

*Dr.*

Die Versorgung  
von kleineren Städten, Landgemeinden und einzelnen  
Grundstücken  
mit gesundem Wasser.

Unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse der östlichen Provinzen nach den neuesten hygienischen Gesichtspunkten

bearbeitet

für weitere Kreise, namentlich Verwaltungs- und Baubeamte,  
Techniker, Brunnenmacher und Ärzte

von

**Dr. F. Kraschutzki**

Stabsarzt in Danzig.

Mit 4 Figuren im Text.

*F. Nr. 21 063*



Hamburg und Leipzig.  
Verlag von Leopold Voss.  
1896.

*11 6. 5.*

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298420

x  
534





*über*

# Die Versorgung

von kleineren Städten, Landgemeinden und einzelnen  
Grundstücken

## mit gesundem Wasser.

Unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse der östlichen Provinzen nach den neuesten hygienischen Gesichtspunkten

bearbeitet

für weitere Kreise, namentlich Verwaltungs- und Baubeamate,  
Techniker, Brunnenmacher und Ärzte

von

**Dr. F. Kraschutzki**

Stabsarzt in Danzig.

*F. Nr. 21 063*



**Hamburg und Leipzig.**

Verlag von Leopold Voss.

1896.

*VU 46.5*

Alle Rechte vorbehalten.



31654



Akc. Nr. 9858/50

## Vorwort.

---

Die Frage einer gesundheitsgemässen Wasserversorgung ist augenblicklich sehr brennend. Nicht nur die grossen Städte, sondern auch die kleineren und kleinen, die Landgemeinden und Gutsbezirke trachten nach dem Besitze guten Wassers.

In der Beurteilung der Wasserversorgungen hat sich aber während der letzten Jahre ein Umschwung vollzogen, der zwar klar zum Ausdruck gelangt ist in einer Reihe vortrefflicher Aufsätze, welche theils in ärztlichen, theils in technischen, theils in hygienischen Zeitschriften und Werken enthalten sind, bei den Verwaltungen, Baubeamten, Brunnenmachern und auch Ärzten aber noch nicht diejenige Verbreitung und Beachtung gefunden hat, die er bei seiner hervorragenden, praktischen Wichtigkeit verdient. Nicht einmal in allen neuen Lehrbüchern sind die für die Wasserversorgung jetzt massgebenden hygienischen Gesichtspunkte zum Ausdruck gelangt. Die Folge davon ist, dass immer wieder unzweckmässige Brunnenanlagen entstehen, und erhebliche Summen theils unnötig, theils unzweckmässig verausgabt werden.

Der nachstehende Aufsatz ist bestimmt, eine Lücke in der Literatur auszufüllen, indem er beabsichtigt, Verwaltungs- und Baubeamten, Technikern, Brunnenmachern und Ärzten bei Neuanlage oder Umgestaltung von kleineren Wasserversorgungen ein Ratgeber zu sein. Deshalb fasst er nicht nur die leitenden, hygienischen Gesichtspunkte kurz zusammen, sondern bringt



auch im Einzelnen Verbesserungen in Vorschlag für solche Einrichtungen, an welchen nach des Verfassers Erfahrungen Mängel besonders häufig zu finden sind. Die Anregung zu demselben gab die aus zahlreichen Rücksprachen mit den in Betracht kommenden Persönlichkeiten geschöpfte Überzeugung, dass in den grossen Abhandlungen über Wasserversorgung den Bedürfnissen der kleineren und kleinsten Gemeinden nicht genügend Rechnung getragen ist.

(Die kleinen Zahlen im Text beziehen sich auf das Literaturverzeichniss am Schlusse.)



## Die Untersuchung des Wassers.

### Die physikalische Untersuchung.

Die physikalische Trinkwasseruntersuchung stellt fest, ob das Wasser klar, farblos und ohne Bodensatz, geruchlos und wohlschmeckend, sowie angenehm kühl ist.

Bei günstigem Ergebnis dieser Prüfung hat man ein tadelloses Trinkwasser vor sich. Leider ist es darum noch nicht „gesund“, vielmehr kann es ganz frei sein von „Schönheitsfehlern“ und dennoch krankmachend wirken. Wenn darum die physikalische Untersuchung auch nicht entscheiden kann, ob das Wasser „gesund“ ist, so darf sie deswegen nicht unterlassen werden. Denn das Wasser ist ein Genussmittel, welches erfrischend schmecken und durch seine Kühle den Durst löschen soll. Hat ein Wasser einen derartigen Schönheitsfehler, dass es nicht oder nur mit Widerwillen getrunken wird, so ist es unbrauchbar, auch wenn es gesund ist. Deshalb ist auf die gründliche und wiederholte Ausführung der physikalischen Untersuchung der grösste Wert zu legen.

Klarheit und Farblosigkeit müssen auch nach längerem — 24—48stündigem — Stehen geprüft werden. Letztere wird am besten beurteilt, wenn das Wasser in hohen weissen Gläsern auf weisses Papier gestellt und von oben betrachtet wird. Trübungen können bedingt sein

1. durch aufgewirbelte Sandteilchen. Diese setzen sich ziemlich schnell ab, sind meist schon mit blossem Auge als solche erkennbar und lösen sich bei Zusatz von Salzsäure nicht auf.

2. durch Thonteilchen. Diese setzen sich viel langsamer ab und lösen sich bei Zusatz von Salzsäure ebenfalls nicht auf.

3. Durch Eisensalze. (Darüber siehe Seite 13).

4. Durch organische oder organisierte Verunreinigungen (Abgänge aus dem menschlichen Haushalt, Algen u. s. w.) Wasser aus moorigem Untergrunde hat bisweilen eine eigentümlich dunkle oder gelbliche bis braungelbe Färbung, welcher an und für sich eine hygienische Bedeutung nicht zukommt.

Für centrale Wasserversorgungen sind Klarheit und Farblosigkeit des Wassers und Mangel eines Bodensatzes unbedingt erforderlich. Bei Einzelbrunnen sind Zugeständnisse erlaubt, wenn nur das Wasser gesund ist und geniessbar bleibt.

Brauchbares Wasser muss geruchlos sein. Mitunter riechen eisenhaltige Wässer nach Schwefelwasserstoff. Meist ist dieser Geruch aber so gering und so vorübergehend, dass er kaum ins Gewicht fällt.

Die Wärme des Wassers soll von der Jahreszeit möglichst unabhängig sein. Am angenehmsten ist Wasser von 8—10° C. Wasser über 15° C. wirkt nicht mehr erfrischend und durststillend; eine Versorgung mit derartigem Wasser ist daher in ihrem Werte stark beeinträchtigt.

Der Geschmack des Wassers wird bedingt durch die in ihm gelösten Salze und den Gehalt an Kohlensäure. Wasser, welches wenig Kalk- und Magnesiumsalze enthält, weiches Wasser, schmeckt weniger erfrischend als hartes. Letzteres ist aber wenig geeignet zum Kochen, Waschen und für die meisten Gewerbebetriebe (Dampfkessel). Da nun der Geschmack sich an weiches Wasser gewöhnt, so ist ein solches einem harten im allgemeinen vorzuziehen. Über den Geschmack eisenhaltigen Wassers siehe Seite 13. Selten macht sich ein stärkerer Kochsalzgeschmack in störender Weise geltend.

Bei Erwärmung auf etwa 50° C. treten Geruch und Geschmack des Wassers stärker hervor.

Für Wasserversorgungen im Grossen muss auf den Geschmack des Wassers grosses Gewicht gelegt werden. Im Übrigen thut aber Gewöhnung viel und sind namentlich bei Einzelbrunnen erhebliche Zugeständnisse möglich.



### Chemische Untersuchung.

Nachdem die Chemie in den Wässern verschiedene Mengen gelöster Stoffe nachzuweisen gelehrt hatte, glaubte man in der chemischen Untersuchung von Wasserproben das Mittel gefunden zu haben, gesundes Wasser von ungesundem sicher zu unterscheiden. Man nahm an, dass Ammoniak, salpeter- und salpetrigsaure Salze, Chloride und namentlich auch organische Substanzen entweder gar nicht oder doch nicht in grösseren Mengen in reinem Wasser vorkommen und gelangte durch Vergleichung der Ergebnisse zahlreicher chemischer Wasseruntersuchungen zur Aufstellung von Grenzzahlen, welche ein gesundes Wasser nicht überschreiten durfte. Diese Grenzzahlen betragen:

nach	Milligramm im Liter							
	Ammoniak	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Chloride	Sulfate	Organische Substanzen Permangan.	Fester Rückstand	Gesamtkalk
Tiemann-Gärtner <sup>1)</sup>	0 oder geringe Spuren	5,0-15,0	0 oder geringe Spuren	20,0-30,0	80,0-100,0	8,0-10,0	500	112
Reichhardt <sup>2)</sup>	0	4,0	0	2,0-8,0	2,0-60,0	10,0-15,0	100,0-500,0	180,0-200,0
Ferd. Fischer <sup>3)</sup>		27,0	-	35,0	80,0	40,0		112,0

Das Verfahren, auf Grund solcher Grenzzahlen ein Wasser für unbrauchbar zu erklären, ist jetzt mit Recht allgemein verlassen; denn nicht nur weichen die Grenzzahlen verschiedener Forscher, wie ein Blick auf die vorstehende Tabelle zeigt, erheblich voneinander ab, sondern es ergaben auch verschiedene Proben ein und desselben Wassers wesentlich abweichende, chemische Befunde, zufolge deren derselbe Brunnen einmal für brauchbar, ein andermal für unbrauchbar erklärt werden musste, und endlich erwiesen sich die Vor-



stellungen, welche sich an das Auftreten jener gelösten Stoffe im Wasser geknüpft hatten, als falsch. Nicht nur stellte es sich heraus, dass jene Stoffe in den Mengen, in welchen sie selbst in sehr schlechten Wässern aufzutreten pflegen, an sich nicht schädlich wirken, sondern es zeigte sich auch, dass beispielsweise grössere Mengen von Ammoniak und organischen Substanzen nicht notwendig durch eine Verunreinigung mit Abgängen des menschlichen Haushaltes u. s. w. in das Wasser gelangt zu sein brauchen, sondern auch in Wässern vorkommen, welche durch mächtige Schichten undurchlässigen Thones hindurch erbohrt wurden, die also vor derartigen Verunreinigungen sicher geschützt sind. Ebenso brauchen Nitrate und Nitrite nicht von der Überladung des Bodens mit Abgängen des menschlichen Haushaltes herzurühren, sondern ihr Stickstoff kann Pflanzenresten früherer Erdperioden entstammen, während bei dessen Umbildung entweder zu Nitraten oder zu Nitriten harmlose im Boden vorkommende Mikroorganismen mitunter eine Rolle spielen. 4) 5) 6) 7)

Es ist demnach unzulässig, die Brauchbarkeit eines Brunnens oder einer Quelle dadurch feststellen zu wollen, dass man eine Flasche Wasser in eine Apotheke oder ein chemisches Laboratorium schickt und nach dem Ausfall der chemischen Analyse das Verdikt über den Brunnen fällt.

### **Bakteriologische Untersuchung.**

In ein neues Stadium trat die Wasseruntersuchung mit der besseren Ausbildung der bakteriologischen Untersuchungsmethoden. Da der Nachweis von Krankheitserregern im Wasser für die Beurteilung desselben zunächst nicht ausreichend erschien, weil er selbst bei sehr verdächtigen Wässern nur selten glückte, versuchte man die Möglichkeit, die Zahl der Bakterien überhaupt annähernd zu ermitteln, zur Unterscheidung gesunden Wassers von ungesundem zu benutzen; denn man fand Schwankungen des Keimgehaltes in einem ccm von wenigen Keimen bis zu Millionen. Auch hier gelangte man nach vielen vergleichenden Untersuchungen zu Grenzzahlen; aber auch hier

ergab sich bald aus ähnlichen Gründen, wie bei der chemischen Analyse, die Unzulässigkeit dieses Verfahrens. Der Bakteriengehalt schwankte in ein und demselben Brunnen in so erheblichen Grenzen, und die Schwankungen waren von so zahlreichen und zum Teil schwer kontrollierbaren Umständen abhängig, dass mit der Bestimmung der Keimzahl nichts gewonnen war. Unter welchen Verhältnissen dieselbe auch jetzt noch wertvoll ist, soll unten erörtert werden. Auch der Versuch, durch die Bestimmung der Zahl der Arten der Bakterien<sup>8)</sup>, oder durch den Nachweis von Fäulnis- oder Kotbakterien<sup>9) 10) 11)</sup> im Wasser die Brauchbarkeit desselben zu bestimmen, muss, besonders nach den überzeugenden Darlegungen von Gärtner<sup>12)</sup> als missglückt bezeichnet werden.

### **Jetziger Masstab der Beurteilung.**

Welches Wasser ist denn nun aber gesund? Der genannte Forscher beantwortet diese Frage kurz und treffend folgendermassen: Dasjenige Wasser ist gesund, worin Krankheitskeime weder enthalten sind, nach hineingelangen können.<sup>13) 14) 12) 16) 17) 18)</sup>

Diese Krankheitskeime bestehen — abgesehen von den sehr seltenen Fällen, in welchen mineralische oder vegetabilische Gifte in das Wasser gelangt sind — aus pflanzlichen oder tierischen Lebewesen (Bakterien — Protozoen — Eingeweidewürmer). Es könnte nun den Anschein haben, als wenn nunmehr die Wasseruntersuchung auf ein Suchen nach pathogenen Bakterien und dergleichen oder, wie man sich auch „geschmacklos“ auszudrücken beliebt, auf den „Bacillenfang“ hinausliefe. Das trifft aber nur für die Fälle zu, in welchen ein Wasser verdächtigt ist, eine bestimmte Krankheit verbreitet zu haben. Mit der Vervollkommnung der Methoden mehren sich die Nachrichten, dass derartige Untersuchungen mit Erfolg ausgeführt sind. Im übrigen aber wird ein derartiges Suchen in der Regel nicht nur nutzlos sein, weil die pathogenen Bakterien im Wasser meist bald zu Grunde gehen, sondern auch unnötig, da man auf andere Weise zum Ziele gelangen kann.



Es muss festgestellt werden, ob Krankheitskeime in das Wasser hineingelangt sein können. Zu diesem Zwecke müssen nicht Wasserproben untersucht werden, sondern der Brunnen u. s. w. Dieser muss seiner Lage und Anlage nach dafür bürgen, 1) dass er sein Wasser aus einem Vorrat schöpft, der keine Krankheitskeime enthalten kann, 2) dass nicht bei der Erschliessung und Entnahme des Wassers solche nachträglich in dasselbe gelangen können.

### Grundwasser.

Am sichersten wird das erste Ziel erreicht werden, wenn nur völlig keimfreies Wasser zu Brunnenanlagen u. s. w. herangezogen wird. Wo findet sich aber derartiges Wasser? Nicht so schwer wie es scheinen könnte. Der bei weitem grösste Teil des sogenannten Grundwassers ist völlig keimfrei, enthält also auch keine Krankheitskeime.<sup>15)</sup> Untersuchungen des Bodens haben nämlich ergeben, dass zwar die obersten Schichten desselben ungeheure Mengen von Bakterien enthalten, aber mit zunehmender Tiefe der Bakteriengehalt rapide abnimmt und etwa von 2 Metern abwärts gewachsener und feinkörniger Boden keimfrei ist. Das Wasser, welches mit Keimen beladen in derartigen Boden gelangt, giebt bei seinem langsamen Versickern durch natürliche Filtration alle seine Keime ab.

Das Vorhandensein keimfreien Grundwassers hängt also von 3 Bedingungen ab:

1. Der Boden muss gewachsen sein d. h. in demselben Zustande sich befinden, wie er seinerzeit entstanden ist. Aufgeschütteter oder umgewählter Boden bietet keinerlei Gewähr dafür, dass er alle Keime des in ihn eindringenden Wassers zurückhält.

2. Der Boden muss feinporig sein. Von den in den nordöstlichen Provinzen vorkommenden Bodenarten erfüllen nur Kies und Grand diese Bedingung nicht. Kiesschichten und Kiesadern sind daher die schlimmsten Feinde der



Grundwasserbrunnen, wenn sie noch im Bereiche der bakterienhaltigen Bodenzone vorkommen, also nicht von einer Schicht gewachsenen Bodens bedeckt werden, die alle von der Oberfläche eindringenden Keime zurückhält.

3. Der Spiegel des Grundwassers muss auch bei hohem Stande desselben wenigstens 2 m unter der Bodenoberfläche liegen.

Selbstverständlich kommen diese Bodenverhältnisse nicht nur unmittelbar an dem Entnahmeort des Wassers in Betracht, sondern auch in der Umgebung desselben.

### Wanderung des Wassers im Boden.

Es muss hier mit wenigen Worten der Wanderung des Wassers gedacht werden. Dasselbe gelangt aus der Atmosphäre

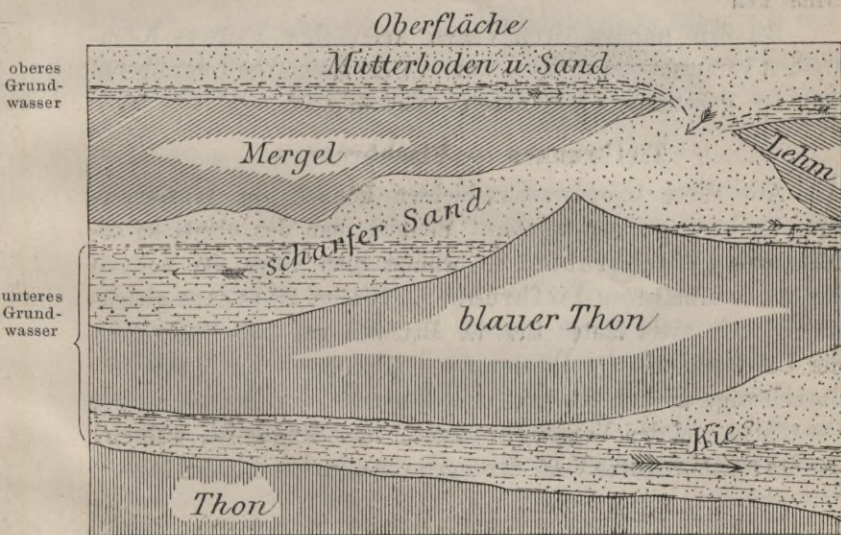


Fig. 1.

als Regen, Schnee u. s. w. auf die Erde zurück. Hier fließt ein Teil oberirdisch ab und gelangt in Bächen, Flüssen, Strömen in das Meer; ein anderer Teil verdunstet wieder in die Atmo-

sphäre; der Rest versickert im Boden und sinkt — in der Regel sehr langsam — immer tiefer, bis er von einer undurchlässigen, oder richtiger wenig durchlässigen Erdschicht aufgehalten wird. Auf dieser Schicht (Lehm, Mergel, Thon) gleitet dieses Wasser (Grundwasser), einen Grundwasserstrom bildend, nach tiefer gelegenen Teilen der Schicht, bis es entweder als Quelle irgendwo zu Tage tritt, oder unterirdisch in einen See oder Strom mündet (oberes Grundwasser). Da die undurchlässigen Schichten sich nicht ins Unendliche fortsetzen, so müssen Stellen vorhanden sein, wo das Grundwasser in grössere Tiefen gelangen kann und nun, vielleicht nach weiten Wegen, unter undurchlässige Schichten gelangt. Hier stellt es nun das untere Grundwasser dar, welches wiederum in mehreren Schichten vorkommen kann. (Siehe die schematische Zeichnung Seite 11.)

Bei dem unteren Grundwasser kann ohne weiteres Keimfreiheit vorausgesetzt werden, während der Keimgehalt des oberen von den genannten drei Faktoren abhängig ist.

### **Tiefbrunnen — Flachbrunnen.**

Alle diese Grundwasserschichten können zur Wasserversorgung herangezogen werden. Benutzt man das obere, so erhält man „Flachbrunnen“, benutzt man einen der unteren Ströme so erhält man Tiefbrunnen. Hierbei ist es ganz gleichgültig, wie viele Meter tief der Brunnen ist; entscheidend ist der Umstand, dass das Wasser des Tiefbrunnens durch eine undurchlässige Erdschicht von dem Zustande des Bodens an der Oberfläche und den Vorgängen daselbst unabhängig ist, während das des Flachbrunnens Veränderungen von oben her erleiden kann.\*)

---

\*) Es kann allerdings vorkommen, dass eine undurchlässige Schicht, etwa Thon, bis an die Erdoberfläche tritt. In diesem Falle kann „oberes Grundwasser“ nicht vorhanden sein. Ist diese Thonschicht dünn, so kann sie durch Einwirkungen von oben her — Ausschachten von Abortgruben, Fundamenten, Gräben u. s. w. durchbrochen werden, so dass unter ihr befindliches (unteres) Grundwasser verunreinigt werden kann. Solchen ausnahmsweise vorkommenden Verhältnissen muss Rechnung getragen werden.



Hierin liegt das grosse hygienische Übergewicht des Tiefbrunnens über den Flachbrunnen.

Indessen stehen diesem grossen Vorteil auch Nachteile gegenüber. Das Wasser löst bei seiner Wanderung durch den Boden, wie schon oben angeführt, Salze auf; da nun unteres Grundwasser länger durch den Boden gesickert ist, als oberes, so wird es auch salzhaltiger. Deshalb enthalten Tiefbrunnenwässer in der Regel grössere Mengen Kalksalze, sind also härter und leider auch Eisensalze.

### **Eisengehalt des Grundwassers.**

Das Eisen ist, hauptsächlich an Kohlensäure gebunden, als lösliches Eisenoxydulsalz im Wasser enthalten. Daher kommt dieses völlig klar aus dem Boden hervor, hat aber nach dem gelösten Eisen einen wenig angenehmen „tintenartigen“ Geschmack. Indem dann ein Teil der Kohlensäure entweicht und der Sauerstoff der Luft einwirkt, wird das lösliche Eisenoxydul in unlösliches Eisenoxydhydrat verwandelt. Dies giebt sich durch eine je nach der Menge und Art des ausfallenden Eisens schwach opalisierende bis milchweisse Trübung und später durch einen gelbbraunen oder rotbraunen, mitunter flockigen Niederschlag (Bodensatz) zu erkennen.\*) Diese Veränderung kommt mitunter schon nach wenigen Minuten, mitunter erst nach einer Reihe von Stunden zustande. Ist das Eisen aber einmal an der Luft ausgefallen, so bleibt das Wasser dauernd klar.<sup>19) 20)</sup>

Wenn auch der Genuss eisenhaltigen Wassers nur ganz ausnahmsweise und bei besonders hohen Graden Verdauungsstörungen hervorruft, so wird derartiges Wasser doch wegen seiner beiden Schönheitsfehler „tintenartigen Geschmack und Trübung bezw. Bodensatz“ nicht genossen, sofern anderes, physikalisch besseres, hygienisch aber vielleicht sehr bedenkliches Wasser zu Gebote steht. Desgleichen ist derartiges Wasser für Leitungen und manche Gewerbe (Wäschereien, Färbereien und vor allem Papierfabriken) nicht

---

\*) Nach Zusatz von Salzsäure löst sich der Niederschlag auf, so dass das Wasser wieder völlig klar wird.



zu gebrauchen. Für Leitungen deswegen nicht, weil das abgesetzte Eisen die Röhren verstopft, zumal wenn sich die an sich unschädlichen Crenothrixpilze, welche eisenhaltiges Wasser ganz besonders bevorzugen, darin entwickeln.

Nun enthalten aber die diluvialen Schichten, aus denen der Boden in unseren östlichen Provinzen vorwiegend besteht, so viele eisenhaltige Gesteinstrümmer, dass das tiefe Grundwasser sehr häufig die geschilderten, physikalischen Mängel zeigt. Im Grossen und Ganzen thut man gut, von vornherein auf stärkeren Eisengehalt zu rechnen, wenn man tiefes Grundwasser für eine Wasserversorgung heranziehen will.\*)

Nun giebt es zwar Mittel und Wege, soviel von dem Eisen aus dem Wasser zu entfernen als nötig ist, es von den Schönheitsfehlern zu befreien. Die bezüglichen Verfahren eignen sich aber im Allgemeinen mehr für Wasserversorgungen in grösserem Massstabe, da sie die kleineren Anlagen nicht unwesentlich verteuern. Es empfiehlt sich daher, für Wasserversorgungen kleinerer Gemeinden namentlich durch Einzelbrunnen dem oberen Grundwasser weniger Misstrauen entgegenzubringen, als bisher. Jedenfalls sollte, wenn ein ausreichend ergiebiger, oberer Grundwasserstrom vorhanden ist, dessen Wasser ersteingehend geprüft werden, bevor zur Tieferbohrung geschritten wird.

Dass der zu benutzende obere Grundwasserstrom keimfrei sein muss und unter welchen Voraussetzungen man auf Keimfreiheit desselben rechnen darf, ist bereits ausgeführt. Zu erwähnen ist noch Folgendes:

Etwaiger Füllboden darf bei der Berechnung der filtrierenden Erdschicht nicht in Ansatz gebracht werden. Befindet sich der Brunnen in der Nähe (9 m)<sup>5)</sup> von Gebäuden, so darf erst von der Sohle der Fundamente ab gerechnet werden. Dasselbe trifft zu für offene Gräben, gemauerte Kanäle und vor allem für Dung- und Abortgruben.

---

\*) Auch oberes Grundwasser ist mitunter so eisenhaltig, dass es jene Mängel zeigt. Diese Fälle bilden aber die Ausnahme.

Zu besonderer Vorsicht mahnt das Vorkommen von Kies-schichten in den obersten Bodenabschnitten. Dieselben fallen für die Filtration völlig aus und müssen daher in Abzug gebracht werden. Grundwasserschwankungen müssen ebenfalls Berücksichtigung finden.

### Untersuchung des Keimgehaltes des Grundwassers.

Ergeben sich bei der Betrachtung der Untergrundverhältnisse Bedenken bezüglich der Keimfreiheit des Grundwassers, so ist die Untersuchung desselben auf seinen Keimgehalt dringend zu empfehlen. Für dieselbe stehen folgende Verfahren zu Gebote\*):

Für Kesselbrunnen.

#### 1. Verfahren nach Gruber.<sup>16)</sup>

Der Brunnen wird, wenn nötig, mit Hilfe einer Feuerspritze oder Dampfmaschine entleert. Darnach steigt man in denselben hinab und fängt in einem keimfreien Gefäß (Erlenmeyerschen Kölbchen) seitlich oder von unten in den Kessel eintretende Wasserströmchen auf, welche untersucht werden. Bei gut filtrierendem Boden ergibt nach Gruber die bakteriologische Keimzahlbestimmung in solchen Proben nur ganz vereinzelte Keime. Dieses Verfahren ist indessen unsicher, da aus den bakterienhaltigen Wandlungen Keime von dem Wasser mitgerissen werden können.

2. Nach Gärtner.<sup>12)</sup> Man pumpt den Brunnen tüchtig ab, so dass sich der Wasserspiegel erheblich senkt, treibt dann ein Rohr seitlich durch die Brunnenwandung und über diese hinaus in das Erdreich. Dann macht man das Rohr keimfrei (nach Fränkel siehe unten) und treibt es weiter bis in die

---

\*) Es genügt nicht, das Wasser, welches im Brunnen ist, zu untersuchen, da dieses auch bei Keimfreiheit des Grundwasserstroms stets Bakterien enthält, welche u. A. schon bei der Anlage des Brunnens mit den Bausteinen, Rohren u. s. w. in dasselbe gelangen. Dort finden sie — auch bei Tiefbrunnen — in der Regel die Bedingungen zu ihrer Erhaltung und Fortpflanzung und erscheinen, gegebenenfalls losgerissen, in den Wasserproben.



wasserführende Schicht. Das nunmehr ausströmende Wasser wird untersucht. In ähnlicher Weise kann auch ein Rohr in die Brunnensohle getrieben werden.

3. Nach Neisser.<sup>21)</sup> Man sterilisiert den ganzen Brunnenkessel mit Inhalt durch Kochen des Wassers. Dies geschieht in folgender Weise: Man schraubt die Pumpe ab und desinfiziert die Lederteile durch mehrstündiges Einlegen in 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Sublimatlösung. Dann desinfiziert man, nachdem in einer herangebrachten Lokomotive die Spannung zwei Atmosphären erreicht hat, die eisernen Pumpenbestandteile und die Wandungen des Schachtes gründlich mit dem Dampfstrahl. Nun wird mittelst eines dampfdichten Schlauches Dampf in das Wasser geleitet bis es die Maximaltemperatur 96° C. erreicht, was in mehreren Stunden zu geschehen pflegt. Nun lässt man das Wasser abkühlen; wenn es — nach 24 Stunden — 55° C. erreicht hat, kann man die Pumpe wieder aufsetzen und den Brunnen energisch abpumpen. Da durch das Kochen nicht nur die Keime im Wasser, sondern auch in den Wandungen des Brunnenkessels und dem umgebenden Erdreich zerstört wurden, so muss das Wasser während der ersten Tage keimfrei bleiben, wenn der Grundwasserstrom keine Keime enthält.

#### Für Röhrenbrunnen.

4. Nach Fränkel.<sup>15)</sup> Man schraubt die Pumpe ab, nimmt sie auseinander, reinigt sie gründlichst mittelst Bürste u. s. w., sterilisiert die Lederteile wie vor, und schüttet dann in das Rohr eine genügende Menge 4<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Schwefelkarbolsäurelösung\*) (für ein 8 m langes, 40 mm i. L. Rohr, das 4,5 m tief in das Wasser taucht genügen zehn Liter). Nun lässt man den Brunnen über Nacht unberührt, pumpt ihn am anderen Tage so lange ab, bis Karbolsäure weder chemisch noch durch den Geschmack mehr nachweisbar ist (Prüfung mittelst Eisenchloridlösung, gelber Niederschlag oder Bromwasser, weisser Niederschlag) und

---

\*) Soll der Brunnen bald wieder in Gebrauch genommen werden, so empfiehlt es sich des Karbolgeschmacks wegen, statt Schwefelkarbolsäure rohe Schwefelsäure zu benutzen.<sup>22)</sup>



untersucht dann Wasserproben bakteriologisch bezüglich ihres Keimgehaltes. Steht das Filter des Brunnens in grobem Kies und ist ein lebhafter Grundwasserstrom vorhanden, so versinkt die Karbolsäure mitunter zu schnell und wirkt nicht. In solchen Fällen kann man mit Vorteil das vorhin geschilderte Neissersche Verfahren anwenden: Der Dampf wird durch ein bis fast an das Ende des Bohrrohrs reichendes Gasrohr eingeleitet. Ein zweites, nicht ganz so tief reichendes, Rohr wird oben mit einem Ejektor verbunden, der etwa 30 l in der Sekunde leistet. Nach etwa  $\frac{1}{2}$ stündigem Einleiten beginnt das Kochen. Insgesamt ist etwa 3—4 Stunden lang zu kochen; dann wird, nachdem das Wasser wieder normale Temperatur angenommen hat, entweder mit eigener, steriler Entnahmeeinrichtung oder mit der sterilisierten Pumpe eine Wasserprobe entnommen und bakteriologisch untersucht. Noch sicherer ist es, zur Prüfung der Keimfreiheit des Grundwassers eine neue Bohrung vorzunehmen, welche bei günstigem Ausfall der Untersuchung als Brunnen beibehalten werden kann. Solche Versuchsbrunnen werden sich besonders bei der Neuanlage von Wasserversorgungen empfehlen und zwar, wenn die zu versorgende Fläche eine grössere Ausdehnung hat, wie bei grösseren Anstalten, kleineren Städten etc., an mehreren Stellen. Sie gewähren noch den weiteren Vorteil, dass sie über die Lagerung der Bodenschichten, den Keimgehalt derselben, sowie über die Grundwasserverhältnisse näheren Aufschluss geben.

### Quellwasser.

Quellwasser ist freiwillig zu Tage tretendes Grundwasser. Daraus ergibt sich, dass seine hygienische Brauchbarkeit nicht, wie vielfach angenommen wurde, von vornherein feststeht, sondern dass sie von denselben Bedingungen abhängt, wie die des Grundwassers. Wenn daher die Bodenschichten, aus denen die Quelle stammt, bekannt sind und für die Keimfreiheit des Wassers bürgen, so ist das Quellwasser brauchbar. Ist das aber nicht der Fall, so wird die Keimfreiheit durch eine Untersuchung festzustellen sein: Dabei ist durch besondere Vorsichtsmassregeln

zu verhüten, dass das Wasser innerhalb der keimhaltigen Bodenzone, welche es schliesslich durchläuft, Keime aufnimmt (Abgraben).

### **Oberflächenwasser.**

Da Regenwasser in unseren Provinzen wohl kaum zur Wasserversorgung herangezogen wird, so kommt nur noch das Oberflächenwasser, d. h. das Wasser von Teichen, Seen, Bächen und Flüssen in Betracht.

Die physikalischen und wirtschaftlichen Vorteile des Oberflächenwassers sind folgende: 1. Es ist weich, eignet sich daher zum Kochen, Waschen, und für die meisten Gewerbebetriebe. 2. Es ist in der Regel in jeder beliebigen Menge zu haben, was namentlich für grosse Städte schwer ins Gewicht fällt.

Die Nachteile sind folgende:

1. Infolge seiner Weichheit schmeckt das Wasser weniger erfrischend. Es ist ferner seine Eigenwärme von der der Luft abhängig und darum im Winter zu niedrig und in der heissen Jahreszeit, in welcher kühles Wasser am meisten gebraucht wird, zu hoch.

2. Der Hauptnachteil besteht aber darin, dass es gegen Verunreinigungen und somit auch gegen krankmachende Beimengungen in keiner Weise geschützt und daher vom hygienischen Standpunkte aus für die Wasserversorgung ohne ausreichende Reinigung zu verwerfen ist.\*) Noch niemals sind die Gefahren, welche eine Versorgung mit Oberflächenwasser mit sich bringt so klar hervorgetreten, als während des letzten Choleraeinbruchs und selbst die er-

---

\*) Die krankmachenden Beimengungen sind an den Menschen und seinen Haushalt gebunden. Bestellte Felder und Weideplätze beherbergen Krankheitserreger, erstere, weil sie gedüngt werden, letztere, weil kranke Tiere (Milzbrand, Rotz, Tuberkulose u. s. w.) sich auf ihnen aufhalten können. Dagegen können in ausgedehnten Waldungen und anderen unbebauten und unbewohnten Ländereien wohl kleinere Wasserläufe (Bäche) vorkommen, welche eben vermöge ihrer Lage vor Krankheitskeimen geschützt sind, deren Wasser daher gegebenen Falls auch ohne Reinigung brauchbar sein würde.



bittersten wissenschaftlichen Gegner der „Trinkwassertheorie“ haben zugestehen müssen, dass das Wasser einer der Hauptträger der Cholerakeime gewesen<sup>23) 24)</sup> ist. In grossen Städten kann die Schwierigkeit, Grundwasser in genügender Menge zu beschaffen, die Heranziehung von Oberflächenwasser entschuldigen, obgleich auch hier neuerdings infolge geschickter Anordnung der Anlagen enorme Mengen von Grundwasser erschlossen worden sind. Für kleinere Gemeinden aber kann eine derartige Entschuldigung nur ganz ausnahmsweise zugelassen werden.

### Künstliche Sandfiltration.

Nun giebt es allerdings eine Reihe von Verfahren, durch welche Oberflächenwasser brauchbar gemacht werden soll. Das wird aber mit Sicherheit nur durch die Entfernung aller Keime aus dem Wasser erreicht. Für grössere Wasserversorgungen kommt als Reinigungsmittel nur die künstliche Sandfiltration in Betracht.<sup>25) 26) 27) 28) 35) 36)</sup> Es gelingt aber, wie unzweifelhaft festgestellt ist, mittelst derselben niemals, alle Keime zu entfernen. Da sich nun unter den zurückgebliebenen Krankheitserreger befinden können und mehrfach thatsächlich nachgewiesen sind, so ist eine gute Grundwasserversorgung der besten Versorgung mit filtriertem Oberflächenwasser hygienisch überlegen. Ausserdem gehört aber zur Leitung eines derartigen Filterwerkes ein Fachmann, der ein volles Verständnis für das Wesen des Filtrationsvorganges, welches erst in den letzten Jahren genauer erforscht worden ist, besitzt und dadurch in den Stand gesetzt ist, drohenden Betriebsstörungen vorzubeugen und eingetretene sofort abzustellen. Es würde nicht in den Rahmen dieses Aufsatzes hineinpassen, auf die Einrichtungen eines Filterwerkes näher einzugehen. Die schlimmen Erfahrungen, welche beispielsweise 1889 in Berlin mit dem Typhus, 1892/93 in der Irrenanstalt zu Nietleben bei Halle, 1893 in Altona und Stettin mit der Cholera gemacht worden sind, und andere mehr führten dazu eine stete Aufsicht über den Betrieb solcher Werke zu verlangen.

Da die wesentlichste Wirkung der künstlichen Sandfiltration



die Verminderung der in dem Wasser enthaltenen Keime ist, so ist die bakteriologische Keimzahlbestimmung berufen, den Erfolg derselben zu überwachen. Koch verlangt in dieser Hinsicht, dass das Filtrat jedes Filters und das Gesamtwasser täglich bezüglich der Keimzahl geprüft werden, und dass derjenige Filter sofort ausgeschaltet werde, dessen Filtrat mehr als 100 Keime im ccm aufweist. Die Zahl derer, welche diese Forderung für durchaus berechtigt anerkennen, mehrt sich un- ausgesetzt und der Zeitpunkt ist wohl nicht mehr fern, wo der Staat diese oder eine ähnliche Forderung allgemein zur Durch- führung bringen wird. Selbstverständlich kann die Aufsicht über den Betrieb nur von einer Stelle ausgeübt werden, welche von der Leitung des Werkes völlig unabhängig ist, und dem- gemäss erfordert eine Versorgung mit Oberflächenwasser zwei durchaus sachkundige Ämter, welche wohl für grosse Wasser- werke beschafft und unterhalten werden können, während das für kleine Werke in der Regel nicht möglich sein wird. Da nun mangelhaft geleitete und überwachte Filterwerke zur Zeit mancher Seuchen der Verbreitung derselben geradezu Vorschub leisten können, so sollten kleinere Gemeinwesen zu dieser Art der Wasserversorgung nur dann greifen, wenn wirklich auf keine andere Weise der Wasserbedarf ge- deckt werden kann.<sup>36)</sup>

### **Filtration nach Fischer-Peters.**

Eine Abart der gewöhnlichen Sandfiltration ist die nach dem System Fischer-Peters.<sup>29)</sup> Hierbei dienen als Filterelemente aus Sand nach besonderem Verfahren gebrannte Platten. Die Vorteile dieser Einrichtung bestehen in einer Verminderung der Anlage- und Betriebskosten. Es ist erst ein derartiges Filter- werk in Worms längere Zeit im Betriebe und daher ein ab- schliessendes Urteil noch nicht angebracht. Es scheinen aber die angeführten Vorzüge wirklich vorhanden zu sein. Den wichtigsten Nachteil der übrigen Filter besitzen indessen auch diese, da sie ebenfalls keimfreies Wasser zu liefern, nicht im- stande sind.

### **Andersonsches Verfahren.**

Das Andersonsche Verfahren (Revolving purifier) besteht darin, dass das zu reinigende Wasser durch innigste Berührung mit fein verteiltem Eisen solches als Eisenoxydul auflöst, um es nachher als Eisenoxyd wieder abzugeben. Hierdurch sollen nicht nur die gelösten fäulnisfähigen Stoffe, sondern auch die Keime grösstenteils beseitigt werden. In Deutschland sind noch keine grösseren Versuche damit angestellt; Keimfreiheit wird mit demselben indessen auch nicht erzielt.<sup>3)</sup>

### **Kleinfilter.**

Nun sollte sich gerade für die Wasserversorgung einzelner Grundstücke die Anwendung von Kleinfiltern, von denen eine grosse Menge in den Handel gebracht wird, eignen. Alle bisherigen Erfahrungen sprechen indessen dagegen. Viele dieser Filter bewirken nur ein besseres Aussehen des Wassers, während sie die Bakterien unbehindert durchlassen. Andere halten dieselben zwar anfangs zurück, lassen sie aber später nicht nur durch, sondern werden selbst zu wahren Brutstätten für Bakterien. Noch andere halten die Bakterien zwar dauernd zurück, sind aber so wenig ergiebig, dass sie deswegen nicht verwertbar sind. Von den 18 Filtern, welche von Plagge<sup>30)</sup> in der neuesten Zeit genau geprüft worden sind, hat nur das Kieselguhrfilter von Berkefeld (System Nordtmeyer) den Ansprüchen genügt. Indessen beansprucht die Reinigung auch dieses Filters bei aller Einfachheit doch so viel Sorgfalt und Verständnis, dass sein Gebrauch nur für den Haushalt Sachkundiger und bei genügender Aufsicht (Krankenhäuser u. s. w.) zu empfehlen ist.

### **Erschliessung des Grundwassers.**

Nachdem im Vorstehenden die Brauchbarkeit der von der Natur gebotenen Wässer für eine gesundheitsgemässe Wasserversorgung besprochen und immer wieder darauf hingewiesen worden ist, dasselbe nur da zu entnehmen, wo es vor dem Hineingelangen von Krankheitserregern geschützt ist, erübrigt



es die verschiedenen Arten der Förderung bzw. Hebung des erschlossenen Wassers zu beleuchten. Massgebend für ihre Beurteilung ist, ob und in wie weit sie imstande sind, das Hineingelangen von Keimen in das Wasser auszuschliessen.

Über die Sicherheitseinrichtungen, welche für grosse Wasserwerke gefordert werden müssen, mag hier hinweggegangen werden. Auch von den Leitungen sei nur hervorgehoben, dass eiserne Röhren am zweckmässigsten, hölzerne gänzlich zu verwerfen sind.

Für die Förderung des Grundwassers giebt es zwei Arten von Brunnen, nämlich Kessel- und Röhrenbrunnen.<sup>31) 32)</sup>

### Kesselbrunnen.

Bei dem Kessel- oder Schachtbrunnen wird ein in der Regel cylinderförmiger Schacht von der Erdoberfläche bis in die wasserführende Schicht ausgehoben. Während die Sohle dieses „Kessels“ meist offen bleibt, werden die Seitenwände besonders befestigt. In dem unteren Ende sammelt sich das Wasser an, indem es entweder nur von der offenen Brunnensohle aus in den Kessel eintreten soll (Quellbrunnen) oder ausserdem auch durch den unteren Teil der Seitenwände (Sammelbrunnen). Auf die Sohle wird gewöhnlich eine Kieslage gebracht, welche den Auftrieb von Sand zu vermindern geeignet ist. Eine Verbesserung des Wassers durch Filtration kann aus den angeführten Gründen dieser Kiesschüttung aber nicht zugesprochen werden. Die Wandungen werden aus Holz, Ziegeln oder Feldsteinen hergestellt. Soll der untere Teil der Wandungen durchlässig sein, so wird er entweder mit offenen Stossfugen versehen oder die Fugen werden mit Moos verstopft. In den übrigen Fällen werden die Steine mit Kalk- oder Zementmörtel verbunden. Gewöhnlich wird der Brunnenkessel  $\frac{1}{2}$ —1 Stein stark gemauert. Derselbe bleibt oben entweder offen, indem er nur mit einer Umwährung versehen wird; in diesem Falle wird das Wasser mittelst Eimer und Winde oder Eimer und Stange gefördert. Solche „Ziehbrunnen“ sind, da sie Verunreinigungen des Wassers zulassen, zu verwerfen. Deshalb wird der Kessel



besser zugedeckt und dann in der Regel mit einer Saugepumpe versehen, deren Rohr in das Wasser, bis nahe an die Kesselsohle eintaucht. Holzrohre und Holzpumpen sind zu beanstanden, da sie faulen und Krankheitserregern einen günstigen Nährboden darbieten. Die Bedeckung wird aus Holz (Bohlen) oder aus Stein, Cementguss, Eisen u. s. w. hergestellt. In letzterem Falle besitzt sie meist ein Einsteige- oder Mannloch. Auch empfiehlt es sich, Steigeeisen in die Wandungen einzumauern.

### **Röhrenbrunnen.**

Bei dem Röhrenbrunnen wird der Schacht oder Kessel durch ein eisernes Rohr (Bohr- oder Steige- oder Mantelrohr) ersetzt, welches in die wasserführende Schicht hinabreicht. Durch seitliche Öffnungen am untersten Teile des Rohres „Filter“\*) oder „Sauger“ tritt das Wasser in dasselbe ein und wird, wenn es nicht durch eigenen Druck abfließt — artesischer Brunnen — durch Hineinsetzen einer Pumpe mit Saugerrohr gehoben.

### **Nachteile der Kesselbrunnen.**

Während die Wandung des Röhrenbrunnens völlig wasserdicht ist, so dass seitliche Zuflüsse zu seinem Wasser namentlich aus dem Gebiete der keimhaltigen oberen Bodenschichten oder gar unmittelbar aus Abortgruben, Kanälen u. s. w. ausgeschlossen sind, ist die Dichtigkeit des Kesselbrunnens von dem jeweiligen Material und der Art der Ausführung seiner Wandungen abhängig. Gebohlte Kessel sind stets völlig undicht und daher durchaus zu verwerfen. Gemauerte können zunächst dicht sein, wenn gute Klinker und statt Kalk- Zementmörtel verwandt wurde. Diese Dichtigkeit ist aber immer eine vorübergehende, da das Grundwasser nicht nur den Kalk- sondern auch

---

\*) Dieser Filter soll und kann nicht eine Verbesserung des Wassers herbeiführen, sondern lediglich das Rohr vor Versandung bewahren.

den Zementmörtel zersetzt und sich durch das Mauerwerk hindurch Eingang in den Kessel verschafft. Wenn man ältere Kessel befährt und genau untersucht, wird man stets solche Zuflüsse finden. Wenn letztere eisenhaltig sind, entstehen am Kessel rote Streifen; sind sie stark verunreinigt, so sieht man mitunter Schmutzstreifen an den Wandungen abwärts ziehen. Durch sorgfältige Ausführung des Mauerwerks, Verputzen innen und aussen mit Zement kann die Schnelligkeit des Durchlässigwerdens vermindert, aber letzteres nie ganz verhindert werden. Dazu kommt noch eins: Während bei Anlage des Röhrenbrunnens das Erdreich in seiner natürlichen Lagerung nicht gestört wird\*), vielmehr mittelst des bedeutenden Seitendrucks fest an die Rohrwandung anschliesst, müssen die dem Kessel benachbarten Bodenteile bei der Aufmauerung desselben ausgehoben werden. Denn die Holzlage, auf welcher der unterste Teil gemauert wird, der „Brunnenkranz“, soll das Mauerwerk nach aussen überragen, während das Erdreich, damit der Kessel gesenkt werden kann, noch etwas über ihn hinaus ausgeschachtet werden muss. Der an der Aussenwand des Kessels auf diese Weise entstehende Raum soll mit „Erde“ wieder ausgefüllt werden. Es ist klar, dass dem Eindringen von Krankheitserregern aus den obersten Bodenschichten in die wasserführende Schicht auf diese Weise Thür und Thor geöffnet werden. Am besten kann diesem Übelstand durch einen Thonschlag aussen um den Brunnenkessel herum begegnet werden.

Fast noch schlimmer steht es gewöhnlich mit der Abdeckung der Brunnenkessel. Zuflüsse zu dem Brunnenwasser von der Erdoberfläche her sind beim Kesselbrunnen

---

\*) Nach Lüger<sup>31)</sup> wird allerdings mitunter bei der Anlage von Röhrenbrunnen der Zwischenraum zwischen dem Bohrrohr („Bohrschale“) und dem Steigerrohr mit Sand ausgefüllt und ersteres dann herausgezogen. Einer derartigen Massnahme, welche vom technischen Standpunkte aus sehr empfehlenswert sein mag, ist vom hygienischen Standpunkte aus mit grosser Vorsicht zu begegnen, da sie unter Umständen Verunreinigungen des erbohrten Wassers von der Erdoberfläche her Vorschub leisten kann.



ungemein häufig. Die Deckplatte eines solchen ist ein sehr besuchter Ort, da auf ihr meist die Pumpe angebracht ist. Sie dient nicht nur Menschen und Tieren zum Aufenthalt, sondern auf und an ihr wurden sogar Wäschestücke gewaschen und gespült, alle möglichen Gefässe (Nachtgeschirre) gereinigt, blutende Wunden gekühlt u. s. w. Da ist es denn kein Wunder, wenn die bedenklichsten Krankheitserreger von oben her in das Brunnenwasser gelangen und Seuchen in dem Bereiche eines solchen Brunnens auftreten. Es muss daher eine solche Abdeckung derselben gefordert werden, welche die Möglichkeit, dass flüssige oder feste Stoffe in den Kessel gelangen, sicher ausschliesst. Diesem Zwecke dient Folgendes:

1. Die Erhöhung des Kessels über das umgebende Erdreich um mehrere Steine.\*)

2. Die Bedeckung desselben mit einer dichten Platte (Eisen, Stein, Zementguss). Bohlenabdeckung ist unzulässig, wenn sie auch noch so dicht scheint.

3. Die Pumpe muss mit dieser Platte durch einen aufschraubbaren, wasserdicht schliessenden Ring verbunden werden.

4. Das Mannloch wird zweckmässig von einem Rahmen eingefasst, welchem die Deckplatte, nach allen Seiten übergreifend, aufliegt. Siehe Fig 2, S. 28\*\*).

5. Die Umgebung des Brunnens muss auf das Sorgfältigste entwässert werden. Jede Pfützenbildung in der Nähe des Kessels

---

\*) Es ist unzweckmässig, das Erdreich der Umgebung des Brunnens an die Deckplatte desselben hinauszupflastern. Dieselbe ist nicht zum Aufenthalte von Menschen bestimmt; je unbequemer und unangenehmer daher ein Verweilen auf derselben ist, um so besser.

\*\*) Selbstverständlich ist jede andere Ausführung ebenso brauchbar, sofern sie das Eindringen von Flüssigkeit von oben her verhindert. Die jetzt üblichen Platten thun es fast nie; sie sind fast alle in dem Bestreben gearbeitet, die Deckplatte recht glatt zu gestalten. Die Stellen, an welchen derartige Platten Flüssigkeiten durchlassen, sind in Fig. 3, S. 29 durch Pfeile angedeutet. Auch die Platten mit sogenanntem Sandverschluss genügen nicht.



ist unstatthaft. Goullys sind nicht zu nahe am Kessel anzulegen.

6. Befindet sich die Pumpe auf der Deckplatte, so empfiehlt sich die Anbringung einer Tafel, welche das Waschen und Spülen am Brunnen, sowie jede andere Verunreinigung desselben oder seiner Umgebung untersagt. Eine derartige Massnahme ist deshalb nicht wirkungslos, weil seltener aus bösem Willen, als aus Unkenntnis dagegen verstossen wird.

7. Wenn die Pumpe über dem Kessel aufgestellt werden soll, so sollte sie so angeordnet werden, dass die Deckplatte bei der Wasserentnahme nicht betreten zu werden braucht.

Ein grosser Teil aller dieser Übelstände wird vermieden, wenn die Pumpe überhaupt nicht über dem Brunnenkessel, sondern, mittelst Schleppleitung mit jenem verbunden, 8—10 m davon entfernt aufgestellt wird. Diese Anordnung kann nicht dringend genug empfohlen werden.

Durch alle diese Massnahmen lassen sich die hygienischen Mängel des Kesselbrunnens erheblich vermindern, aber nicht gänzlich beseitigen. Deshalb ist die Anlage von Kesselbrunnen nur in denjenigen, selteneren Fällen zulässig, in denen Röhrenbrunnen aus technischen Gründen unmöglich sind.

### **Vorteile der Kesselbrunnen.**

Dass immer noch Kesselbrunnen bevorzugt werden, liegt einerseits in der noch nicht genügenden Würdigung der eben erörterten hygienischen Gesichtspunkte, anderseits aber auch daran, dass der Kesselbrunnen für ergiebiger gilt. Namentlich die Rücksicht auf etwaige Feuersgefahren lässt den Besitz eines grösseren Wasservorrats wünschenswert erscheinen. Nun lässt sich zwar nicht bestreiten, dass ein Kesselbrunnen *ceteris paribus* ergiebiger ist, als ein Röhrenbrunnen. Es ist aber doch nicht angängig, mit Rücksicht auf die entfernte Möglichkeit einer Feuersbrunst sich einer stetigen Gefährdung der Gesundheit auszusetzen, zumal der Wasservorrat für jene sich ausnahmslos auch noch auf andere Weise — schlimmstenfalls durch Auf-

stellung von Küben — wird schaffen lassen. Dazu kommt, dass man mit denselben Mitteln, welche ein Kesselbrunnen erfordert, 2—3 Röhrenbrunnen herstellen kann. Endlich wird die Überlegenheit des Kesselbrunnens in Bezug auf die Er giebigkeit vielfach überschätzt. Ist die wasserführende Schicht genügend mächtig — kürzer als 5 m sollte der Filter nur ausnahmsweise sein — und ihr Porenvolumen gross (Kies, grober Sand), so können derselben auch mittelst des Röhrenbrunnens sehr grosse Wassermengen entnommen werden. Steht zur Entnahme des Wassers aber nur eine Schicht feinen Sandes oder gar Lehm zu Gebote, so empfiehlt sich ein Röhrenbrunnen nicht. Namentlich in letzterem Falle ist ein Sammelbrunnen (mit offenen oder mit moosverstopften Stossfugen im Bereiche der wasserführenden Schicht) am Platze. Gegen Verunreinigungen von der Erdoberfläche her können, abgesehen von den schon erwähnten Massnahmen, noch folgende Anwendung finden:<sup>23)</sup>

1. Oberhalb des höchsten Grundwasserstandes, aber unterhalb der keimhaltigen Bodenzone wird der untere Teil des Kessels durch Überwölbung oder mittelst Eisenplatte abgeschlossen (Öffnung nur für das eiserne Saugerrohr und zum Einsteigen). Der darüber liegende Teil wird mit reinem feinem Sande aufgefüllt, welcher etwa hineinsickernde Verunreinigungen zurückhält.

2. Der unterste Teil des Kessels wird mit grobem Kies bis zum höchsten Wasserstande gefüllt und darüber erst feiner Kies, dann Grand und endlich feiner Sand bis oben hin geschüttet.\*) Die Wirkung ist in diesem Falle dieselbe; nur wird die vorrätige Wassermenge um das emgeschüttete Kiesvolumen vermindert.

Diese Mittel sind auch bei bereits vorhandenen Brunnen anwendbar und dringend zu empfehlen. Das letztere verwandelt den Kesselbrunnen in einen Röhrenbrunnen. Voraussetzung ist ein eisernes Saugerrohr.

---

\*) Feiner Kies und Grand dienen lediglich zur Lagerung für den feinen Sand. Die Schicht des Letzteren muss wenigstens 2 m Dicke haben.

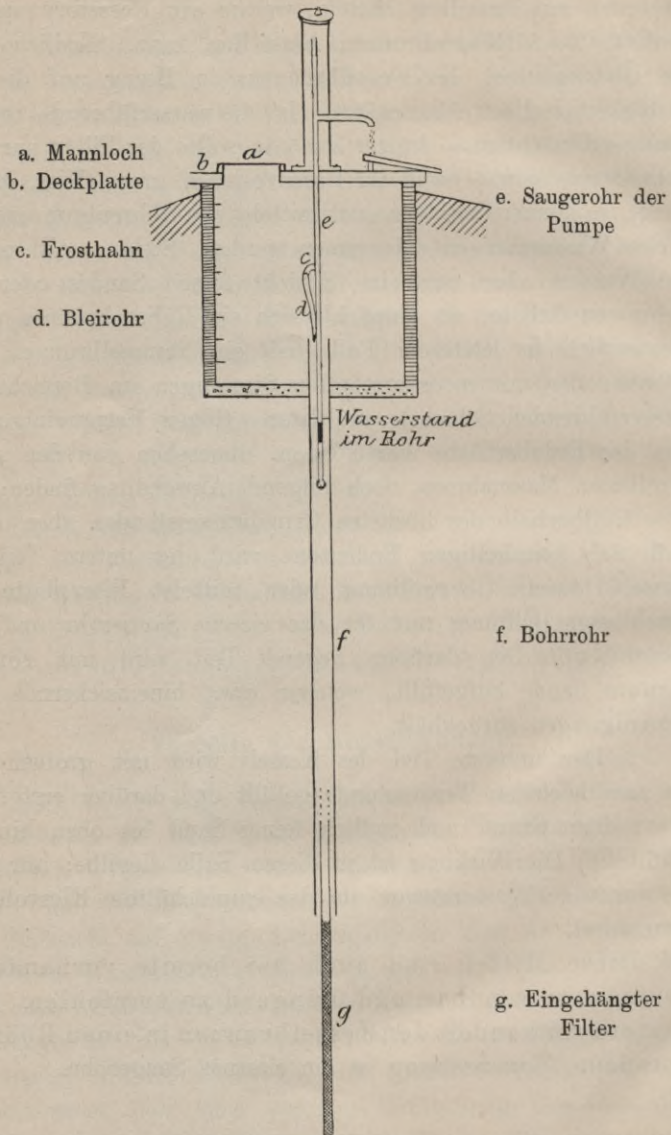


Fig. 2.



### Fehlerhafte Röhrenbrunnen.

Es ist in Vorstehendem erörtert worden, dass der Röhrenbrunnen deshalb den Vorzug verdient, weil bei seiner Anlage das Erdreich in seiner natürlichen Lagerung verbleibt und seitliche Verunreinigungen bei ihm ausgeschlossen sind. Wie steht es aber mit solchen von oben? Verunreinigungen von oben

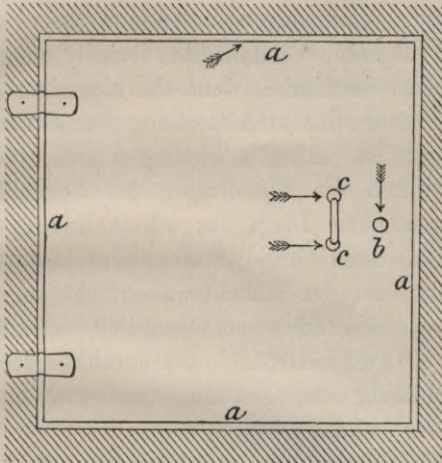


Fig. 3. Ansicht einer Mannlochplatte von oben.

- a. Fuge zwischen Platte und Rahmen
- b. Schlüsselloch
- c. Löcher, durch welche der Griff eingelassen ist.

sind möglich, aber bei richtiger Anlage sicher vermeidbar. Ein Blick auf Fig. 2 veranschaulicht die Bauart eines Röhrenbrunnens. Das Bohrrohr — auch Bohrschale, Mantelrohr genannt — wird durch Bohren und Stauchen bis in die wasserführende Schicht niedergebracht. Ist das Wasser nach Art und Menge gut befunden, so wird ein Filter in das Rohr eingebracht und letzteres so weit herausgezogen, als der Filter lang ist. Dann wird ein Kessel ausgeschachtet und aufgemauert, aus dessen Sohle das Bohrrohr hervorragt. Dieser Kessel wird aus mehrfachen Gründen notwendig: einmal zur Aufnahme von Maschinenteilen, ferner zur Abzweigung von Schlepplleitungen, zur Aufnahme des Frosthahns u. s. w.

### **Arbeitsschacht.**

Ist derselbe zur Aufnahme von Wasser nicht bestimmt, so sollte man ihn zweckmässiger „Arbeitsschacht“ nennen. Da in ihm das Bohrrohr offen endigt, so kann in dasselbe Flüssigkeit aus dem Schacht eindringen und das Wasser verunreinigen. Diese Flüssigkeit kann herrühren aus dem Frosthahn, der im Winter geöffnet sein muss. Dem ist auf einfache Weise dadurch abzuhelpen, dass das ablaufende Wasser mittelst eines Bleirohrs dem Bohrrohr<sup>e</sup> unmittelbar wieder zugeführt wird. Bedenklicher wird die Sache, wenn die eingedrungene Flüssigkeit durch die mangelhafte Abdeckung des Schachtes in denselben gedrungen ist. Abhilfe hiergegen siehe oben. Endlich kann Wasser durch die Wandungen des Schachtes hindurch in denselben gelangen. Liegt das offene Ende des Bohrrohrs unterhalb des höchsten Grundwasserstandes, so muss entweder das Rohr erhöht oder der Schacht wasserdicht angelegt werden. Liegt dagegen das Grundwasser wesentlich tiefer als die Sohle des Schachtes, so wird namentlich bei durchlässigem Boden jene möglichst durchlässig anzulegen sein, damit etwa eingedrungenes Wasser versickern kann.

Auf alle Fälle empfiehlt es sich, das Bohrrohr so hoch als technisch irgend möglich hinaufzuführen. Auch muss ein derartiger Brunnen regelmässig daraufhin nachgesehen werden, ob sein Arbeitsschacht trocken ist.

### **Röhrenbrunnen mit Sammelschacht.**

Es giebt aber auch Röhrenbrunnen mit Kesseln, welche dazu bestimmt sind, das Wasser aus der Bohrung aufzunehmen. Das kann nötig werden, wenn der Wasserzufluss zu dem Rohr ein so geringer ist, dass der Bedarf zeitweise nicht gedeckt wird. Bekanntlich drängt sich die Hauptwasserentnahme auf bestimmte Stunden des Tages zusammen. Der im Kessel befindliche Vorrat ist geeignet, in solchen Fällen Abhilfe zu schaffen.

Zu einer derartigen Anordnung sollte man aber nur in der zwingendsten Not greifen, denn durch dieselbe wird der wesentlichste Vorteil des Röhrenbrunnens wieder geopfert. Jedenfalls müssen aber für diese Kessel alle jene Vorsichtsmassregeln ge-



fordert werden, welche oben erwähnt sind, nämlich Thonschlag, Betonsohle, Zementmauerwerk, einwandfreie Abdeckung, seitliche Pumpe. Noch besser würde es sein, einen kleinen eisernen Kessel in den Arbeitsschacht einzubauen. Ganz fehlerhaft ist es aber, Maschinenteile in oder über diesen Reinwasserbehälter zu verlegen.

### **Quellfassung.**

Dass und unter welchen Umständen Quellwasser für die Wasserversorgung brauchbar ist, wurde schon besprochen. Die Quelle muss zur Vermeidung verunreinigender Zuflüsse gefasst werden. Quellfassungen haben folgende Bedingungen zu erfüllen:<sup>33)</sup>

1. Alle Tagewässer und sonstigen Verunreinigungen müssen sicher abgehalten werden.

2. Einwirkungen der Luftwärme (Frost) müssen beseitigt werden.

3. Behufs Reinigung muss die Fassung leicht zugänglich und die Quellstube zu entleeren sein.

Nähere Angaben über Quellfassungen zu machen würde nicht in den Rahmen dieses Aufsatzes passen; im Allgemeinen kann aber das für die Anlage von Brunnenkesseln Gesagte auch hier als Anhalt dienen.

### **Enteisenung.**

Es wurden Seite 13 die Nachteile des Eisengehaltes des Grundwassers schon erwähnt. Es mag aber hier noch hinzugefügt werden, dass die üblen Erfahrungen, welche in Halle, Leipzig, Frankfurt a./O., Berlin (Tegeler Werk) und anderen Städten mit unenteisnetem Leitungswasser gemacht worden sind, wesentlich dazu beigetragen haben, von der Versorgung mit dem hygienisch besseren Grundwasser abzugehen und sich wieder fast ausschliesslich der Benutzung von filtriertem Oberflächenwasser zuzuwenden.<sup>34)</sup>

Es wurde bereits auf die Möglichkeit hingewiesen, das Eisen so weit aus dem Wasser zu entfernen, dass es die Gebrauchsfähigkeit desselben nicht mehr beeinträchtigt. Dabei wurde auch schon angedeutet, dass diese Enteisenungsver-

fahren wegen ihrer Anlage- und Betriebskosten sich vorzüglich für centrale Wasserversorgungen von Städten und Anstalten eignen, weniger aber für Einzelbrunnen.

### Piefkesches Verfahren.

Es sind besonders zwei Verfahren im Gebrauch:

1. Das Piefkesche.<sup>20)</sup> Das Wasser wird mit Maschinenkraft auf eiserne Siebe gehoben, aus denen es regenartig (insgesamt etwa 3—4 m tief) auf Türme von faustgrossen Kokestücken (Rieseler) herabfällt. Von da gelangt es auf ein Sandfilter, welches es mit höchstens 500 mm Filtrationsgeschwindigkeit durchläuft, um sodann, vom Eisen befreit, in den Reinwasserbehälter überführt zu werden. Die Umwandlung des im Wasser gelösten Eisenoxyduls in unlösliches Eisenoxydhydrat soll in den „Rieselern“ besonders schnell zustande kommen infolge eines eigentümlichen, chemischen Vorganges, bei welchem nach dem Entweichen der Kohlensäure des Wassers und bei Anwesenheit des Sauerstoffes der Luft das auf der Oberfläche der Kokestücke sich bildende Ferrihydrat die Rolle eines Trägers von Sauerstoff in statu nascendi übernimmt. Die Entfernung des gebildeten Eisenoxyds aus dem Wasser wird durch das Filter bewirkt.

Dieses Verfahren hat sich bewährt. Der ihm gemachte Vorwurf, dass durch die Koketürme eine Vermehrung des Keimgehaltes des Wassers herbeigeführt werde, ist, wenn richtig, belanglos, da bei vernünftiger Anlage und ordnungsmässigem Betriebe Krankheitskeime an die Kokestücke nicht gelangen können. Übrigens sind in dem Wasserwerk zu Wannsee bei Potsdam die Kokestücke durch Ziegelsteine, mit gutem Erfolge ersetzt.

### Oestensches Verfahren.

2. Verfahren nach Oesten-Proskaer (G. M. R. 20234). Hier fehlen die Rieseler; das Wasser fällt vielmehr (siehe Fig. 4, S. 33) durch eine Brause (B) 2 m tief unmittelbar auf die Wasserober-



fläche eines Kiesfilters (gleichmäßig, gesiebter Graupenkies) (K), welches mit 1000 mm Geschwindigkeit durchlaufen wird. Hierbei

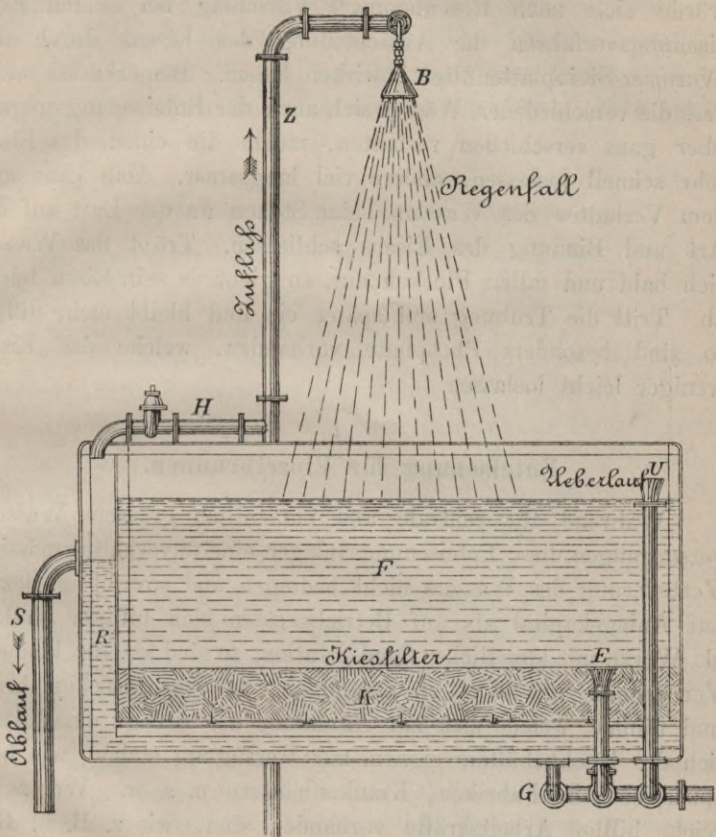


Fig. 4. Enteisung nach Oesten-Proskauer.

Z Zuflussrohr. B Brause. F Filterbehälter. K Kiesfilter. R Reinwasserraum. E Entleerungsrohr. G Grundablass.

wirken nur der Sauerstoff der Luft bei dem gleichzeitigen Entweichen der Kohlensäure. Die Reinigung des Filters geschieht dadurch, dass das Wasser durch den Ablauf E entleert und die Kiesoberfläche mittelst einer Harke aufgerührt wird. Sodann wird durch Öffnung des Hahns bei H und Schluss der Hähne bei Z und S der Filter von unten her durchspült. Bei G befindet sich

ein Grundablass. Das Verfahren ist einfacher und deshalb billiger. Es hat sich ebenfalls bewährt. Sehr gut würde sich nach Rosenbooms<sup>3)</sup> Vorschlag bei beiden Enteisungsverfahren die Ausscheidung des Eisens durch die Wormser Steinplattenfilter bewirken lassen. Bemerkt sei noch, dass die verschiedenen Wässer sich auch der Enteisung gegenüber ganz verschieden verhalten, indem die einen das Eisen sehr schnell loslassen, andere viel langsamer. Man kann aus dem Verhalten des Wassers beim Stehen an der Luft auf die Art und Bindung des Eisens schliessen. Trübt das Wasser sich bald und fallen Flocken aus, so giebt es sein Eisen leicht ab. Tritt die Trübung erst später ein und bleibt mehr diffus, so sind besonders Phosphate vorhanden, welche das Eisen weniger leicht loslassen.

### **Enteisung für Einzelbrunnen.**

Während für centrale und namentlich grössere Wasserversorgungen diese Enteisungsanlagen eine unverhältnismässige Verteuerung des Wassers nicht bedingen und sowohl in Bezug auf Anlagekapital als auf Betriebskosten sich billiger stellen, als Werke mit künstlicher Sandfiltration, so sind sie für kleinere Verhältnisse nur dort zu empfehlen, wo eine Maschinenkraft und Räume, welche sich zur Aufnahme der Anlage einschliesslich des Hochbehälters eignen, zur Verfügung stehen, wie beispielsweise in Fabriken, Krankenhäusern u. s. w. Wo zahlreiche billige Arbeitskräfte vorhanden sind, wie z. B. in Gefängnissen, kann auch mit Handbetrieb gearbeitet werden. Selbstverständlich können auch Pferdekkräfte verwertet werden. In sehr sinnreicher Weise ist vermittelt einer doppelt gekuppelten Pumpe die Enteisung auch bei freistehenden Brunnen mit Handbetrieb zur Ausführung gelangt: Es wird neben der Bohrung zum Teil in der Erde ein gemauerter und gut gelüfteter Wasserbehälter angelegt, welcher in zwei Kammern geteilt ist. In der einen wird ein Kiesfilter angebracht und 2 m über dem Wasserspiegel desselben eine Brause. Die andere



Kammer ist zur Aufnahme des enteiseneten Wassers bestimmt und kommuniziert mit der ersteren. Bei dem einen Hub der Pumpe wird ein Quantum Wasser aus dem Röhrenbrunnen gehoben und durch die Brause auf das Filter fallen gelassen, bei dem anderen wird ein gleiches Quantum aus der Reinwasserkammer entnommen und dem Auslauf zugeführt. Eine solche Anlage kostet 8—900 Mark.\*)

### Enteisung von Kesselbrunnen.

Es mag noch besonders hervorgehoben werden, dass alle diese Enteisungsverfahren hygienisch einwandfrei sind und ein physikalisch tadelloses Wasser liefern.

Ein Verfahren, das Wasser in Kesselbrunnen von seinem Eisengehalt zu befreien, ist von Lübbert<sup>37)</sup> beschrieben:

Aus porösen Ziegeln wird der Brunnen in zwei konzentrischen Ringen aufgemauert, so dass zwischen beiden Zylindermänteln ein Zwischenraum von etwa 10 cm erhalten bleibt. Nunmehr wird gelöschter Kalk, der in dünnen Schichten an der Luft getrocknet ist, in nussgrossen Stücken in den Zwischenraum bis über den höchsten Grundwasserstand hinaus geschüttet. Auch die Brunnensohle wird etwa 10 cm hoch mit Kalkstückchen bedeckt und darüber Sand geschüttet. Das in den ersten Tagen abgepumpte Wasser ist unbrauchbar, weil es freies Alkali ent-

---

\*) Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien im 21. Bande, Heft 1 der Zeitschrift für Hygiene eine sehr bemerkenswerte Arbeit von Dunbar: Zur Frage über die Natur und Behandlung eisenhaltigen Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der Eisenausscheidung bei Privatbrunnen. In derselben wird die Kröhnke'sche Enteisungsmethode beschrieben, bei welcher das Eisen, in welchen Mengen und wie gebunden es auch im Wasser vorkommen mag, schnell und vollkommen durch Zusatz von Chemikalien (erst Eisenchlorid 1:1000, dann Baulöschkalk 5—10:1000) ausgefällt und durch ein eigenartiges, leicht und einwandfrei zu reinigendes Filter abgeschieden wird. Eine Anlage nach diesem Verfahren ist für die Artillerie-Kaserne in Cuxhaven von der Firma Deseniss & Jacobi in Hamburg ausgeführt und seit Ende 1893 in Betrieb. Sie soll sich gut bewährt haben und weniger Raum beanspruchen als solche nach anderen Systemen.

hält. Nach Lübberts Angabe wirkt eine derartige Einrichtung bei einem Brunnen in Breslau seit 17 Jahren. Es sollen sehr stark eisenhaltige Wässer die besten Erfolge geben. Das Verfahren ist dem Baumeister Steckel in Breslau patentiert.

### Herstellung keimfreien Wassers mittelst Chlorkalk.

Schliesslich sei noch einer praktisch brauchbaren Methode gedacht, verdächtiges Wasser keimfrei und somit als Trink- und Genusswasser verwendbar zu machen: Eine kleine Messerspitze (ungefähr 1 gr.) Chlorkalk wird zu fünf Litern des bedenklichen Wassers zugesetzt, letzteres tüchtig durchgeschüttelt und  $\frac{1}{4}$  Stunde sich selbst überlassen. Darnach wird tropfenweise so lange doppeltschwefligsaurer Kalk zugesetzt, bis ein Chlorgeschmack oder -Geruch nicht mehr wahrnehmbar ist.

Das einfache und sichere Verfahren ist von Bassenge<sup>38)</sup> angegeben. Es wird vorübergehend wohl Anwendung finden können, z. B. auf dem Lande zu Zeiten einer Brunnenreparatur etc. und hat vor dem Abkochen des Wassers, welches ebenso zum Ziele führt, den Vorzug, dass es billiger ist wie jenes und schneller arbeitet, was namentlich für grössere Mengen sehr ins Gewicht fällt.

Vielleicht liesse es sich auch für die Sterilisation von Brunnen zum Zwecke der Untersuchung des Keimgehaltes des Grundwassers verwerten.





## Literatur.

1. F. Tiemann u. A. Gärtner. Die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Wassers.
2. J. Nowak. Lehrbuch der Hygiene. 2. Auflage. Wien. 1883.
3. E. Rosenboom. Die städtische Wasserversorgung. Berlin. 1893. Rudolf Mückenberger.
4. B. Fischer. Über das Grundwasser von Kiel. Zeitschrift für Hygiene. Band XIII. 1893.
5. H. Kurth. Über die gesundheitliche Beurteilung der Brunnenwässer im bremischen Staatsgebiet. Zeitschrift f. Hyg. Bd. XIX. 1895.
6. Warrington. On nitrification. Part IV. A report of experiments made in the Rothamsted Laboratory. 1891.
7. S. Winogradsky. Contribution à la morphologie des organismes de la nitrification; etc. Archives des sciences biologiques publié par l'Institut impérial de médecine expérimentale à St. Petersburg. 1892.
8. Migula. Die Anzahl der Bakterien bei der Beurteilung des Trinkwassers. Centralblatt für Bakteriologie. 1892.
9. Schardinger. Beitrag zur hygienischen Beurteilung des Trinkwassers. Centralblatt für Bakteriologie 1894.
10. Burri. Nachweis von Fäkalbakterien im Wasser. Hygienische Rundschau. 1895. No. 2.
11. Marpmann. Beitrag zur bakteriologischen Wasseruntersuchung. Centralblatt für Bakteriologie. 1895.
12. A. Gärtner. Über Methoden, die Möglichkeit der Infektion eines Wassers zu beurteilen. Festschrift zur 100 jährigen Stiftungsfeier des med.-chir. Friedr. Wilhelms-Instituts. Berlin 1895. Aug. Hirschwald.
13. A. Gärtner. Allgemeine Prophylaxe in Pentzoldt u. Stintzings Handbuch der speziellen Therapie innerer Krankheiten.
14. Plagge und Proskauer. Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers. Zeitschrift für Hygiene. Band II.

15. C. Fränkel. Untersuchungen über Brunnendesinfektion und den Keimgehalt des Grundwassers. Zeitschrift für Hygiene. Bd. VI.

16. M. Gruber. Die Grundlagen der hygienischen Beurteilung des Wassers. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Band XXV. 1893.

17. Flügge. Hygienische Beurteilung von Trink- und Nutzwasser. Vortr., geh. auf d. XX. Versamml. des d. Vereins f. öff. Gesundheitspfl.

18. R. J. Petri. Wie ist das Trink- und Nutzwasser zu prüfen? Ärztl. Sachverständigen-Zeitung II. Jahrg. 1896. No. 1, 2.

19. B. Proskauer. Beiträge zur Kenntnis der Beschaffenheit von starkeisenhaltigen Tiefbrunnenwässern und die Entfernung des Eisens aus denselben. Zeitschrift für Hygiene. Band IX.

20. C. Piefke. Über die Nutzbarmachung eisenhaltigen Grundwassers. Schillings Journal für Gasbeleuchtung u. s. w. 1891.

21. M. Neisser. Dampfdesinfektion und Sterilisation von Brunnen und Bohrlöchern. Zeitschrift für Hygiene. Band XX. 1895.

22. A. Stutzer. Versuche über die Einwirkung sehr stark verdünnter Schwefelsäure u. s. w. Zeitschrift für Hygiene. Band XIV.

23. R. Koch. Wasserfiltration u. Cholera. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XIV.

24. R. Koch. Die Cholera in Deutschland während des Winters 1892/93. Ebenda Bd. XV.

25. C. Fränkel u. C. Piefke. Versuche über die Leistungen der Sandfiltration. Zeitschrift für Hygiene. Band VIII.

26. B. Proskauer. Über die Beschaffenheit des Berliner Leitungswassers. Zeitschrift für Hygiene. Band IX.

27. C. Piefke. Neuere Ermittlungen üb. Sandfiltration. Schillings Journal 1891.

28. C. Piefke. Aphorismen über Wasserversorgung. Zeitschrift f. Hygiene. Band VII u. VIII.

29. Fischer. Das Sandplattenfilter und seine Anwendung zur centralen Wasserversorgung der Städte. Verhandl. d. deutsch. Gesellschaft für öffentl. Gesundheitspflege zu Berlin. Hygienische Rundschau. V. Jahrg. No. 7.

30. Plagge. Untersuchungen über Wasserfilter. Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Milit. Sanitätswesens Berlin 1895. A. Hirschwald.

31. O. Lüger. Die Wasserversorgung der Städte. Verlag von A. Bergsträsser.

32. E. Sonne. Der Wasserbau. Handbuch der Ingenieurwissenschaften von L. Franzius u. E. Sonne.

33. Brix. Hygienisch-technische Massnahmen zur Verhütung und Beseitigung von ansteckenden Krankheiten, die mit dem Wasser und dem Boden in Zusammenhang stehen. In Behrings: Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten.



34. B. Proskauer. Über eisenhaltiges Grundwasser und seine Verwendung zur Wasserversorgung. Hyg. Rundschau I. No. 13.

35. C. Piefke. Über die Betriebsführung von Sandfiltern auf Grundlage der zur Zeit gültigen sanitätspolizeilichen Vorschriften. Zeitschrift für Hygiene. Band XVI. 1894.

36. C. Fränkel. Wasserfiltration und Rieselwirtschaft. Hygien. Rundschau VI. 1.

37. A. Lübbert. Über die freiwillige Eisenausscheidung aus Grundwasser und eine Enteisungsmethode für Kesselbrunnen. Zeitschrift für Hygiene. XX.

38. Bassenge. Zur Herstellung keimfreien Trinkwassers durch Chlorkalk. Zeitschrift für Hygiene. XX.

---

# Inhalt.

	Seite		Seite
Vorwort . . . . .	3	KleinfILTER . . . . .	21
Die Untersuchung des Wassers		Erschliessung d. Grundwassers	21
Die physikal. Untersuchung . . . . .	5	Kesselbrunnen . . . . .	22
Chemische Untersuchung . . . . .	7	Röhrenbrunnen . . . . .	23
Bakteriologische Untersuchung	8	Nachteile der Kesselbrunnen . . . . .	23
Jetziger Massstab d. Beurteilung	9	Vorteile der Kesselbrunnen . . . . .	26
Grundwasser . . . . .	10	Fehlerhafte Röhrenbrunnen . . . . .	29
Wanderung des Wassers im		Arbeitsschacht . . . . .	30
Boden . . . . .	11	Röhrenbrunnen mit Sammel- schacht . . . . .	30
Tiefbrunnen — Flachbrunnen	12	Quellfassung . . . . .	31
Eisengehalt des Grundwassers	13	Enteisenung . . . . .	31
Untersuchung d. Keimgehaltes des Grundwassers . . . . .	15	Piefkesches Verfahren . . . . .	32
Quellwasser . . . . .	17	Oestensches Verfahren . . . . .	32
Oberflächenwasser . . . . .	18	Enteisenung für Einzelbrunnen	34
Künstliche Sandfiltration . . . . .	19	Enteisenung von Kesselbrunnen	35
Filtration nach Fischer-Peters	20	Herstellung keimfreien Wassers mittelst Chlorkalk . . . . .	36
Andersonsches Verfahren . . . . .	21	Literatur . . . . .	37





S. 61





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31654

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298420