieren. Der technische Vorgang ist folgender: Permutit (Korngröße $\frac{1}{2}$ bis 2 mm) wird in offenem oder geschlossenem Behälter als Filter eingebracht, das Wasser läuft von oben nach unten durch das Filter (Geschwindigkeit 2 bis 10 m/h). Das zu enthärtende Wasser muß vorher von groben Verunreinigungen, Eisen und Kohlensäure befreit werden. Permutitfilter arbeiten selbsttätig, eignen sich also auch für Wasser mit stark schwankender Härte.

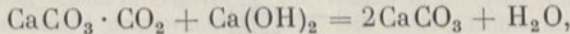
f) Elektrisches Verfahren.

Hierbei wird schwach gespannter Gleichstrom gegen die gegen Kesselsteinansatz zu schützende Fläche geleitet. Hierdurch wird verhindert, daß sich fester Kesselstein bildet, die Härtebildner fallen als feinste Schlamnteilchen nieder.

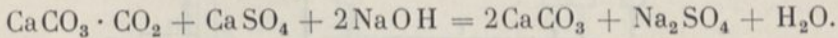
g) Chemische Formeln
für die Enthärtung (Weichmachung) des Wassers.

A. Ausscheidung der Bikarbonate des Calciums

1. durch Ätzkalk:

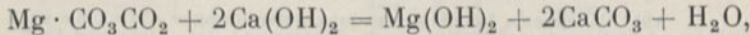


2. bei gleichzeitigem Vorhandensein gleichwertiger Mengen schwefelsaurer Kalkverbindungen durch Ätznatron:

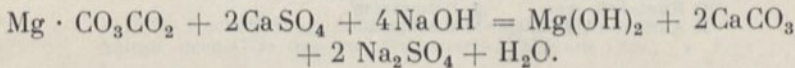


B. Ausscheidung der Bikarbonate der Magnesia

1. durch Ätzkalk:



2. zugleich mit 2 Äquivalenten der schwefelsauren Kalkverbindungen durch Ätznatron:

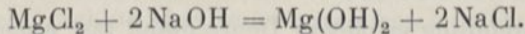


C. Ausscheidung der schwefelsauren Kalkverbindung

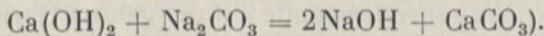
1. durch Zusatz von Soda: $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$,

2. durch Ätznatron bei Vorhandensein von Bikarbonaten wie bei B 2.

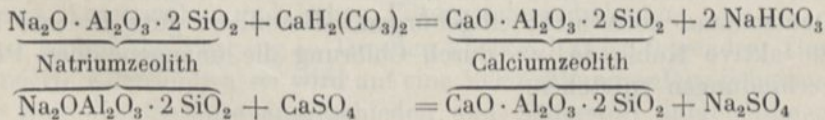
D. Ausscheidung von Chlormagnesium durch Ätznatron:



(Ätznatron entsteht aus Ätzkalk und Soda:



E. Enthärtung durch Permutite:



5. Aktive Kohle.

Aktive Kohle wird zur Beseitigung von unangenehmen Geruchs- und Geschmacksstoffen, weiter zur Entfernung gelöster organischer Trübungen und von Gasen aus dem Wasser benützt. Die aktive Kohle wird aus Holz, Kohle, Torf, Lignit hergestellt. (Abb. 31.)

Es handelt sich dabei darum, einen Körper zu bekommen, der möglichst viele mikroskopisch feine Poren und Kapillaren besitzt, damit eine recht große innere Oberfläche entsteht. Die Größe der Kapillaren hat auf das Adsorptionsvermögen der Kohle entscheidenden Einfluß, sie soll kleiner sein als die Molekulargröße des zu adsorbierenden Stoffes. Nach letzterer richtet sich also die Struktur der verwendeten Aktivkohle. Bei Wasser läßt sich darum nur Feinkohle anwenden. Von der Feinheit der Kapillaren kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, daß die Kapillaroberfläche eines Würfels von 1 cm Seitenlänge mehrere 100 m² umfaßt.

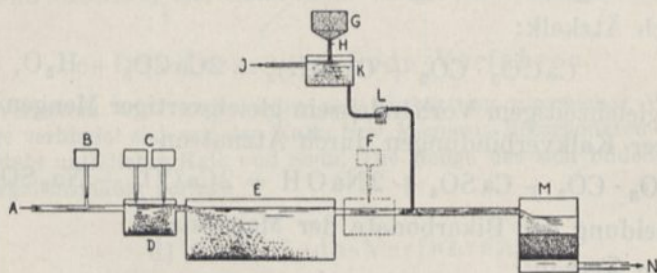


Abb. 31. Schema für die Anwendung pulverförmiger Aktivkohle nach dem Dosierungsverfahren, nach »Wasser und Gas«, Jahrgang 1933.

| | | |
|------------------|---------------------|---------------------|
| A Rohwasser | F Nachchlorung | L Pumpe |
| B Chlorung | G Aktivkohlenbunker | M Schnellsandfilter |
| C Fällungsmittel | H Dosiervorrichtung | N Reinwasser |
| D Kontaktbecken | J Reinwasser | |
| E Absetzbecken | K Mischgefäß | |

Die Kohle muß, damit sie aktiv wird, erst behandelt werden. Man imprägniert mit konzentrierter Zinkchloridlauge, die Mischung wird bei allmählich steigender Temperatur getrocknet und dann kalziniert. Das Kalzinat wird mit Wasser ausgelaugt (Chlorzinkkohle). Oder man entfernt aus der noch nicht aktiven Kohle durch Oxydation die Kohlenwasserstoffe und ätzt gleichzeitig die zurückbleibende amorphe Kohle. Dadurch wird sie aktiv.

Die Anwendung erfolgt in Deutschland fast ausschließlich in Form von Filtern, durch die das zu reinigende Wasser durchläuft. Dabei werden die zu entfernenden Stoffe auf der ganzen Oberfläche adsorbiert, und es reichern sich die Kapillaren damit an. Die andere Anwendungsart, die Kohle in Pulverform auf das Wasser zu streuen, hat sich in Deutschland noch nicht eingebürgert. Besonders gute Dienste leistet die aktive Kohle da, wo durch Chlorung die unangenehmen Phenolverbindungen entstehen.

6. Überchlorung.

Als neueres Verfahren, das bei einigen Wasserwerken (z. B. Aussig, Stuttgart u. a.) angewendet wird, um mehrfach verunreinigtes Wasser (Geruch, Geschmack, Trübung, Eisen, Mangan) in einwandfreies, steriles Wasser zu verwandeln, sei das Adler-Diachlor-Mutonitverfahren (ADM-Verfahren) genannt. Die bisher gemachten Erfahrungen sind als gute zu bezeichnen. (Abb. 32.)

Bei diesem Verfahren wird dem zu reinigenden Wasser, im Gegensatz zum einfachen Chlorverfahren (Tiefchlorung), mehr Chlor zugesetzt als zur Entkeimung notwendig ist, so daß der gesamte Reinigungsvorgang unter steter Anwesenheit von überschüssigem freiem Chlor vor sich geht. Der Chlorüberschuß wirkt entkeimend, sterilisierend, außerdem oxydierend und zerstörend auf die im Wasser enthaltenen gelösten organischen Schmutzstoffe. Wieviel Chlor (0,4 bis 3 mg/l) genommen werden muß, um alle zu beseitigenden Stoffe restlos auszuscheiden, wird durch das sog. Chlordiagramm in jedem Einzelfalle festgelegt. Aus den sog. Diachlorfiltern fließt das Wasser in ein Kontaktfilter (Braunstein), in dem es völlig gereinigt wird und schließlich in den Mutonator (aktives Kohlefilter), wo es vom freien Chlor befreit wird. Der letzte Prozeß ist ein chemischer, indem das freie Chlormolekül bei Berührung mit aktiver Kohle in Gegenwart von Wasser in Chlorion (Chlorid) unter Bildung von Kohlendioxyd umgewandelt wird. Die aktive Kohle muß von Zeit zu Zeit regeneriert werden.

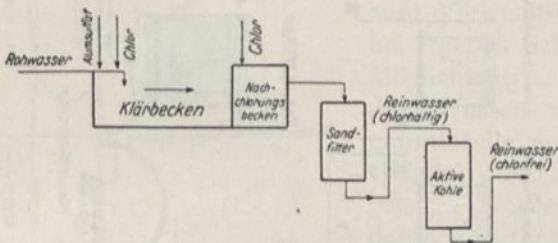


Abb. 32. Hochchlorung. Schema der Ludwigshafener ADM-Anlage, nach „Das Gas- und Wasserfach“, Jahrgang 1931.

7. Überschußkalkreinigung.

Dieses Verfahren ist in Deutschland zum ersten Male bei der Trinkwasserreinigung in Dresden angewendet worden; für weiches Wasser eignet es sich nicht. Hierbei wird Ätzkalk dem Wasser im Überschuß zugesetzt, so daß zum Schluß eine Säure zugegeben werden muß, damit das Trinkwasser nicht alkalischen Charakter aufweist. Hierdurch wird das Wasser weich, die gelösten und suspendierten, färbenden Stoffe werden ausgeschieden, die Ausscheidung von Eisen und Mangan, die Entkeimung werden begünstigt. Der Vorzug des Verfahrens besteht in kurzen Absetzzeiten und hohen Filtergeschwindigkeiten.

Der technische Vorgang in Dresden (Tolkewitz) ist folgender: Das uferfiltrierte Elbgrundwasser wird auf eine Versprühungsanlage gehoben, in der freie Kohlensäure ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen wird. Von hier fließt das Wasser über einen Abflußboden (hier Zugabe von Kalkmilch evtl. auch Pulverkohle) und ein Überfallwehr zum Absetzbecken. Dahinter wird das Wasser auf die Schnellfilter gehoben. Nach deren Durchlaufen wird Kohlensäure zugegeben und hinterher Chlor. (Abb. 33.)

Das Verfahren ist im Auslande und in Deutschland auch sonst schon angewendet worden.

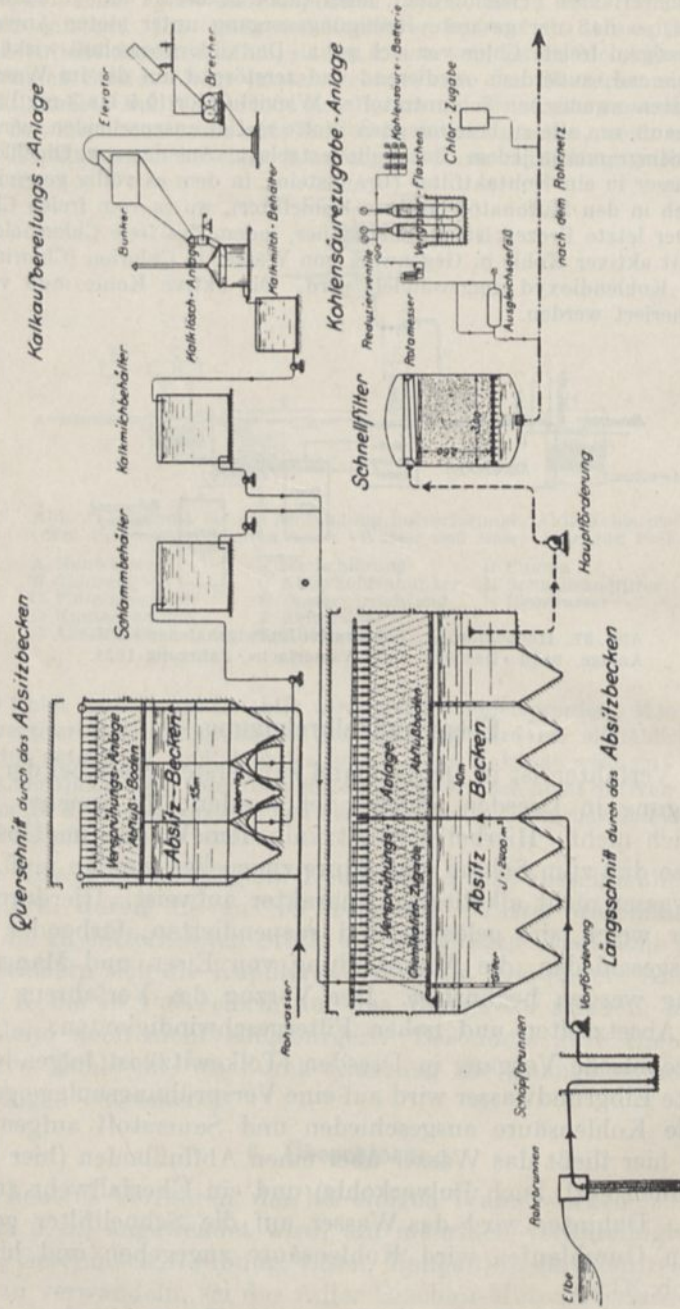


Abb. 33. Überschubkalkreinigungsverfahren. Schema der Anlage im Wasserwerk Tolkewitz (Dresden), nach Das Gas- und Wasserfach, Jahrgang 1934.

VI. Wie wird das Wasser von der Entnahmestelle zum Verwendungsort geleitet?

Die Zuleitung des Wassers von der Entnahmestelle zum Verwendungsort ist in den meisten Fällen zu teilen in die Strecke vom Ort der Wasserentnahme bis zu einer Speicheranlage und von dieser zum Verwendungsort. Hierbei ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, je nachdem das Wasser von der Entnahmestelle mit natürlichem Gefälle zur Speicheranlage geleitet werden kann oder dahin künstlich gehoben werden muß. Die Strecke von der Speicheranlage bis zum Verwendungsort ist immer eine Druckleitung. Die Ausschaltung einer Speicheranlage irgendwelcher Form kommt kaum vor, da sich hierbei zu viele Nachteile zeigen, die bei Anordnung solcher Anlagen vermieden werden können.

1. Zuleitung mit natürlichem Gefälle (Gefällsleitung).

Eine solche Zuleitung kann entweder als Leitung mit freiem Wasserspiegel oder als Druckleitung ausgeführt werden oder eine Vereinigung beider Arten darstellen. (Abb. 34.) Die letztere Ausführung kommt da vor, wo eine reine Gefällsleitung zu

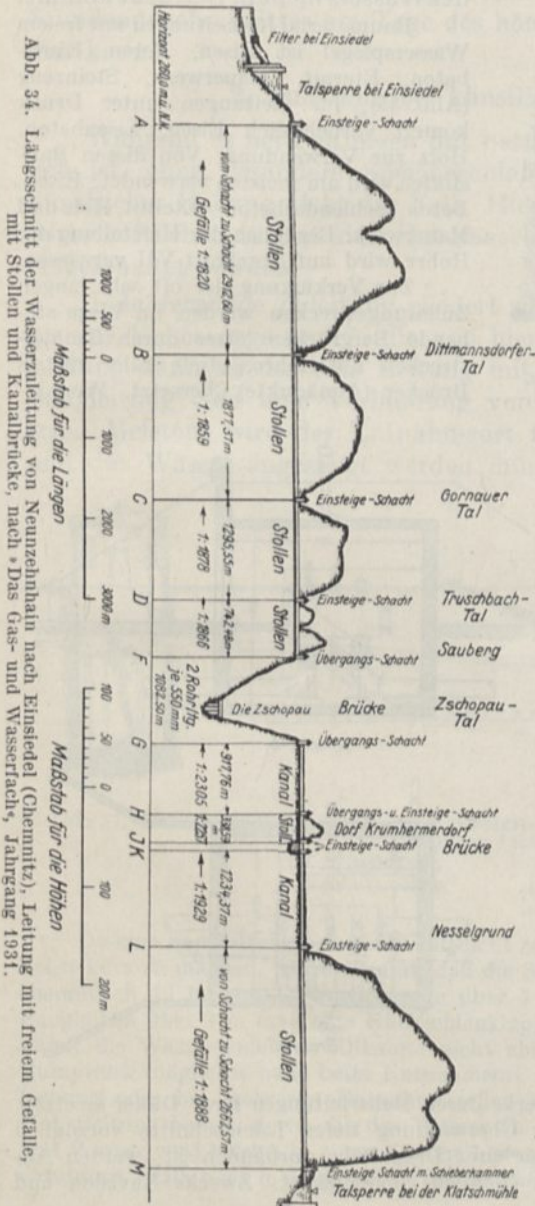


Abb. 34. Längsschnitt der Wasserzuleitung von Neuzelnhain nach Einsiedel (Chemnitz). Leitung mit freiem Gefälle, mit Stollen und Kanalbrücke, nach "Das Gas- und Wasserfach, Jahrgang 1931."

große Umwege bedingen würde und wo Tunnelstrecken und Aquädukte vermieden werden sollen. Die Leitungen werden immer als Rohrleitungen ausgebaut, da der offene Graben, der sonst die billigste Ausführungsart wäre, für Trinkwasserversorgung wegen der möglichen Verunreinigung des Wassers nicht in Betracht kommt.

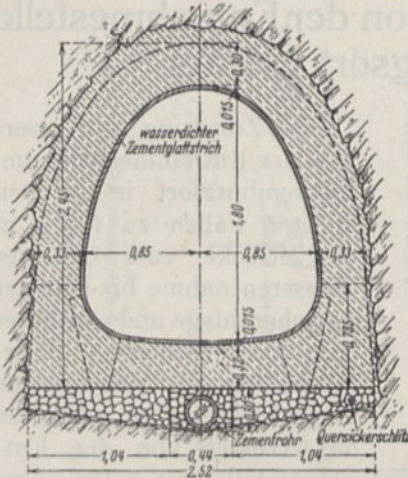


Abb. 35. Stollenquerschnitt (München), nach »Die Bautechnik«, Jahrgang 1932.

Baumaterial für Leitungen mit freiem Wasserspiegel ist Eisen, Beton, Eisenbeton, Eternit, Mauerwerk, Steinzeug (Abb. 35), für Leitungen unter Druck kommt vornehmlich Eisen, Eisenbeton, Holz zur Verwendung. Von diesen Baustoffen wird am meisten verwendet: Eisen, Beton (Schleuderbeton), Eternit, Holz und Mauerwerk. Bezüglich der Herstellung der Rohre wird auf Abschnitt VII verwiesen.

Zur Verkürzung der oft sehr langen Zuleitungsstrecken werden im Wege stehende Bergücken öfter durch Tunnelstrecken unterfahren, tiefe Täler mittels Brücken (Aquädukte) übersetzt. Womög-

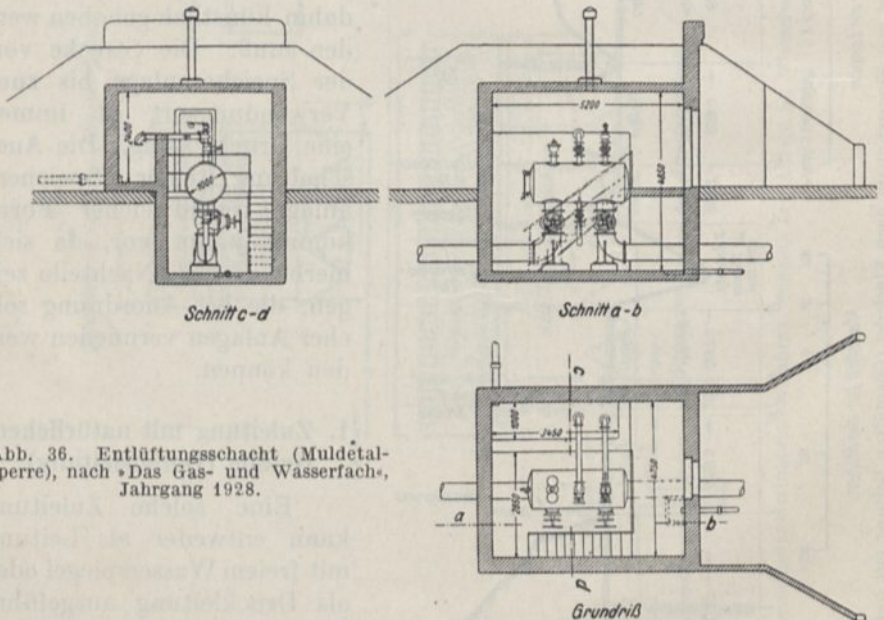


Abb. 36. Entlüftungsschacht (Muldétal-sperre), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1928.

lich wird man diese teuren Bauwerke durch Heberleitungen bzw. Düker ersetzen. Namentlich Düker haben sich zur Überwindung tiefer Taleinschnitte vorzüglich bewährt. Wo Überschuß an verfügbarer Druckhöhe vorhanden ist, werden Abstürze oder Strecken mit größeren Gefällen eingeschaltet. Zwecks Revision und

Reinhaltung werden in Abständen von 100 bis 150 m Schächte eingebaut. Vor dem Anfang von Druckleitungen ist zur Vermeidung einer Überlastung der Einbau von Überfällen notwendig. Sonst kommen noch Entleerungs- und Entlüftungseinrichtungen bei Druckleitungen zur Ausführung. Man wird bei langen Zuleitungen mit verschiedenen großen Querschnitten und Gefällen arbeiten müssen, um sich möglichst der Geländebeschaffenheit anpassen zu können. Eine frostsichere Lage der Leitung ist immer notwendig. (Abb. 36.)

Die Dimensionierung erfolgt stets so, daß die Wassermenge des Stundendurchschnittes am Tage des höchsten Verbrauchs geliefert werden kann.

2. Zuleitung bei künstlicher Hebung.

Während es bei Leitungen mit natürlichem Gefälle immerhin möglich ist, ohne besondere Speichieranlagen auszukommen, ist dies bei künstlicher Hebung nicht der Fall. Hier muß zur Gewährleistung einer wirtschaftlichen Arbeit der Hebermaschinen stets eine Speichieranlage eingeschaltet werden.

Jede derartige Zuleitung gliedert sich in zwei Teile: in die Leitung bis zur Hebeanlage und in die von hier zur Speichieranlage. Die erste Leitung kann wieder eine Leitung mit natürlichem Gefälle oder eine Saugleitung oder eine Verbindung von Heberleitung mit Saugleitung sein. Meistens wird der Entnahmeort tiefer liegen als das Pumpwerk und das Wasser angesaugt werden müssen. (Abb. 37.)

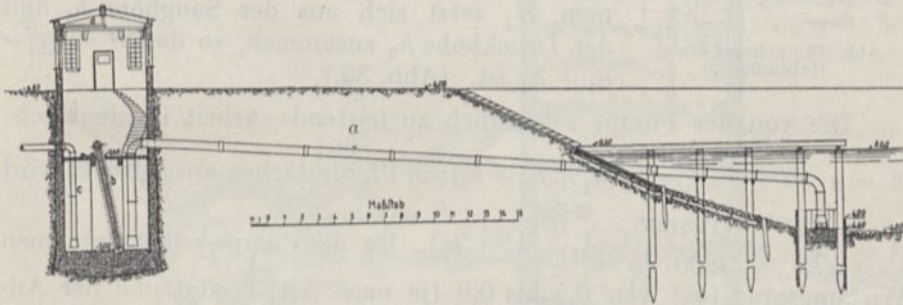


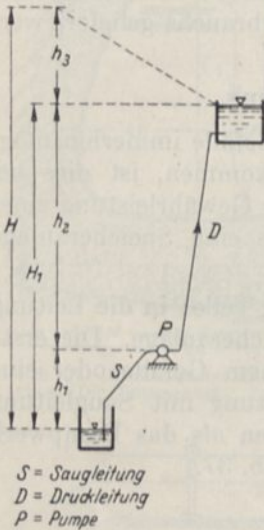
Abb. 37. Heberleitung und Saugbrunnen (Königsberg), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1929.

- | | |
|-----------------|------------|
| a Heberleitung | c Saugrohr |
| b Schlitzrechen | d Drehkran |

Da eine Saugleitung unbedingt luftdicht sein muß, wird man streben, sie möglichst kurz zu machen. Dazu kommt, daß die Saughöhe beschränkt ist. Sie beträgt theoretisch 10 m, praktisch wird man über 7 m nicht hinausgehen können. Bei Saughöhen über 3 m muß eine Rückschlagklappe in die Leitung eingebaut werden, damit die Wassersäule bei Stillstand nicht abreißt. Aus diesen Gründen soll das Pumpwerk möglichst nahe beim Entnahmeort angelegt werden. Bei größerer Entfernung oder bei mehreren Entnahmestellen kann man sich durch Anlage einer Heberleitung helfen, durch die das Wasser an das Pumpwerk herangebracht wird. Das Wasser wird hierbei in einen Sammelbrunnen geleitet, aus dem die Saugleitung entnimmt. Falls auch in diesem Falle die Saughöhe zu groß wird, können die Pumpen

entsprechend tief aufgestellt werden (Vorpumpen). Diese heben meist auf die Reinigungsanlage. Von hier aus wird das Wasser durch die Hauptpumpen zum Ausgleichbehälter gedrückt.

Die Leitung zwischen Pumpwerk und Speicheranlage (bzw. Versorgungsnetz) ist immer eine Druckleitung. Desgleichen ist die Zuleitung von der Speicheranlage zum Versorgungsnetz eine Druckleitung, sie muß den größten Stundenverbrauch leisten, wenn die Speicheranlage vor, den durchschnittlichen, wenn die Speicheranlage hinter dem Versorgungsnetz liegt.



S = Saugleitung
D = Druckleitung
P = Pumpe

Abb. 38. Schema einer Hebeanlage.

a) Berechnung der Pumpenleistung.

Wenn die Pumpe in der Stunde Q m³ Wasser hebt, dann ist die Leistung in der Sekunde $q = Q \cdot 1000 : 3600$ (in kg). Diese Arbeit muß für eine in jedem Falle sich ergebende Förderhöhe H (in m) geleistet werden. Die manometrische Förderhöhe H setzt sich aus der geodätischen Förderhöhe H_1 (Höhenunterschied zwischen tiefstem Wasserspiegel am Entnahmeort und höchstem Wasserspiegel in der Speicheranlage) und dem Druckhöhenverlust h_3 zusammen, H_1 setzt sich aus der Saughöhe h_1 und der Druckhöhe h_2 zusammen, so daß $H = h_1 + h_2 + h_3$ ist. (Abb. 38.)

Die von der Pumpe sekundlich zu leistende Arbeit ist demnach:

$$A = q \cdot H = \frac{Q \cdot 1000}{3600} \cdot (h_1 + h_2 + h_3); \text{ in Pferdestärken angedrückt wird}$$

$A = \frac{q \cdot H}{75} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot 75} \cdot (h_1 + h_2 + h_3)$. Da die Pumpe selbst nur einen Wirkungsgrad (w_1) von 0,5 bis 0,9 (je nach Art) besitzt und der Antriebsmotor ebenfalls nicht 100prozentig wirkt (w_2), so ergibt sich die Zahl der zur Hebung wirklich notwendigen Pferdestärken zu:

$$A_{PS} = \frac{q \cdot H}{75 \cdot w_1 \cdot w_2} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot 75 \cdot w_1 \cdot w_2} \cdot (h_1 + h_2 + h_3).$$

Während sonst die Wirtschaftlichkeit des Betriebes im Vordergrund steht, muß bei künstlicher Hebung des Trinkwassers unbedingt die Betriebssicherheit an erster Stelle berücksichtigt werden, da eine Unterbrechung in der Wasserlieferung ausgeschlossen ist. Das bedingt, daß für Pumpen und Motoren ein ausreichender Ersatz vorgesehen wird. (Abb. 39.)

Nur bei kleinen Werken und Speicheranlagen, die für mehrere Tage Wasser enthalten, kann auf einen Ersatz verzichtet werden. Größere Anlagen sollen wenig-

stens zwei Pumpen erhalten, von denen jede den Durchschnittsbedarf leisten kann, jede Pumpe soll in möglichst großem Umfange ihre Leistung vergrößern können. Ebenso sollen für die Antriebskraft möglichst zwei verschiedene Kraftquellen zur

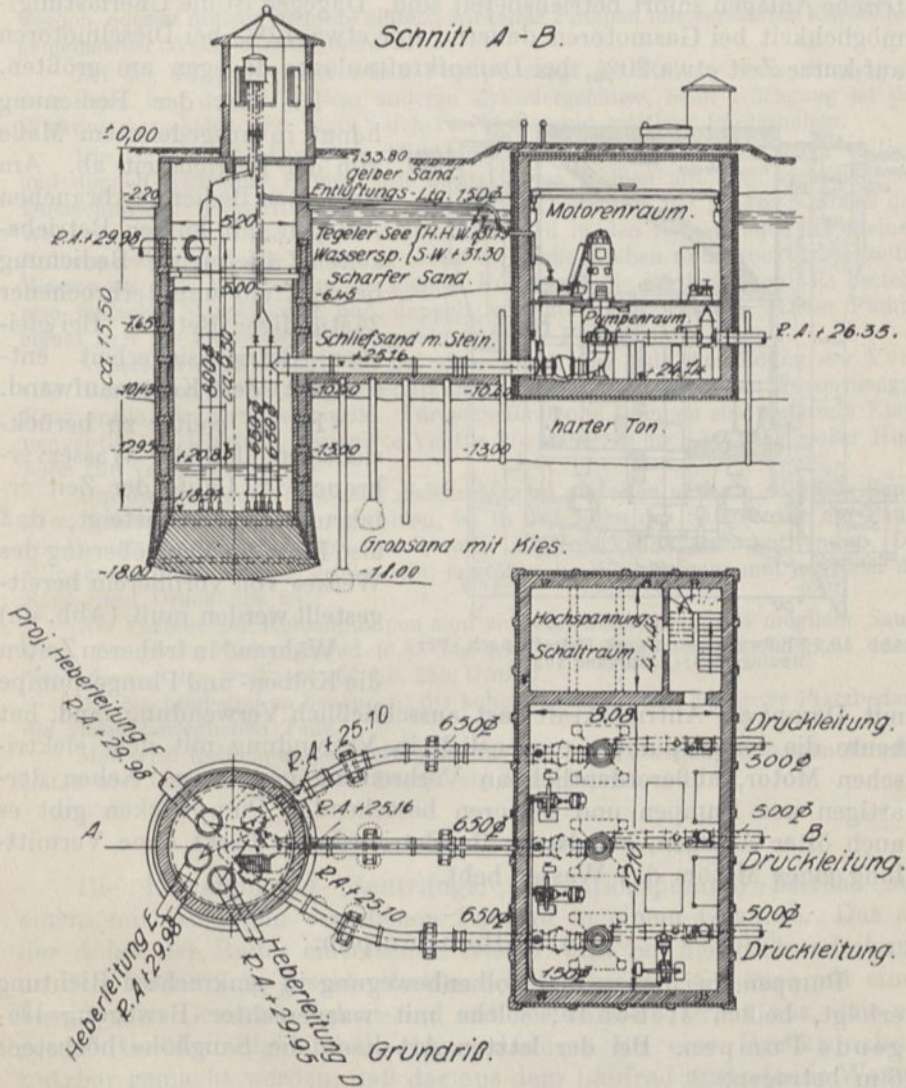


Abb. 39. Rohwasserpumpwerk Saatwinkel (Berlin), nach «Das Gas- und Wasserfach», Jahrgang 1933.

Verfügung stehen, damit beim Versagen der einen die andere davon unabhängige benützt werden kann.

Außer der Sicherheit spielen auch die Betriebsbereitschaft, die Art der Bedienung und die Überlastungsmöglichkeit eine wichtige Rolle.

So braucht eine Dampfkraftanlage etwa 1 bis 1½ h, eine Sauggasanlage 30 bis 40 min bis zur Einschaltung des Betriebs, während Wasserkraft-, Wind-, Öl-, Leuchtgasanlagen schon nach 5 bis 10 min und elektrische Anlagen sofort betriebsbereit sind. Dagegen ist die Überlastungsmöglichkeit bei Gasmotoren dauernd nur etwa 12%, bei Dieselmotoren auf kurze Zeit etwa 20%, bei Dampfkraftanlagen dagegen am größten.

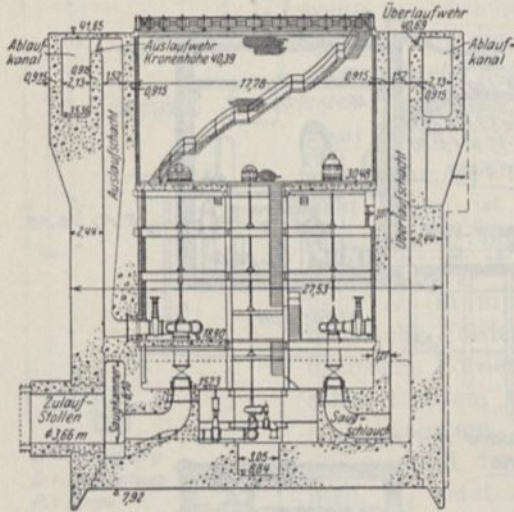


Abb. 40. Flußwasserpumpwerk Detroit, nach »Der Bauingenieur«, Jahrgang 1931.

Die Art der Bedienung hängt in ausgedehntem Maße von der Betriebszeit ab. Am wenigsten Bedienung brauchen Anlagen mit kurzen Betriebszeiten, die meiste Bedienung braucht ein ununterbrochener 24-stündiger Betrieb. Bei gleicher Betriebssicherheit entscheidet der Kostenaufwand.

Es ist weiter zu berücksichtigen, daß der Wasserverbrauch im Laufe der Zeit erfahrungsgemäß ansteigt, daß also Platz für Vergrößerung des Werkes von vornherein bereitgestellt werden muß. (Abb. 40.)

Während in früheren Zeiten die Kolben- und Plungerpumpe mit Dampf als Antriebskraft fast ausschließlich Verwendung fand, hat heute die Kreiselpumpe, namentlich in Verbindung mit dem elektrischen Motor, außerordentlich an Verbreitung gewonnen. Neben derartigen aus Pumpen und Motoren bestehenden Pumpwerken gibt es auch öfter Anlagen, bei denen die Betriebskraft direkt ohne Vermittlung eines Motors das Wasser hebt.

b) Kolbenpumpen.

Pumpen, bei denen die Kolbenbewegung in senkrechter Richtung erfolgt, heißen stehende, solche mit waagerechter Bewegung liegende Pumpen. Bei der letzten Art kann die Saughöhe höchstens 6 m betragen.

Der Kolben wird entweder als Scheibenkolben (dieser arbeitet stets nur mit einer seiner Flächen) oder als Tauch- (bzw. Plunger-)kolben ausgeführt (hier wird das Wasser durch das Volumen des Kolbens fortgedrückt). Scheibenkolben werden verwendet bei Förderhöhen bis 30 m, sie können undicht werden. Plungerkolben sind besser, weil sie eine unbewegliche, leicht zugängliche Dichtung besitzen.

Hinsichtlich der Wirkung sind zu unterscheiden einfach wirkende, doppelt wirkende und Differentialpumpen.

Bei der einfach wirkenden Pumpe saugt der Kolben beim Hingang das Wasser an und drückt es beim Rückgang in das Druckrohr. Sie läßt sich nur bei kleinen Wassermengen und nicht zu großer Förderhöhe gebrauchen. Bei großen Wassermengen und Förderhöhen muß die Arbeit durch ein Schwungrad unterstützt werden, oder es müssen mehrere einfach wirkende Pumpen mit versetzter Kurbel auf gemeinsamer Welle benützt werden.

Bei der doppelt wirkenden Pumpe saugt der Kolben beim Hingang in dem einen und drückt in dem anderen Zylindergehäuse, beim Rückgang ist die Wirkung umgekehrt. Sie eignet sich für kleine und mittlere Förderhöhen.

Die Differentialpumpe steht hinsichtlich der Wirkung zwischen einfach und doppelt wirkender Pumpe. Sie besitzt einen Kolben mit zwei verschiedenen Querschnitten. Beim Hingang wird aus dem Arbeitsraum des großen Kolbens das Wasser zum Teil in die Förderleitung, zum Teil in den Arbeitsraum des kleinen Kolbens gedrückt, beim Rückgang saugt der große Kolben und drückt gleichzeitig Wasser aus dem Arbeitsraum des kleinen Kolbens in die Förderleitung. Es besteht also einfache Saugwirkung und doppelt verteilte Druckwirkung. Diese Pumpe eignet sich für kleine Wassermengen und große Förderhöhen.

Außerordentlich wichtig ist bei allen Arten eine gute Ausbildung der Ventile. Bei kleinen Wassermengen benützt man Tellerventile, bei großen Wassermengen Ringventile oder Gruppenventile. Für schnellaufende Pumpen sind federnde Klappeventile im Gebrauch, gesteuerte Ventile kommen nur noch bei sehr großer Hubhöhe zur Verwendung.

Um die Bewegung möglichst gleichmäßig zu gestalten und um zu große Saug- bzw. Druckspannungen zu vermeiden, ist in der Nähe der Saugventile ein Saugwindkessel, in der Nähe der Druckventile ein Druckwindkessel notwendig. Die Windkessel müssen um so größer sein, je größer die Wassermenge und je größer die Saug- und Druckhöhe ist.

Als Vorteile der Kolbenpumpen sind zu bezeichnen: die große mögliche Saughöhe, der große Wirkungsgrad (0,85 bis 0,98), die große Regulierfähigkeit durch Veränderung der Drehzahl (60 bis 250 U/min).

Als Nachteil sind zu benennen: die hohen Anlagekosten, der große Platzbedarf, die vielen beweglichen Teile.

Man wird Kolbenpumpen verwenden bei großen Leistungen, bei langen Arbeitszeiten und bei Benützung von Dampf als Antriebskraft.

c) Kreiselpumpen.

Die Kreiselpumpe (Zentrifugal-, Rotationspumpe) besteht aus einem mit Schaufeln versehenen Laufrad in einem Gehäuse. Das an der Achse des Rades eintretende Wasser wird bei der Radumdrehung an den Radumfang geschleudert und tritt aus dem Gehäuse mit einer bestimmten Geschwindigkeit und mit bestimmtem Druck aus. Die erzeugte Geschwindigkeitshöhe kann dadurch für eine Druckzunahme nutzbar gemacht werden, daß das aus dem Laufrad austretende Wasser in Leitkanäle geleitet wird, die feststehen und sich nach außen erweitern.

Während bisher fast ausschließlich Kreiselpumpen mit waagrechter Welle benützt wurden, werden neuerdings auch vielfach solche mit senkrechter Welle verwendet.

Jede Kreiselpumpe besitzt bei einer bestimmten Förderhöhe und Fördermenge einen günstigsten Wirkungsgrad, der sich bei einer gewissen Umdrehungszahl einstellt. Er kann durch Regelung eingestellt werden. Wird die Förderhöhe

darüber gesteigert, dann geht die Fördermenge zurück, verringert man die Förderhöhe, dann steigt die Fördermenge. Die Regelung kann außer durch Veränderung der Drehzahl auch durch Drosselung in der Druckleitung erfolgen. Die Saughöhe beträgt meist 4 bis 5 m, höchstens 7 bis 8 m.

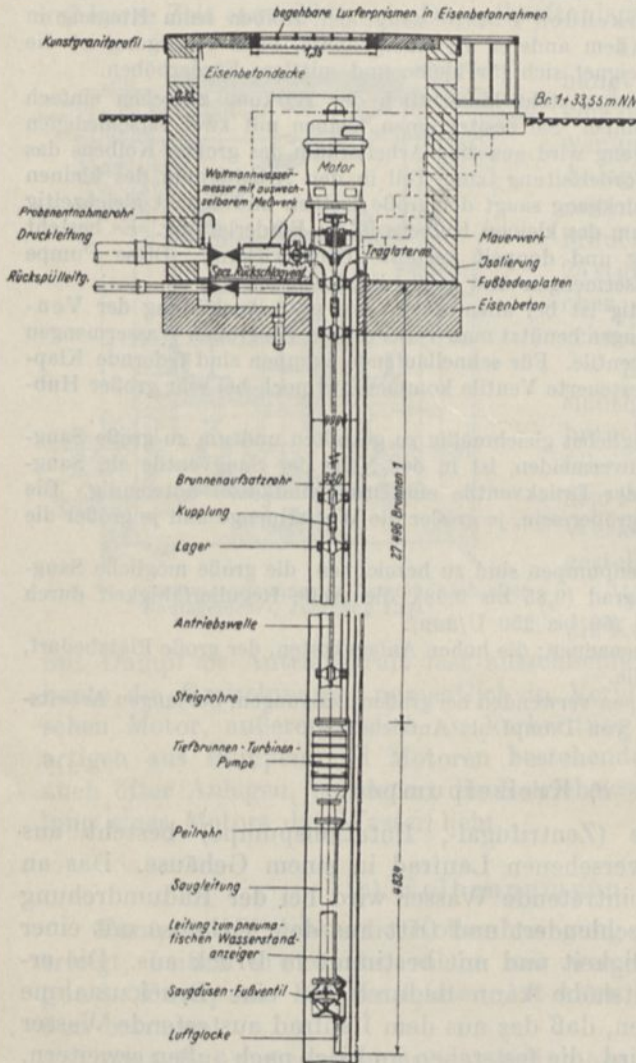
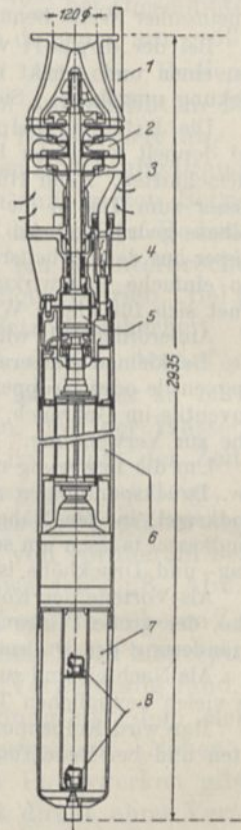


Abb. 41. Tiefbrunnenpumpanlage (Altona), nach „Das Gas- und Wasserfach“, Jahrgang 1931.



- 1 Elektr. Zuleitungskabel u. Preßluftzuführung
- 2 Pumpe
- 3 Füllenblech
- 4 Stopfbüchse
- 5 Kupplung
- 6 Motor
- 7 Motorsumpf
- 8 Schwimmerkontakte

Abb. 42. Überdrucklose Tauchpumpe (Fassungsanlage Praunheim II, Frankfurt a. M.), nach „Das Gas- und Wasserfach“, Jahrgang 1932.

Bei kleinen Wassermengen und großen Förderhöhen wird der Wirkungsgrad für ein Laufrad gering. Man ordnet dann zwei oder mehrere Laufräder hintereinander an auf gemeinsamer Welle. Das Wasser muß hierbei nacheinander die Räder durchströmen. Nach der Zahl der Laufräder unterscheidet man einstufige

und mehrstufige Kreiselpumpen. Unter sonst gleichen Verhältnissen muß mit größer werdender Förderhöhe die Zahl der Stufen zunehmen, für eine Stufe rechnet man 70 bis 80 m Förderhöhe. Außer durch Erhöhung der Stufenzahl ist eine Steigerung möglich durch Erhöhung der Drehzahl. Dabei erfordern kleine Förderhöhen große Drehzahl und umgekehrt. Die Zahl der Umdrehungen in der Minute beträgt zwischen 500 und 3000.

Vor der Inbetriebnahme muß die Kreiselpumpe nebst der Saugleitung mit Wasser gefüllt werden. Es gibt auch sog. selbstansaugende Kreiselpumpen (Elmopumpe, Sihipumpe).

An besonderen Ausführungsarten, soweit sie in der Wasserversorgung verwendet werden, seien genannt: die Simopumpe, die Rohrbrunnenpumpe und die Tiefbrunnenpumpe.

Bei der Simopumpe, die für Leistungen von 500 bis 2500 l/min bis zu 25 m Förderhöhe geliefert wird, sind Pumpe und Motor unmittelbar zusammengebaut.

Die Rohrbrunnenpumpe mit senkrechter Welle ist aus einzelnen Druckstufen zusammengebaut und befindet sich im Rohrbrunnen. (Abb. 41.) Der Antrieb erfolgt über dem Wasserspiegel durch Elektromotor oder Riemen, Leistung etwa 0,2 bis 6 m³/min und 70 m Förderhöhe.

Die Tiefbrunnenpumpe (Tauchpumpe), ebenfalls für Rohrbrunnen gedacht, taucht vollständig mit Motor in das zu fördernde Wasser. (Abb. 42.) Sie ist erst in neuester Zeit in die Wasserversorgung eingeführt (Frankfurt a. M., Erfurt).

Als Vorteile der Kreiselpumpe sind zu bezeichnen: geringer Preis, geringer Raumbedarf, geringe Bedienungskosten, geringe Instandhaltungskosten, große Einfachheit, große Betriebssicherheit, keine Bruchgefahr (auch bei geschlossener Druckleitung), keine Wasserstöße in der Leitung.

Als Nachteile sind zu nennen: die geringe Saughöhe, der geringe Wirkungsgrad und damit größerer Kraftbedarf.

Die Kreiselpumpe ist vorzuziehen bei großen Wassermengen und geringer Förderhöhe, bei kurzer Betriebsdauer und bei elektrischem Antrieb.

d) Die Antriebskraft.

α) Dampf.

Die Anlage besteht aus Dampfkessel und Kraftmaschine. Es werden Großwasserraumkessel (Ein- und Zweiflammrohrkessel), Wasserrohrkessel (mit großer Heizfläche auf kleiner Grundfläche) verwendet.

Fast immer wird mit überhitztem Dampf gearbeitet, der keine Kondensationsverluste ergibt und trocken ist. Mischkondensation wird bei Kolbenmaschinen, Oberflächenkondensation bei Turbinen vorgezogen.

Die Kraftmaschine kann eine Kolbenmaschine oder Turbine sein. Bei der Kolbenmaschine unterscheidet man je nach Bauart, Wirkungsweise usw. stehende, liegende, Einzylinder- und Mehrzylindermaschinen, einstufige und mehrstufige Expansionsmaschinen usw. Die Drehzahl bewegt sich zwischen 80 und 150 in der Minute. Bei Leistungen bis 100 PS werden meist Einzylindermaschinen gebraucht, für größere Leistungen bevorzugt man mehrstufige Expansionsmaschinen.

Dampfturbinen kommen namentlich bei großen Leistungen zur Anwendung. Die Umdrehungszahl beträgt 1000 bis 9000 in der Minute, darum ist die Turbine vor allem geeignet für Kreiselpumpen.

Die Turbinen haben etwa von 500 PS Leistung an aufwärts gegenüber den Kolbenmaschinen geringeren Dampfverbrauch. Außerdem benötigen sie geringere Bedienungs- und Schmierkosten, geringeren Platz; bei Kreiselpumpen kann der Antrieb direkt erfolgen.

β) *Elektrizität.*

Für Wasserhebung kommt Gleichstrom und Drehstrom in Betracht.

Von den Gleichstrommotoren wird fast ausschließlich der Nebenschlußmotor, bei dem nur ein Teil des Stromes durch die Magnete fließt, verwendet. Dieser besitzt nämlich bei den verschiedensten Belastungen beinahe gleiche Drehzahl. Die Drehzahl beträgt bei kleinen Motoren bis 1500 und mehr, bei großen bis 900 U/min. Als Vorzug der Gleichstrommotoren ist zu bezeichnen, daß sie unter voller Belastung anlaufen können. Im allgemeinen werden derartige Motoren bis zu 400 PS mit einer Spannung bis zu 500 V ausgeführt.

Von den Wechselstrommotoren wird fast nur der 3phasige Drehstrommotor bei Spannungen über 500 V verwendet. Man benützt ihn statt des Gleichstromes, wenn der Strom aus großen Entfernungen bezogen wird, falls nicht eine Umformung in Gleichstrom erfolgt. Der Drehstrommotor ist sehr einfach in Bau und Betrieb, läßt sich ohne Gefahr überlasten und ist daher außerordentlich betriebssicher.

Der elektrische Strom als Antriebskraft hat sich sehr verbreitet, seitdem man ihn bequem und einfach von Kraftwerken beziehen kann, er bedingt geringe Anschaffungskosten, braucht wenig Platz, dagegen sind die Betriebskosten oft hoch. Man findet ihn vor allem in Verbindung mit Kreiselpumpen oder als Reserveantrieb. Selbsttätige Pumpwerke und Kreiselpumpen mit senkrechter Welle sind nur durch ihn möglich.

γ) *Verbrennungskraftmaschinen.*

In diesen Maschinen erfolgt die Umänderung der im Brennstoff enthaltenen Energie in mechanische Arbeit in der Maschine selbst. Man unterscheidet Explosionsmotoren und Gleichdruckmotoren.

Beim Explosionsmotor bringt man den Brennstoff (Gas, Dampf, Flüssigkeitsnebel) mit der nötigen Luftmenge zusammen in den Arbeitszylinder; dort explodiert er. Beim Gleichdruckmotor wird der Brennstoff so in den Arbeitszylinder gebracht, daß eine allmähliche Verbrennung vor sich geht. Nach der Arbeitsweise sind zu unterscheiden: Viertakt- (4 Hübe = 2 U für den Arbeitsvorgang) und Zweitaktmotoren (2 Hübe = 1 U).

Allen Verbrennungskraftmaschinen ist eigentümlich, daß das Brennstoffgemisch möglichst kalt in den Arbeitszylinder kommt. Es muß dieser deshalb gekühlt werden. Der Verbrauch an Kühlwasser ist ziemlich hoch, nach der Art der Maschinen aber verschieden groß. Alle Verbrennungskraftmaschinen müssen erst in Gang gebracht werden. Dafür ist aber die Ausnützung des Brennstoffes eine bedeutend bessere als in einer Dampfkraftanlage.

Es werden in der Wasserversorgung benützt: Gasmotoren, Motoren mit flüssigen Brennstoffen und Dieselmotoren.

Unter den Gasmotoren ist der Sauggasmotor der verbreitetste. Bei ihm wird das Kraftgas durch die Saugwirkung des Motors erzeugt. Die Anlage umfaßt den Generator (Verbrennungsbehälter), Skrubber (Naßreiniger) und den Trockenreiniger. Weniger benützt wird der Leuchtgasmotor (bis Leistungen von 25 PS), weil Leuchtgas teurer ist als Sauggas.

Unter den Motoren mit flüssigen Brennstoffen ist hauptsächlich der Benzolmotor verbreitet, Benzin- und Spiritusmotor kommen weniger häufig vor.

Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Maschinen saugt der Dieselmotor nur Luft an. Diese wird auf 30 bis 32 at komprimiert. In die so auf 600 bis 700°C erhitzte Luft wird der Brennstoff, fein zerstäubt, eingeleitet, er entzündet sich von selbst. Als Brennstoff wird in Deutschland vor allem Steinkohlenteeröl verwendet. Außer der zuerst vorwiegend ausgeführten stehenden Form, die bis zu 200 PS je Zylinder ausgeführt wird, ist auch die liegende Form in Verwendung gekommen, die von 250 PS Leistung an gebaut wird. Der Dieselmotor ist schnell betriebsbereit, er eignet sich als Antrieb großer Pumpenanlagen, besonders gerne wird er bei elektrischem Betrieb als Reservemaschine aufgestellt.

Alle stehenden Verbrennungskraftmaschinen beanspruchen wenig Platz, dafür sind sie aber gegen Belastungsschwankungen sehr empfindlich.

δ) Wasser- und Windkraft.

Als Antriebsform kommt bei Wasserkraft die Turbine fast ausschließlich vor, das Wasserrad wird wegen seiner langsamen Umdrehung sehr selten benützt. Unter den Turbinen ist die Francisturbine, die Propellerturbine und das Peltonrad am meisten verbreitet. Die leicht regulierbare, mit hoher Drehzahl ausgestattete Francisturbine kann bei Gefällen bis 250 m und beliebig großen Wassermengen benützt werden, die Propellerturbine findet Verwendung bei Gefällen bis zu 20 m, sie hat eine sehr hohe Drehzahl. Das Peltonrad wird neben der Francisturbine benützt, bei Gefällen über 250 m ausschließlich.

Der Wind wird mittels der Windräder und Windmotoren verwendet. Er eignet sich nur als Antriebskraft für sehr kleine Anlagen. Ein genügend großer Speicherbehälter für windschwache und windstille Zeiten und ein Ersatzmotor anderer Antriebskraft sind immer notwendig.

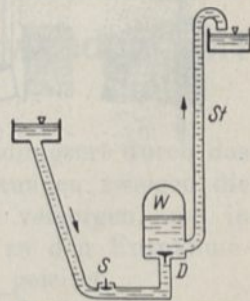
Die Kraftübertragung vom Motor zur Pumpe kann bei Dampf und elektrischem Strom direkt erfolgen, bei Verbrennungsmaschinen ist immer Riemenübertragung notwendig.

e) Unmittelbare Hebung des Wassers durch die Betriebskraft.

Außer den am weitesten verbreiteten Kolben- und Kreiselpumpen mit Antrieb kommen ab und zu bei Vorliegen besonderer Verhältnisse andere Hebemaschinen zur Verwendung, von denen die bekanntesten hier wenigstens kurz angeführt werden sollen.

α) Der hydraulische Widder (Stoßheber).

Dieser dient dazu, kleine Wassermengen mit mäßigem Druck auf größere Höhen zu heben. (Abb. 43.) Von der vorhandenen Wassermenge wird aber nur wenig gehoben, der weitaus größte Teil dient als Triebwasser und läuft so ab. Der Widder wirkt wie folgt. Er besitzt zwei Ventile in einer Rohrleitung, die vom Bezugsort herkommt. Das eine dieser Ventile, das Stoßventil, ist zunächst durch den Wasserdruck geschlossen. Das andere Ventil, das Druckventil, wird durch den gleichen Wasserdruck gehoben und läßt Wasser in einen Windkessel eintreten. Durch die dadurch zusammengepreßte Luft wird von diesem Wasser in die an den Windkessel angeschlossene Steigleitung gedrückt. Dadurch entsteht am Stoßventil eine Druckverminderung,



S = Stoßventil
D = Druckventil
St = Steigleitung
W = Windkessel

Abb. 43. Hydraulischer Widder, Schema.

welche dieses Ventil sich öffnen läßt. Das Wasser strömt an dieser Stelle ins Freie. Die Geschwindigkeit dieses Triebwassers schließt das Stoßventil, das Druckventil öffnet sich, und das Spiel beginnt von neuem.

Der hydraulische Widder ist ein sehr einfaches Instrument, das bei Druckhöhen bis zu 15 m angewendet werden kann, die Steighöhe beträgt etwa das 6- bis 7fache der Druckhöhe. Bei großen Druckhöhen werden die Stöße sehr stark und können die Rohrleitung zerstören. Der Wirkungsgrad beträgt etwa 0,6 bis 0,7, die geförderte Wassermenge zwischen 0,05 und 10 l/s.

β) Wassersäulenmaschinen.

Sie werden heute nur noch sehr selten verwendet, seitdem im selbsttätigen elektrischen Pumpwerk ein vollwertiger Ersatz dafür geschaffen ist.

γ) Pulsometer.

Eine direkte Hebung des Wassers durch Dampf ist möglich durch den Pulsometer. Hier wird durch Kondensation von Wasserdämpfen ein luftleerer Raum er-

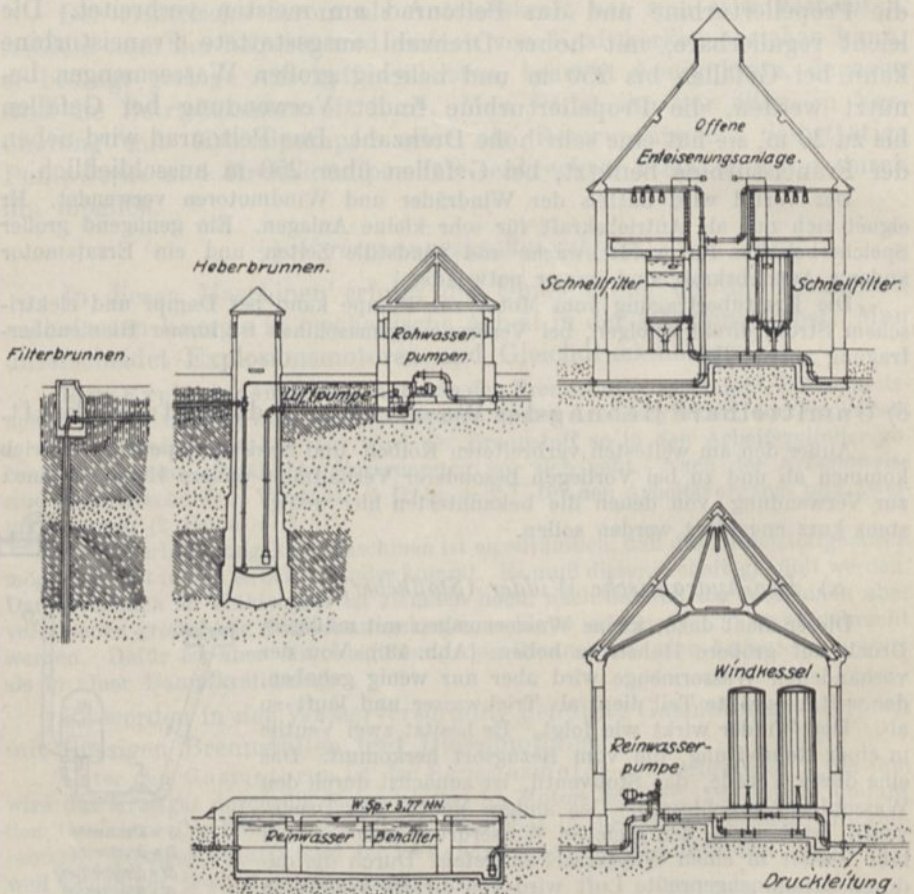


Abb. 44. Selbsttätiges Wasserwerk (Meldorf in Dithmarschen), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1932.

zeugt, in den das Wasser angesaugt wird. Da der Wirkungsgrad ein geringer ist, da das geförderte Wasser wärmer wird, und da mit dem Wasser auch der verbrauchte Dampf gefördert wird, kommt der Pulsometer für Wasserversorgung kaum in Frage. Das gleiche kann auch von den Dampfstrahlpumpen gesagt werden.

δ) *Mammutpumpe.*

Zu den Maschinen zur Hebung von Wasser durch Druckluft gehören die Ejektoren und die Mammutpumpe. Ejektoren werden fast nur zur Hebung von Abwasser benützt. Dagegen kommt die Mammutpumpe auch in der Wasserversorgung zur Verwendung. Ihr Vorteil ist, daß keinerlei Ventile und sonstige bewegliche Teile vorhanden sind, ihr Nachteil, daß der Förderbrunnen eine gewisse Tiefe besitzen muß. Die Anlage besteht in einem Kompressor (Luftpumpe), einem Windkessel und einem Steigerrohr (Förderrohr), an dessen Fußstück die Druckluftleitung angeschlossen ist. Im Steigerrohr mischen sich Wasser und Luft. Das spezifische Gewicht dieses Gemisches ist geringer als das des Wassers. Durch diesen Unterschied wird das Luft-Wassergemisch im Steigerrohr gehoben. Der Wirkungsgrad beträgt 0,1 bis 0,3.

Schließlich seien noch erwähnt: die Tiefbrunnenpumpe (mit Düse) zur raschen Beseitigung kleiner Wassermengen, die Dampfpumpe ohne Schwungrad, die Gaspumpe; sie alle haben für die zentrale Wasserversorgung keine Bedeutung.

ε) *Selbsttätige Pumpwerke.*

Während bei den Pumpwerken der einheitlichen Wasserversorgung immer ein regelmäßiger Betrieb durchgeführt werden muß, um die notwendige Wassermenge sicherzustellen, kann es bei kleinen Gemeinden oder bei einzelnen Bezirken eines Netzes, die ihrer Höhenlage wegen nicht ohne weiteres in das Gesamtnetz einbezogen werden können, vorkommen, daß die Wasserhebung nur im Bedarfsfalle durchgeführt werden muß. (Abb. 44.) Hier sind selbsttätige Pumpwerke am Platze, die entweder in bestimmten Zeitabständen oder bei Erreichen bestimmter Wasserstände im Hochbehälter oder bei Sinken des Wasserdruckes unter ein bestimmtes Maß die Pumpen selbsttätig einschalten und ebenso wieder ausschalten. Sie bestehen meist in mehrstufigen Kreiselpumpen mit elektrischem Antrieb. Meist werden hier auch Hydrophore angewendet. (Siehe Abschnitt VIII.)

VII. Wie wird das Wasser am Verwendungsort verteilt?

Die Verteilung des Wassers erfolgt am Verwendungsort durch das Ortsrohrnetz in den Straßen. Von den Straßenleitungen zweigen die Grundstücksleitungen ab, welche die Grundstücke versorgen, und in diesen wird das Wasser durch die Hausleitungen zu den Entnahmestellen in den Stockwerken und an anderen Orten geleitet.

1. Rohrnetz.

Für die Gesamtanordnung ist maßgebend, daß das Wasser auf kürzestem Wege zu den Entnahmestellen geführt wird.

Es wird sich dabei von selbst ergeben, daß man zunächst die Hauptversorgungsgebiete (am dichtesten bebaut) mit Wasser versieht. Örtliche Besonderheiten (wie Baugrund, günstige Drucklinie, neu befestigte Straßen usw.) können Abweichungen von dieser Regel veranlassen. Von dem auf diese Weise sich ergebenden Hauptstrang legt man Verteilungsstränge in die Stadtbezirke, die sich dann dort wieder in die einzelnen Straßenleitungen teilen. Es entsteht so ein Rohrnetz, das nach dem Verästelungssystem angeordnet ist. Auch bei mehreren Hauptsträngen wird man ähnlich verfahren. Für den Betrieb ist es aber günstig, wenn nicht so viele stumpf endigende Rohrstränge im Netz vorhanden sind, weil in diesen Enden das Wasser ohne Bewegung ist, weil bei Rohrschäden alle Leitungen hinter der Bruchstelle ohne Wasser sind, und weil bei Bekämpfung von Schadenfeuer es günstig ist, wenn der Wasserentnahmestelle (dem Hydranten) von mehreren Seiten her Wasser zuströmen kann. Man wird darum die toten Enden, wo es möglich ist, verbinden, so daß jedem Punkte von zwei Seiten Wasser zufließen kann, oder man wird mindestens die einzelnen Bezirke durch Rohrleitungen größerer Weite miteinander verbinden. So entsteht aus dem Verästelungssystem das Kreislaufsystem. Auch bei diesem lassen sich aber in den Außenbezirken tote Enden nicht vermeiden. Erschwert wird durch das Kreislaufsystem die Betriebskontrolle, die Feststellung des Wasserverbrauchs und des Wasserverlustes (auch bei eingebauten Bezirkswassermessern ist sie ziemlich unsicher).

Din (Die Lage der Leitungen im Straßenquerschnitt ist jetzt durch Normung festgelegt (Dinorm 1998). Danach ist bei vielen Versorgungsleitungen im Straßenquerschnitt ein Hauptstrang (Hauptleitung, Bezirksleitung) in den Fahrdamm zu legen, Straßenleitungen zur Versorgung der Grundstücke kommen in den Bürgersteig. In kleineren Ortschaften, wo die Zahl der Leitungen im Straßenquerschnitt nicht so groß ist, wird man wohl allgemein die Straßenleitungen in den Fahrdamm legen (falls nicht die Art der Straßenbefestigung das verhindert) und zwar auf die Seite; die Mitte ist der Kanalisation vorbehalten. Dadurch werden die Grundstückszuleitungen auf der einen Straßenseite länger als auf der andern. Da aber diese Zuleitungen bis zur Grundstücksgrenze doch auf allgemeine Kosten verlegt werden, ist diese Anordnung für die Höhe der Kosten belanglos.

Man verlegt die Leitungen mit einer Scheiteldeckung von 1,5 m, Abweichungen kommen selbstverständlich vor. Diese Tiefe von 1,5 m hat sich auch in kalten Wintern bewährt.

Für unter Druck stehende Wasserleitungen verwendet man vor allem Rohre aus Gußeisen, Stahl- und Schmiedeeisen. Rohre aus anderen Stoffen haben sich allgemein noch nicht einführen können. Bei Eisenrohren unterscheidet man je nach der Art der Verbindung Muffen- und Flanschenrohre.

Gußeisenrohre. Für die Abmessungen der gußeisernen Muffen- und Flanschenrohre gelten die vom Deutschen Normenausschuß herausgegebenen Normen (DIN 2422, 2432, 2437). Für die Lieferung dieser Rohre gelten die Technischen Lieferbedingungen (DIN 2420).

Das gußeiserne Muffendruckrohr wird für Wasserleitungen wegen seiner hohen, durch viele Jahrzehnte bewährten Widerstandsfähigkeit

gegen zerstörende chemische Einwirkungen und seiner sonstigen Eigenschaften bevorzugt.

Die Herstellung der Gußrohre erfolgte bis vor einigen Jahren im Sandgußverfahren, wobei die Rohre in stehenden, getrockneten Formen mit der Muffe nach unten gegossen werden. Heute werden in den Abmessungen bis einschließlich 600 mm l. W. schon etwa 75% des gesamten Bedarfes in Schleudergußrohren geliefert. Die Herstellung erfolgt in rotierenden Formen und zwar entweder in Kokillen (De-Lavand-Verfahren) oder in Sandformen (sand spun-Verfahren). Die nach diesem Verfahren hergestellten Rohre haben gegenüber den Sandgußrohren eine um 50 bis 80% höhere Materialfestigkeit und dementsprechend ist auch die Widerstandsfähigkeit gegen Druckbeanspruchungen größer. Das Gefüge der Schleudergußrohre ist dichter als das der Sandgußrohre. Dadurch wird die ohnehin vorhandene große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen noch vergrößert.

Zur Erhöhung der Rostsicherheit werden Gußrohre nach der Druckprobe noch innen und außen asphaltiert. Der Asphaltenschutz wird durch Eintauchen der erwärmten Rohre in ein heißes Bitumenbad hergestellt. Die Temperatur des Bades und der Rohre ist genau geregelt. Bei besonders ungünstigen Wasser- und Bodenverhältnissen empfiehlt es sich, die asphaltierten Rohre noch einmal kalt mit Bitumen oder z. B. mit Inertol nachzustreichen. In allerneuester Zeit sind auch innen emailierte Gußrohre auf den Markt gebracht und mit Erfolg zur Förderung besonders angreifender Wässer verwendet worden.

Sandgußrohre werden auf 20 at Wasserdruck unter gleichzeitigem Abhämmern geprüft; sie eignen sich für Betriebsdrücke bis zu 10 at. Bei Schleudergußrohren beträgt der Prüfdruck 30 at und der zulässige Betriebsdruck 15 at. Für niedrigere Betriebsdrücke können zur Verbilligung der Anlage Schleudergußrohre in leichterer Ausführung genommen werden. Bei Betriebsdrücken über 15 at ist eine Verstärkung der Wandung erforderlich; Änderungen in der Wandstärke erfolgen stets auf Kosten der lichten Weite des Rohres.

Die Baulänge der gußeisernen Muffenrohre beträgt bis 70 mm l. W. 3 m und von 80 mm l. W. an 4 und 5 m.

Stahl- und Schmiedeisenrohre. Von diesen beiden Rohrarten werden für Wasserleitungen nahtlose Stahlrohre wegen des härteren Materials und des Fortfalles der Schweißnaht bevorzugt.

Nahtlose Stahlrohre werden bis 600 mm l. W. geliefert. Wassergasgeschweißte Rohre werden von 300 mm l. W. an aufwärts bis zu den größten Abmessungen und in allen Wandstärken geliefert. Bei schmiedeeisernen Wasserleitungsrohren größeren Durchmessers soll mit Rücksicht auf die Rostsicherheit und die Festigkeit des

Rohres mit der Wandstärke nicht unter $\frac{d}{100} + 2$ mm gegangen werden. Die Wandstärke der Stahlrohre ist kleiner als die der Gußrohre, sie ist je nach dem Durchmesser nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ so groß und dementsprechend ist das Gewicht geringer. Dadurch ist es möglich, die Stahlrohre in größeren Baulängen (8 bis 12 m) zu liefern, ohne daß dadurch die Verlegung erschwert wird.

Stahlrohre und Schmiederohre sind bruchsicher, sie lassen sich in den kleinen Abmessungen kalt biegen.

Die Widerstandsfähigkeit gegenüber elektrischen und chemischen Einwirkungen ist gering. Beide Rohrarten bedürfen daher eines besonderen künstlichen Schutzes. Dieser Schutz erfolgt von außen durch Umwicklung der Rohre mit in Asphalt getränkter Jute oder durch eine Wollfilzbitumenisolierung, im Innern durch Asphaltierung des Rohres oder durch Ausschleuderung mit Bitumen. Jeder künstliche Schutz ist der Gefahr der Zerstörung oder Beschädigung beim Transport und beim Verlegen ausgesetzt und erfordert daher strenge Aufsicht vor dem Verfüllen.

Prof. Dr. L. P. B. B. B.

Ob Gußeisen oder Stahl- bzw. Schmiedeisen der für eine Wasserleitung geeignetste Rohstoff ist, wird von den besonderen Verhältnissen der Leitung abhängen. Das Gußrohr verdient bei Wasserleitungen im allgemeinen den Vorzug. Das gilt immer innerhalb der Orte, ganz besonders bei ländlichen Wasserleitungen infolge der hier bestehenden Zerstörungsgefahr (Jauche). Bei höheren Drücken wird zu überlegen sein, ob man mit Rücksicht auf die Preise verstärkte Gußrohre oder Stahlrohre nimmt.

a) Muffen- und Flanschenverbindungen.

Die Verbindung der Rohre untereinander erfolgt bei Erdleitungen in der Regel durch Muffen, bei über der Erde liegenden Leitungen durch Flanschen. Bei der Muffenverbindung wird das glatte Ende des einen Rohres in das erweiterte Ende des anderen Rohres, die sog. Muffe, eingeschoben und der Zwischenraum mit Hanfstrick und Blei verstemmt. Die Muffe kann der besonderen Beanspruchung entsprechend ausgebildet werden. Diese Dichtungsart hat sich durch viele Jahrzehnte hindurch bewährt und findet heute noch ausgedehnte Verwendung.

Das Blei wird entweder eingegossen oder man verwendet es in fester Form als Riffelblei (auch mit Holzwolle statt Hanfstrick) oder Bleiwolle. Die Bleimuffe gestattet nur eine geringe Beweglichkeit. (Abb. 45.) Wird eine solche gefordert,

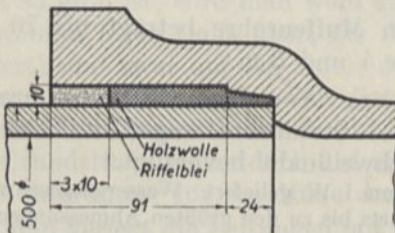


Abb. 45. Gußeisenrohrmuffe mit Holzwolle und Riffelblei gedichtet.

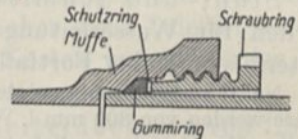


Abb. 46. Schraubmuffendichtung.

so gebraucht man die sog. Langmuffe, bei der das glatte Rohrende die Möglichkeit hat, sich in der stopfbüchsenartigen Verlängerung der Muffe zu bewegen. Heute ist die Verwendung von Blei in Deutschland verboten. (Umstellnorm DIN 3525 bis 3527U, 3511—3519U, 1397U, 2435U.) In den letzten Jahren findet bei Gußrohren mehr und mehr eine andere Verbindung Eingang, die sog. Schraubmuffe, welche die Zuverlässigkeit der Verbindung mit Beweglichkeit verbindet. (Abb. 46.) Bei dieser Verbindung dient als Dichtungsorgan ein Gummiring, der in den Raum zwischen Muffe und Schwanzende eingeführt und durch einen Schraubring bis zur Abdichtung angepreßt wird. Der Vorzug dieser Verbindung besteht darin, daß die Rohrleitung völlig spannungslos im Boden liegt und sich Bewegungen des Bodens anpassen kann. Dadurch sind Rohrbrüche praktisch so gut wie ausgeschlossen. Außerdem läßt sich die Verbindung leicht und schnell herstellen, und es wird das lange Offenstehen der Gräben vermieden. Die Verbindung bietet besondere Vor-

teile dann, wenn die Rohrverlegung unter ungünstigen Verhältnissen erfolgt (Grundwasser).

Rohrleitungen mit Gummidichtungen eignen sich besonders für Leitungen, bei denen absolute Dichtheit gefordert wird (Heberleitungen). Jetzt hat die Gußröhrenindustrie neue, wesentlich einfachere Verbindungen herausgebracht, die ebenfalls Gummi als Dichtungsmaterial benutzen, nämlich die Gummirollringmuffe und in neuester Zeit die Isomuffe (mit Gummimanschette). (Abb. 47 u. 48.)

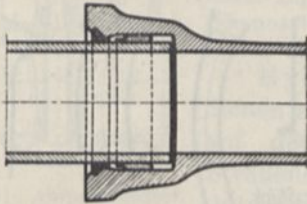
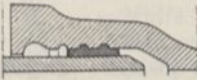


Abb. 47.
Gummirollringmuffen.

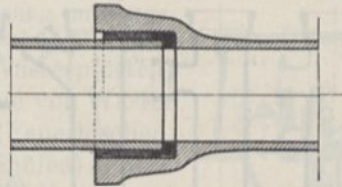


Abb. 48. Iso-Muffe, oben mit kurzer,
unten mit langer Manschette.

Bedenken gegen die Verwendung von Gummi als Dichtungsmaterial bestehen nicht, nachdem sich die bekannte Thiemsche Gummidichtung bei Heberleitungen an vielen Orten durch lange Jahre bewährt hat.

Stahl- und Schmiederohre haben die alte Gußmuffe wie auch die Schraubmuffe mit geringen Abänderungen übernommen. Auch hier findet sich bei beweglichen Bodenverhältnissen eine Langmuffenkonstruktion, die Schalker Muffe.

Bei beiden Rohrarten besteht noch eine besondere Verbindungsmöglichkeit durch Zusammenschweißen der Rohre. Für Wasserleitungen ist diese Art der Verbindung nicht vorteilhaft. Durch die Erhitzung des Rohres beim Schweißen wird der Schutzanstrich im Innern des Rohres verbrannt. Da ein Ersatz des verbrannten Anstrichs immer nur mangelhaft (bei kleinen Durchmessern überhaupt nicht) möglich ist, so bedeutet die Schweißstelle immer eine Gefahrenstelle, an der die Zerstörung des Rohres von innen einsetzen kann. Bei Gußrohren hat man eine Verbindung durch Lötung versucht. Die Versuche haben aber nicht befriedigt.

Außer Gummi ist auch Aluminiumwolle und Weichdraht zur Dichtung herangezogen worden, die Versuche sind noch nicht abgeschlossen.¹⁾

Bei der Flanschdichtung erfolgt die Abdichtung durch Ringe aus Gummi oder Metall, die zwischen die Flanschen gelegt und durch Schrauben zusammengepreßt werden. (Abb. 49.)

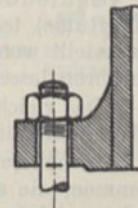


Abb. 49. Flanschverbindung.

b) Formstücke.

Zur Anpassung der Rohrleitungen an das Gelände und zur Herstellung des Verteilungsnetzes sind Formstücke erforderlich, die, soweit

¹⁾ Mengerlinghausen. Muffendichtung mit Blattaluminium. RTA 1935, Nr. 37.

sie regelmäßig gebraucht werden, nach bestimmten Normen (DIN 2430) hergestellt werden. (Abb. 50.) Abnorme Formstücke sollten wegen des höheren Preises infolge besonderer Herstellung und der damit verbundenen längeren Lieferzeit wo irgend möglich vermieden werden.

Fertig verlegte Druckleitungen sollen im Rohrgraben einer Druckprobe unterzogen werden und zwar auf einen Druck, der 10 at über dem Betriebsdruck liegt.

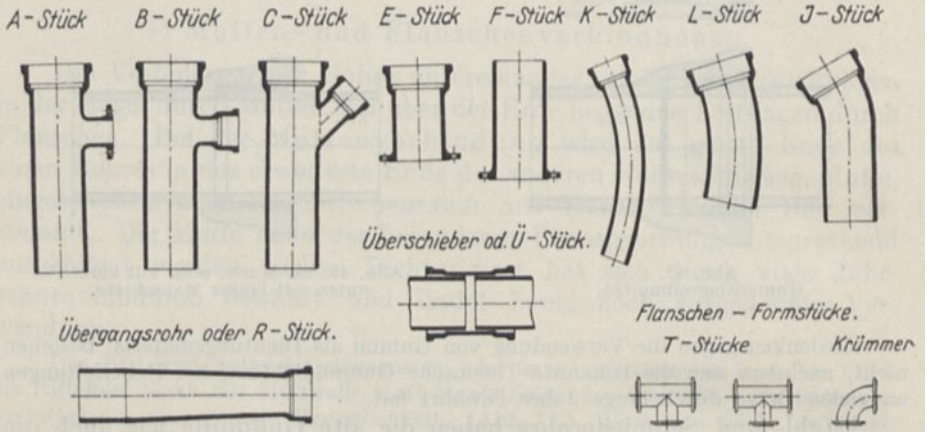


Abb. 50. Formstücke (Normaltabelle).

c) Holz und andere Baustoffe.

Steinzeug- und Betonrohre kommen nur für drucklose Leitungen in Betracht.

Schleuderbetonrohre sind nach verschiedenen Verfahren (Vianini, Dywidag und Hume) teils mit, teils ohne Eiseneinlage, auch mit Bitumenausschleuderung, hergestellt worden, ohne daß sich bis jetzt diese Rohrart bei höheren Drucken hat einführen lassen.

Das gleiche gilt für Holzrohre, die an verschiedenen Stellen zur Verwendung gekommen sind.

In neuerer Zeit sind Asbestzementrohre (Eternitrohre) auf den Markt gekommen, die aus einem Gemisch von Asbest und Zement im Verhältnis 1:6 bestehen und in der Regel in Abmessungen bis 300 mm l. W. hergestellt werden.

2. Armaturen (Zubehör).

Ein Rohrnetz muß außer der glatten Rohrleitung mit Formstücken noch andere Einbauten enthalten, die verschiedenen Zwecken dienen.

Es ist notwendig, zum Zwecke der Reinigung und zur Ausführung von Reparaturen einzelne Rohrlängen vom Wasserdurchfluß auszusperren. Diesem Zwecke dienen die Absperrschieber, welche an allen Abzweigungen und in geraden Rohrstrecken etwa alle 300 bis 400 m eingebaut sein sollen. (Abb. 51.)

Die Schieber müssen so eingerichtet sein, daß sie zur Vermeidung von schädlichen Wasserstößen nur langsam geschlossen und geöffnet werden können. Das geschieht dadurch, daß der Schieber selbst mit Gewinde versehen ist. Der Absperrschieber besteht aus drei Teilen:

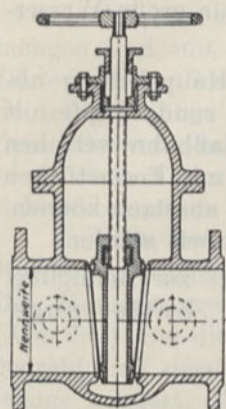


Abb. 51. Absperrschieber.

dem eigentlichen Schieber mit Gehäuse und verlängerter Spindel (letztere durch eine Hülse geschützt), der aufsetzbaren Schlüsselstange und der Straßenschutzkappe. Der Anschluß an die Rohrleitung erfolgt durch Flansch oder Muffe. Die Straßenkappe muß gegen Einsinken eine Unterlage erhalten (Beton, Holz). Der Schieber muß jederzeit leicht zu finden sein, darum wird seine Lage durch seitwärts angebrachte Tafeln mit genauen Maßen besonders gekennzeichnet. (Normung im Gange, ebenso die der Straßenabdeckkappen.)

Hydranten (Wasserpfosten) dienen zur Entnahme von Wasser auf der Straße (Feuerlöschen, Straßensprengen, Spülen). Man unterscheidet Unterflur- und Oberflurhydranten, je nachdem sich die Ausflußöffnung unter oder über der Straßenoberfläche befindet.

Der Oberflurhydrant (Abb. 52) ist leichter zu finden und bequemer an Schlauchleitungen anzuschließen, er behindert aber den Verkehr und erfordert bei im Fahrdamm liegenden Rohrstrang besondere Zuleitung und ist auch teurer. Der Unterflurhydrant sitzt immer auf der Rohrleitung, er muß leicht zu finden sein. (Abb. 53.) Zu seiner Benutzung ist ein Standrohr erforderlich. Ein Hydrant muß einfach konstruiert sein, er muß schnell und viel Wasser liefern, die Einzelteile müssen leicht auszuwechseln gehen, das im Innern verbleibende Wasser muß rasch und sicher entfernt werden können. (DIN 3221/3222.)

Hydranten sollen so nahe aneinander liegen (50 bis 100 m), daß die Schlauchleitungen zur Feuerspritze nicht zu lang werden. Direktes Spritzen ohne Vermittlung der Feuerspritze kommt nur noch selten vor.

Der Trinkwasserentnahme dienen Ventilbrunnen oder Trinkspringbrunnen. Sie dürfen nicht einfrieren und Rücksaugen muß unmöglich sein.

Zur Kontrolle der durchlaufenden Wassermengen und zur Feststellung der Wasserverluste werden in

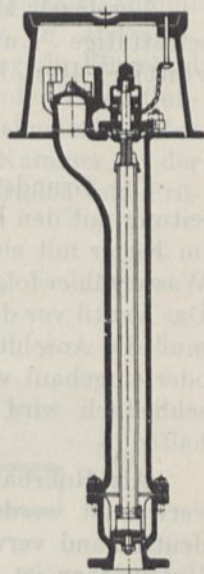


Abb. 53. Unterflurhydrant.

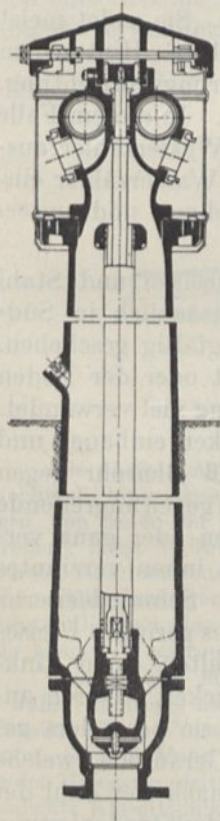


Abb. 52. Oberflurhydrant (frostsicher).

größeren Städten Bezirkswasserzähler eingebaut. Hier werden wegen der stark wechselnden Wassermengen öfter sog. Kombinationen (Verbindungen von Wasserzählern für kleine und für große Wassermengen) mit Vorteil verwendet.

An Punkten, wo mehrere Leitungen von der Hauptleitung abzweigen, kann man Teilkästen einbauen. Das sind runde Töpfe mit Abzweigstutzen, die mit Entlüftungsventil und Ablaßbahn versehen sind. Eine Abzweigung der Leitungen nacheinander mit Formstücken ist aber besser, weil sich im Teilkasten Beimengungen absetzen können, die bei großer Wassergeschwindigkeit wieder aufgewirbelt werden.

Vereinzelt können noch vorkommen: Streifrohre zur Reinigung, selbsttätige Luftventile, Rückschlagklappen, Entlastungsventile, Druckregler.

3. Grundstückszuleitung.

Die Grundstückszuleitung (Hausanschluß) verbindet die Straßenleitung mit den Leitungen im Innern des Grundstücks. Sie endet meist im Keller mit einem Absperrventil vor dem Wasserzähler. Hinter dem Wasserzähler folgt ein weiterer Absperrhahn mit Entleerungsvorrichtung. Das Ventil vor dem Wasserzähler kann auch wegfallen. In diesem Falle muß die Anschlußleitung entleert werden, wenn der Wasserzähler aus- oder eingebaut werden soll. Diese Zuleitung bis zum Wasserzähler einschließlich wird von der Wasserwerksverwaltung gebaut und unterhalten.

Als Rohrbaustoff kann Gußeisen, Blei, Schmiedeeisen und Stahl verwendet werden. Gußeiserne Rohre werden hauptsächlich in Süddeutschland verwendet. Die Verlegung muß sehr sorgfältig geschehen. Vorzuziehen ist Gußeisen, wenn das Wasser Blei löst oder der Boden angreifende Eigenschaften besitzt. Bleirohr wurde bislang viel verwendet. Seine Verlegung ist einfach, da es sich in langen Stücken einbauen und jeder Unebenheit anpassen läßt. Nachteilig ist, daß Bleirohr gegen äußere Beschädigungen sehr empfindlich ist, und daß es gegen angreifende Wässer, die Blei auflösen, besonders geschützt werden oder ganz vermieden werden muß. Als Schutzmaßnahme hat sich innen verzinn-tes Bleirohr (Bleimantelrohr) oder Schwefelung bewährt. Schmiedeeiserne Rohre und Stahlrohre werden immer häufiger wegen des geringen Preises und der hohen Druckfestigkeit verwendet. Sie erhalten einen Zinküberzug oder werden asphaltiert und mit Jute umwickelt. Durch angreifende Wässer und Angriffe aus dem Boden sind sie besonders gefährdet. Nachteilig ist die gute Übertragung der Geräusche, welche Schutzmaßnahmen bedingt. Die Bemessung erfolgt nach der Zahl der Zapfstellen, der Länge der Anschlußleitung und dem in der Straßenleitung herrschenden Druck.

An Zubehör kommen in Betracht: die Absperrventile und der Wasserzähler. Die Absperrventile sind von der gewöhnlichen Art.

Die Wasserzähler dienen zur Kontrolle der verbrauchten Wassermengen und mit zur Feststellung des zu bezahlenden Wasserzinseszinses. Diese Art der Feststellung hat sich als die richtigste erwiesen und bedeutet gegenüber den anderen Arten (Pauschalsatz, Berechnung nach dem Mietwert, nach der Straßenfrontlänge, nach der Stockwerkszahl usw.) einen Fortschritt, ermöglicht sie doch die Feststellung der wirklich verbrauchten Wassermenge. (DIN 3260/3261.)

Von den verschiedenen Arten von Messern (Flügelradzähler, Scheibenzähler, Ringkolbenzähler, Woltmannzähler, Venturimesser) kommt für Hausleitungen vornehmlich der Flügelradzähler in Betracht. (Abb. 54.) Bei diesem wird durch das strömende Wasser ein Flügelrad gedreht und dessen Umdrehungszahl zur Bestimmung der Durchflußmenge benützt. Außer dieser Art wird noch der Scheibenzähler, bei dem die Wassermenge durch Füllen und Leeren einer Kammer, in der sich eine Scheibe herumwältzt, bestimmt wird, bei Kontrollen und Prüfungen verwendet.

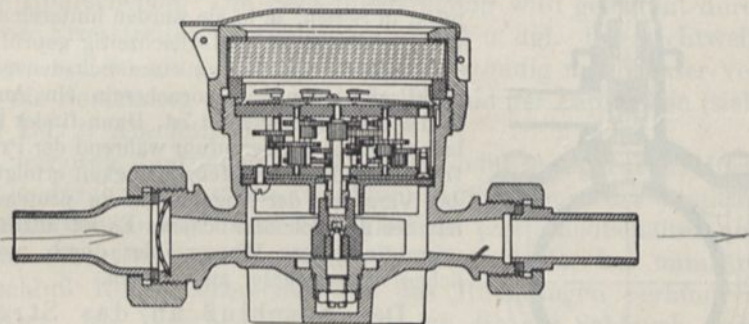


Abb. 54. Flügelradwasserzähler (Trockenläufer).

Alle übrigen Arten werden bei Messung größerer Wassermengen angewendet. Nochmals hingewiesen sei auf die sog. Kombinationen, bestehend aus zwei Messern, von denen der kleinere, meist Flügelradzähler, die kleinen Mengen mißt, der größere, meist Woltmannzähler, die größeren Wassermengen erfaßt. Angewendet werden Kombinationen da, wo durch die gleiche Rohrleitung einmal große, einmal kleine Wassermengen fließen. Zwei Zähler müssen verwendet werden, weil die Empfindlichkeit (das Maß, bei dem ein Zähler anfängt zu zählen) der großen Zähler die kleinen Wassermengen unerfaßt durchläßt.

Wasserzähler müssen in regelmäßigen Zeitabständen (ungefähr alle 2 bis 3 Jahre) in bezug auf ihre Meßgenauigkeit nachgesehen werden, weil diese durch Verschmutzung, Verschleiß und andere Umstände beträchtlich vermindert werden kann. Diese Prüfung ist notwendig, weil der Teil der Wasserverluste, der auf Mängel in den Hauswasserleitungen (Undichtigkeiten in der Leitung, tropfende Wasserhähne, undichte Klosettspülkästen usw.) zurückzuführen ist, wobei es sich in der Zeiteinheit um geringe Wassermengen handelt, vom Zähler meist nicht mehr ausreichend erfaßt wird. Man strebt deshalb danach, die Zählerempfindlichkeit zu erhöhen. Die

Gesamtwasserverluste betragen auch heute noch bei fast der Hälfte aller bestehenden Werke 30% und mehr der geförderten Wassermenge, welche sich auf das Rohrnetz und die Hausleitungen verteilen.

Große Wasserzähler müssen ausgebaut und in einer Prüfzelle nachgesehen werden. Bei kleinen Zählern kann man aber auch fahrbare Prüfeinrichtungen benützen oder durch Vorschalten eines sog. Schadensuchers (das ist ein besonders empfindlicher Wasserzähler mit Registriervorrichtung, meist ein Mengenzähler) oder schließlich auch durch einen aufgesetzten Anlaufprüfer an Ort und Stelle die Prüfung ohne Unterbrechung der Belieferung durchführen.

Die Nachprüfung bei ortsfester und fahrbarer Prüfzelle geschieht dadurch, daß eine bestimmte Wassermenge durch den Zähler in ein geeichtes Sammelgefäß fließt. Die Anzeige des Zählers wird mit dem Gefäßinhalt verglichen und so die Anzeigegenauigkeit des Zählers festgestellt. Das muß mehrere Male mit verschiedenen für den Zähler maßgebenden Beanspruchungen geschehen. Für Prüfung und Einregulierung eines Zählers braucht man ungefähr 2 bis 3 h; des Zeitgewinnes wegen sind die Prüfzellen möglichst handlich und übersichtlich eingerichtet. Namentlich die Prüfung kleiner Wasserzähler erfordert unverhältnismäßig viel Zeit. Darum prüft man Hauswasserzähler meist in Serien, d. h. sie werden hintereinander in die Leitung eingebaut und gleichzeitig geprüft.

Für die Benützung eines Schadensuchers ist es praktisch, wenn von vorneherein ein Anschlußstück in die Leitung eingebaut ist. Dann findet keine Unterbrechung der Wasserzufuhr während der Prüfung statt. Die Feststellung der Meßgenauigkeit erfolgt hier durch den Vergleich der Angabe des zu prüfenden Zählers mit der des Schadensuchers. Es ist anzustreben, alte unempfindlichere Wasserzähler durch neue empfindlichere Wasserzähler zu ersetzen.

Der Anschluß an das Straßenrohr kann bei gefülltem oder leerem Rohr vor sich gehen. Man benützt dazu eine Anbohrschelle, die um das Hauptrohr herumgelegt wird und in der eine Führung für die Anschlußgarnitur angebracht ist. (Abb. 55.) Es gibt jetzt auch einen bügellosen Anbohr-Rohranschluß. Das Anbohren erfolgt meist im Rohrscheitel, weil

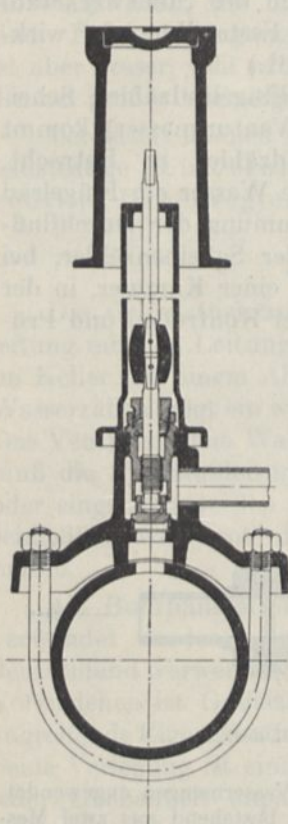


Abb. 55. Ventilrohrschelle (für den Anschluß von Grundstücksleitungen an den Straßenstrang).

diese Art bequemer ist. An das eingesetzte Anschlußstück schließt sich der Hauptabsperrhahn an. Dieser ist meist durch verlängerte Spindel von der Straßenoberfläche aus bedienbar. Mit ihm läßt sich die Wasserzufuhr zum Grundstück absperrn, ohne Privatgrund betreten zu müssen. Eine wichtige Stelle der Zuleitung ist dann noch der Durchbruch der Hausmauer. Hier muß das Zuleitungsrohr so verlegt werden, daß keine Beschädigung entstehen kann. Daher wird es meist mit Lehm umhüllt oder mit Filz umwickelt, oder es werden besondere

Schutzrohre über das Rohr gezogen. Der Wasserzähler muß dann so zugänglich sein, daß er bequem abgelesen werden kann und daß bei Bruch nicht der Keller überschwemmt wird.

4. Einrichtung. (Installation).

Die Ausführung der Leitungen und Entnahmestellen nach dem Wasserzähler ist Sache des Hausbesitzers. Es führt eine oder mehrere (hier Verteilungsanlage — Batterie — notwendig) Steigeleitungen zu den einzelnen Stockwerken, von denen die Zweigleitungen das Wasser zu den Entnahmestellen leiten. Unter jeder Entnahmestelle muß eine Abflußleitung vorhanden sein. Diese Leitungen müssen alle ansteigend ausgeführt werden, damit eine vollständige Entleerung und Entlüftung möglich ist. Jede Steigeleitung erhält einen Absperrhahn mit Entleerungsvorrichtung. Die Verlegung der Leitungen muß frostfrei (also nicht an Außenwänden, in zugigen Hausfluren oder kalten Korridoren) und gegen Beschädigungen geschützt erfolgen, die Hauptleitung in der Nähe der stärksten Verbrauchsstellen. Bei Mauerdruchbrüchen muß ein Spielraum gelassen werden. Die Befestigung erfolgt durch Rohrhaken oder Rohrschellen. Die Schallübertragung wird gehemmt durch Einlagen von Friesstreifen, Jutebändern, Hanf u. dgl. Die Lichtweite der Leitungen soll so sein, daß alle Hausteile ständig mit Wasser versehen sind, die Bemessung erfolgt nach der Anzahl der Zapfstellen (siehe Zahlentafel Bd. 2, Abschnitt IV).

Es ist verboten, Leitungen durch Aborte oder Dunggruben, durch Abflußkanäle, durch Schornsteine zu führen. Außerdem ist der unmittelbare Anschluß von Dampf- und Druckkesseln (Zwischenbehälter notwendig), von Aborten und Pissoiren (Spülkästen oder bei unmittelbarem Anschluß Rohrunterbrecher, die das Rücksaugen verhindern) nicht gestattet. Bei Waschküchenhähnen, an die ein Schlauch angeschraubt wird, muß ein Rückschlagventil eingebaut werden. Unter jeder Entnahmestelle ist eine Abflußleitung vorzusehen.

Für die Leitungen werden verwendet: verzinkte schmiedeiserne Rohre mit Gewindeverbindung nebst Bögen, Verbindungs- und Abzweig- und Anschlußstücken (Fittings), Bleirohr (Verbindung durch Lötung, namentlich bei Waschtischen und Spülkästen), Kupferrohr, Zinnrohr mit Bleimantel, rostfreie Stahlrohre, Gußeisenrohr. Die Reihenfolge zeigt die abnehmende Häufigkeit der Verwendung.

Zur Wasserentnahme braucht man Zapfhähne. Sie sind aus Bronze, Messing oder Neusilber hergestellt. Hauptbedingung ist, daß der Zapfhahn sich langsam schließt und öffnet, damit Wasserstöße vermieden werden. Diese Bedingung erfüllt der Ventil- oder Niederschraubhahn, der in vielen Ausführungen vorhanden ist. In Gärten benützt man auch solche mit Schlauchverschraubung. Bei den Spülkästen in Aborten usw. haben sich die Schwimmerventile bewährt.

Maßgebend für Grundstücksleitungen sind DIN 1988 (Technische Vorschriften für Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen für Grundstücke) und »Richtlinien für die Ausführung und Veränderung von Wasserleitungsanlagen in Gebäude und Grundstück«, herausgegeben von DVGW 1931.

VIII. Speichieranlagen.

Der Bau von Speichieranlagen ist bei einheitlichen Wasserversorgungsanlagen fast immer notwendig, die Art der Ausführung richtet sich nach den besonderen Verhältnissen.

Ein Speicherbehälter soll die Schwankungen zwischen Zu- und Ablauf ausgleichen, er soll den notwendigen Betriebsdruck gewährleisten und Druckschwankungen vermitteln, er soll eine größere Wassermenge für besondere Zwecke aufspeichern, soll auf die Leistungen der Hebemaschinen, Filter und sonstigen Reinigungsanlagen günstig einwirken und soll schließlich zur Beständighaltung der Wasserbeschaffenheit beitragen.

Der Zulauf des Wassers erfolgt bei natürlichem Gefälle der Zuleitung wie bei künstlicher Hebung gleichmäßig, wenn er auch im ersten Falle mit den Jahreszeiten gewissen Schwankungen unterworfen ist, der Verbrauch dagegen ist immer unregelmäßig, sowohl in den Monaten, wie in den Tagen und Stunden. Das Fehlen einer Speichieranlage würde bewirken, daß zu Zeiten geringen Verbrauchs zuviel Wasser zugeleitet wird und daß in den Zeiten des höchsten Verbrauchs Wasser fehlen würde. Dadurch, daß im ersten Fall das überschüssige zugeleitete Wasser im Behälter aufgespeichert wird, ist es möglich, im zweiten Falle dieses Mehr der gewöhnlichen Leistung zuzusetzen.

Die Speichieranlage soll weiter so hoch liegen, daß auch beim tiefsten Wasserspiegel der an der ungünstigsten Entnahmestelle notwendige Betriebsdruck gewährleistet ist. Durch die Festlegung des Mindestdruckes und die des höchsten zulässigen Wasserspiegels lassen sich die Druckschwankungen in angemessenen Grenzen halten, so daß zu große, schädliche Druckschwankungen unmöglich sind.

Für Brände, wo plötzlich größere Wassermengen auf kurze Zeit gebraucht werden, für notwendig werdende Betriebsunterbrechungen infolge Beschädigungen an der Zuleitung oder Hebeanlage, für Zeiten mit außergewöhnlich hohem Wasserverbrauch soll in der Speichieranlage ein genügend großer Vorrat von Wasser gesammelt bereitstehen.

Durch den mittels der Speichieranlage zu schaffenden Ausgleich zwischen Zu- und Ablauf ist es möglich, die Leistung der Hebemaschinen und der Reinigungsanlagen zu vermindern, weil diese Anlagen jetzt nur zu bestimmten Zeiten und gleichmäßig zu arbeiten brauchen und von den Verbrauchsschwankungen vollständig unabhängig sind, die sonst einen schnellen Verschleiß durch notwendige Überbeanspruchung hervorrufen würden.

Endlich ist auch durch die Speichieranlage eine Gewähr dafür gegeben, daß das Wasser am Verbrauchsort von gleichmäßiger Beschaffenheit ist. Bei Störungen mitgeleitete Verunreinigungen usw. können sich im Notfall noch im Behälter absetzen.

Die Speicheranlage kann in der Fließrichtung gesehen vor, hinter oder im Versorgungsgebiete liegen. (Abb. 56.) Wo sie hinkommt, entscheiden fast immer die örtlichen Verhältnisse. Die günstigste Lage ist die im Schwerpunkt des Gebietes unter Berücksichtigung der Bauungsdichte, weil von hier aus das Wasser durch die Hauptleitungen auf kürzestem Wege und mit dem geringsten Druckhöhenverluste abgegeben werden kann. An zweiter Stelle steht der Behälter am Ende des Gebietes. Über die Lage entscheiden die Höhenverhältnisse des Gebietes, da die Baukosten eines Behälters in einer Höhe, die seiner notwendigen Wasserspiegelhöhe entspricht, am geringsten werden.

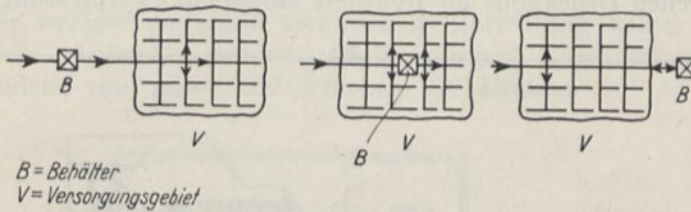


Abb. 56. Behälterlage in bezug auf das Versorgungsgebiet.

An Druckhöhe ist im allgemeinen eine solche von 20 bis 40 m über Straßenoberfläche notwendig (bürgerlicher Versorgungsdruck), damit das Wasser aus den höchstgelegenen Zapfhähnen ausfließen kann. (Bd. 2, Abschnitt IV). Andererseits sollte auch der Hochbehälter höchstens 60 m über der tiefstgelegenen Straßenoberfläche liegen, weil sonst zu große Beanspruchungen des Netzes, der Hausleitungen und Entnahmeverrichtungen entstehen. Sind größere Höhenunterschiede im Gelände vorhanden, dann muß das Gebiet in einzelne Zonen geteilt werden.

Behälter vor dem Versorgungsgebiet werden meist so eingerichtet, daß das Wasser den Behälter durchfließen muß, daß also die Pumpen nur in diesen fördern und das Versorgungsgebiet nur von ihm aus versorgt wird (Durchgangsbehälter). Es muß hier die Leitung zum Behälter für den mittleren Stundenverbrauch, die Leitung vom Behälter für den höchsten Stundenverbrauch dimensioniert werden.

Behälter hinter dem Versorgungsgebiet werden meist so eingerichtet, daß nur das überschüssige geförderte Wasser in ihn gelangt; die Leitung zum Versorgungsgebiet kann also nach dem mittleren Stundenverbrauch bemessen werden, in Stunden mit Höchstverbrauch gibt der Behälter seinen Vorrat als Zuschuß (Gegenbehälter).

Ein Behälter im Versorgungsgebiet ist meist für den Teil des Gebietes vor ihm Gegenbehälter, für den hinter ihm gelegenen Durchgangsbehälter.

Wenn für den Bau der Speicheranlage eine passende Geländeerhöhung vorhanden ist, wird der Behälter auf diese gesetzt und befindet

sich ganz oder teilweise im Boden (Erd-Hochbehälter oder Flur-Hochbehälter). Im andern Falle muß diese Höhenlage erst künstlich geschaffen werden (Behälter auf Stützen, Wasserturm).

1. Hydrophore. (Preßluft-Wasserbehälter.)

Ein Hydrophorkessel kann auch noch zu den Speicheranlagen gezählt werden. (Abb. 57.) Weil diese Art eine ziemlich große Verbreitung gefunden hat, sei sie vorweggenommen; sie findet sich bei selbsttätigen Pumpwerken. In dem Kessel befindet sich eine kleine Wassermenge, zu der soviel Luft zugepreßt wird, daß der Luftüberdruck der erforderlichen Druckhöhe im Rohrnetz entspricht (Vorpressung). Jetzt

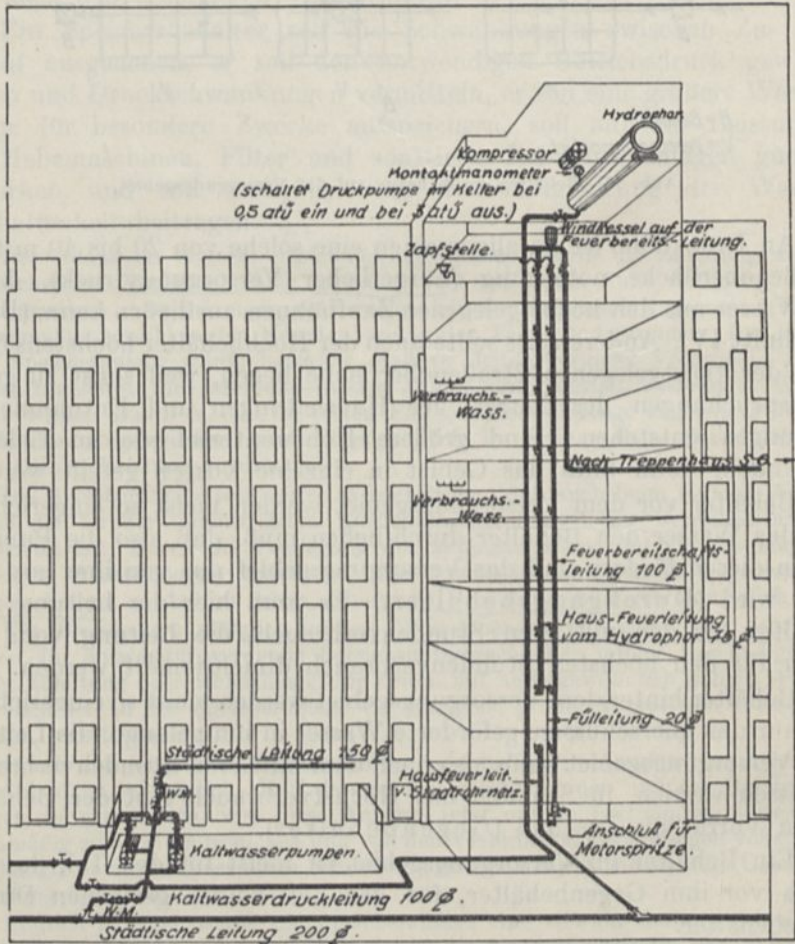


Abb. 57. Schema der Wasserversorgung eines Hochhauses, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1933.

wird der Kessel mit Wasser vollgepumpt; dadurch wird die Luft noch mehr zusammengedrückt. Nach Ausschalten der Pumpen drückt die Luft das Wasser aus dem Kessel in die Leitungen. Nach Erreichung des Anfangsdruckes arbeiten die Pumpen von neuem. Weiteres siehe Bd. 2, Abschnitt V.

2. Flur-Hochbehälter. (Erdbehälter.)

Als beste Grundrißform ist für Behälter aus einer Kammer das Quadrat zu bezeichnen. (Abb. 58.) Meist werden zwei Kammern ausgeführt, weil dann die eine ohne Betriebsunterbrechung ausfallen kann. Mehr als zwei Kammern auszuführen, ist sowohl wegen der Kosten wie auch der weniger einfachen technischen Einrichtung halber nicht zu empfehlen. Außerdem werden auch kreisförmige Kammern ausgeführt. Entscheidend sind immer die örtlichen Verhältnisse.

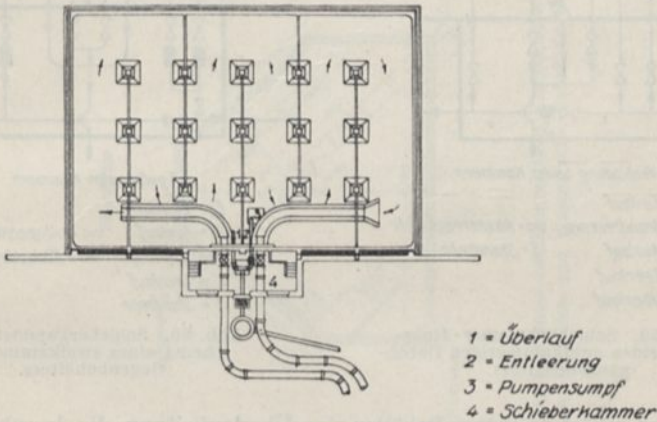


Abb. 58. Einkammeriger rechteckiger Erdbehälter, nach «Das Gas- und Wasserfach», Jahrgang 1934.

Der Inhalt errechnet sich aus der aufzuspeichernden Wassermenge, wobei für kleine und mittlere Behälter eine Wassertiefe von 2,5 bis 4 m, für große eine solche von 3 bis 5 m am günstigsten ist.

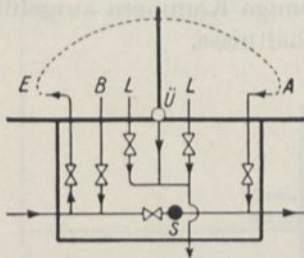
Da das Wasser möglichst seine Temperatur beibehalten soll, werden die Behälter mit ebenen oder gewölbten Decken überspannt. Zum weiteren Schutz gegen äußere Temperatureinflüsse dient eine Überdeckung mit Erde (1 bis 1,5 m stark) mit Rasenbelag. Die Decken werden wie die Wände in Mauerwerk, Beton oder Eisenbeton hergestellt.

Der Verbindung zwischen Außenluft und Behälterinnerem dienen Lüftungsrohre, die gegen Eindringen von Regenwasser, Insekten usw. abgedeckt sein müssen. Die Seitenwände werden entweder senkrecht als Stützmauern oder der Stützlinie entsprechend geformt ausgebildet. Die Wände müssen, wie die Sohle, wasserdicht hergestellt werden (Schutzschicht aus Zement) und evtl. gegen Wasserangriffe mit Schutzanstrich oder Belag versehen werden.

Die Sohle besteht meist aus Beton, sie ist je nach der Bodenbeschaffenheit als durchgehende Platte oder als nachträglich zwischen die Wandfundamente eingebrachte Schicht ausgebildet.

Auch der notwendige Zugang (Tür, Schacht) muß so eingerichtet sein, daß von außen nichts Schädliches eindringen kann.

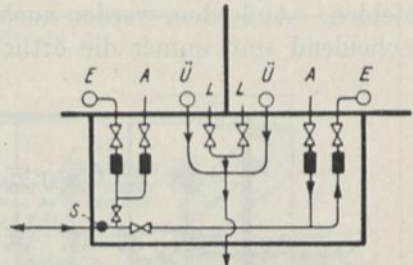
Das Wasser wird dem Behälter durch die Zuleitung zugeführt. Sie mündet meist auf der Sohle, sonst auch über Höhe des Wasserspiegels. Die Entnahmeleitung soll so angeordnet sein, daß das Wasser den Behälter von der Zuleitung her durchströmen muß. Gegebenenfalls kann der Weg durch eingezogene Zwischenwände geregelt werden. Wenn für die Zuleitung und Entnahme dasselbe Rohr benützt wird (Gegenbehälter), dann müssen sich beide vor dem Behälter trennen und mit entsprechend spielenden Rückschlagklappen versehen sein. Beim Durchgangsbehälter muß zwischen Zu- und Entnahmeleitung eine absperrbare Verbindungsleitung vor dem Behälter bestehen.



mit Verbindung beider Kammern

E = Einlauf
 B = Brandreserve ∇ = Absperrschieber
 A = Auslauf S = Standrohr
 L = Leerlauf
 Ü = Überlauf

Abb. 59. Schieberkammer-Rohrschema eines zweikammerigen Durchgangsbehälters.



mit getrennten Kammern

E = Einlauf
 A = Auslauf ∇ = Absperrschieber
 Ü = Überlauf \blacksquare = Rückschlagklappe
 L = Leerlauf
 S = Standrohr

Abb. 60. Schieberkammer-Rohrschema eines zweikammerigen Gegenbehälters.

Weiter gehört zu jedem Behälter eine Überlaufleitung, die das über den höchsten Wasserspiegel zufließende Wasser ins Freie bringt. Zur vollständigen Entleerung dient ein Leerlauf mit Absperrschieber. Überlauf und Leerlauf bilden meist eine Leitung.

Für den Fall, daß der Behälter ausgeschaltet werden muß, ist oft ein Standrohr auf die Leitungen aufgesetzt, das, mit Überlauf versehen, für den notwendigen Betriebsdruck zu sorgen hat.

Zuleitung, Entnahmeleitung, Leerlauf, Verbindung zwischen Zu- und Entnahmeleitung müssen jede für sich absperrbar sein. Alle diese Armaturen vereinigt man in der dem Behälter vorgesetzten Schieberkammer, damit an dieser einen Stelle der Betrieb übersichtlich und einfach geregelt werden kann. (Abb. 59, 60 u. 61).

Die Leitungen können nicht einfach auf der Behältersohle liegen, es muß vielmehr dafür gesorgt werden, daß die Zuleitung etwa 15 cm über der Sohle ausmündet, damit kein Schlamm aufgewühlt wird, daß der Seiher der Entnahmeleitung 25 bis 30 cm über der Sohle liegt, daß die Sohle gegen den Leerlauf Gefälle besitzt und dieser selbst genügend tief (in einem Sumpf) liegt, um den Behälter vollständig trocken zu bekommen.

Über die im Behälter bestehende Wassertiefe, Wassermenge usw. muß ein Wasserstandsanzeiger (bzw. mit Fernmeldung) Auskunft geben.

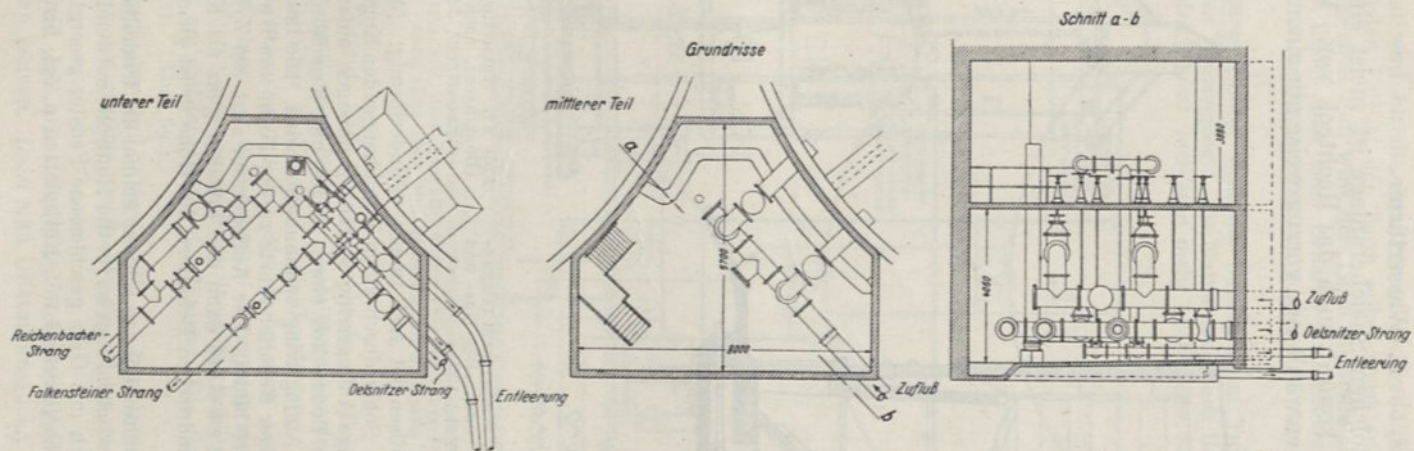
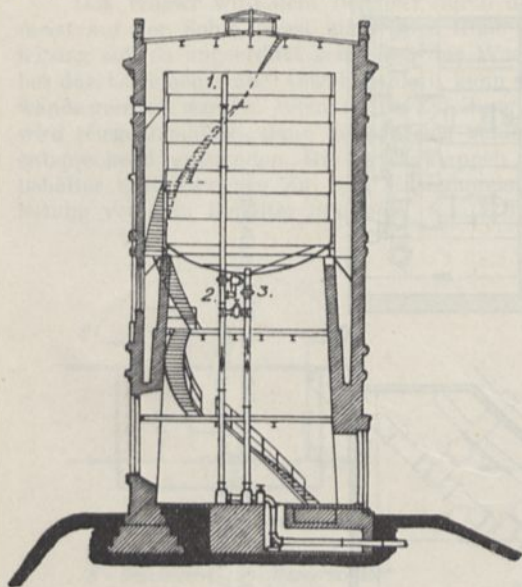


Abb. 61. Schieberkammer eines zweikammerigen Kreisbehälters (Muldetalsperre),
nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1928.

3. Wassertürme.

Grundriß einer solchen Speicheranlage ist meist eine Kreisfläche, bei kleinen Behältern kommt auch das Rechteck vor. Wegen der entstehenden großen Kosten wählt man vorzugsweise nur einen Behälterraum.



- 1. = Überlauf.
- 2. = Entleerung.
- 3. = Ausgleichstück.

Abb. 62. Schnitt durch einen Wasserturm (Gegenbehälter) mit Eisenbehälter, nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1934.

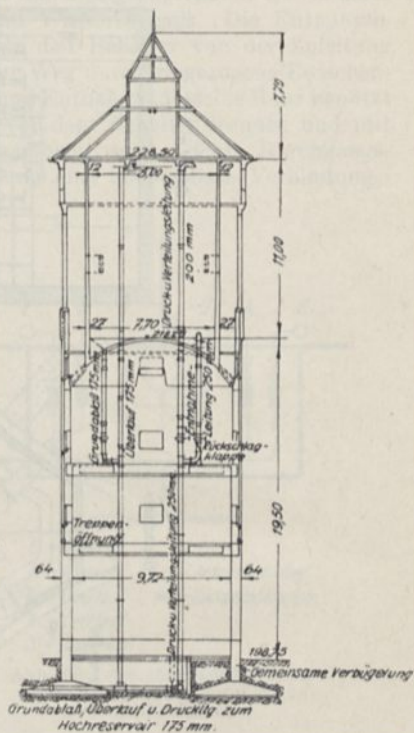


Abb. 63. Wasserturm in Eisenbeton (Böckingen), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1933.

Der Behälter aus Eisen ist fast immer zylinderförmig. (Abb. 62.) In der ältesten Form wurde die Sohle durch einen durchhängenden Kugelboden gebildet. Da hierbei der notwendige Auflagerring starke Spannungen aufzunehmen hat, so wurde durch Initze der Boden aus einem Kugel- und Kegelschnitt derart zusammengesetzt, daß der Auflagerring spannungslos wird. Die immerhin nicht einfache Ausführung derartiger Behälter führte zu der Form von Barkhausen, wo der Boden eine Halbkugel bildet. Der Auflagerring sitzt am Zylindermantel und ruht auf Stützen¹⁾. Klönne hat dann den Behälter ganz als Kugel ausgebildet.

Man bemißt bei zylindrischen Behältern die Höhe meist gleich der Hälfte des Durchmessers.

Gegen Temperaturschwankungen schützt einmal die Umhüllung des Behälters mit der Turmwand (ein Zwischenraum ist für die Kontrolle notwendig) und das Dach, in dem für Lüftung durch mit Gaze geschlossene Fenster gesorgt ist. Sonst kann auch Verkleidung der Behälterwand mit Korkplatten u. dgl. benützt werden.

¹⁾ Siehe Bd. 2, Abschnitt V.

Als Material wird für die Behälter überwiegend Eisen oder Eisenbeton genommen. Im ersten Fall ist der Turm selbst meist aus Mauerwerk, Beton oder Eisenbeton, im zweiten Fall wird der Turm ebenfalls aus Eisenbeton hergestellt. (Abb. 63.) Öfter findet man auch Behälter und Stützen aus Eisenbeton gebaut und die Turmwand aus Mauerwerk von geringer Stärke (dieses dient dann nur als Wärmeschutz).

Im Durchgangsbehälter wird die Zuleitung im Turminnern hochgeführt bis über den höchsten Wasserspiegel, die Entnahmeleitung beginnt über dem Behälterboden, so daß das Wasser hier eine mehr senkrechte Bewegung vollführen muß.

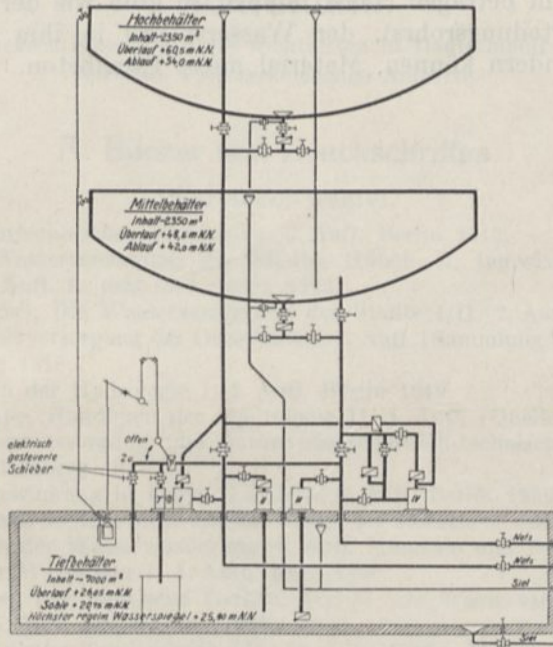


Abb. 64. Behälter- und Rohrleitungsschema eines Wasserturms mit drei Zonenbehältern (Sternschanze Hamburg), nach »Das Gas- und Wasserfach«, Jahrgang 1935.

Man legt auch Einlauf- und Entnahmerohr in die Behältersohle, wodurch eine Wirbelbewegung des Wassers eintritt. Beim Gegenbehälter gabelt sich das gemeinsame Rohr im Behälter in Zu- und Entnahmeleitung. Letztere ist durch einen Schieber verschließbar, so daß das Steigerrohr auch als Standrohr dienen kann. Das Steigerrohr ist dann mit dem Überlauf durch eine absperrbare Zwischenleitung verbunden. (Vielfach findet man nur ein Rohr für Zuleitung und Entnahme.) Der Leerlauf beginnt am tiefsten Punkt des Bodens. Die Einrichtung ist ähnlich wie bei Hochbehältern. (Abb. 64.)

Die Absperrschieber sind entweder alle auf dem unter der Behältersohle liegenden Tropfboden vereinigt oder die Bedienung erfolgt von einer Brücke über dem Behälter.

Wesentlich ist, daß alle senkrechten Rohrleitungen die Bewegungen des Behälters mitmachen können. Dazu sind Dilatationsstücke (Kompensationsstücke) in

dieselben eingebaut, die eine Verkürzung bzw. Verlängerung der Leitungen ohne Bruch ermöglichen.

Bei Wassertürmen muß auf die äußere Form besondere Rücksicht genommen werden, da sie an beherrschender Stelle in der Landschaft stehen.

4. Sonstige Behälter.

Als Ersatz für Behälter können auch lange Zuleitungen oder Stollenbehälter gelten, ebenso Standrohre. Der Standrohrdurchmesser soll mindestens 1 m betragen (sonst doppelt so groß wie der Durchmesser des Hauptverteilungsrohrs), der Wasserspiegel in ihm soll sich um 8 bis 10 m ändern können, Material meist Eisenbeton.

Schrifttum.

Bücher und Druckschriften, sowie die wichtigsten in Deutschland in der Mehrzahl seit etwa 1930 erschienenen Aufsätze.

A. Bücher und Druckschriften.

Allgemein-Gebiet.

- Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau. 3. Aufl. Berlin 1912.
Smreker, Die Wasserversorgung der Städte. Hdbch. d. Ing.wissensch. Teil III, 3. Band. 5. Aufl. Leipzig und Berlin 1914.
Weyrauch(-Lueger), Die Wasserversorgung der Städte I/II. 2. Aufl. Leipzig 1914.
Weyrauch, Wasserversorgung der Ortschaften. 2. Aufl. [Sammlung Göschen.] Berlin und Leipzig 1916.
Prinz, Handbuch der Hydrologie I. 2. Aufl. Berlin 1919.
Prinz und Kampe, Handbuch der Hydrologie II. 1. Aufl. (Quellen.) Berlin 1934.
Heilmann, Wasserversorgung, die naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen. 1. Aufl. Wittenberg 1927.
Keller, Wassergewinnung in heißen Ländern. 1. Aufl. Berlin 1929.
Heinze, Das Wasser in der Natur und im Dienst der Menschen. Freiburg i. Br. 1930.
Groß, Handbuch der Wasserversorgung. 2. Aufl. München und Berlin 1930.
Schoklitsch, Der Wasserbau I. 1. Aufl. Wien 1930.
Gürschner-Benzel, Der städtische Tiefbau, Teil II (Die Wasserversorgung der Ortschaften). 6. Aufl. Leipzig und Berlin 1931.
Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch III. 26. Aufl. Berlin 1934.
Taschenbuch für Bauingenieure II. Berlin.
Joly, Technisches Auskunftsbuch. Kleinwittenberg 1936.
Kalender für das Gas- und Wasserfach. München und Berlin.
Heinemann, Leitfaden und Normal-Entwürfe für die Aufstellung und Ausführung von Wasserleitungsprojekten für Landgemeinden. 3. Aufl. Berlin 1922.
Handwörterbuch der gesamten Technik. Stuttgart und Berlin 1935.

Sondergebiete.

- Streck, Aufgaben aus dem Wasserbau. 1. Aufl. Berlin 1924.
Felix Bundschu, Druckrohrleitungen. Dissertation. Berlin 1926.
Reißner, Die Württembergische Alb-Wasserversorgung und ihre Auswirkungen. Leipzig 1929.
Forchheimer, Hydraulik. Leipzig und Berlin 1930.
Weyrauch-Strobel, Hydraulisches Rechnen. Stuttgart 1930.
Kyrieleis und Schardt, Grundwasserabsenkung bei Fundierungsarbeiten. Berlin 1930.
Biel, Die wirtschaftlich günstigste Rohrweite usw. München und Berlin 1930.
Das Wasserrecht in Deutschland. Berlin.

- Haeusser, Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern und in den angrenzenden Staaten. München 1930.
- Holtz-Kreutz, Das preußische Wassergesetz, neu bearbeitet von Schlegelberger, II. Berlin 1931.
- Lamb, Lehrbuch der Hydrodynamik, Deutsch von E. Helly. Leipzig und Berlin 1931.
- Samter, Hydromechanik. 1. Aufl. Charlottenburg 1925.
- Weber, Die Reichweite von Grundwasserabsenkungen mittels Rohrbrunnen. 1. Aufl. Berlin 1928.
- Gamann, Hydraulik. 2. Aufl. Berlin 1927.
- Richter, H., Rohrhydraulik. Berlin 1934.
- Abel, Die Vorschriften zur Sicherung gesundheitsgemäßer Trink- und Nutzwasserversorgung. Berlin 1911.
- Singer, Die bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers. Jena 1931.
- Klut, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 6. Aufl. Berlin 1931.
- Olszewski und Spitta, Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. 5. Aufl. Berlin 1931.
- Verein deutscher Chemiker, Fachgruppe für Wasserchemie, Die Einheitsverfahren für Untersuchung von Trinkwasser I/II. Berlin 1931/32.
- Splittgerber und Nolte, Untersuchung des Wassers. Berlin und Wien 1931.
- Beger, Die Arbeitsmethoden der Trinkwasserbiologie. Berlin und Wien 1931.
- Martini, Laboratoriumsbuch für die kolorimetrische Wasseruntersuchung. Halle 1931.
- Tillmans, Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. 2. Aufl. Halle 1932.
- Kordatzki, Taschenbuch der praktischen pH-Messung für wissenschaftliche Laboratorien und technische Betriebe. München 1934.
- Vom Wasser (bisher 8 Bände). Berlin 1926—1935.
- v. Klinkowström und v. Maltzahn, Handbuch der Wünschelrute. München und Berlin 1931.
- Knauthe, Das Süßwasser. Neudamm 1907.
- Höfer von Heimhalt, Grundwasser und Quellen. Braunschweig 1912.
- Herrmann, Das Grundwasser nach dem in Preußen geltenden Recht. Berlin 1931.
- Stiny, Die Quellen. 1. Aufl. Wien 1933.
- Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1935.
- Anleitung für den Entwurf, Bau und Betrieb von Talsperren. Berlin 1930.
- Bachmann, Die Talsperre bei Mauer am Bober. Hirschberg i. Schles. 1925.
- Bachmann, Die Talsperren im Queis bei Marklissa und Goldentraum. Hirschberg i. Schles. 1925.
- Kelen, Talsperren. [Sammlung Göschen.] Berlin und Leipzig 1931.
- Opitz, Brunnenhygiene. Berlin 1910.
- Bösenkopf, Der Brunnenbau. 1. Aufl. Wien 1928.
- Bieske, Rohrbrunnen. 1. Aufl. München und Berlin 1929.
- Pengel-Bieske, Der praktische Brunnenbauer. 4. Aufl. Berlin 1932.
- Weihe-Hauner, Maschinenkunde, Handbibl. f. Bauingenieure I, 3. Berlin 1934.
- Thomann, Die Wasserturbinen und Turbinenpumpen. Stuttgart 1931.
- Brinkhaus, Das Rohrnetz städtischer Wasserwerke. München und Berlin 1930.
- Rabovsky, Holzdaubenrohre. Berlin 1926.
- Keltling, Die Wasserversorgung im alten Hamburg. Hamburg 1934.
- Führer durch das Wasserwerk der Stadt Chemnitz. 1924.
- Löser, Lewe, Kleinlogel, Stingule und Marquardt, Behälter, Maste, Schornsteine, Rohrleitungen und geschlossene Kanäle. Handbch. f. Eisenbetonbau. 4. Aufl., IX. Band. Berlin 1935.

B. Aufsätze.

Verzeichnis der Zeitschriften.

Bemerkung: Die fettgedruckten Zahlen hinter dem Titel der Zeitschrift geben die Jahrgänge, die andern die Nummern des nachfolgenden Verzeichnisses der Aufsätze.

- A. Der Bauingenieur. Berlin: Verlag J. Springer. **1930.** 275, 652, 822. **1931.** 281 bis 284, 607, 828. **1932.** 128, 288, 289. **1933.** 295. **1935.** 23, 845.
- B. Die Bautechnik. Berlin: Verlag W. Ernst & Sohn. **1932.** 185, 576, 836. **1933.** 260, 555. **1934.** 297, 841. **1935.** 158, 177, 302, 303, 558.
- C. Bitumen. Berlin. Arbeitsgemeinschaft der Bitumenindustrie. **1933.** 709. **1934.** 746.
- D. Das Gas- und Wasserfach. München und Berlin: Verlag R. Oldenbourg.
1927. 40—43, 94—96, 178, 244, 261, 266, 321, 327, 345, 375, 392, 410—412, 445, 446, 469—471, 484, 485, 561, 578, 579, 580, 581, 819.
1928. 1—4, 44—48, 97—102, 157, 159, 179, 192, 193, 215, 229, 245, 253, 262, 267, 268, 310, 322, 333, 346—349, 376, 393—396, 413—416, 447—452, 463, 464, 472—476, 486—489, 512, 551, 552, 562, 563, 574, 582—585, 646, 679, 680, 731, 764—766, 819, 820.
1929. 5, 49—51, 103—109, 160—162, 180, 194—196, 216, 230, 246, 254, 263, 269, 328, 334, 335, 350, 351, 377, 378, 397, 398, 417—419, 439, 453, 490, 491, 513, 517, 518, 538, 564, 575, 587, 588, 647—650, 681—683, 767—769, 799, 821.
1930. 6, 53—57, 111—113, 157, 163, 181, 197, 217, 224, 234, 247, 248, 255, 264, 276, 323, 330, 336, 337, 352—354, 374, 379, 380, 399, 421, 454, 477, 493, 521, 539, 553, 566, 567, 591—593, 653—655, 684—687, 772—774, 800, 823.
1931. 7, 8, 60, 61, 118—121, 165—168, 183, 200, 218, 236, 249, 256, 285, 314, 315, 324, 338, 339, 357, 381, 400, 424—426, 455, 465, 478, 479, 496—498, 522 bis 525, 540—542, 554, 569, 608—610, 660, 691—694, 732—735, 777, 802, 829—831.
1932. 9, 68, 69, 157, 170, 171, 186, 202, 223, 238, 239, 250, 257, 265, 290—292, 361, 362, 383, 403, 456, 466, 480, 500, 514, 570, 618—625, 662, 701—705, 736—739, 778, 806, 807, 837.
1933. 11—14, 74, 75, 132—134, 172, 187, 205, 224, 225, 252, 318, 341, 363, 384, 385, 429, 458, 467, 502, 503, 546, 556, 572, 631, 632, 668, 710, 711, 741—745, 779, 785, 809, 810, 838.
1934. 17, 18, 79, 80, 138—140, 175, 189, 207, 208, 226, 227, 298, 325, 331, 342, 365, 366, 388, 405, 431, 459, 468, 482, 483, 505, 532, 543, 545, 548, 573, 635, 636, 670, 719—722, 747—750, 787—792, 812, 842, 843.
1935. 24—32, 84—88, 144—149, 191, 210, 211, 228, 304, 320, 326, 332, 368—370, 406, 407, 432—434, 461, 507—509, 515, 533, 549, 550, 559, 560, 638—642, 672, 673, 723—730, 752—754, 793—797, 814—816, 846—850.
- E. Deutsche Wasserwirtschaft. Stuttgart: Franckh'sche Verlagsbuchhandlung.
1934. 22, 137, 209, 300. **1935.** 33, 34, 150, 156, 212, 259, 305, 306, 343, 371, 435, 443, 535, 645, 851.
- F. Die Städtereinigung. Feudingen: Buchdruckerei und Verlagsbuchhandlung.
1930. 605. **1935.** 444.
- G. Der Städtische Tiefbau. Berlin: Verlag H. Herzog. **1929.** 492. **1930.** 597, 598. **1931.** 382, 695. **1932.** 10.
- H. Gesundheits-Ingenieur. München und Berlin: Verlag R. Oldenbourg.
1929. 52, 231, 232, 270, 420, 440, 519, 520, 565, 651.
1930. 114, 154, 155, 164, 198, 277, 312, 313, 355, 356, 422, 423, 494, 495, 568, 594—596, 656—659, 824, 825.
1931. 62—64, 122—124, 316, 358, 359, 401, 402, 499, 611, 661, 696, 697, 803.
1932. 70—72, 203, 427, 457, 481, 501, 571, 626, 663—666, 700, 706, 740, 808.

1933. 15, 76, 77, 135, 173, 174, 364, 386, 430, 504, 516, 528, 529, 547, 557, 633, 712, 713, 811, 839, 840.
1934. 19, 81, 82, 141, 142, 190, 242, 299, 751, 844.
1935. 35—37, 89, 90, 213, 372, 408, 436, 534, 536, 537, 544, 643, 644, 817.
- I. Pumpen- und Brunnenbau, Bohrtechnik. Berlin: Verlag Laubsch & Everth. 1929. 314, 589, 770. 1930. 115—117, 182, 235, 599—604, 688, 826. 1931. 65, 125, 126, 184, 201, 219—222, 237, 317, 360, 612, 832, 833. 1932. 129 bis 131, 204, 240, 627—629, 757. 1933. 136, 188, 206, 669, 714. 1934. 143, 460, 506, 637, 671, 813.
- K. Technisches Gemeindeblatt. Berlin: Verlag C. Heymann. 1929. 119, 329. 1930. 58, 59, 689, 827. 1932. 428, 708. 1933. 634, 715, 716. 1934. 20, 176, 258, 301, 367, 577. 1935. 38, 91, 92, 151, 152, 243, 307, 308, 373, 389, 390, 437, 462, 510, 511, 674, 675, 759, 798, 819, 852—854.
- L. Wasser und Gas. Berlin: Deutscher Kommunalverlag. 1924. 214. 1925. 677, 758. 1926. 762. 1927. 763. 1928. 586. 1929. 441, 776. 1930. 199, 775, 801. 1931. 66, 127, 340, 526, 613, 614, 698, 699, 736, 834. 1932. 241, 293, 294, 404, 527, 630, 667, 707, 758. 1933. 16, 319, 530. 1934. 83.
- M. Wasserkraft und Wasserwirtschaft. München und Berlin: Verlag R. Oldenbourg. 1929. 271—274. 1930. 278, 279, 690. 1933. 296, 717. 1935. 153, 309, 755.
- N. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin: VDI-Verlag. 1929. 590. 1930. 280, 606. 1931. 286, 615, 616, 804, 805, 835. 1932. 251. 1933. 387, 786. 1934. 21.
- O. Zeitschrift für Gesundheitstechnik und Städtehygiene. Berlin: Verlag Dr. Hinhold. 1932. 73, 442. 1933. 78, 531, 718. 1935. 39, 93, 344, 391, 409, 438, 676, 855.
- P. Zentralblatt der Bauverwaltung. Berlin: Verlag Hackebeil. 1931. 169, 287.
- Q. Die Röhrenindustrie. Berlin: Verlag Stern. 1925. 678, 761.
- R. Der Installateur. Ludwigshafen: Verlag Waldkirch. 1929. 771.
- S. Zentralblatt für Gesundheitstechnik und Städtehygiene. Wien: Verlag Rauch. 1931. 67, 617.
- Wasser und Abwasser. Berlin: Carl Heymann gibt in seinen entsprechenden Jahrgängen eine weitere Übersicht erschienener Aufsätze.

Verzeichnis der Aufsätze.

Geordnet nach den Abschnitten des Bandes 1.

In den folgenden Listen sind selbständige Arbeiten mit der Nummer des Heftes der durch Buchstaben bezeichneten Zeitschrift gekennzeichnet, Erwähnungen größeren oder geringeren Umfanges im Rahmen eines größeren Aufsatzes über eine Gesamtanlage sind durch die Seitenzahl und den Ortsnamen bezeichnet.

Abschnitt I (Einleitung, Geschichte).

1. Holler, Zum 50jährigen Bestehen des Bayer. Landesamtes für Wasserversorgung. D 1928, H. 14.
2. Burkarth, Art und Ausdehnung zentraler ländlicher Wasserversorgungen in Württemberg und Baden. D 1928, H. 31.
3. Holthusen, Das Grundwasserwerk Curslack, ein weiterer Schritt zur Loslösung der Hamburger Wasserversorgung von der Elbe. D 1928, H. 38.
4. Lübeck, S. 103; Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434; Baku, S. 583; Bologna, S. 798; Muldetalsperre, S. 1161, D 1928.
5. Köln, S. 31; Berlin, S. 295, D 1929.
6. Düsseldorf, S. 25; Ausstellung Berlin, S. 121; Stuttgart, S. 985, D 1930.
7. Abel, Neuzeitliche Wasserversorgung und Hygiene. D 1931, H. 37.
8. Chemnitz, S. 349; Tegel, S. 398; Breslau, S. 522, D 1931.

9. Delmenhorst, S. 41; Paderborn, S. 81; Salzburg, S. 121; Halle, S. 193; Stettin, S. 236; Tilsit, S. 548; Ruhrgebiet, S. 586, 658; Chemnitz, S. 774, D 1932.
10. Weber, Die römische Wasserleitung in Aosta. G 1932, H. 11.
11. Eggers, Die Städtische Wasserversorgung im Altertum (Referat). D 1933, H. 14.
12. Baer, Die Wasserversorgung deutscher Städte im Mittelalter (Referat). D 1933, H. 14.
13. Wiegand, Die griechische Hochdruck-Wasserleitung in Pergamon. D 1933, H. 26.
14. Magdeburg, S. 314, D 1933.
15. Manteufel und Förderreuther, Die zunehmende Rückkehr zur Einzelwasserversorgung in Gemeinden mit Sammelversorgung. H 1933, Heft 25.
16. Heyd, Die Wasserversorgung von Schloß Altenstein. L 1933, H. 17/18.
17. Baer, Von der Stadtwasserkunst zum Wasserwerk. D 1934, H. 50.
18. Budapest, S. 494; Allenstein, S. 645; Saarbrücken, S. 693; Harz, S. 725, D 1934.
19. Kempten i. Allgäu, S. 19, H 1934.
20. Chemnitz, S. 159, K 1934.
21. Kretzschmer, Rohrberechnung und Strömungsmesser in der altrömischen Wasserversorgung. N 1934, H. 1.
22. Mahr, Die Wasserwirtschaft im Wuppergebiet und die Erweiterung der Bevertalsperre. E 1934, H. 10.
23. Scharadt, Die Entwicklung des Grundwasserabsenkungsverfahrens. A 1935, H. 11/12.
24. Keltling, Die Wasserversorgung und die Druckregelung innerhalb des hamburgischen Leitungsnetzes im Wandel der Zeiten. D 1935, H. 1.
25. Baer, Wasserversorgung und Feuerlöschwesen. D 1935, H. 3.
26. Kranz, Geologie, Wasserforschung und Lagerstättengesetz. D 1935, H. 13.
27. Meyer-Chemnitz, Der Wald in seiner Wirkung auf die Menge des für die Trinkwasserversorgung erschließbaren Wassers. D 1935, H. 15—18, 28—30.
28. Münch, Aufgaben der Leiter von Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerken zur Vorbereitung und Durchführung des Luftschutzes. D 1935, H. 15.
29. Heyd, Neue Verbindungen von gußeisernen Muffenrohren. D 1935, H. 15.
30. Clodius, Leitung und Verwaltung deutscher Wasserwerke. D 1935, H. 21.
31. Clodius, Die Heimstoffe im Wasserleitungsbau. D 1935, H. 31/32.
32. Sattler, Die Wasserverhältnisse Ostpreußens und die Entwicklung der Königsberger Wasserwerke. D 1935, H. 33.
33. Weiland, Stand der Wasserversorgung in Deutschland und das Problem der Arbeitsbeschaffung. E 1935, H. 2.
34. Hannemann, Die Württembergische Landeswasserversorgung. E 1935, H. 7.
35. Ebner, Über den Werkluftschutz von Wasserverteilstanlagen, H 1935, H. 34.
36. Ebner, Richtlinien für technisch-hygienische Wasser- und Abwasserwirtschaft in Siedlungen. H 1935, H. 35.
37. Stein, Die Wasserversorgung der deutschen Groß- und Mittelstädte. H 1935, H. 39.
38. Lang, Die Aufgaben der Wasserversorgung in Stadt und Land. K 1935, H. 9.
39. Karakassonis, Die Wasserversorgung von Athen, Piräus und Umgebung. O 1935, H. 1.

Abschnitt II (Beschaffenheit des Wassers, Untersuchung).

40. Lührig, Über eisen- und manganauflösende Wässer, die Rolle der Kohlensäure bei dem Metallangriff und über die Bestimmung der Überschußkohlensäure im Wasser. D 1927, H. 17.
41. Kröhnke, Über Nachweis und Bestimmung sehr kleiner Eisenmengen im Trink- und Brauchwasser. D 1927, H. 22.
42. Vollmar, Neuerungen im Wasserwerksbetrieb. D 1927, H. 29.

43. Eisen: S. 381, 510, 621; Mangan: S. 381; Kohlensäure: S. 381; gelöste organische Stoffe: S. 667; Bakterien: S. 706, 1043; Sauerstoff: S. 1065, D 1927.
44. Thiele, Über Eisen und Mangan im Wasser. D 1928, H. 13.
45. Siehe Nr. 2.
46. Thiesing und Haase, Bericht über Untersuchungen und Versuche an der Remscheider Rohrschutzanlage. D 1928, H. 40/41.
47. Haase, Chemische und physikalische Eigenschaften des Wassers als Vorbedingung für die Korrosion und den Korrosionsschutz. D 1928, H. 42.
48. Härte: S. 218, 587, 728; Eisen: S. 218, 468; Kohlensäure: S. 218; Temperatur: S. 218, 728; Bakterien: S. 218, 464, 728, 1057; Algen: S. 268; gelöste Stoffe: S. 729, D 1928.
49. Bürger, Vorschläge betreffend den Ausbau der hygienischen Fürsorge für die zentralen Wasserwerke, zumal im Hinblick auf die Verhütung von Seuchen. D 1929, Sonderheft S. 21.
50. Thumm, Chemische Wasserstatistik der deutschen Gemeinden. D 1929, H. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.
51. Bakterien: S. 12; Untersuchung: S. 1065, D 1929.
52. Pesch, Die Bedeutung des Ammonchlorid-Zitratagars für die Erkennung von Colibakterien aus Wasser und Abwasser. H 1929, H. 52.
53. Wilhelmi, Böttcher, Lüttwitz, Die Wasserabteilung der „Deutschen Ausstellung Gas und Wasser“ Berlin 1929, insbesondere die Abteilung Wissenschaft und Praxis der Wasserversorgung (Sammelgruppe C: Wasseruntersuchung). D 1930, H. 8.
54. Acklin, Eine neue Methode zur hygienischen Beurteilung von Oberflächenwasser. D 1930, H. 18.
55. Beger, Wege und Ziele des biologischen Absiebverfahrens im Dienste der Trinkwasseruntersuchung. D 1930, H. 19.
56. Denk, Betriebsergebnisse des Pregelwasserwerks der Stadt Königsberg i. Ostpr. D 1930, H. 35.
57. Engler, Mitteilungen über biologische Untersuchungen in den Stuttgarter Parkseen und deren Zusammenhang mit der Wasserversorgung. D 1930, H. 46.
58. Beer mann, Neuer Keimzählapparat. K 1930, H. 1.
59. Kister, Zur Frage der Bedeutung der Colibakterien im Wasser. K 1930, H. 17.
60. Tillmans, Hirsch, Heckmann, Der Einfluß von höheren Temperaturen auf das Kalk-Kohlensäuregleichgewicht im Wasser und die Kalk-Rost-Schutzschicht. D 1931, H. 1.
61. Potsdam, S. 1052, D 1931.
62. Sartorius, Die Verwendbarkeit der elektrischen Leitfähigkeit zur Bestimmung des Kalzium-, Magnesium-, Nitrat- und Sulfatgehaltes von Trinkwässern. H 1931, H. 3.
63. Reuther, Die Bestimmung der freien, angreifenden Kohlensäure im Wasser. H 1931, H. 11.
64. v. Vagedes, Wie steht es um die Coli-Frage? H 1931, H. 38.
65. Hartmann, Anwendung der Ergebnisse einer Wasseruntersuchung. I 1931, H. 20.
66. Wehner, Bleihaltiges Trinkwasser. L 1931, H. 7.
67. Tödt, Bleivergiftungen durch Genuß von Leitungswasser. S 1931, H. 21.
68. Hey, Über die Notwendigkeit von Coli-Untersuchungen neben der Gesamtkeimzahlbestimmung im Trinkwasser. D 1932, H. 10.
69. Delmenhorst, S. 41; Paderborn, S. 84; Polchow (Stettin), S. 236; Essen, S. 657 (graphisch); Bodenseewasser, S. 729; Talsperren (Chemnitz), S. 811, D 1932.
70. Schmidt, Zur Bestimmung des wirksamen Chlors im Wasser, das mit Chloramin behandelt ist. H 1932, H. 6.

71. Wichers, Jacobs, Trübungsmesser für Wasser. H 1932, H. 51.
72. Pfälzische Mittelrheingruppe. H 1932, S. 547.
73. Lang, Über die chemische Verseuchung von Wasservorkommen, insbesondere von Grundwasserströmen, auch durch Müll. O 1932, H. 5.
74. Mayer, Zur rechnerischen Ermittlung des pH-Wertes. D 1933, H. 14.
75. Nachtigall, Zur Berechnung des pH-Wertes aus dem Gehalt des Wassers an freier und gebundener Kohlensäure. D 1933, H. 46.
76. Kißkalt, Hygienische und technische Wasseruntersuchung. H 1933, H. 3/4.
77. Schmidt-Lange, Bakteriologische Schnelluntersuchung von Wasserproben. H 1933, H. 41.
78. Naumann, Mangan in Trink- und Nutzwasser. O 1933, H. 3.
79. Jung und Otto, Der störende Einfluß von Nitritverbindungen auf den Kaliumpermanganatverbrauch von Wasser und Abwasser und seine Beseitigung. D 1934, H. 4.
80. Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 553; Allenstein, S. 645. D 1934.
81. Karsten, Neuzeitliche pH-Bestimmungs-Apparate. H 1934, Heft 2.
82. Kaeß, Inwieweit kann die Beziehung zwischen Permanganatverbrauch und Chlorzahl einen Beweis auf eine fäkale Verschmutzung bei Wässern geben? H 1934, H. 3/4.
83. Acklin, Der Nitroeffekt. L 1934, H. 13/14.
84. Dirksen, Das neu errichtete vollautomatische Wasserwerk der Stadt Bunzlau. D 1935, H. 14.
85. Siehe Nr. 27.
86. Prang, Versuche zur Geschmacksverbesserung und biologische Untersuchungen von Oberflächenwasser. D 1935, H. 24.
87. Collorio, Europas größte Fernwasserleitung Harz—Bremen. D 1935, H. 24.
88. Siehe Nr. 32.
89. Höll, Über die Faktoren, die bei der Bleiaufnahme des Wassers eine Rolle spielen. H 1935, H. 22.
90. Sartorius und Wever. Zur Frage der Lebensfähigkeit und Abtötung von Keimen in humusstoffhaltigen Trinkwässern. H 1935, H. 29.
91. Collorio, Das Fernwasserversorgungswerk der Harzwasserwerke Sösetalsperre-Hildesheim-Bremen. K 1935, H. 6.
92. Keim, Die Wasserversorgung von Edinburgh. K 1935, H. 7.
93. Siehe Nr. 39.

Abschnitt III (Wasservorkommen).

94. Rußwurm, Einfluß von Hochwasser auf den Grundwasserstand. D 1927, H. 15.
95. Schubert, Der Plan einer Trinkwassersperre im Kernwassergrund bei Schwarzwald im Thüringer Wald. D 1927, H. 31.
96. Koehm, Naturwissenschaftliche Fragen bei der Grundwasserversorgung. D 1927, H. 48.
97. Spetzler, Flußkläranlage Hengstey. D 1928, H. 4.
98. Wiester, Die Gahlener Quellen. D 1928, H. 5.
99. Koch, Die Grundwasserträger des Niederelbegebietes. D 1928, H. 37.
100. Vollmar, Die Sonderausstellung „Das Wasser“ auf der 7. Jahresschau deutscher Arbeit Dresden 1928 „Die technische Stadt“. D 1928, H. 43.
101. Herzner, Die Wasserversorgung aus der Muldetalsperre. D 1928, H. 48.
102. Troppau, S. 173; Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434; Schierstein, S. 577; Baku, S. 583; Conzeption, S. 943. D 1928.
103. Mezger, Über das Maß der Grundwasserbildung und sein Verhältnis zu den meßbaren Niederschlägen. D 1929, H. 2.
104. Röhler, Das Untergrundwasser, seine Bildungsweise und seine Erscheinungsformen. D 1929, H. 8/9.

105. Reuter, Die Grund- und Quellwasservorräte des südbayerischen Tertiärgebietes. D 1929, H. 24.
106. Groß, Die Gewinnung von Grundwasser und seine künstliche Erzeugung. D 1929, H. 37.
107. Mezger, Über die künstliche Beeinflussung der Grundwasserbildung im Flachlande. D 1929, H. 39.
108. Vollmar, Die Talsperren-Wasserversorgung in Mittelsachsen. D 1929, H. 47.
109. Köln, S. 31. D 1929.
110. Gäbert, Die Wasserversorgung einer Gemeinde auf der sterilen Muschelkalkfläche bei Freyburg a. d. Unstrut. K 1929, H. 17.
111. Scheffel, Grundwassernachweis für die Wasserversorgung des Nordseebades Wyk auf Föhr. D 1930, H. 16.
112. König, Die hydrologischen Vorarbeiten für die Grundwasserentnahme aus der Letzlinger Heide. D 1930, H. 47.
113. Düsseldorf, S. 25; Aussig, S. 1057. D 1930.
114. Mezger, Die verschiedenen Stadien der Grundwasserbildung. H 1930, H. 18.
115. Müller, Das Quellgebiet für Eisenachs Trinkwasserversorgung und die in Aussicht genommenen Bohrungen und Tiefbrunnenanlagen. I 1930, H. 16.
116. Loewengart, Grundwasserverhältnisse und Wasserversorgung in Bayern. I 1930, H. 18.
117. Hundt, Zur Hydrologie Ostthüringens und des Vogtlandes. I 1930, H. 20.
118. Siehe Nr. 7.
119. Kirchner, Niederschlesische Wasserversorgungsprobleme und die Wasserversorgung der Hauptstadt Breslau. D 1931, H. 42.
120. Vollmar, Bericht über Erfahrungen mit künstlicher Grundwassererzeugung. D 1931, H. 35.
121. Mezger, Was uns die Ergußlinien der Quellen zu sagen haben. D 1931, H. 3.
122. Lehr, Der Wert systematisch durchgeführter hydrologischer Untersuchungen. H 1931, H. 7.
123. Mezger, Unter welchen Umständen wirken feinporige wasserdurchlässige Böden grundwasserbildend? H 1931, H. 29.
124. Lehr, Trockenperiode und Quellenergiebigkeit. H 1931, H. 39.
125. Fuchs, Die geologischen Grundlagen der Wasserversorgung im Schiefer- und Grauwackengebirge. I 1931, H. 10.
126. Hundt, Beiträge zur Hydrologie des Fichtelgebirges, Elstergebirges und angrenzender Gebiete. I 1931, H. 19/25.
127. Thiem, Grundwassernachweis für die Versorgung der Stadt Bautzen mittels Verstand und mittels Gefühl. L 1931, H. 12.
128. Bökemann, Über die Verteilung von Süß- und Salzwasser in den holländischen Dünen. A 1932, H. 41/42.
129. Kumm, Wassererschließung, Geologie und Wünschelrute. I 1932, H. 1.
130. Behr, Die Bedeutung der Geologie für die Erschließung unserer unterirdischen Wasserschätze. I 1932, H. 2.
131. Lehr, Die Wasserversorgung von Stralsund und die Wünschelrute. I 1932, H. 42.
132. Rutsatz, Beiträge zur Hydrologie des Rheintales. D 1933, H. 2.
133. Prinz, Das Grundwasser in Ägypten. D 1933, H. 35.
134. Stappenbeck, Über Grundwasser in kristallinen Gesteinen. D 1933, H. 42.
135. Schrödter, Die kochsalzhaltigen Grundwässer an der Weichselmündung. H 1933, H. 38.
136. May, Die Notwendigkeit der Grundwasser-Kenntnis. I 1933, H. 9.
137. Siehe Nr. 22.
138. Krauß, Geologie und Trinkwasserforscher. D 1934, H. 39.
139. Bohmann, Der Ausbau der Wasserversorgung Saarbrückens. D 1934, H. 40.

140. Budapest, S. 494. D 1934.
141. May, Die Notwendigkeit der Grundwasserkenntnis. H 1934, H. 1.
142. Emmerling, Die Gewässer, Quellen, Brunnen und Wasserleitungen in Sondershausen und seiner Umgebung in chemischer und biologischer Beziehung. H 1934, H. 32/33.
143. Hodez, Schwankungen des Grundwasserspiegels. I 1934, H. 24.
144. Siehe Nr. 26.
145. Siehe Nr. 27.
146. Holler, Gruppenwasserversorgung im Bayerischen Jura. D 1935, H. 20.
147. Haupt, Schädlicher Einfluß von Aschenablagerungen auf Grundwasser. D 1935, H. 27.
148. Siehe Nr. 32.
149. Wagner, Über das Karstwasser im Bereich der Schwäbischen Alb als Grundlage für Wasserversorgungen. D 1935, H. 39.
150. Siehe Nr. 34.
151. Troßbach, Veränderungen in der Ergiebigkeit und Nachhaltigkeit von Wasserbezugsquellen. K 1935, H. 1.
152. Siehe Nr. 92.
153. Mattern, Die Sicherstellung der Wasserversorgung von Groß-Berlin aus Stau-becken. M 1935, H. 5.

Abschnitt IV (Wasserentnahme).

Allgemein.

154. Schimrigk, Zur Frage des Standortes von Wasserfassungsanlagen. H 1930, H. 43/44.

Grundwasser.

155. Lehr, Der Beharrungszustand des Grundwassers beim Versuchsbrunnenbetrieb. H 1930, H. 14.
156. Siehe Nr. 34.

Uferfiltration.

157. Schierstein, S. 577 (D 1928); Düsseldorf, S. 25; Breslau, S. 247; Aussig, S. 1057 (D 1930); Essen, S. 653 (D 1932).
158. Dresden, S. 8 (B 1935).

Grundwasseranreicherung und künstliches Grundwasser.

159. Schierstein, S. 577; Hamburg, S. 913, D 1928.
160. Groß, Die Gewinnung von Grundwasser und seine künstliche Erzeugung. D 1929, H. 37.
161. Siehe Nr. 107.
162. Mittelsachsen, S. 1140, D 1929.
163. Düsseldorf, S. 25; Breslau, S. 247; Düsseldorf, S. 789, D 1930.
164. König und Bruns, Künstliche Grundwasseranreicherung unter Berücksichtigung der Verhältnisse des Ruhrkohlengebietes. H 1930, H. 43, 46.
165. Krieg, Wasserwerk Ackerföhre an der Ruhr der Gutehoffnungshütte Oberhausen (Rhld.) mit Schnellfilteranlage und Versickerung zur Anreicherung des Grundwassers. D 1931, H. 9.
166. Siehe Nr. 120.
167. Siehe Nr. 7.
168. Breslau, S. 523; Niederschlesien, S. 966, D 1931.
169. Mattern, Der Stever-Staudamm bei Haltern (Westfalen) zur Wassergewinnung durch Grundwasseranreicherung. P 1931, H. 18.
170. Nerreter, Wasserversorgung im mittleren Ruhrkohlenbezirk mit besonderer Berücksichtigung der Stadt Essen. D 1932, H. 33.

171. Paderborn, S. 81; Halle, S. 193; Ruhrgebiet, S. 586, 637, D 1932.
172. Holthusen, Fünf Jahre Grundwasseranreicherung in Curslack. D 1933, H. 27.
173. Selter, Der Einfluß des Rheinhochwassers auf die Brunnen des Wasserwerks der Stadt Bonn. H 1933, H. 24.
174. Lehr, Beeinflussung einer Wasserfassung durch in ihrer Nähe befindliches Oberflächenwasser. H 1933, H. 32.
175. Denner, Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der künstlichen Anreicherung des Grundwassers unter besonderer Berücksichtigung der Wasserwirtschaft Groß-Berlins. D 1934, H. 24, 25, 26, 27.
176. Chemnitz, S. 159, K 1934.
177. Mittelsachsen, S. 6, B 1935.

Kesselbrunnen (Sammelbrunnen).

178. Stuttgart, S. 371, D 1927.
179. Troppau, S. 173; Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434, D 1928.
180. Köln, S. 31; Königsberg, S. 237; Wien, S. 1114, D 1929.
181. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 25; Mannheim, S. 621; Aussig, S. 1057, D 1930.
182. Das Herstellen von Brunnenschächten nach dem Romperit-C-Sprengkultur-Verfahren. I 1930, S. 25—29.
183. Tegel, S. 398; Detroit, S. 929; Dessau, S. 1025; Potsdam, S. 1052, D 1931.
184. Kockelmann, Betonieren von Brunnensohlen unter Wasser. I 1931, H. 26.
185. König, Bau eines Sammelbrunnens für das neue Grundwasserwerk der Stadt Magdeburg. B 1932, H. 49.
186. Ruhrgebiet, S. 586, 637, D 1932.
187. Magdeburg, S. 420; Berlin, S. 717, D 1933.
188. Klut, Die Bedeutung des Trinkwassers bei Einzelbrunnen. I 1933, H. 6.
189. Allenstein, S. 645, D 1934.
190. Lehr, Der Saugbehälter in Wasserversorgungsanlagen und sein erforderlicher Inhalt. H 1934, H. 37.
191. Siehe Nr. 84.

Rohrbrunnen.

192. Thiem, Chemische und physikalische Zustandsänderungen gußeiserner Rohrbrunnen im Untergrund. D 1928, H. 51.
193. Lübeck, S. 163; Troppau, S. 173; Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434; Wiesbaden-Schierstein, S. 577; Baku, S. 583; Curslack, S. 913, D 1928.
194. Kühne, Der Stand der Wasserversorgung in Deutschland. D 1929. Sonderheft.
195. Wiegand, Inkrustierung von Brunnen und deren Beseitigung auf chemischem Wege. D 1929, H. 30.
196. Köln, S. 31, D 1929.
197. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 25; Breslau, S. 247; Wyk, S. 364; Mannheim, S. 621; Nürnberg, S. 1156, D 1930.
198. Lehr, Die Gruppenwasserversorgung Friedelsheim (Rheinpfalz). H 1930, H. 24.
199. Wolf, Hinweise für die Wahl der Brunnenart. L 1930, H. 19.
200. Ackerfahre, S. 193; Altona, S. 237; Tegel, S. 398; Messina, S. 476; Dessau, S. 1025; Potsdam, S. 1052; Oberschlesien, S. 1077, D 1931.
201. Marschall, Erschwernisse beim Brunnenbohren. I 1931, H. 1.
202. Delmenhorst, S. 41; Paderborn, S. 81; Salzburg, S. 121; Frankfurt a. M., S. 158; Polchow, S. 236; Tilsit, S. 548; Ruhrgebiet, S. 586, 637, 653, D 1932.
203. Pfälzische Mittelrheingruppe, S. 547, H 1932.
204. Tiuka, Neuzeitliche Tiefbohrreinrichtungen auf Wasser und ähnliche Stoffe. I 1932, H. 18.
205. Erfurt, S. 404; Magdeburg, S. 415, D 1933.
206. Wolff, Die Reparatur des Tiefbrunnens. I 1933, H. 22.

207. Stephan, Neuzeitliche Kiesschüttungsbrunnen. D 1934, H. 48.
208. Lokstedt, S. 145; Allenstein, S. 645; Saarbrücken, S. 693, D 1934.
209. Wiczorek, Über Rohrbrunnen und ihre Filter. E 1934, H. 3.
210. Siehe Nr. 84.
211. Siehe Nr. 146.
212. Hosemann, Der künstliche, feststehende Schottermantel aus Steinzeug im Brunnenbau. E 1935, H. 3.
213. Bieske, Neuzeitliche Großbrunnen für Wasserwerke. H 1935, H. 16.

Brunnenfilter.

214. Heyd, Filterkörbe bei Rohrbrunnen. L 1924, H. 15.
215. Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434; Curslack, S. 913, D 1928.
216. Köln, S. 31, D 1929.
217. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 61; Wyk, S. 364; Mannheim, S. 261; Magdeburg, S. 1105, D 1930.
218. Altona, S. 237; Tegel, S. 398; Hechtsheim, S. 657; Dessau, S. 1025; Potsdam, S. 1052; Oberschlesien, S. 1077, D 1931.
219. Herrmann, Herrmann-Patent-Brunnenfilter. I 1931, H. 9.
220. Großkopf, Rohrbrunnenfilter, Bauart Thiem. I 1931, H. 14.
221. Quaeck, Neue Richtlinien für die Konstruktion von Bohrbrunnenfilterrohren. I 1931, H. 11—13.
222. Wolfer, Ein neuer Steinzeugfilter für Rohrbrunnen. I 1931, H. 15.
223. Delmenhorst, S. 41; Paderborn, S. 81; Stettin, S. 236, D 1932.
224. Viehson, Korrosionsbeständige Brunnenfilterrohre mit Hartgummiüberzug. D 1933, H. 25.
225. Metz, S. 220, D 1933.
226. Burghardt, Bewahrung der verschiedenen Brunnenfilter. D 1934, H. 1.
227. Allenstein, S. 645, S 1934.
228. Siehe Nr. 84.

Quellen.

229. Apulien, S. 101; Gahlen, S. 102; Prag, S. 434; Baku, S. 583; Württemberg und Baden, S. 750, D 1928.
230. Köln, S. 31; Pottschach, S. 1114, D 1929.
231. Lehr, Der Wert einer Quelle für Wasserversorgungszwecke. H 1929, H. 50.
232. Eigenbrodt, Der Entwurf für das neue Wasserwerk der Stadt Tiflis. H 1929, H. 51.
233. Krauß, Die Wasserversorgung Nürnbergs. D 1930, H. 49.
234. Trier, S. 265, D 1930.
235. Siehe Nr. 115.
236. Siehe Nr. 121.
237. CL. H., Schichtquellenfassung. I 1931, H. 16.
238. Hassold, Projektierung von Wassergewinnungsanlagen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Lage der Städte. D 1932, H. 50.
239. Salzburg, S. 121; Wien, S. 991, D 1932.
240. Hochquellenleitungen für mittlere und kleine Gemeinden. I 1932, H. 7—26 (auch 1933, H. 1 u. 3).
241. Paris, S. 143, L 1932.
242. Siehe Nr. 142.
243. Siehe Nr. 151.

Flußwasserfassung.

244. Hamburg, S. 1208, D 1927.
245. Lübeck, S. 103; Prag, S. 434; Baku, S. 583; Bologna, S. 798; Curslack, S. 913; Conception, S. 943, D 1928.

246. Königsberg, S. 237; Detroit, S. 624; St. Louis, S. 646; Magdeburg, S. 1065, D 1929.
247. Acklin, Eine neue Methode zur hygienischen Beurteilung von Oberflächenwasser. D 1930, H. 18.
248. Hannover, S. 8; Breslau, S. 247; Königsberg, S. 813; Stuttgart, S. 985, D 1930.
249. Altona, S. 237; Detroit, S. 929, D 1931.
250. Halle, S. 193; Stettin, S. 236; Tilsit, S. 548; Essen, S. 653, D 1932.
251. Ahmad und Gerlach, Die Wasserversorgung von Tokio. N 1932, H. 52.
252. Magdeburg, S. 314, D 1933.

Seewasser.

253. Württemberg und Baden, S. 750, D 1928.
254. Berlin, S. 11, D 1929.
255. Konstanz, S. 669; Stuttgart, S. 985, 1081, D 1930.
256. Tegel, S. 398, D 1931.
257. Groß. Seewasserleitungen. D 1932, H. 37.
258. Chemnitz, S. 159, K 1934.
259. Link, Die Wasserversorgung von Stuttgart. E 1935, H. 7.

Grundwassersperren.

260. Keller, Grundwassersperren. B 1933, H. 21.

Sickerleitung.

261. Stuttgart, S. 374, D 1927.
262. Schierstein, S. 577; Curslack, S. 913, D 1928.
263. Siehe Nr. 106.
264. Breslau, S. 247, D 1930.
265. Essen, S. 653, D 1932.

Talsperren.

266. Siehe Nr. 95.
267. Siehe Nr. 97.
268. Siehe Nr. 101.
269. Mittelsachsen, S. 1137, D 1929.
270. Vogt, Die Wasserversorgung der Gemeinden aus Talsperren. H 1929, H. 44.
271. Ehrenberg, Grundlagen der Berechnung von Staudämmen. M 1929, H. 23.
272. Link, Die Erhöhung von Staumauern zum Zweck der Vergrößerung ihres Stauinhaltes. M 1929, H. 23.
273. Ascher, Erfahrungen bei der Fundierung von Staumauern im Hochgebirge. M 1929, H. 23.
274. Ziegler, Die wasserseitige Erdhinterfüllung von Staumauern. M 1929, H. 24.
275. Tölke, Ribbildungen an großen Schwergewichtsmauern aus Beton. A 1930, H. 38.
276. Sao Paulo, S. 398, D 1930.
277. Vogt, Qualitätsschwankungen des Wassers in einer Trinkwassersperre. H 1930, H. 40.
278. Heubling, Absperr-Armaturen bei Entnahme- und Entlastungsleitungen für Talsperren. M 1930, H. 1/2.
279. Kennerknecht, Talsperre im Harz. M 1930, H. 22—24.
280. Probst und Tölke, Entwurf und Wirtschaftlichkeit von Staumauern aus Beton und Eisenbeton. N 1930, H. 13, 15.
281. Groh, Die abgestrebte Gewölbesperre. A 1931, H. 22/23.
282. Kreuzkam, Deutschlands Talsperren. A 1931, H. 37.
283. Ziegler, Die Westharzsperrren und die Bauweise und Bauausführung des Söse-dammes. A 1931, H. 22/23.

284. Böhme, Die Saidenbachtalsperre der Stadt Chemnitz. A 1931, H. 40/41/42.
285. Meyer, Die wasserwirtschaftlichen Arbeiten des Wasserwerksamtes der Stadt Chemnitz und ihre praktische Verwertung. D 1931, H. 16/17.
286. Kennerknecht, Die Sösetalsperre im Harz. N 1931, H. 5.
287. Siehe Nr. 169.
288. Tölke, Die wirtschaftlichen Grundlagen für den Bau des 221 m hohen Hoover-Dams, U.S.A. A 1932, H. 7/8.
289. Kesselheim, Die Baueinrichtung und Bauausführung der Sperrmauer und des Krafthauses am kleinen Bleiloch bei Saalburg, Thüringen. A 1932, H. 13/14 u. 15/16.
290. Link, Talsperren und ihre Einwirkungen auf die Wasserversorgung an der Ruhr. D 1932, H. 30.
291. Meyer, Trinkwasserversorgung durch Talsperren. D 1932, H. 39, 40, 41.
292. Ruhrgebiet, S. 637, D 1932.
293. Meyer, Die Bedeutung der Talsperren für die Wasserversorgung in Deutschland. L 1932, H. 5/6.
294. Wernecke, Die Wasserversorgung von New York. L 1932, H. 10.
295. Nötzli, Über einige neue Arten von Pfeilerstaumauern. A 1933, H. 13/14.
296. Kunze, Die Marathonsperre bei Athen. M 1933, H. 14.
297. Jödicke, Bitumen und Bitumendecken im Talsperrenbau. B 1934, H. 53.
298. Harz, S. 725, D 1934.
299. Saidenbachtalsperre, S. 190, H 1934.
300. Siehe Nr. 22.
301. Chemnitz, S. 159, K 1934.
302. Link, Die neuere Entwicklung der festen Dichtungswände in hohen Erdstaudämmen. B 1935, H. 1.
303. Forner, Die Entwicklung des Entwurfes für die Zillierbachtalsperre. B 1935, H 2.
304. Siehe Nr. 87.
305. Forner, Von der Zillierbachtalsperre bei Wernigerode. E 1935, H. 5.
306. Ludin, Aus dem Aufgabenkreis der Zentralstelle für Talsperrenforschung. E 1935, H. 7.
307. Siehe Nr. 91.
308. Siehe Nr. 92.
309. Forner, Entwurf für die Zillierbachtalsperre. P 1935, H. 7.

Abschnitt V (Aufbereitung).

Allgemein.

310. Henning, Reinigungsverfahren für Trinkwasserversorgungen. D 1928, H. 16.
311. Klut, Über den heutigen Stand der Wasseraufbereitung. I 1929, H. 22.
312. Eigenbrodt, Neuere Gesichtspunkte bei der Planung von städtischen Wasserversorgungsanlagen. H 1930.
313. Klepetar, Neue Versuche zur Reinigung von Trinkwasser auf chemischem Wege. H 1930, H. 42.
314. Siehe Nr. 7.
315. Altona, S. 237, D 1931.
316. Freund, Trinkwasserkühlung. H 1931, H. 41.
317. Brinkhaus, Die Aufbereitung von Trink- und Wirtschaftswasser für Hauswasserversorgungsanlagen. I 1931, H. 9/10.
318. Steding, Allgemeiner Überblick über den Stand der Wasserreinigung. D 1933, H. 13.
319. Kausch, Patentierte Neuerungen auf dem Gebiet der Wasserreinigung. L 1933, H. 17, 18.

320. Böttcher, Vorkommen und Bekämpfung von Kleinlebewesen in Wasserwerksbetrieben. D 1935, H. 10.

Entfärbung.

321. Hamburg, S. 1208, D 1927.
322. Muldetalsperre. D 1928, H. 48.
323. Königsberg, S. 813; Stuttgart, S. 985, D 1930.
324. Königsberg, S. 73; Oberschlesien, S. 421, D 1931.
325. Dresden, S. 773, D 1934.
326. Siehe Nr. 87.

Geruch und Geschmack.

327. Hamburg, S. 1208, D 1927.
328. Magdeburg, S. 1065, D 1929.
329. Sierp, Verbesserung des Geruchs und Geschmacks von Trinkwasser. K 1929, H. 11/12.
330. Breslau, S. 247, D 1930.
331. Dresden, S. 773, D 1934.
332. Siehe Nr. 86.

Absetzanlagen.

333. Wiesbaden, S. 577; Baku, S. 583; Bologna, S. 798; Conception, S. 943; Muldetalsperre, S. 1161, D 1928.
334. Permien, Die Aufbereitung von Oberflächenwasser zu Trinkzwecken. D 1929, H. 29.
335. Königsberg, S. 237; Detroit, S. 621; St. Louis, S. 646; Magdeburg, S. 1065, D 1929.
336. Groß, Wirtschaftliche Gesichtspunkte der Wasserreinigung. D 1930, H. 26.
337. Breslau, S. 247; Magdeburg, S. 933; Stuttgart, S. 985, D 1930.
338. Siehe Nr. 119.
339. Königsberg, S. 73; Altona, S. 237; Breslau, S. 522, 673; Dessau, S. 1025, D 1931.
340. Haupt, Die chemische Aufbereitung von Oberflächenwasser. L 1931, H. 21.
341. Magdeburg, S. 344; D 1933.
342. Dresden, S. 773, D 1934.
343. Siehe Nr. 259.
344. Siehe Nr. 39.

Filter.

345. Hamburg, S. 1208, D 1927.
346. Kniesel, Verbesserung der Wasserversorgung. D 1928, H. 1.
347. Ellinger, Reinigung von Trink- und Brauchwasser. D 1928, H. 2.
348. Thiem, Der Filter- und Spülvorgang in offenen Enteisungsanlagen. D 1928, H. 35.
349. Lübeck, S. 103; Prag, S. 434; Baku, S. 583; Württemberg und Baden, S. 750; Bologna, S. 798; Curslack, S. 913; Remscheid, S. 961; Muldetalsperre, S. 1161, D 1928.
350. Siehe Nr. 194.
351. Berlin, S. 11; Königsberg, S. 237; Magdeburg, S. 1065; Mittelsachsen, S. 1137, D 1929.
352. Dornedden, Beiträge zur Trinkwasserreinigung durch langsame Sandfiltration. D 1930, H. 13, 14, 15.
353. Wichers und Jacobs, Reinigung von Oberflächenwasser. D 1930, H. 37.
354. Breslau, S. 247; Magdeburg, S. 933; Aussig, S. 1057, D 1930.
355. Brinkhaus, Untersuchung von Filtermaterialien. H 1930, H. 26.

356. Wosnessensky und Artömowa, Untersuchung der Adsorption der Farbstoffe bei Filtration ihrer Lösungen durch Schlacke und Kohle und die Regeneration der Filter mittels Chlorierung. H 1930, H. 52.
357. Königsberg, S. 73; Altona, S. 237; Tegel, S. 398; Breslau, S. 522, 673; Detroit, S. 929; Dessau, S. 1025; Potsdam, S. 1052, D 1931.
358. Lehr, Wert systematisch durchgeführter hydrologischer Untersuchungen. H 1931, H. 7.
359. Eggers, Neuzeitliche Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen für Filteranlagen. H 1931, H. 42.
360. Großkopf, Filterkonstruktionen. I 1931, H. 1—8.
361. Meyer, Entkeimung eines Sandfilters. D 1932, H. 2.
362. Delmenhorst, S. 41; Halle, S. 193; Stettin, S. 236; Essen, S. 653; Detroit, S. 930, D 1932.
363. Magdeburg, S. 314, D 1933.
364. Kolibay, Leistungsregler in Filteranlagen. H 1933, H. 1.
365. Scherer, Über den Filterbau für Trinkwasserversorgungen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. D 1934, H. 13.
366. Budapest, S. 494; Pommerensdorf, S. 540; Dresden, S. 773, D 1934.
367. Chemnitz, S. 159, K 1934.
368. Moskau, S. 113, D 1935.
369. Siehe Nr. 86.
370. Siehe Nr. 87.
371. Siehe Nr. 259.
372. Jaenicke, Wasserreinigung in Langsamfiltern mit Aktivkohlen. H 1935, H. 11.
373. Siehe Nr. 92.

Sandwäsche.

374. Magdeburg, S. 933; Aussig, S. 1057, D 1930.

Schnellfilter.

375. Lührig, Beiträge zur Entfernung gelöster organischer Stoffe aus Trinkwasser und Gebrauchswasser. D 1927, H. 27.
376. Wesermünde, S. 217; Conception, S. 943; Remscheid, S. 961; Nordamerika, S. 1081, D 1928.
377. Siehe Nr. 334.
378. Königsberg, S. 237; Magdeburg, S. 1065, D 1929.
379. Henning, Regeleinrichtungen bei Schnellfilteranlagen. D 1930, H. 5.
380. Hannover, S. 8; Breslau, S. 247; Königsberg, S. 813; Magdeburg, S. 933 Stuttgart, S. 985, D 1930.
381. Königsberg, S. 73; Ackerfahre, S. 193; Altona, S. 237; Breslau, S. 522; 673 Dessau, S. 1025, D 1931.
382. Martiny, Über die Spülung von Schnellfiltern. G 1931, H. 10.
383. Halle, S. 193; Stettin, S. 236; Tilsit, S. 548, D 1932.
384. Kirchner, Die Wirkungsweise der neuen Schnellfilteranlage der städtischen Werke Breslau. D 1933, H. 41.
385. Magdeburg, S. 314; Breslau, S. 452, D 1933.
386. Kolibay, Die Reinigung des Kieses in Schnellfilteranlagen. H 1933, H. 30.
387. Kolibay, Die Entwicklung der Filterböden im Wasserreinigungsbau. N 1933, H. 18.
388. Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 553; Dresden, S. 773, D 1934.
389. Siehe Nr. 91.
390. Lehr, Die zentrale Einzelwasserversorgung der Landgemeinde Böhl (Rheinpfalz). K 1935, H. 9.
391. Siehe Nr. 39.

Entkeimung.

392. Romwalter, Die bakterizide Wirkung des Chlors im Wasser. D 1927, H. 47.
393. Siehe Nr. 347.
394. Siehe Nr. 310.
395. Bruns, Weitere Erfahrungen auf dem Gebiet der Chlorung des Trinkwassers. D 1928, H. 44.
396. Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434; Baku, S. 583; Muldetalsperre, S. 1161; D 1928.
397. Siehe Nr. 49.
398. Berlin, S. 11; Königsberg, S. 237; Magdeburg, S. 1065, D 1929.
399. Breslau, S. 247; Stuttgart, S. 985, D 1930.
400. Ackerfahre, S. 193; Breslau, S. 673, D 1931.
401. Andre, Desinfektion keimführender Brunnen. H 1931, H. 38.
402. Dresel, Neuhaus und Stickel, Desinfektion einer zentralen Wasserleitung in einer Stadt mit 15000 Einwohnern. H 1931, H. 25.
403. Siehe Nr. 361.
404. Haupt, Die chemische Aufbereitung von Oberflächenwässern. L 1932, H. 21.
405. Dresden, S. 773, D 1934.
406. Bruns und Pabst, Über einfache Dosierungsvorrichtungen für den Zusatz von Hypochloritlauge zum Zwecke der Wasserdesinfektion. D 1935, H. 3.
407. Vagedes, Über Trinkwasserentkeimung durch Quarzlicht. D 1935, H. 5.
408. Siehe Nr. 90.
409. Siehe Nr. 39.

Chlorung.

410. Siehe Nr. 42.
411. Siehe Nr. 392.
412. Hamburg, S. 1208, D 1927.
413. Haase, Über die Chlorung von Wasser. D 1928, H. 17.
414. Siehe Nr. 395.
415. Ornstein, Trinkwasserreinigung in Nord-Amerika mit besonderer Berücksichtigung der Chlorung. D 1928, H. 45.
416. Wesermünde, S. 217; Curslack, S. 913; Korrosionsschutz, S. 1009, D 1928.
417. Siehe Nr. 49.
418. Haase, Über Chlorung von Wasser II. D 1929, H. 10.
419. Berlin, S. 11; Königsberg, S. 237; Detroit, S. 621; St. Louis, S. 646; Magdeburg, S. 1065, D 1929.
420. Froböse, Chlorbedarf und bakterizide Wirkung des Chlors bei der Trinkwassersterilisation. H 1929, H. 46.
421. Breslau, S. 247; Königsberg, S. 813; Magdeburg, S. 933; Aussig, S. 1057, D 1930.
422. Ornstein und Kroke, Chlorkupferung und Chlorsilberung in der Wasser- und Abwasserbehandlung. H 1930, H. 10.
423. Ornstein, Chlorkombinationsverfahren. H 1930, H. 43.
424. Siehe Nr. 120.
425. Siehe Nr. 7.
426. Hardershof, S. 73; Ackerfahre, S. 193; Altona, S. 237; Oberschlesien, S. 421; Breslau, S. 522, 673, D 1931.
427. Siehe Nr. 70.
428. Muhiddin Ali, Die Verdunisation, das Verfahren von Bunau Varilla zur Chlorung des Trinkwassers, Beschreibung und Nachprüfung. K 1932, H. 22.
429. Magdeburg, S. 314; Erfurt, S. 404, D 1933.
430. Rigi, S. 198, H 1933.
431. Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 572; Dresden, S. 773, D 1934.

- 432. Siehe Nr. 406.
- 433. Siehe Nr. 86.
- 434. Siehe Nr. 87.
- 435. Siehe Nr. 259.
- 436. Siehe Nr. 90.
- 437. Siehe Nr. 91.
- 438. Siehe Nr. 39.

Katadynverfahren.

- 439. Siehe Nr. 49.
- 440. Konrich, Über oligodynamische Trinkwassersterilisation mittels des Katadynverfahrens. H 1929, H. 47.
- 441. Salmony, Katadyn, eine neue Wassersterilisation. L 1929, H. 6.
- 442. Salmony, Lösung des Problems einer einwandfreien Wassersterilisation. O 1932, H. 4.
- 443. Karsten, Eine neue Wassersterilisationsmethode, das sog. „Elektrokatadynverfahren.“ E 1935, H. 1.
- 444. Karsten, Die Bedeutung des Elektro-Katadyn-Verfahrens für die Wasserwirtschaft größerer Gemeinden. F 1935, H. 3.

Enteisenung.

- 445. Siehe Nr. 40.
- 446. Lührig, Über Schwierigkeiten bei der Enteisenung eines Grundwassers und ein einfaches Mittel zu ihrer Beseitigung. D 1927, H. 25.
- 447. Siehe Nr. 346.
- 448. Siehe Nr. 347.
- 449. Siehe Nr. 44.
- 450. Siehe Nr. 310.
- 451. Siehe Nr. 348.
- 452. Prag, S. 434; Schierstein, S. 577; Curslack, S. 913, D 1928.
- 453. Schmidt, Mängel an Enteisenungsanlagen für Einzelbrunnen. D 1929, H. 6.
- 454. Hannover, S. 8; Breslau, S. 247, D 1930.
- 455. Tegel, S. 398; Breslau, S. 522, 673; Dessau, S. 1025; Potsdam, S. 1052; Oberschlesien, S. 1077, D 1931.
- 456. Delmenhorst, S. 41; Halle, S. 193; Stettin, S. 236; Tilsit, S. 548, D 1932.
- 457. Pfalz, S. 565, H 1932.
- 458. Magdeburg, S. 423, D 1933.
- 459. Ludwigshafen, S. 257; Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 553; Allenstein, S. 645; Saarbrücken, S. 693; Dresden, S. 773, D 1934.
- 460. Hoek, Wasserenteisenung und Entsäuerung. I 1934, H. 7.
- 461. Engels, Enteisenungs- und Entsäuerungsanlage des Wasserwerks der Stadt Cottbus. D 1935, H. 37.
- 462. Siehe Nr. 390.

Rieseler.

- 463. Siehe Nr. 346.
- 464. Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434, D 1928.
- 465. Tegel, S. 398; Breslau, S. 673, D 1931.
- 466. Delmenhorst, S. 41, D 1932.
- 467. Häber, Reinigung von Riesler-(Lüfter-)steinen in Wasserwerken mit Ziegelstein-Reinigungsmaschine. D 1933, H. 7.
- 468. Pommerensdorf, S. 540, D 1934.

Entmanganung.

- 469. Siehe Nr. 40.
- 470. Siehe Nr. 375.

- 471. Lührig, Natürlicher und künstlicher schwarzer Sand als Entmanganungs-
material für Wasser. D 1927, H. 53.
- 472. Siehe Nr. 346.
- 473. Siehe Nr. 347.
- 474. Siehe Nr. 44.
- 475. Siehe Nr. 310.
- 476. Schierstein, S. 577, D 1928.
- 477. Breslau, S. 247; Aussig, S. 1057, D 1930.
- 478. Siehe Nr. 120.
- 479. Breslau, S. 522, 673; Potsdam, S. 1052, D 1931.
- 480. Halle, S. 193, D 1932.
- 481. Pfalz, S. 564, H 1932.
- 482. Kaatz und Richter, Versuche zur Entmanganung des Leipziger Trinkwassers.
D 1934, H. 19.
- 483. Ludwigshafen, S. 257; Leipzig, S. 479; Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 553;
Saarbrücken, S. 693; Dresden, S. 773, D 1934.

Entsäuerung.

- 484. Siehe Nr. 40.
- 485. Siehe Nr. 42.
- 486. Siehe Nr. 346.
- 487. Siehe Nr. 347.
- 488. Siehe Nr. 310.
- 489. Wesermünde, S. 217; Remscheid, S. 961; Korrosionsschutz, S. 1009; Mulde-
talsperre, S. 1161, D 1928.
- 490. Tillmans, Hirsch, Schilling, Die selbsttätige Schutzschichtbildung durch kaltes
Wasserleitungswasser in eisernen Rohren. D 1929, H. 3, 4, 28.
- 491. Königsberg, S. 237, D 1929.
- 492. Lehr, Kohlensäure im Wasserleitungswasser, ihre Entstehung, ihre Eigenschaften
und ihre Bekämpfung. G 1929, H. 17.
- 493. Breslau, S. 247, D 1930.
- 494. Siehe Nr. 198.
- 495. Martiny, Betrachtungen über die Entsäuerung des Wassers an Hand graphi-
scher Darstellungen. H 1930, H. 13.
- 496. Schmidt, Über Trinkwasser-Entsäuerungsverfahren. D 1931, H. 27.
- 497. Tillmans, Hirsch, Lürmann, Neues Wasserentsäuerungsverfahren. D 1931,
H. 48—52.
- 498. Hardershof, S. 73; Breslau, S. 673; Dessau, S. 1025, D 1931.
- 499. Tillmans, Hirsch, Martiny, Betrachtungen über die Entsäuerung des Wassers
an Hand graphischer Darstellung. H 1931, H. 17.
- 500. Delmenhorst, S. 41; Tilsit, S. 548, D 1932.
- 501. Pfalz, S. 564, H 1932.
- 502. Daur, Betriebserfahrungen mit einer Entsäuerungsanlage, „System Bücher“.
D 1933, H. 11.
- 503. Haupt, Erfahrungen an Entsäuerungsanlagen. D 1933, H. 47.
- 504. Bach, Magnesiummetalle für Wasseraufbereitung. H 1933, H. 46.
- 505. Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 553; Allenstein, S. 645; Saarbrücken, S. 693;
Dresden, S. 773, D 1934.
- 506. Siehe Nr. 460.
- 507. Siehe Nr. 84.
- 508. Siehe Nr. 87.
- 509. Siehe Nr. 461.
- 510. Siehe Nr. 91.
- 511. Siehe Nr. 390.

Enthärtung.

- 512. Siehe Nr. 310.
- 513. Stand der Wasserversorgung in Deutschland, Sonderheft S. 8; Detroit, S. 621; St. Louis, S. 646; D 1929.
- 514. Delmenhorst, S. 41, D 1932.
- 515. Staffeldt, Die Kontrolle der Kalk-Soda-Wasserenthärtungsanlagen nach einem Nomogramm. D 1935, H. 32.

Elektrische Reinigung.

- 516. Jäkel, Wasserreinigung auf elektrischem Wege. H 1933, H, 10.

Aktive Kohle.

- 517. Imhoff und Sierp, Filter aus aktiver Kohle zur Verbesserung des Geschmacks von gechlortem Trinkwasser. D 1929, H. 20.
- 518. Magdeburg, S. 1065, D 1929.
- 519. Sartorius und Ottmeyer. Die Entfernung störender Substanzen im Trinkwasser durch aktive und inaktive Kohle. 1. Teil, Entchlorung und Entphenolung. H 1929, H. 29/30.
- 520. Sartorius und Ottmeyer, Die Entfernung usw. 2. Teil. H 1930, H. 15.
- 521. Breslau, S. 247; Magdeburg, S. 933; Stuttgart, S. 985, D 1930.
- 522. Sierp, Die Anwendung der aktiven Kohle in der Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung. H 1931, H. 33.
- 523. Siehe Nr. 120.
- 524. Link, Erfahrungen auf dem Gebiet der Trinkwasserreinigung. H 1931, H. 38.
- 525. Ludwigshafen, S. 787, H 1931.
- 526. Thiem, Die Bedeutung der Kohle für die Wasserreinigung. L 1931, H. 21.
- 527. Siehe Nr. 404.
- 528. Smit, Anwendung aktiver Kohle in Langsandsandfiltern. H 1933, H. 5.
- 529. Schaafsma, Die Reinigung von Wasser mittels Aktiv-Kohlen. H 1933, H. 9.
- 530. Müller, Die Anwendung aktiver Kohlen in der Wasserreinigung. L 1933, H. 9/10.
- 531. Haupt und Steffens, Die aktive Kohle in der Wasserreinigung. O 1933, H. 2.
- 532. Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 572; Dresden, S. 773, D 1934.
- 533. Siehe Nr. 86.
- 534. Siehe Nr. 372.
- 535. Siehe Nr. 259.
- 536. Adler, Die Entchlorung des Wassers. H 1935, H. 22.
- 537. Siehe Nr. 90.

Hochchlorung.

- 538. Adler, Die Reinigung und Sterilisierung des Wassers durch Hochchlorung. D 1929, H. 27.
- 539. Stuttgart, S. 985; Aussig, S. 1057, D 1930.
- 540. Oefverberg, Die restlose Beseitigung von Eisen, Mangan und Phenolen durch das ADM-Verfahren. D 1931, H. 34.
- 541. Siehe Nr. 7.
- 542. Siehe Nr. 524.
- 543. Budapest, S. 494; Kaulsdorf, S. 572, D 1934.
- 544. Siehe Nr. 536.

Überschußkalkverfahren.

- 545. Vollmar, Das Überschußkalkreinigungsverfahren. D 1934, H. 45.

Abschnitt VI (Wasserförderung).

Zuleitung.

- 546. Magdeburg, S. 331, D 1933.
- 547. Kempten, S. 160, H 1933.
- 548. Vogt, Neue Vorschläge für die Konstruktion von Wasserfassungen und Fallrohrleitungen. D 1934, H. 7.
- 549. Siehe Nr. 87.
- 550. Hannemann, Grundsätze für den Bau und Betrieb der Überlandleitung der Württembergischen Landeswasserversorgung. D 1935, H. 38.

Aquädukt.

- 551. Baku, S. 583, D 1928.

Düker.

- 552. Maas, S. 200; Flensburg, S. 220, D 1928.
- 553. Köln, S. 257, D 1930.
- 554. Tegel, S. 398; Dessau, S. 1025, D 1931.
- 555. Dresden, S. 639, B 1933.
- 556. Magdeburg, S. 333, D 1933.
- 557. Kempten, S. 160, H 1933.
- 558. Wayne, S. 30, B 1935.
- 559. Thiem, Unterdükerung der Elbe unterhalb Meißen für die Wasserversorgung der chemischen Fabrik von Heyden A.-G. D 1935, H. 19.
- 560. Siehe Nr. 87.

Heberleitung.

- 561. Vogt, Fehlerquellen im Wasserwerksbau. D 1927, H. 52.
- 562. Vogt, Eine siebenstufige, selbstentlüftende Heberleitung. D 1928, H. 52.
- 563. Troppau, S. 173; Wesermünde, S. 217; Wiesbaden, S. 577; Curslack, S. 913, D 1928.
- 564. Köln, S. 31; Königsberg, S. 237, D 1929.
- 565. Siehe Nr. 232.
- 566. Lang, Neuzeitliche Wassergewinnungsanlagen in Verbindung mit dem chemischen Bodenverfestigungsverfahren. D 1930, H. 34.
- 567. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 25; Mannheim, S. 621; Aussig, S. 1057; Nürnberg, S. 1156, D 1930.
- 568. Siehe Nr. 312.
- 569. Ackerfahre, S. 193; Tegel, S. 398; Dessau, S. 1025; Potsdam S. 1052, D 1931.
- 570. Delmenhorst, S. 41; Halle, S. 193; Ruhrgebiet, S. 586, 637, D 1932.
- 571. Pfalz, S. 547, H 1932.
- 572. Bremerhaven, S. 197; Magdeburg, S. 417, D 1933.
- 573. Allenstein, S. 645, D 1934.

Stollen.

- 574. Wiesbaden, S. 577, D 1928.
- 575. Detroit, S. 621; St. Louis, S. 546, D 1929.
- 576. München, S. 327, B 1932.
- 577. Chemnitz, S. 159, K 1934.

Pumpstationen, Pumpen, Antrieb.

- 578. Tegel, S. 941, D 1927.
- 579. Groß, Die Entwicklung im Antrieb der Wasserfördermaschinen. D 1927, H. 20, 21.
- 580. Siehe Nr. 42.

581. Krauß, Drucksteigerung in einem Fabrikrohrnetz durch Einbau eines selbsttätigen elektrischen Kreiselpumpwerks. D 1927, H. 51.
582. Ihlefeld, Sicherheitsmaßnahmen im Maschinenbetrieb von Wasserwerken. D 1928, H. 15.
583. Zumbusch, Eine neue Dieselmotorenanlage der Stettiner Wasserwerke. D 1928, H. 23.
584. Apulien, S. 101; Lübeck, S. 103; Troppau, S. 173; Wesermünde, S. 217; Prag, S. 434; Wiesbaden, S. 577; Baku, S. 583; Bologna, S. 798; Curslack, S. 913; Conception, S. 943, D 1928.
585. Schulz, Ein Jubiläum der Technik (Kreiselpumpe). D 1928, H. 7.
586. Heyd, Pumpen und ihre Verwendung. L 1928, H. 19.
587. Rosenfeld, Dampfturbinen in der Wasserversorgung der Stadt Berlin. D 1929, H. 13.
588. Köln, S. 31; Königsberg, S. 237; Detroit, S. 621; St. Louis, S. 646, D 1929.
589. Großkopf, Ausblick im Bau von Tiefbrunnen-Kolbenpumpen. I 1929, H. 25.
590. Schoene, Schnellaufende Kolbenpumpen für Wasserwerke. N 1929, H. 34.
591. Viesohn, Die neue Dampfpumpmaschine des Wasserwerks Hattersheim. D 1930, Sonderheft.
592. Meyer, Dieselpumpaggregat der Dortmunder Wasserwerksgesellschaft m.b.H. D 1930, Sonderheft.
593. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 25; Breslau, S. 247; Frankfurt a. M., S. 519; Mannheim, S. 621; Konstanz, S. 669; Magdeburg, S. 933; Nürnberg, S. 1156, D 1930.
594. Siehe Nr. 312.
595. Siehe Nr. 198.
596. Keller, Wasserhebung durch Windkraft. H 1930, H. 43.
597. Schmitt, Wasserförderung aus Rohrbrunnen mit Kolben-, Kreisel- und Preßluftpumpen bei stark schwankenden Wasserständen. G 1930, H. 135.
598. Salmony, Zweckmäßige Tauchpumpe zur Förderung von Wasser aus engen und tiefen Bohrlöchern. G 1930, H. 8.
599. Schubert, Altes und Neues von der Tiefpumpe. I 1930, H. 4.
600. Preuß, Elektrisch angetriebene Kreiselpumpen für Hauswasserversorgungsanlagen. I 1930, H. 10.
601. Pleuger, Die Entwicklung der Unterwasserpumpen. I 1930, H. 13.
602. Adrion, Moderne Tiefbrunnen-Turbopumpen. I 1930, H. 11.
603. Hoffmann, Unterwasserpumpen. I 1930, H. 19.
604. Schulz, Vertikale Kreiselpumpen für Grundwasserhebung. I 1930, H. 20.
605. Müller, Pumpwerk im Genfer See. F 1930, H. 7.
606. Schulz, Tiefbrunnen-Kreiselpumpen. N 1930, H. 8.
607. Detroit, S. 712, A 1931.
608. Krauß, Steigerung der Lieferfähigkeit langer Wasserleitungen mittels Pumpwerks. D 1931, H. 32.
609. Schmauser, Elektrische Tauchpumpen für Wasserförderung aus Bohrlöchern. D 1931, H. 7.
610. Königsberg, S. 73; Ackerfahre, S. 193; Altona, S. 237; Tegel, S. 398; Oberschlesien, S. 421; 1077; Messina, S. 476; Breslau, S. 522; Hechtsheim, S. 657; Dessau, S. 1025; Potsdam, S. 1052, D 1931.
611. Schmitt und Krauß, Spitzenbedarfsdeckung großstädtischer Trinkwasserwerke und Leistungssteigerung in langen Zuleitungen durch Pumpen. H 1931, H. 23.
612. Kränzlein, Elektrische Bohrloch-Tauchpumpen. I 1931, H. 14.
613. Trumpp, Hydraulische Schaltung und Wasserstandsanzeige bei automatischen Pumpwerksanlagen. L 1931, S. 535.
614. Kissinger, Selbsttätige Gemeindepumpwerke. L 1931, H. 15.

615. Benedict, Die Wernert-Tauchpumpe. N 1931, H. 8.
616. van Steewen, Tauchpumpe mit ständiger Kontrollmöglichkeit. N 1931, H. 42.
617. Appel, Über die Wahl der Betriebsart für Wasserwerke. S 1931, H. 1.
618. Lehr, Fluktuierende Tagesmenge, Anfang des Pumpbetriebes, Pumpdauer und minimale Wasserbehältergröße. D 1932, H. 11, 12.
619. Tukfeld, Gesundheitswesen in kleinen Städten. D 1932, H. 2.
620. Schimrigk, Selbsttätig wirkende Pumpwerke in Versorgungsnetzen mit und ohne Hochbehälter. D 1932, H. 4.
621. Viesohn, Die Tauchpumpen in den Wasserwerken von Frankfurt a. M. D 1932, H. 9.
622. Remde, Die maschinellen Einrichtungen des neuen Düsseldorfer Wasserwerks „am Staad“. D 1932, H. 22.
623. Riese, Umstellung eines mit Dampf betriebenen städtischen Pumpwerks auf Dieselmotorenbetrieb. D 1932, H. 42.
624. Dittmer, Der selbsttätige und ferngesteuerte Betrieb von Wasserwerken. D 1932, H. 46.
625. Delmenhorst, S. 41; Paderborn, S. 81; Salzburg, S. 121; Halle, S. 193; Stettin, S. 236; Tilsit, S. 548; Ruhrgebiet, S. 586, 637, D 1932.
626. Löbnitz, S. 257; Pfalz, S. 547, H 1932.
627. Hofmann, Die Entlüftung von Pumpen, Heberleitungen usw. I 1932, H. 16.
628. Müller, Großbohrlochpumpen für Wasserwerke. I 1932, H. 15.
629. Schacht, Winke für die Aufstellung und den Betrieb von Kreiselpumpen. I 1932, H. 20.
630. Hanika, Entlüftungseinrichtungen für Kreiselpumpen. L 1932, H. 11/12 u. 17/18.
631. Swyter, Besondere Bauwerke der Berliner Städtische Wasserwerke A.-G. in den Jahren 1928 bis 1933. D 1933, H. 39, 40.
632. Böckingen, S. 126; Kempten, S. 160; Bremerhaven, S. 197; Rigi, S. 198; Erfurt, S. 404; Magdeburg, S. 415, D 1933.
633. Hanika, Wasserwerks-Kreisel- und Kolbenpumpen. H 1933, H. 47.
634. Heidenau, S. 121, K 1933.
635. Seibt, Fernschaltung von Pumpanlagen. D 1934, H. 52.
636. Lokstedt, S. 145; Ludwigshafen, S. 257; Pommerensdorf, S. 540; Allenstein, S. 645; Saarbrücken, S. 693, Dresden, S. 773; D 1934.
637. Pumpenantrieb durch Tier- oder Menschenkraft. I 1934, H. 26.
638. Baer, Raumbedarf und Kraftbedarf für Pumpwerke. D 1935, H. 2.
639. Hamburg, S. 1; Diepoldsau, S. 54; Moskau, S. 113, D 1935.
640. Siehe Nr. 84.
641. Siehe Nr. 146.
642. Troßbach, Die Wahl des Wassermotors bei Wasserversorgungsanlagen. D 1935, H. 22.
643. Züblin, Bemerkenswerter Umbau einer Wasserversorgung. H 1935, H. 1.
644. Geue, Pumpwerke für die Wasserversorgung von Siedlungen. H 1935, H. 3.
645. Lehmann, Schwimmpumpen. E 1935, H. 5.

Abschnitt VII (Verteilung).

Rohrnetz.

646. Apulien, S. 101; Baku, S. 583; Württemberg und Baden, S. 750; Conception, S. 943; Muldetalsperre, S. 1161, D 1928.
647. Kellner, Störungen des Rohrnetzbetriebes durch die große Kälte im Februar 1929. D 1929, H. 26.
648. Schubert, Mehr Wirtschaftlichkeit in der Wasserversorgung. D 1929, H. 40.

649. Krauß, Neuzeitliche Nutzwasserversorgung in deutschen Städten. D 1929, H. 52.
650. Köln, S. 31, D 1929.
651. Siehe Nr. 232.
652. Bernhard, Versteinung loser Bodenarten im Grundbau. A 1930, H. 11/12.
653. Fiedler, Neuartiger Rohrverschluß. D 1930, H. 12.
654. Gülich, Wassergewinnung, Wasserverteilung. D 1930, H. 41.
655. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 25, D 1930.
656. Mann, Berechnung und Betriebskontrolle von Wasserversorgungsnetzen nach der Methode der äquivalenten Weiten. H 1930, H. 5.
657. Reuther, Ein Beitrag zur Klärung der Wasserbewegung. H 1930, H. 11, 12, 13.
658. Eigenbrodt, Die Notwendigkeit getrennter Industriewasserversorgungen. H 1930, H. 43.
659. Schmitt, Ein Beitrag zur Berechnung städtischer Wasserrohrnetze mit Hilfe gleichwertiger Querschnitte und gleichwertiger Längen. H 1930, H. 43.
660. Violet, Die Wasserversorgung der Siedlungen usw. D 1931, H. 40.
661. Thiem, Einfache Berechnung von Wasserrohrleitungen durch Zahl und Bild. H 1931, H. 21.
662. Salzbürg, S. 124; Halle, S. 193; Ruhrgebiet, S. 586, D 1932.
663. Elsner v. Gronow, Ausführungsgrundsätze für die richtige Rohrinstallation öffentlicher Wasserversorgungsnetze. H 1932, H. 5.
664. Lübke, Wasserverbrauch und Rohrnetz in Kleingartenanlagen. H 1932, H. 45.
665. Lübke, Die Durchbildung des Rohrnetzes in Kleingartenanlagen. H 1932, H. 48.
666. Löbnitz, S. 257; Pfalz, S. 564, H 1932.
667. Schulz, Über volkswirtschaftliche Mängel der Rohrnetze unserer Großstadt-Wasserversorgungen. L 1932, H. 7/8.
668. Großmann, Dichtheitsprüfung von Rohrleitungen. D 1933, H. 9.
669. Ernst, Einrichtung zur Erhöhung des Druckes selbsttätiger Wasserversorgungsanlagen in Brandfällen. I 1933, H. 4.
670. Ebner, Überwachung und Erhaltung von Wasserrohrnetzen. D 1934, H. 44.
671. Hutschenreuter, Einzel-Wasserversorgungen im Luftschutz industrieller Betriebe. I 1934, H. 7.
672. Hamburg, S. 1, D 1935.
673. Die Feuerlöschwasserversorgung, ein Ausschnitt der Dresdener Jahresschau 1935 „Der rote Hahn“. D 1935, H. 27.
674. Siehe Nr. 91.
675. Siehe Nr. 390.
676. Siehe Nr. 39.

Rohrmaterialien, Rohrbruch, Rohrschäden.

677. Waldkirch, Verbindung und Verlegung der Rohrarten. L 1925, H. 15.
678. Heyd, Die Verbindung von Rohren. Q 1925, H. 13.
679. Köster, Prüfungsergebnisse an Schleudergußrohren. D 1928, H. 17.
680. Apulien, S. 101; Prag, S. 434; Wiesbaden, S. 577; Baku, S. 583; Württemberg und Baden, S. 750; Curslack, S. 913; Muldetalsperre, S. 1161, D 1928.
681. Naumann, Wasserrohre und deren Schutz. D 1929, H. 28.
682. Schubert, Mehr Wirtschaftlichkeit in der Wasserversorgung. D 1929, H. 40.
683. Keller, Schleuderbetonrohre für Trinkwasserversorgung. D 1929, H. 46.
684. Schubert, Technische Vorschriften für Herstellung einer Holzrohrleitung aus Dauben und Spannringen. D 1930, H. 21.
685. Köster, Rohrmuffen der Berliner Städtische Wasserwerke A.-G. D 1930, H. 34.
686. Wunderlich, Eine neue Rohrverbindung. D 1930, H. 38.
687. Hannover, S. 8; Düsseldorf, S. 81; Köln, S. 257, D 1930.

688. Schacht, Wasserleitungen aus Kupferrohr. I 1930, H. 9.
689. Gamann, Wasserleitungsröhren aus Metall. K 1930, H. 2.
690. Engler, Eternit-Druckrohre. M 1930, H. 19.
691. Schemel, Neue Rohrmaterialien des Dresdener Wasserrohrnetzes. D 1931, H. 8.
692. Schottak, Asbest-Zementrohre, ihre Erzeugung, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten. D 1931, H. 13.
693. Thau, Neuzeitliche Rohrleitungsverbindungen. D 1931, H. 42.
694. Tegel, S. 398; Oberschlesien, S. 421, 1077, D 1931.
695. Stelz, Eine inkrustierte Wasserleitung. G 1931, H. 21/22.
696. Jecht, Schleuderbetonrohre mit Asphaltbetonfutter und Asphaltbetonmantel. H 1931, Heft 19.
697. Seitz, Holzdaubenrohre im Wasserversorgungswesen. H 1931, H. 20.
698. Heyd, Zur Rohrfrage für Wasserleitungen. L 1931, H. 16/17.
699. Brinkhaus, Die Verwendung von Flußstahlrohren für Gas- und Wasserrohrleitungen. L 1931, H. 11/12.
700. Siehe Nr. 663.
701. Weckwerth, Fortschritte in Stahlrohrisolierungen und im Schutz der Rohrverbindungsstellen. D 1932, H. 4.
702. Bunte und Struck, Beschaffenheit und Ursachen der Rostablagerungen in Rohrleitungen. D 1932, H. 5.
703. Parduhn, Eine neue Hochdruck-Gußrohrverbindung für Gas- und Wasserleitungen. D 1932, H. 5.
704. Siehe Nr. 257.
705. Salzburg, S. 121; Ruhrgebiet, S. 586, D 1932.
706. Nürnberg, S. 85; Pfalz, S. 564, H 1932.
707. Geißler, Über Röhren und Röhrenverbindungen. L 1932, H. 19/20.
708. Schröder, Die Verwendung von nahtlosen Stahlmuffenröhren für Wasserleitungen. K 1932, H. 2.
709. Gerlach, Bitumen als Rohrschutzmittel. C 1933, H. 3.
710. Wahl, Sandzentrifugalguß-Muffenrohre der Halbergerhütte G. m. b. H., D 1933, H. 6.
711. Pfeiffer, Rohrfragen. D 1933, H. 37.
712. Haase, Das Verhalten von Kupfer und Zink und ihrer Legierungen gegenüber Leitungswasser. H 1933, H. 49.
713. Kempten, S. 160, H 1933.
714. Rhode, Verfahren zum Auskleiden von Rohren. I 1933, H. 25.
715. Saupe, Erfahrungen beim Bau und bei der Vergebung von Holzrohren für Wasserleitungen. K 1933, H. 5.
716. Traub, Erfahrungen mit Eternitrohren bei Wasserleitungen. K 1933, H. 17.
717. Reible, Ursachen von Rohrbrüchen in gußeisernen Muffenleitungen. M 1933, H. 1.
718. Traub, Herstellung und Eigenschaften der Eternitrohre. O 1933, H. 2.
719. Kaatz und Richter, Chemisches Verhalten von Eternitrohren. D 1934, H. 8.
720. Froböse, Beiträge zur Wasserlöslichkeit des Kupfers im Hinblick auf die Verwendung dieses Metalls im Wasserleitungsbau. D 1934, H. 15.
721. Namann, Über Verzinkung von Wasserrohren und -behältern. D 1934, H. 31.
722. Kaulsdorf, S. 572, D 1934.
723. Heyd, Neue Rohrverbindungen. D 1935, H. 15.
724. Hamburg, S. 4, D 1935.
725. Köhler, Erschließung neuer Wasserversorgungsgebiete. D 1935, H. 11.
726. Siehe Nr. 84.
727. Heyd, Neue Verbindungen von gußeisernen Muffenrohren. D 1935, H. 41.
728. Siehe Nr. 87.
729. Clodius, Die Heimstoffe im Wasserwerksbau. D 1935, H. 31/32.

730. Siehe Nr. 550.
731. Schottak, Schwierigkeiten im Betrieb der Wasserwerke im Winter 1928/29. D 1928, H. 1.
732. Eggers, Rohrbruchsicherungen. D 1931, H. 31.
733. Wahl, Rohrbeschädigungen bei Wasserversorgungsanlagen durch Frost, Bergschäden und andere Einflüsse. D 1931, H. 13, 14.
734. Haase, Über künstliche und natürliche Schutzschichtbildung in Wasserleitungsrohren. D 1931, H. 24.
735. Kröhnke, Gegenwärtiger Stand der Rohrschutzfrage für städtische Gas- und Wasserleitungsanlagen. D 1931, H. 50.
736. Siehe Nr. 701.
737. Siehe Nr. 702.
738. Zur Korrosionsfrage. D 1932, H. 14, 19, 20.
739. Herrmann, Verkrustungs- und Zerstörungserscheinungen im Leitungsnetz der Schwenninger Wasserversorgung. D 1932, H. 45.
740. Krauß, Zerstörungen an Gußrohren der Nürnberger Ursprungsleitung von 1885. H 1932, H. 8, 9.
741. Eisenstecken, Neuere Forschungsarbeiten über das Verhalten von Stahlrohren bei starker Beanspruchung durch aggressive Stoffe. D 1933, H. 5, 6, 8, 12, 52.
742. Besig, Schutz der Stahlrohre gegen vagabundierende Ströme. D 1933, H. 8.
743. Zur Korrosionsfrage. D 1933, H. 9.
744. Beck, Über das Verhalten neuerer Rostschutzmittel unter elektrischer, thermischer und Schwingungsbeanspruchung. D 1933, H. 31.
745. Frankenstein, Zerstörung von Rohrleitungen durch vagabundierende Ströme in einem Krankenhaus. D 1933, H. 52.
746. Adloff, Innenangriff gußeiserner Abflußrohre. C 1934, H. 10.
747. Kellner, Rohrbrüche in Wasserleitungen. D 1934, H. 2.
748. Besig, Schutz im Erdboden verlegter metallischer Leitungen gegen elektrolitische Korrosion, besonders vagabundierende Erdströme. D 1934, H. 3.
749. Struck, Korrosionsschutz durch Anstriche. D 1934, H. 44.
750. Budapest, S. 494, D 1934.
751. Mengerlinghausen und Ehlers, Gefrierversuche an Wasserleitungsrohren. H 1934, H. 46.
752. Thiem, Zur Korrosionsfrage. V. Korrosion und Leitungsrohre. D 1935, H. 24.
753. Siehe Nr. 87.
754. Siehe Nr. 550.
755. Hempelmann, Verhütung von Korrosionen und Inkrustationen der Wasserleitungen. M 1935, H. 1.

Hydranten.

756. Crämer, Der Straßen- und Feuerlöschhydrant. L 1931, H. 14.
757. Bieske, Brandbekämpfung und Wasserversorgung. I 1932, H. 12.
758. Heyd, Neuerungen an Hydranten. L 1932, H. 19/20.
759. Siehe Nr. 390.

Wasserzähler.

760. Heyd, Wassermesser. L 1925, H. 16.
761. Heyd, Wassermesser für Wasserversorgungsanlagen. Q 1925, H. 10, 11.
762. Heyd, Die Wassermesserkombination. L 1926, H. 2.
763. Heyd, Neue Meinecke-Apparate. L 1927, H. 22.
764. Weidlich, Vergleichende Versuche mit Wassermessern. D 1928, H. 28.
765. Denkert, Zeitgemäße Technik im Wassermesserbau. D 1928, S. 778.
766. Lübeck, S. 103, D 1928.
767. Eggers, Neuzeitliche Venturi-Wassermesseranlagen. D 1929, Sonderheft.

768. Vollmar, Das Dresdener Verfahren der örtlichen Wassermesser-Untersuchung und der Aufsuchung von Wasserverlusten in den Privatleitungsanlagen. D 1929, H. 15.
769. Weidlich, Zur Verbesserung der Wassermesser. D 1929, H. 52.
770. Knopff, Brunnenwassermesser. I 1929, H. 22.
771. Heyd, Über Wassermesser. R 1929, H. 35.
772. Siehe Nr. 654.
773. Henle, Die neuen Venturimesseranlagen im Quellgebiet der Stadt München. D 1930, H. 52.
774. Magdeburg, S. 933, D 1930.
775. Eggers, Wassermesser-Sonderkonstruktionen. L 1930, H. 10.
776. Lohse, Wassermesser-Sonderkonstruktionen. L 1929, H. 6.
777. Tegel, S. 398; Breslau, S. 527; Dessau, S. 1025, D 1931.
778. Salzburg, S. 121, D 1932.
779. Miething, Systematische Wassermesserpfege, eine wichtige Betriebsaufgabe zur Erhöhung der Rentabilität der Wasserwerke. D 1933, H. 15.
780. Denkert, 75 Jahre Wassermessung, nebst einem einleitenden Rückblick auf ältere Entwicklungsstufen. D 1933, H. 21.
781. Hartmann, Aktuelle Fragen der Wassermessung. D 1933, H. 32.
782. Wentzell, Werkwiderstand von Wassermessern. D 1933, H. 45.
783. Beckmann, Die zweckmäßige Gestaltung von Venturirohren. D 1933, H. 48.
784. Knühl, Prüfung von Wassermessern auf dem Reihenprüftisch. D 1933, H. 49.
785. Götting, Empfindlichkeit von Wassermessern und Erfassung der abgegebenen Wassermengen. D 1933, H. 50, 51.
786. Engel, Wassermessung mit offenen, seitlich eingeschnürten Kanälen. N 1933, H. 48.
787. Lohmann, Einfluß von Schiebern auf die Anzeige von Woltmann-Wassermessern. D 1934, H. 22.
788. Hänsch, Automatische Wassermesserprüfstationen. D 1934, H. 30.
789. Denkert, Wassermesser-Reguliovorrichtungen. D 1934, H. 41.
790. Eggers, Der gegenwärtige Stand der Entwicklung von Volumen-Wassermessern im In- und Ausland. D 1934, H. 46, 47.
791. Trokolanski, Über die richtige Druckabnahme bei Druckverlustprüfungen in Wassermesserprüfleitungen. D 1934, H. 49.
792. Allenstein, S. 645, D 1934.
793. Denkert, Wassermesser und Wasserverluste. D 1935, H. 4.
794. Götting, Wasserzählernormung. D 1935, H. 9.
795. Heidenreich, Abhängigkeit der Wasserverluste vom Betriebsalter der eingebauten Wasserzähler, Nomogramm zur Ermittlung des Verlustanteils. D 1935, H. 25.
796. Lohmann, Der Einfluß von Druckstößen in Rohrleitungen auf die Anzeige von Hauswasserzählern. D 1935, H. 34.
797. Rodick, Schärfere Erfassung des Wasserverbrauchs. D 1935, H. 35.
798. Siehe Nr. 91.

Hausleitung und Installation.

799. Link, Spülhähnen mit Rohrunterbrecher für Abortspülungen. D 1929, H. 21.
800. Holler, Dimensionierung von Hausanschlußleitungen. D 1930, H. 17.
801. Hauck, Richtlinien für die Installation von Wasser- und Abwasseranlagen. L 1930, H. 8.
802. Meyer, Geräusche in Wasserleitungen. D 1931, H. 49.
803. Wintergeist, Wasserleitungsgeräusche. H 1931, H. 9.
804. Mengerinhausen, Strömungsgeräusche in Wasserleitungen und ihre Beseitigung. N 1931, H. 12.

805. Reiher, Sippel, Lindner, Verringerung von Geräuschen in Wasserleitungsanlagen. N 1931, H. 22.
806. Mengeringhausen, Müller und Kemmin, Grundlagen für die Berechnung von Hauswasserleitungen. D 1932 H. 44.
807. Pfalz, S. 564, D 1932.
808. Schimmel, Kupferrohre für Hauswasserleitungen. H 1932, H. 50.
809. Clodius, Druckerhöhungsanlagen, insbesondere in Hochhäusern. D 1933, H. 1.
810. Voß, Über die Zulassung von Installateuren. D 1933, H. 15.
811. Mengeringhausen, Geräuschlose Wasserleitungen. H 1933, H. 19.
812. Müller, Verbesserungen und Neuerungen auf dem Gebiet der Berechnung und Verlegung von Grundstücksleitungen und Hausleitungen. D 1934, H. 31.
813. Installation der Hauswasserleitungen. I 1934, H. 25, 26.
814. Müller, Freiraummuffe. D 1935, H. 16.
815. Siehe Nr. 729.
816. Weckwerth, Sicherungen der Trinkwasserleitungen gegen Rücktritt von Warm- und Abwasser. D 1935, H. 36.
817. Siehe Nr. 89.

Abschnitt VIII (Speicherung).

818. Stuttgart, S. 371, D 1927.
819. Henning, Die Berechnung der Speicherbehälter für selbsttätige Pumpwerke. D 1928, H. 11.
820. Apulien, S. 101; Lübeck, S. 103; Troppau, S. 173; Wesermünde, S. 217; Baku, S. 583; Württemberg und Baden, S. 750; Conception, S. 943; Muldetsperre. S. 1161, D 1928.
821. Köln, S. 31; Königsberg, S. 237; Essen, S. 989, D 1929.
822. Konrad, Wasserturm der Gemeinde Stoppenberg für 2000 m³ Inhalt; A 1930, H. 11/12.
823. Hannover, S. 8; Konstanz, S. 669; Rüstringen, S. 752; Stuttgart, S. 985; Nürnberg, S. 1156, D 1930.
824. Lehr, Die wirtschaftliche Wasserhöhe in Turmbehältern. H 1930, H. 43.
825. Göller, Darf der theoretisch kleinstmögliche Inhalt eines Hochbehälters immer gleich der fluktuierenden Tagesmenge gesetzt werden? H 1930, H. 43.
826. Schürer, Die Wirtschaftlichkeit zwischen Wasserversorgung mit und ohne Hochbehälter. I 1930, H. 12.
827. Kehr, Über die Größe und Höhenlage der Ausgleichbehälter einheitlicher Wasserversorgungen. K 1930, H. 2.
828. Freiburg, S. 220; Dresden, S. 407; Tost, S. 541, 559, A 1931.
829. Hiddemann, Die Rohrbruchsicherung des Hochbehälters Springen (10000 m³ Inhalt) der Stadt Wuppertal D 1931, H. 2.
830. Möller, Behälterstand-Fernmessung. D 1931, H. 28.
831. Oberschlesien, S. 421; Messina, S. 476; Breslau, S. 522; Dessau, S. 1025, D 1931.
832. Rothe, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Wasserversorgungsanlagen durch richtige Windkesselbelüftung. I 1931, H. 10.
833. Cordes, Beitrag zur Bestimmung des Mindestinhaltes von offenen Behältern und Druckkesseln für automatisch arbeitende Pumpwerke. I 1931, H. 16.
834. Essen, S. 951, L 1931.
835. v. Okolicsany, Bemessung des Windkessels bei selbsttätigen Pumpenanlagen. N 1931, H. 21.
836. Bohny, Stahlhochbehälter mit geringer Bauhöhe. B 1932, H. 23.
837. Ruhrgebiet, S. 637; Detroit, S. 930, D 1932.
838. Böckingen, S. 126; Magdeburg, S. 331, D 1933.

839. Lehr, Der Einfluß der Stellung der Wassertürme im Rohrnetz von Gruppenwasserversorgungen auf die Betriebssicherheit, die Anlage- und Betriebskosten unter Berücksichtigung der Pumpdauer. H 1933, H. 43.
840. Rigi, S. 198, H 1933.
841. Dortmund, S. 605, B 1934.
842. Baer, Bauliche Entwicklung und Baustoffbedarf von Wasserbehältern. D 1934, H. 51, 52.
843. Ludwigshafen, S. 257; Pommerensdorf, S. 540; Allenstein, S. 645; Kreuzpullach, S. 819, D 1934.
844. Landes, Ein Beitrag zur Inhaltberechnung von Hochbehältern. H 1934, H. 20.
845. Der Wasserturm für das Gruppenwasserwerk Wegberg. A 1935, II. 11/12.
846. Hamburg, S. 1; Moskau, S. 113, D 1935.
847. Siehe Nr. 84.
848. Siehe Nr. 146.
849. Siehe Nr. 87.
850. Siehe Nr. 550.
851. Siehe Nr. 259.
852. Siehe Nr. 91.
853. Siehe Nr. 92.
854. Siehe Nr. 390.
855. Siehe Nr. 39.

Schrifttum-Nachtrag

(bis 1. 1. 1936)

A. Bücher und Druckschriften.

Allgemein-Gebiet.

- Krüger, Kulturtechnischer Wasserbau, 2. Auflage von Schröder, in Vorbereitung.
Müller, R., Wasserversorgung mittlerer und kleinerer Städte und Ortschaften.
2. Auflage 1920.
Kleine Mitteilungen der Pr. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene,
Berlin-Dahlem. 1925—1936.

Sondergebiete.

- Bundschuh, Angewandte Hydraulik. Berlin 1929.
Kaufmann, Angewandte Hydromechanik. Band 1 1931, Band 2 1934.
Gebeleis, Turbulenz, Physikalische Statistik und Hydrodynamik, 1935.
Schaffernak, Hydrographie, 1935.
Le Blanc, Sierp, Splittgerber, Bach, Ergebnisse der angewandten physikalischen
Chemie. Bd. IV, Leipzig 1936.
Kammüller, Die Theorie der Gewichtsstaumauern, 1929.
Ludin, Wasserkraftanlagen, Teil II, Talsperren, bearbeitet von Tölke, 1936.
Neumann, Die Zentrifugalpumpen, 2. Aufl. 1922.
Pfleiderer, Die Kreiselpumpen, 2. Aufl. 1932.
Matthießen und Fuchsloch, Die Pumpen, 3. Aufl. 1932.
Schwedler, Handbuch der Rohrleitungen, 1932.
J. Leick, Wassereinigung. Das Wasser in der Industrie und im Haushalt. Techn.
Fortschrittsberichte von Dr. Russow, Leipzig, Band XXXIII, 1935.

B. Aufsätze.

Abschnitt I.

856. Meyer, F., Das Reichswassergesetz und die Trinkwasserversorgung der Gemeinden. D 1935, H. 43.
857. Peter, 400 Jahre Wasserversorgung der Stadt Schleswig. D 1935, H. 45.
858. Link, Die Wasserversorgung in Württemberg und Neuerungen auf dem Gebiet des Wasserversorgungswesens. E 1935, H. 10/11.
859. Mengerlinghausen, Haustechnik und Versorgungsanlagen in Siedlungen, H 1935, H. 44.
860. Geißler, O., Vom Wasserverbrauch aus Gemeinschaftswerken. H 1935, H. 50.

Abschnitt II.

861. E. und K. Naumann, Die praktische Ausführung der Reaktionsmessung von Wässern. D 1935, H. 48.

Abschnitt III.

862. Siehe Nr. 858.

Abschnitt IV.

863. —, Tötliche Vergiftungen beim Reinigen von Brunnenrohren mit Salzsäure. I 1935, H. 25.
864. Thiem, Der gußeiserne Ringfilterbrunnen. I 1935, H. 25.
865. O. Geißler, Über die Größenbemessung von Talsperren. B 1935, H. 49.
866. Lamby, Der Bau der Kalltalsperre des Wasserwerkes des Landkreises Aachen. P 1935, H. 38.

Abschnitt V.

867. Siehe Nr. 858.
868. Marschner, Enteisung und Entmanganung huminstoffhaltiger Wässer in geschlossenen Anlagen mit hohen Filtergeschwindigkeiten. D 1935, H. 44.
869. Siehe Nr. 868.
870. Karsten, Über den gegenwärtigen Stand der Wasserentkeimung mittels des Katadyn-Verfahrens. H 1935, H. 49.
871. Siehe Nr. 870.
872. Siehe Nr. 868.
873. Kiewe und Schreiber, Über die Brauchbarkeit der Berkefeld-Enteisungsanlage »Rapid« in Siedlungen. O 1935, H. 8/12.
874. Siehe Nr. 868.
875. Siehe Nr. 858.
876. Siehe Nr. 858.

Abschnitt VI.

877. Schwarzbach, Tauchpumpen als Zubringerpumpen in Saugleitungen. D 1935, H. 40
878. Sarrazin, Die Erneuerung des Wasserwerkes und des Rohrnetzes im Berliner Tiergarten. P 1935, H. 27.
879. Skrebba, Ein neuer, sicher wirkender Druckwindkessel. O 1935, H. 23.

Abschnitt VII.

880. Rädiker, Über die Korrosion von flußeisernen Rohren durch Wasser. D 1935, H. 42.
881. Rodiek, Rohrbelüfter (Rohrunterbrecher) als Schutz der Reinwasserleitungen gegen Rücksaugen. D 1935, H. 51.
882. Schemel, Austauschstoffe für Wasserleitungsrohre. D 1935, H. 52.
883. Siehe Nr. 878.
884. —, Richtlinien für die Ausführung von Hausanschlußleitungen und Hausanschlußkellern. H 1935, H. 33.
885. Mengerlinghausen, Dichtung gußeiserner Abflußrohre mit Aluminium. H 1935, H. 37.
886. Siehe Nr. 859.
887. Mengerlinghausen, Gefrierversuche an Wasserleitungsrohren. N 1935, H. 50.

Abschnitt VIII.

888. Siehe Nr. 878.

Das Verzeichnis der Zeitschriften ist wie folgt zu ergänzen:

- B. 1935: 865.
D. 1935: 856, 857, 861, 868, 869, 872, 874, 877, 880, 881, 882.
E. 1935: 858, 862, 867, 875, 876.
H. 1935: 859, 860, 870, 871, 884, 885, 886.
I. 1935: 863, 864.
N. 1935: 887.
O. 1935: 873, 879, 888.
P. 1935: 866, 878, 883.

Sachverzeichnis.

A

- Abdampfrückstand 19
Abdeckung 38
Abdichtung 49
Abessinierbrunnen 38
Abflußleitung 99
Abflußverhältnis 56
Abkochen 63
Ablagerung 20, 21
Ablaßhahn 96
Abort 99
Abpumpen 38
Abschlußvorrichtung 53
Absenkung 36, 37, 38, 46, 54
Absetzanlage 27
Absetzbecken 51, 59, 60, 64, 67, 75
Absetzbeckenbetrieb 59
Absetzverfahren 58
Absetzzeit 75
Absperrhahn 98, 99
Absperrschieber, siehe Schieber
Absperrventil 96, 98
Absperrvorrichtung 42
Absturz 78
Abwasser 50, 89
Abzweigstutzen 96
Adler-Diachlor-Mutonitverfahren 74
Adsorption 74
Ätzkalk, Zusatz von 63, 64, 65, 72, 73, 75
Ätznatron 71, 72, 73
Ätznatron-Soda-Verfahren 72
Aggregatzustand 26
Aggressivität, siehe Angreifendes Wasser
Aktive Kohle, siehe Kohle, aktive
Aktiviertes Wasser 65
Alarmvorrichtung 56
Alaun, siehe Aluminiumsulfat
Alge 36, 59, 60, 69
Alkali 72, 75
Alkaliensatz 70
Alluvium 30
Aluminium 24, 52
Aluminiumhydroxyd 59
Aluminiumsulfat 59, 65
Aluminiumwolle 93
Ammoniak 17, 18, 51, 59, 60
Ammoniumkarbonatlösung 19
Ammoniumverbindung 23
Anbohranschluß, bündel loser 98
Anbohrschelle 98
Anfangsdruck 103
Anfressung, siehe Korrosion
Angreifendes Wasser 17, 22, 69, 70, 71, 91, 96, 103
Angriff, chemischer 23
—, elektrochemischer 23
Angriffslust, siehe angreifendes Wasser
Angriff von Beton 22, 23, 57
— von Metall 22, 23, 57
— von Mörtel 22, 23, 57
Anlagekosten 83
Anlandung 51
Anlaufprüfer 98
Anschlußgarnitur 98
Anschlußleitung 96, 98
Anschlußstück 98
Antrieb 87, 89
Antriebskraft 81, 83, 85, 86, 87
Aquädukt 78
Arbeit 80
Arbeitsraum 83
Arbeitszylinder 86
Armatür 94, 97, 104
Artesisches Wasser 28
Asbestzementrohr 78, 94
Asphalt 91
Asphaltüberzug 96
Aufbereitung 25, 26, 27, 30, 50, 51, 55, 56
Aufenthaltsdauer 51
Auffangfläche 30
Aufhärtung 23
Auflagering 106
Aufsatzrohr 42
Aufspeicherung, unterirdische 52

Ausfällung 68
Ausflockung 59, 65
Ausgleichbehälter, siehe Speicheranlage
Ausrüstung 39
Ausscheidung ungelöster Stoffe 57
Ausschleuderung mit Bitumen 91
Aussig 74

B

Bakterien 18, 24, 54
Bakterienbeseitigung 57, 58, 59, 60, **63**,
64, 65, 70, 75
Bakterienkolonie 24
Bakterien, pathogene 24, 25
Bakterienzählung 25
Bakterienzahl 24, 32, 51, 55
Bakteriologische Beschaffenheit **24**, 27,
46, 50
Bacterium coli 25
Barkhausen 106
Base 72
Batterie, siehe Verteilungsanlage
Baugrund (Talsperre) 55, 90
Baulänge der Rohre 91
Baustoff (Talsperre) 55
Beanspruchung 101
Bebauungsdichte 101
Bedarf, siehe Wasserbedarf
Bedienungsart 81, 82
Behälter auf Stützen 102
Behältersohle 104
Belichtung 60
Belüftung 23, 27, 55, 59, 60, 64, 65, 68
Belüftungszeit 67
Bemessung 96
Benzinmotor 86
Benzolmotor 86
Beobachtung 29
Beobachtungsrohr 42
Berechnung 56
Berieselung 54
Beschaffenheit, bakteriologisch, siehe
bakt. Beschaffenheit
—, chemische, siehe chemische Beschaf-
fenheit
— des Wassers 14, **15**, 51, 100
—, physikalische siehe phys. Beschaffen-
heit
Besonnung 27, 55
Bestrahlung, ultraviolette **63**, **64**
Beton 37, 69, 78, 103
Betonangriff, siehe Angriff von Beton
Betonplattenabdeckung 60
Betonring 37, 48

Betonrohr 49, 94
—, gelochtes 33, 60
Betonunterlage 95
Betrieb, elektrischer 87
Betriebsbereitschaft 81
Betriebsdruck 91, 100, 104
Betriebskontrolle 90
Betriebskosten 86
Betriebsicherheit 80, 85
Betriebsstörung 22
Betriebsunterbrechung 100, 103
Betriebszeit 82
Bezirkswasserzähler 90, 96
Bezugsort 87
Biologische Beschaffenheit 50
Bitumen 91
Bitumenausschleuderung 94
Blechrohr, autogen geschweißtes 39
Blei 24, 92, 96
Bleiangriff 22, 23
Bleiazetatpapier 21
Bleidichtung 45
Bleimantelrohr, siehe Bleirohr, ver-
zinntes
Bleirohr, verzinntes 96, 99
Bleisuperoxyd 21
Bleiwolle 92
Bodenangriff 96
Bodenprobe 39
Bodenverfestigung, chemische 37, 53
Bohrbrunnen, siehe Rohrbrunnen
Bohrer 39
Bohrloch 38, 39
Bohrlochdurchmesser 40
Bohrrohr 39, 41, 42
Bohrrohrgewinde 39
Bohrtechnik 13
Bohrung 35, 39
Bohrverfahren 38
Braunstein 69, 75
Braunsteinfilter 69
Brause 67, 70
Brennstoff 87
Brennstoffgemisch 86
Breslau 21, 54
Bronze 41, 99
Bruchgefahr 85
Brunnen 13
Brunnenabstand 44
Brunnenfestsetzung 37
Brunnenfilter 39
Brunnengalerie 42
Brunnenkopf 39, **42**
Brunnenkranz 37

Brunnenmantelrohr 39
Brunnenring, siehe Betonring
Brunnenrohr, normales 39
Brunnenstube, siehe Sammelbehälter
Bruzinkristall 18

C

Calcium, siehe Kalzium
Chemikalien, Zusatz von 59
Chemische Beschaffenheit 17, 46, 50
— Grenzzahlen, siehe Grenzzahlen
Chlor 20, 51, 59, 64, 75
Chloratorgesellschaft 20
Chloridiagramm 75
Chlor, freies 75
Chlogas 64
Chlorid 20, 23, 75
Chlorion 75
Chlorkalk 64
Chlorkalzium 20
Chlormagnesium 20, 73
Chlormolekül 75
Chlornatrium 20
Chlorometer 20
Chlorsilber 20
Chlor, überschüssiges freies 59, 75
Chlorung 63, 64, 69, 74
Chlorzinkkohle 74
Cholera 24
Cladotrix, siehe Algen
Clonotrix fusca 69
Crenothrix, siehe Algen
Crenothrix manganifera 69

D

Dampf 85, 86, 88, 89
Dampfantrieb 82, 83
Dampferzeugung 18
Dampfkessel 85, 99
Dampfkraftanlage 82, 86
Dampfmaschine 13
Dampfpumpe ohne Schwungrad 89
Dampfstrahlpumpe 89
Dampfturbine 85
Dampf, überhitzter 85
Desinfektion, siehe Bakterienbeseitigung
De Lavand 91
Destillation 71
Deutschland 51, 71, 74, 75, 87
Diachlorfilter 75
Dichtungsmaterial 93
Dieselmotor 82, 86, 87
Differentialpumpe 82, 83

Dilatationsstück 107
Diluvium 30
Dimensionierung 79
Dolomit 71
Donauversinkung 29
Dosierungsapparat 70, 72
Dosierungsgefäß 70
Dosierungsmenge 70
Drainrohr 33, 36, 60
Drehstrommotor 86
Drehzahl 83, 84, 85, 86, 87
Dresden 75
Druckhöhe 88, 101, 102
Druckhöhenverlust 60, 80, 101
Druckkessel 99
Druckleitung 77, 79, 80, 84, 94
Druckluft 89
Druckluftleitung 89
Druckprobe 94
Druckregler 96
Druckrohr 83
Druckschwankung 100
Drucksenkung 37
Druckstufe 85
Druckventil 83, 87, 88
Druckverminderung 87
Druckwindkessel 83
Druckzone 101
Druckzunahme 83
Düker 52, 78
Dünenwasser 46
Düse, Amsterdamer 67, 69
Durchgangsbehälter 101, 104, 107
Durchmischung 59
Durchschnittsbedarf 81
Durchsichtigkeit 46
Durchsichtigkeitszylinder 16
Dywidag, siehe Schleuderbetonrohr

E

Einflammrohrkessel 85
Einrammen 35
Einrichtung 99
Einschraubung 38
Einspülung 38
Einsteigöffnung 48
Eintrittsgeschwindigkeit 44, 51
Eintrittsgitter 36
Einzelversorgung 14, 30
Einzugsgebiet, hydrologisches 46, 55
Einzylindermaschine 85
Eisen 20, 22, 23, 24, 37, 68, 69, 72, 74,
75, 78, 106, 107

Eisenalgen, siehe Algen
Eisenbeton 37, 63, 78, 103, 107, 108
Eisengehalt 16, 20, 21, 27, 46, 64, 69
Eisenhydroxyd 20, 59, 65, 67
Eisenocker 20
Eisenoxydul, doppelkohlensaures 20, 65
Eisensulfat 59
Ejektor 89
Elektrizität, siehe Kraft, elektrische
Elektrische Anlage 82
Elektromotor 85
Elmopumpe, siehe Kreiselpumpe, selbst-
ansaugende
Empfindlichkeit der Wasserzähler 97
Empfindlichkeitsgrenze 20, 21
Enteisung 18, 57, 63, 65, 68, 69, 70,
71
Enteisungsanlage, geschlossene 65, 67
—, offene 65, 67
Entfärbung 57, 59, 60, 63
Entgasung, siehe Evakuierung
Enthärtung 19, 57, 71, 72, 73
—, thermische, siehe Destillation
Entkeimung, siehe Bakterienbeseitigung
Entlastungsventil 96
Entleerung 60, 79
Entleerungsvorrichtung 96, 99
Entlüftung 30, 38, 44, 47, 48, 49, 79,
99
Entlüftungsventil 96
Entmanganung 57, 63, 68, 71
Entnahmeleitung 48, 51, 104, 107
Entnahmerohr, siehe Saugrohr
Entnahmestelle 52, 77, 79, 89, 99, 100
Entnahmevorrichtung 30, 39, 50, 51, 56,
101
Entsäuerung 57, 59, 69, 70, 71
Entsandung 40
Epidemien 14
Erdalkalien 18, 21
Erdbecken 59
Erddamm 56
Erdhochbehälter 102, 103
Erdschüttung 49
Erfurt 85
Ergiebigkeit 38, 46, 55
Ergiebigkeitsmessung 29, 46
Ersatzmotor 87
Erweiterung 38
Eternitrohr, siehe Asbestzementrohr
Evakuierung 69, 70
Expansionsmaschine, einstufige 85
—, mehrstufige 85
Explosionsmotor 86

F

Fällmittel 59, 60, 63, 65
Fallhöhe 69
Farbe 15, 46, 57, 69
Feinkohle 74
Fernmelder 104
Fernsprecher 56
Ferrobikarbonat 20
Feuerbekämpfung 14, 90, 95
Feuerlöschen, siehe Feuerbekämpfung
Feuerspritze 95
Filter 30, 40, 51, 67, 72, 74, 100
Filterergiebigkeit 60
Filtergeschwindigkeit 60, 63, 67, 75
Filtergewebe 38
Filterhaut 59, 60, 63, 64
Filterkammer, offene 60
—, überdeckte 60
Filterkorb 39, 42
Filterlaufzeit 60
Filtermaterial 60, 63
Filtersand 60, 63
Filterschicht 60, 63, 64
Filterstockwerk 63
Filterung 52, 58, 59, 65
Filterwirkung 60
Fitting 99
Flammrohrkessel 71
Flanschenrohr 90
Flanschverbindung 92, 93, 95
Flockenbildung 59, 63, 67
Flügelrad 97
Flügelradzähler 97
Flurhochbehälter, siehe Erdhochbehälter
Flüssigkeitsnebel 86
Flußeisen 24
Flußwasser 13, 22, 26, 27, 29, 50, 58
—, uferfiltriertes 53
Förderbrunnen 89
Förderhöhe 80, 82, 83, 84, 85
—, geodätische 80,
—, manometrische 80
Fördermenge 84
Formstück 93
—, abnormes 94
Francini 13
Francisturbine 87
Frankfurt a. M. 85
Froschklappe 48
Frost 52
Frostsicherheit 79
Fußstück 89
Futterrohr 39, 41, 42

G

Gardefilter 41
 Gas 86
 Gase 73
 Gasmotor 82, 86
 Gaze 106
 Gefälle, natürliches 79
 Gefällsleitung 44, 47, 77
 Gefrierverfahren 37
 Gegenbehälter 101, 104, 107
 Gemeinschaftsanlage, zentrale 13
 Generator 86
 Geräuschübertragung 96
 Geruch 16, 46, 50, 57, 60, 65, 73, 74
 —, Beseitigung von 57
 Gesamthärte 19
 Geschmack 16, 20, 50, 57, 60, 64, 65, 73, 74
 —, Beseitigung von 57
 Geschwindigkeitshöhe 83
 Geschwindigkeitsregler 63
 Gewebe 39, 40
 —, einfaches 40
 —, Körper- 41
 —, Tressen- 41
 Gewerbliche Zwecke 20, 25, 56, 57, 71
 Gips 59, 72
 Gitter 59
 Glas 41
 Gleichdruckmotor 86
 Gleichstrom 73
 Gleichstrommotor 86
 Glockenfilter 41
 Glührückstand 19
 Glühverlust 19
 Graben 33, 46, 78
 Grenzzahlen 17
 Großwasserraumkessel 85
 Grundstückszuleitung 89, 90, 96, 100
 Grundwasser 13, 15, 17, 20, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 36, 46, 47, 51, 53, 54, 67, 93
 Grundwasserabsenkung 37, 44
 Grundwasserfassung 33
 —, begehbar 33
 —, nicht begehbar 33
 —, schlupfbar 33
 —, senkrechte 33
 —, wagerechte 33
 Grundwasserfließrichtung 28
 Grundwasser, künstliches 52, 54
 Grundwassermenge 46
 Grundwasser mit gespanntem Spiegel 28
 Grundwasserprofil 28

Grundwassersee 28
 Grundwasserspiegel 28
 Grundwasserspiegelgefälle 31, 33
 Grundwasserspiegelschwankung 32
 Grundwasserstockwerk 28
 Grundwasserträger 28, 38
 Grundwasservorkommen 30
 Gruppenventil 83
 Gruppenwasserversorgung 14, 47
 Gummidichtung 45, 93
 —, Thiem'sche 93
 Gummimanschette 93
 Gummiring 42, 92
 Gummiringmuffe 93
 Gußeisen 24, 41, 50
 Gußeisenrohr 13, 45, 52, 90, 92, 96, 99
 —, emailliert 91
 —, Herstellung 91
 Gußmuffe 93

H

Härte 16, 18, 21, 27, 46, 50, 51, 55, 69, 71, 72
 Härtebildner 20, 72
 Härte, bleibende 19
 Härtegrad 18, 19, 69
 —, deutscher 18
 —, englischer 18
 —, französischer 18
 Härte, vorübergehende 19
 Hagel 26
 Hamburg 54
 Hanfstrick 92
 Hartgummiüberzug 41
 Hauptpumpe 80
 Hauptstrang 90
 Hauptversorgungsgebiet 90
 Hausanschluß 96
 Hausleitung, siehe Hausversorgung
 Hausreinigungsanlage 56
 Hausversorgung 13, 89, 97, 101
 Heberleitung 33, 44, 45, 78, 79, 93
 —, Querschnittsbemessung 44
 Hebemaschine 79, 87, 100
 Hebung durch die Betriebskraft 87
 —, künstliche 51, 67, 77, 79, 100
 Heilquelle 16
 Heizfläche 85
 Herrichtung, siehe Aufbereitung des Wassers
 Heublein 20
 Hochbehälter, siehe Speicheranlage
 Hochdruckwasserkessel 71
 Höhlenquelle 29

Hofer 22
Holz 37, 49, 73, 78
Holzklammer, siehe Rohrklammer
Holzrohr 94
Holzunterlage 95
Holzwolle 92
Horn, siehe Meinke-Horn
Hubhöhe 83
Humerrohr, siehe Schleuderbetonrohr
Huminstoff 16
Humusstoff 65
Hydrant 90, 95
Hydrophor 89, 102

J

Jahrestemperatur, mittlere 15
Jauche 92
Industrie 50
Industriegebiet, rheinisch-west-
fälisches 29
Inertol 91
Installation, siehe Einrichtung
Intze 106
Joch, eisernes 52
—, hölzernes 52
Jodkalium 22
Jodosin 17
Jodzinkstärkelösung 18
Isolierung 91
Isomuffe, siehe Gummimanschette
Jute, asphaltgetränkte 91, 96

K

Kaliindustrie 20
Kaliumbichromatlösung 20
Kaliumchromat 20
Kaliumpermanganat 19, 59, 65
Kalk, siehe Kalzium
—, kohlensaurer 59, 71
Kalkmilch, siehe Ätzkalk
Kalkrostschuttschicht 23, 24
Kalk-Soda-Verfahren 72
Kalkverbindung, schwefelsaure 73
Kalzinat 74
Kalzium 21, 59, 70, 71, 72
Kalziumbikarbonat 17, 21, 72, 73
Kalziumsulfat, siehe Salz, schwefelsaures
Kalziumverbindung 18
Kalziumzeolith 73
Kanalisation 90
Kaolin 72
Kapillare 74
Karbonat 65

Karbonathärte 23, 69, 70, 71, 72
Katadynkörper 65
Katadynverfahren 63, 64
Kegelabschnitt 106
Keil-Kolorimeter 18, 21
Keim, siehe Bakterie
Kesselbrunnen, siehe Schachtbrunnen
Kesselspeisung 70
Kesselstein 71
Kieselsäure 72
Kiesfilter 36, 41
Kiesschüttung 39
Klärbecken 51
Klappenventil, federndes 83
Klarheit 16, 46, 57
Kleinlebewesen, siehe Bakterien
Klönne 106
Klosettpülkasten 97
Klut 18, 19
Koagulationsbehälter, siehe Absetz-
becken
Kobaltchlorür 21
Kochen 18, 19, 20
Kochsalz, siehe Chlornatrium
Kochsalzlösung 72
Königsberg 51
Kohle 73, 74
—, aktive 59, 63, 73, 74, 75
—, amorphe 74
Kohlendioxyd 75
Kohlensäure 17, 19, 20, 21, 23, 46, 69,
70, 72, 75
—, aggressive, siehe Kohlensäure, an-
greif.
—, angreifende 21, 22, 23, 49, 59
—, freie 17, 21, 23, 65, 67, 69, 70, 71, 72,
75
—, freie, zugehörige 22
—, gebundene 17, 21
—, halbgebundene 21
Kohlenwasserstoff 74
Kokille 91
Kolben 83
Kolbenmaschine 85
—, liegende 85
—, stehende 85
Kolbenpumpe 82, 87
Kolittiter 25
Kolorimeter, siehe Keil-Kolorimeter
Kombination 96, 97
Kompensationsstück 107
Kompressor 67, 89
Kondensation 88
Kondensationsverlust 85

Kongorot 17
Kontaktfilter 75
Kontaktkörper 67
Kontrolle 97
Korkplatte 106
Korrosion 22, 23, 24
Kraftbedarf 85
Kraft, elektrische 14
Kraftgas 86
Kraftmaschine 85
Kraftquelle 81
Kraftübertragung 87
Kraftwerk 47, 86
Krause, Dr. 64
Kreiselpumpe 82, 83, 86, 87
—, einstufige 84
—, mehrstufige 84, 89
—, selbstansaugende 85
— mit senkrechter Welle 83
— mit wagerechter Welle 83
Kreislaufsystem 90
Kühlwasser 86
Kugel 106
Kugelabschnitt 106
Kugelboden, durchhängender 106
Kupfer 24, 42, 52
Kupferrohr 99
Kupfersulfatlösung 20, 59

L

Lakmuspapier 17
Landesanstalt für Wasser-, Boden-
und Lufthygiene 71
Langmuffe 92, 93
Langsamfilterung 24, 60, 63, 64, 67, 68, 72
Laufrad 83, 84
Leerlauf 30, 48, 56, 104, 107
Leistungsfähigkeit, Steigerung der 54
Leistung der Pumpen 81
Leistungsregler 63
Leitkanal 83
Leitung mit freiem Wasserspiegel 77
Leitungslage im Straßenquerschnitt 90
Leitvermögen, elektrisches 16
Leuchtgasanlage 82
Leuchtgasmotor 86
Lignit 73
Lochstein 36
Löffelbohrer 39
Lösung 72
Lösungsdruck von Metallen 23, 24
Lötung 93, 99
Lüftung 106
Lüftungsrohr 103

Brix, Wasser. I.

Luftpumpe, siehe Kompressor
Luftüberdruck 102
Luftventil 96
Luft-Wassergemisch 89

M

Magnesia 21
Magnesiasalz 71
Magnesiaverbindung 18, 23
Magnesium 72
Magnesiumchlorid 23
Magnesiumbikarbonat 17, 21, 72, 73
Magnesiumhydroxyd 71
Magnesiumsulfat, siehe Salz, schwefel-
saures
Magnomasse 71
Mammutpumpe 89
Mangan 20, 21, 68, 69, 74, 75
Manganchlorür 22
Manganhydrat 69
Manganoxydul, doppelkohlensaures 21
Manganpermutit 69
Mangansalz 69
Manganschlämme 69
Mangan, schwefelsaures 21
Mangansulfat 59
Mantelrohr siehe Futterrohr
Marmorrieselung 69, 70, 71
Mauerdurchbruch 98, 99
Mauerung 33, 37, 49, 78, 103, 107
Meerwasser 26, 28, 46
Mehrzylindermaschine 85
Meinck-Horn 20
Mengenzähler 98
Messing 99
Messung der Wassermenge 46
Meßgenauigkeit 98
— der Wasserzähler 97
Metallangriff, siehe Angriff von Metallen
Metall, unedles 23
Methylorangelösung 17
Mietwert, Berechnung nach dem 97
Mineralsäure 17, 20
Mischkondensation 85
Mischraum 67
Mischrinne 72
Mörtelangriff, siehe Angriff von Mörtel
Molekulargröße 74
Motor 80
—, elektrischer 82
— mit flüssigen Brennstoffen 86
Mündlein 22
Muffendichtung 45
Muffenrohr 90

Muffenverbindung 92, 95
Mutonator 75

N

Nährgelatine 25
Naßreiner, siehe Skrubber
Natrium 72
Natrium-Aluminiumsilikat 72
Natriumthiosulfat 22
Natriumzeolith 73
Natron, kohlen-saures 72
Natronlauge 22, 70, 72
Nebenschlußmotor 86
Neckarverfahren 72
Neßler, siehe Reagenz, Neßlersche
Neusilber 99
Nickel 24
Niederschlag 46
Niederschlagsbecken, siehe Absetzbecken
Niederschlagsmenge 26, 30, 54, 55
Niederschlagsverteilung 26
Niederschraubbahn 99
Nitrat, siehe Salpetersäure
Nitrit, siehe salpetrige Säure
Nordamerika 51
Normung 90, 92, 94, 95, 97, 100
Nortonbrunnen, siehe Abessinierbrunnen
Nürnberg 49

O

Oberflächenkondensation 85
Oberflächenwasser 13, 14, 15, 16, 22, 23,
25, 26, 29, 38, 46, 55, 58
Oberflurhydrant 95
Ölanlage 82
Östen 67
Oligodynamie 64
Organismen 59
Ornstein, Dr. 64
Ortsrohrnetz 89
Oxalsäure, normal 19
Oxydation 74, 75
Ozon 59, 63, 64

P

Paratyphus 24
Paternosterwerk 13
Pauschalsatz 97
Peltonrad 87
Permutit 69, 71, 73
Permutitverfahren 72
Pferdestärke 80
Phenolphthalein 17, 22
Phenolverbindung 74

Phosphorsäure 20
Phosphorsäurelösung 18
Physikalische Beschaffenheit 15
pH-Wert 17
Piefke 67
Pissoir 99
Plankton 51
Platzbedarf 83
Platinchlorid 21
Plungerkolben, siehe Tauchkolben
Plungerpumpe 82
Prallteller 67, 69
Preßluft 63
Preßluft-Wasserbehälter, siehe Hydrophor
Preßschraube 39
Probebohrung 29
Propellerturbine 87
Prüfstation 97, 98
Pulsometer 88, 89
Pulverkohle 75
Pumpe 35, 36, 37, 38, 44, 45, 79, 80, 81,
82, 101
—, doppelt wirkend 82, 83
—, einfach wirkend 82, 83
—, liegende 82
—, stehende 82
Pumpenanlage 87
Pumpenhaus 45
Pumpenleistung 80
Pumpversuch 29
Pumpwerk 79, 82
—, selbsttätiges 86, 88, 89, 102

Q

Quarz 72
Quelle 13, 26, 28, 29, 31
—, artesische 27, 29
—, aufsteigende 29, 49
Quellergiebigkeit 27
Quellfassung 47, 49
—, Baustoffe 49
Quelle, intermittierende 29
Quellschacht, siehe Sammelbehälter
Quelle, seitlich austretende 49
—, sekundäre 29
Quellstube 49
Quellwasser 25, 46, 51
Quecksilberquarzdampfampe 64

R

Radiumemanation 16
Radlikfilter 41

Rammbrunnen, siehe Abessinierbrunnen
Rammgewicht 38
Ranna 49
Reagenz ,Neblersche 17
Reaktion 17
—, alkalische 17, 23
—, saure 17, 23
Reaktionskammer, siehe Absetzbecken
Rechen, fein 51
—, grob 51, 59
Regelung 84
Regenfall 67
Regenwasser 26, 27, 29
Regenwassermenge, siehe Niederschlags-
menge
Registriervorrichtung 98
Regulierfähigkeit 83
Reif 26
Reinhaltung 79
Reinheit 56
Reiniger 72
Reinigungsanlage 80, 100
Reinigungsverfahren, siehe Aufbereitung
Reinwasserbehälter 67, 71
Reserveantrieb 86
Reservemaschine 27
Revision 78
Rhodankalium 21
Richter 15
Riemen 85
Riemenübertragung 87
Rieseler 67
Rieselkörper 67
Rieselung 69, 70
Riffelblei 92
Ringkolbenzähler 97
Ringventil 83
Rinne, gelochte 67
Rohrbruch 92
Rohrbrunnen 33, 35, 37, 38, 46, 54, 85
Rohrbrunnendurchmesser 38
Rohrbrunnenkörper 33
Rohrbrunnenpumpe 85
Rohrfahrt 38, 39
Rohr, geschlitztes 63
Rohrgraben 94
Rohrhaken 99
Rohrklammer 39
Rohrleitung 52, 63, 78, 87, 88
Rohrleitungsnetz 15, 24, 63, 65, 67, 70, 94
Rohrschaden 90
Rohrschelle 39, 99
Rohrschuh 39
Rohrunterbrecher 99

Rohrverlegung 93
Rohwasser 59, 60, 63, 64
Rohrwasserbecken, siehe Absetzbecken
Rosolsäure 17
Rostsicherheit 91
Rotationspumpe, siehe Kreiselpumpe
Rücksaugen 95, 99
Rückschlagklappe 42, 45, 79, 96, 104
Rückschlagventil 99
Rückspülung 63, 69
Rührwerk 63
Ruhr 24
Ruhrwasserwerk 54

S

Sackbohrer 39
Säure, organische 17, 20
—, salpetrige 18, 23
Salpetersäure 18, 21, 23, 60
Salz, doppelkohlenstoffsaures 72
—, schwefelsaures 72
Salzsäure 21, 22, 64, 72
Sammelbehälter 48, 49
Sammelbrunnen 44, 45, 48, 79
Sammelstollen 33, 35, 52, 53
Sandablagerung 47, 48
Sandgußverfahren 91
Sandfiltration, siehe Langsamfiltration
Sandform 91
Sand spun-Verfahren 91
Sandwäsche 60
Sauerstoff 20, 22, 23, 59, 64, 65, 69, 72, 75
Sauggasanlage 82
Sauggasmotor 86
Saughöhe 44, 79, 83, 84, 85
Saugkorb 52
Saugleitung 33, 36, 44, 45, 79, 85
Saugrohr 42
Saugventil 83
Saugwindkessel 83
Seewasser 22, 26, 27, 29, 51, 55, 58
Seewasserspiegel 52
Seifenverbrauch 18
Seifenverfahren 19
Seiher 48, 51, 52, 104
Selbstreinigungskraft 50, 55
Senkbrunnen, siehe Schachtbrunnen
Senkkranz, siehe Brunnenkranz
Serienprüfung 98
Sickerfläche 54
Sickergalerie 54
Sickergraben 54
Sickerleitung 33, 35, 49
Sickerrohr 49, 54

Sickerschlitz 35
Sickerteich 54
Siderocapsa 69
Sieb 51, 59, 63, 67
Siederohr 39
Sihipumpe, siehe Kreiselpumpe, selbst-
ansaugende
Silberion 65
Silber, metallisches 65
Silbernitratlösung 20
Simopumpe 85
Sinkstoff 58
Skrubber 86
Snellensche Schriftprobe 16
Soda 59, 70, 71, 72, 73
Sodaenthärtung 72
Soda-Regenerativverfahren, siehe Soda-
enthärtung
Sonderthermometer 15
Spaltquelle 28
Spannungsreihe, elektrolytische 24, 41
Speicheranlage 14, 30, 77, 79, 80, 89, 100
—, Lage der 101
Speicherbehälter 87
Sperrdamm 55
Sperrmauer 55
Spindel 95
Spindelhülse 95
Spiritusmotor 86
Spritzteller, siehe Prallteller
Spülgeschwindigkeit 63
Spülkasten 99
Spülung 51, 63, 95
Substanz, organische, siehe Stoffe, orga-
nische
Süddeutschland 96
Sulfat 23, 72
Sulfid 23

Sch

Schacht 79
Schachtbrunnen 33, 35, 45, 52
—, unvollkommener 35
—, vollkommener 35
Schachtdeckel 48
Schadensucher 98
Schäden an Baumaterial 22
Schalker Muffe, siehe Langmuffe
Schallübertragung 99
Schappe, siehe Löffelbohrer
Schaufel 67, 83
Scheibenkolben 82
Scheibenzähler 97
Scheiteldeckung 90

Schichtquelle 28
Schieber 48, 60, 94, 95, 104, 107
Schieberkammer 104
Schlammbüchse, siehe Ventilbohrer
Schlauchleitung 95
Schleuderbetonrohr 94
Schleudergußverfahren 91
Schlüsselstange 95
Schmiedeeisen 41, 96
Schmiedeeisenrohr 90, 91, 92, 93
—, verzinkt 99
Schmutzschicht 60
Schmutzstoff, siehe Verunreinigung
Schnee 26
Schnellfilter, geschlossen 63
—, offen 63
Schnellfilterung 63, 64, 67, 75
Schönung 59, 60, 63
Schraube 93
Schraubenwinde 39
Schraubmuffe 92, 93
Schraubring 92
Schüttung 41, 46
Schuttquelle 28
Schutzanstrich 50, 93, 103
Schutzbelag 103
Schutzrohr 99
Schwebestoffe 22, 58, 59, 60
Schwefeldioxyd 59
Schwefelkies 21
Schwefelsäure, konzentrierte 18
—, verdünnte 19
Schwefelwasserstoff 16, 20, 21, 23, 67
Schwefelung 96
Schweißung 52, 93
Schwimmerventil 99
Schwimmstoffe 59
Schwungrad 83

St

Stachelfilter (Dädlow-Pollems) 41
Stahl 41, 52, 96
Stahlrohr 90, 91, 92, 93
—, nahtloses 91
—, rostfreies 99
Standrohr 95, 104, 107, 108
Staubbohrer, siehe Ventilbohrer
Stauinhalt 56
Stauquelle 29
Stauwand, unterirdische 53
Stehle-Futterknecht 31
Steigerohr 89
Steighöhe 88

Steigleitung 87, 99, 107
Steinkohlenteeröl 87
Steinpackung 51
Steinzeugrohr 49, 78, 94
—, gelocht 33, 41, 60
Steinzeugtaschenfilter 41
Sterblichkeit 14
Sterilisation, siehe Bakterienbeseitigung
Stockwerk 89, 99
Stockwerkszahl, Berechnung nach der 97
Stoffe, färbende 75
—, gelöste 57, 75
—, —, Beseitigung von 65, 75
—, organische 18, 19, 51, 60, 64
—, ungelöste 22, 56, 57, 60
—, —, Beseitigung von 59
Stollen, siehe Sammelstollen
Stollenbehälter 108
Stoßfuge, offene 36
Stoßheber, siehe Widder, hydraulischer
Stoßventil 87, 88
Straßenbefestigung 90
Straßenfrontlänge, Berechnung nach der 97
Straßenleitung 89
Straßenschutzkappe 95
Straßensprengen 95
Streifrohr 96
Strommitte 51
Struktur der Kohle 74
Stützschiene 60, 63
Stufe 85
Stundenverbrauch 79
—, durchschnittlicher 80
—, größter 80
—, höchster 101
—, mittlerer 101
Stuttgart 74

T

Talsperre 22, 23, 27, 28, 29, 55, 58, 64
—, unterirdische 53
Taschenfilter (Hempel) 41
Tau 26
Tauchkolben 82
Tauchpumpe, siehe Tiefbrunnenpumpe
Tauchwand 59
Teilkasten 96
Tellerventil 83
Temperatur 15, 32, 46, 51, 52, 54, 55, 60,
65, 74, 103
Temperaturschwankung 47, 49, 50, 52,
106
Thiosulfat 59

Thumm 15
Tiefbrunnenpumpe 44, 85, 89
Tiefchlorung 75
Tiefenstufe, geothermische 15
Tolidinlösung 20
Tolkewitz 75
Ton 16, 49
Tonerde 72
—, schwefelsaure, siehe Aluminiumsulfat
Torf 73
Trichterfilter 41
Triebwasser 87, 88
Trinkspringbrunnen, siehe Ventilbrunnen
Trockenreiniger 86
Tropfboden 107
Trübung 16, 46, 60, 65, 69, 70, 73, 74
Tübbing 37, 64
Türe 48
Tunnel 75
Turbine 85, 87
Typhus 24

U

Überbeanspruchung 100
Überchlorung 74
Überdeckung 48, 103
Überfallquelle 28
Überfallwehr 46, 48, 79
Überlastungsmöglichkeit 81, 82
Überlauf 30, 48, 56, 60
Überlaufleitung 104, 107
Überlaufquelle 28
Übersättigung 26
Überschußkalk 75
Überschwemmungsgebiet 38
Uferfiltration, natürliche 32, 75
Umdrehungszahl 83, 85, 97
Umformung 86
Unterflurhydrant 95
Untersuchung 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,
22, 46, 52, 53, 56
Urstromtal 30

V

Ventil 83, 87, 88, 89
Ventilbohrer 39
Ventilbrunnen 95
Ventil, gesteuertes 83
Ventilhahn, siehe Niederschraubhahn
Venturimesser 97
Verästelungssystem 90
Verbesserung, künstliche 25
Verbrauch, Wasser- 100
—, höchster 79
Verbrauchsschwankung 51

- Verbrennungsbehälter, siehe Generator
Verbrennungskraftmaschine 86
Verdunstung 26, 53, 56
Verdunstungshöhe 26
Verfahren, chemisches 69, 71
—, elektrisches 71, **73**
—, kolorimetrisches 20
—, mechanisches 69, 71
Verhärtung 50
Verhalten, geologisches 30
—, hydrologisches 30
—, orographisches 30
Verkrustung 22
Verockerung 41
Verregnung 69, 70
Verrohrung 38
Verrohrungsgerät 39
Versalzung 50
Verschmutzung 60
Versickerung 54, 56
Versickerungsverfahren 54
Versorgung, einheitliche 14
Versorgungsdruck, bürgerlicher, siehe Druckhöhe
Versorgungsgebiet 33, 51, 77, 80, 101
Versorgungsnetz 80
Versprühungsanlage 75
Versteinung 53
Verteilungsanlage 99
Verteilungsnetz 93
Verteilungsstrang 90
Verunreinigung 15, 16, 17, 18, 19, 21, 25, 45, 46, 47, 50, 51, 59, 60, 64, 72, 75, 100
Verwendungsort, siehe Versorgungsgebiet
Verwerfungsquelle 28
Vianini, siehe Schleuderbetonrohr
Viertaktmotor 86
Vorbecken 56
Vorpressung 102
Vorpumpe 67, 80
Vorreinigung 54, 63
Voruntersuchung 32
- W**
- Wärmeschutz 107
Wärmeschwankung 15
Waschen 20
Waschtisch 99
Wasser, aktiviertes, siehe aktiv. Wasser
—, angreifendes, siehe angreifendes Wasser
Wasserbedarf 14, 29
Wasserbehälter, siehe Speicheranlage
Wasserbeschaffenheit, siehe Beschaffenheit des Wassers
Wasserbeschaffung, siehe Wasserbezug
Wasserbezug 14
Wasserdampf 26, 88
Wasserdruck 89
Wasserentnahme 29
Wassergeschweißtes Rohr 91
Wassergeschwindigkeit 59
Wasserhahn, siehe Zapfstelle
Wasser, hartes 18, 69, 70, 71
—, juveniles 26
Wasserkraft 87
Wasserkraftanlage 82
Wasserkreislauf 26
Wasserleitung, ländliche 92
Wassermenge 50, 51, 55, 87, 88
Wassermengen, Behälter- 104
Wassermessung 48, 56
Wasserpfeifen, siehe Hydrant
Wasserprobeentnahme 42
Wasserrad 87
Wasserrohrkessel 85
Wassersäulenmaschine 88
Wasserschloß, siehe Sammelbehälter
Wasserschnecke 13
Wasserstandsanzeiger 104
Wasser, steriles 74
Wasserstoff 64
Wasserstoffexponent 17
Wasserstoffion 17, 23
Wasserstoffionkonzentration 17
Wasserstoffkonzentrationskette 17
Wasserstoffsuperoxyd 21
Wasserstoß 95, 99
Wasserströmung 51
Wassertiefe, Behälter- 103, 104
Wasserturm 102, **106**
Wasser, unterirdisches 46
Wasserverbrauch 82, 90, 97
Wasserverlust 90, 95, 98
Wasserversorgung, zentrale, siehe Versorgung, einheitliche
Wasserverteilung 89
Wasser, weiches 18, 19, 65, 69, 70, 71, 75
Wasserzähler 96, **97**, 98, 99
Wasserzins 97
Watt 13
Wechselstrommotor 86
Weichdraht 93
Wellenschlag 51, 52
Welteislehre 26
Widder, hydraulischer **87**, 88

Wiedervereisung 65
Wiesbaden 53
Wind 51
Windkessel 87, 89
Windkraft 87
Windkraftanlage 82
Windmotor 87
Windrad 87
Winkler 22
Wirbelbewegung 107
Wirkungsgrad 83, 84, 85, 89
Wollfilzbitumen 91
Woltmannzähler 97
Wünschelrute 31

Z

Zapfhahn 99, 101
Zapfstelle 96, 97, 99
Zementrohr, siehe Betonrohr
Zentrifugalpumpe, siehe Kreiselpumpe
Zeolith 72
Zerstäubung 67, 69
Ziegelstein, Kanal aus 60
Zink 22, 24

Zinkchloridlauge 74
Zinküberzug 96
Zinn 24
Zinnrohr mit Bleimantel 99
Zisterne 13, 27, **30**
—, amerikanische 30
—, venetianische 30
Zone, siehe Druckzone
Zubehör, siehe Armatur
Zugang 38, 47, 104
Zugspindel 39
Zulauf 60
Zuleitung 13, 51, **77, 79**
— mit natürlichem Gefälle 13, 100
— zum Behälter 104, 107
Zusammensetzung, chemische 32
Zusatzbelastung 37
Zusatz von Reinigungsmitteln 45, 69,
70, 71
Zwecke, gewerbliche, siehe gewerbliche
Zwecke
Zweiflammrohrkessel 85
Zweitaktmotor 86
Zylindermantel 106



Die wirtschaftlich günstigsten Rohrweiten

Ihre Bestimmung für die Fortleitung von Wasser, Wasserdampf und Gas. Von Dr.-Ing. R. Biel. 78 Seiten, 12 Abbildungen, 14 Zahlentafeln, 7 Kurventafeln. Gr.-8°. 1930. RM. 10.80.

Rohrbrunnen

Von Dr.-Ing. Erich Bieske. 224 Seiten, 170 Abbildungen. Gr.-8°. 1929. Brosch. RM. 10.80, in Leinen gebunden RM. 12.60.

Das Rohrnetz städtischer Wasserwerke

Berechnung, Bau, Betrieb. Von Ing. H.P. Brinkhaus. 3. neu bearbeitete Auflage. 343 Seiten, 196 Abbildungen, 47 Zahlen- und 13 Bildtaf. 8°. 1930. Brosch. RM. 10.80, in Leinen gebunden RM. 12.10.

Die Jahresausgaben von Gruppenwasserwerken und deren Verteilung

Von Dr.-Ing. Arnold Eigenbrodt. 28 Seiten, 11 Abbildungen, 23 Zahlentafeln. 4°. 1932. RM. 4.80.

Handbuch der Wasserversorgung

Von Prof. Erwin Groß. 2. Auflage. 495 Seiten, 222 Abbildungen. Gr.-8°. 1930. In Leinen gebunden RM. 19.80.

Die Technik der Fernwirkanlagen

Fernüberwachungs- und Fernbetätigungseinrichtungen für den elektrischen Kraftwerks- und Bahnbetrieb, für Gas-, Wasser- und andere Versorgungsbetriebe. Von Dr.-Ing. W. Stäblein. 302 Seiten, 172 Abbildungen. Gr.-8°. 1934. In Leinen gebunden RM. 15.—.

Regler für Druck und Menge

Von Guido Wünsch. 215 Seiten, 190 Abbildungen. 8°. 1930. Brosch. RM. 9.90, gebunden RM. 11.70.

GWF - Das Gas- und Wasserfach

Wochenschrift des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern e.V., der Zentrale für Gasverwertung e.V., der Gasverbrauch G. m. b. H., der Wirtschaftlichen Vereinigung deutscher Gaswerke, Gaskokssyndikat A.-G. und der Vereinigung der Fabrikanten im Gas- und Wasserfach e.V., Mitteilungsblatt der Reichsgruppe Energiewirtschaft und der Wirtschaftsgruppe Gas- und Wasserversorgung. 79. Jahrgang. 1936. Erscheint wöchentl. Bezugspreis vierteljährl. RM. 7.50. Probeheft kostenlos!

Gesundheits-Ingenieur

Zeitschrift für die gesamte Städtehygiene. 59. Jahrg. 1936. Erscheint wöchentl. Bezugspreis vierteljährl. RM. 5.50. Probeheft kostenlos!

R. OLDENBOURG · MÜNCHEN 1 UND BERLIN



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

350870 L/1