

Der Vorsitzende verliest sodann ein Schreiben des Verbandes staatlich geprüfter Nahrungsmittelchemiker der Rheinprovinz vom 29. April, worin gebeten wird, den Kgl. Preussischen Ministerialerlaß vom 22. Februar 1904 zum Gegenstand einer Besprechung auf der Versammlung zu machen. Er bittet, die Erledigung dem Ausschusse zu überlassen, glaubt indessen, daß die Angelegenheit schon größtenteils in obigen Eingaben ihre Erledigung gefunden habe.

Dr. Mai erstattet darauf den Kassenbericht für 1903. Die Kasse wurde von ihm am 30. Juli 1903 mit einem Barbestand von 647,99 Mk. übernommen; dazu kamen an Mitgliederbeiträgen für 1903 noch 150 Mk., in Summa 797,99 Mk. Demgegenüber stehen Ausgaben im Betrage von 679,32 Mk., so daß die Kasse am 31. Dezember 1903 einen Barbestand von 118,67 Mk. aufweist.

Der Vorsitzende erklärt, daß noch ein Reservefond von 800 Mk. vorhanden ist. Er bittet sodann die Neuwahl des Ausschusses vorzubereiten.

An Stelle des leider durch Krankheit am Erscheinen verhinderten Geh. Regierungsrates Prof. Dr. J. König brachte darauf Dr. A. Bömer dessen Referat zum Vortrag und schloß daran noch Mitteilungen über einen interessanten Fall von Brunnen-Verunreinigungen (vergl. S. 87).

Der gegenwärtige Stand der Beurteilung von Trink- und Abwasser nach der chemischen Analyse.

Von

J. König in Münster i. W.

Bis vor etwa 15 Jahren galt die chemische Analyse als das einzige Hilfsmittel zur Beurteilung von Trink- und Abwasser. Mit dem Aufschwunge der Bakteriologie und mit der Feststellung der Tatsache, daß unter Umständen das Trinkwasser auch die Ursache ansteckender Krankheiten sein kann, trat die bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers immer mehr in den Vordergrund und im Jahre 1895 stellte G. Flügge, den man wohl als einen der ausgeprägtesten Vertreter der neuen Richtung bezeichnen darf, sogar die folgenden Leitsätze auf:

1. „Die bis jetzt übliche hygienische Begutachtung des Wassers lediglich auf Grund der chemischen, bakteriologischen und mikroskopischen Untersuchung eingesandter Proben ist fast in allen Fällen verwerflich.

2. Die einmalige Prüfung eines Wassers auf seine hygienische Zulässigkeit als Trink- oder Brauchwasser muß vor allem durch Besichtigung und sachverständige Untersuchung der Entnahmestelle und der Betriebsanlage erfolgen. In manchen Fällen liefert diese Prüfung allein bereits eine Entscheidung. Meistens ist eine Ergänzung durch grobsinnliche Prüfung des Wassers sowie durch die Eisen- und Härtebestimmung wünschenswert; selten ist eine weitergehende chemische, bakteriologische oder mikroskopische Untersuchung zur Sicherung der Resultate erforderlich. — Bei Neuanlagen von centralen Grundwasserversorgungen muß man sich mit besonderer Sorgfalt von der Keimfreiheit des betreffenden Grundwassers vergewissern.

3. Zur fortlaufenden Kontrolle von Wasserversorgungen, deren Anlage und Betrieb bekannt ist, eignet sich die bakteriologische, zuweilen auch die chemische Analyse einwandfrei entnommener Proben. Die hygienische Bedeutung auffälliger Resultate der Analyse ist meist nur aus einer wiederholten Besichtigung und Untersuchung der Versorgungsanlage zu entnehmen.“

Es ist ein sonderbarer Zufall, daß diese Leitsätze vor 9 Jahren auf der 20. Versammlung des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in derselben Stadt aufgestellt und besprochen worden sind, in welcher ich heute die Unhaltbarkeit derselben bzw. die Bedeutung der chemischen Analyse für die Beurteilung des Wassers darlegen soll. Ich wage aber dieses Unternehmen nicht etwa mit einer gewissen Beklemmung, sondern im Bewußtsein ebensosehr der vielseitigen Leistungsfähigkeit der Chemie als der gerechten Sache unseres Standes. Denn mittlerweile haben die Ansichten G. Flügge's schon leider weitere Kreise ergriffen. So heißt es unter No. 3 der Dienstanweisung für die Preußischen Kreisärzte vom 23. März 1901:

„Die bestehenden Trinkwasserversorgungen hat der Kreisarzt zu überwachen; er darf keine Gelegenheit vorübergehen lassen, um sich von deren Beschaffenheit zu unterrichten. Dabei wird er den Schwerpunkt weniger auf die chemische und bakteriologische Untersuchung von Wasserproben, als auf die örtliche Besichtigung zu legen und dahin zu streben haben, fortlaufend ein Bild von den Trinkwasserverhältnissen in einzelnen Ortschaften seines Bezirkes zu erhalten, um gegebenen Falles die zur Beseitigung von gesundheitswidrigen Verhältnissen geeigneten Maßnahmen vorschlagen zu können.“

Bemerkenswert in beiden Ausflüssen ärztlichen Wissens und Könnens ist das Zugeständnis, daß die bakteriologische Untersuchung ebensowenig Wert haben soll, als die chemische; es soll, wie ja auch durchweg am Krankenbett, nur der Augenschein d. h. die örtliche Besichtigung entscheiden, ganz nach der Ansicht eines weit bekannten Berliner Professors für innere Medizin, wonach es nicht die Aufgabe des Arztes ist, die Krankheit zu erkennen, sondern zu heilen. Wie man aber die Verunreinigung einer Trinkwasserversorgungsquelle ohne eine bakteriologische und chemische Untersuchung feststellen will, wird wohl jedem wissenschaftlichen Sachverständigen rätselhaft sein. Sind durch fehlerhafte Lage oder unrichtige Anlage einer Wasserversorgungsquelle etwaige verunreinigende Zuflüsse offensichtlich, dann bedarf es der örtlichen Besichtigung seitens des Kreisarztes nicht, das kann auch jeder Laie, jeder Schullehrer und Polizeibeamte feststellen; aber es gibt auch bei durchaus tadelloser Anlage einer Wasserversorgungsquelle recht häufig Verunreinigungen je nach den geologischen Bodenverhältnissen, die sich nicht durch bloßen oberirdischen Augenschein feststellen lassen, und wenn der Arzt glaubt, für die Erkenntnis dieser Verunreinigungen eine besondere Gabe und Befähigung zu besitzen, so wird es damit wohl gehen, wie vielfach mit den Diagnosen am Krankenbett; das Übel wird geheilt, aber nicht erkannt.

Noch schlimmer steht oder vielleicht stand es mit den Anschauungen mancher anderen Hygieniker über die Bedeutung der chemischen und bakteriologischen Untersuchung des Trinkwassers. So sagt W. Kruse¹⁾ in einer Abhandlung „Kritische und experimentelle Beiträge zur hygienischen Beurteilung des Wassers“:

1. „Die Ergebnisse der Prüfung des zum Genuß bestimmten Wassers durch die Sinne (Gesicht, Geruch, Geschmack, Temperatursinn) sind von nicht zu unterschätzender hygienischer Bedeutung.

2. Die chemische Untersuchung hat entschieden geringeren Wert und ist für die praktische Hygiene fast entbehrlich. Nur die Härtebestimmung ist von Nutzen, da der Gehalt des Wassers an Erdsalzen gesundheitlich nicht indifferent ist und indirekt durch seine ökonomischen Beziehungen das hygienische Interesse in Anspruch nimmt. In besonders ver-

¹⁾ Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten 1894, 17, 1.

dächtigen Fällen ist die Prüfung auf chemische (metallische) Gifte notwendig. Die organischen Stoffe des Wassers sind hingegen als unschädlich zu betrachten“.

Solche Ansichten — die übrigens häufig kommen und gehen¹⁾ — bedürfen für den einigermaßen unterrichteten Fachmann keiner Widerlegung; sie zeigen aber, wie es möglich wurde, daß die Frage der Beurteilung von Trinkwasser jetzt auf eine schiefe Ebene gelangt ist.

Hiervon legt auch eine in den letzten Tagen erschienene Abhandlung „Die approximative chemische Wasseruntersuchung“ von Dr. Hagemann Kreisassistentarzt in Münster i. W.²⁾, die als Ausdruck der jungärztlichen Richtung in Preußen angesehen werden kann, Zeugnis ab. Da ich die Haltlosigkeit dieser Anschauungen schon an anderer Stelle³⁾ nachgewiesen habe, so kann ich hier auf eine Besprechung derselben wohl verzichten.

Diese einleitenden Darlegungen glaubte ich Ihnen nicht ersparen zu dürfen, um zu zeigen, wie verworren augenblicklich die Anschauungen über die Art und Weise der Beurteilung von Trinkwasser sind. Verfahren ist die Frage wesentlich dadurch, daß man nach dem Aufschwunge, den die Bakteriologie genommen, und nachdem man im Wasser eine größere und geringere Anzahl von Bakterien gefunden hatte, eine Zeitlang annahm, daß nur die bakteriologische Untersuchung des Wassers Aufschluß über die Beschaffenheit desselben geben könne, daß man dann aber, nachdem man sich von der Unhaltbarkeit dieser Anschauung überzeugt hatte, das Kind mit dem Bade ausschüttete und behauptete, daß auch die chemische Analyse gar keinen Wert für die Beurteilung habe. Dieses zu widerlegen, wird also meine Aufgabe sein.

Die gestellte Frage lautet zwar: „Der gegenwärtige Stand der Beurteilung von Trink- und Abwasser“, indes soll es sich um die Abwässer nur insoweit handeln, als sie für die Verunreinigung von Trinkwasser in Betracht kommen. Denn daß für diejenigen Abwässer, in welchen eigenartige chemische, unorganische und organische Bestandteile als Verunreinigungen vorkommen — und dazu gehören alle Art Abwässer bis auf die mit menschlichen oder tierischen Auswürfen —, die chemische Analyse entweder einzig oder doch vorwiegend entscheidend ist und auch maßgebend bleiben wird, dürfte selbst wohl von dem eifrigsten Anhänger der Bakteriologie nicht geleugnet werden. Nur für die mit menschlichen oder tierischen Auswürfen verunreinigten Trinkwässer glauben die Ärzte die Beurteilung derselben — und zwar vorwiegend durch bloße Augenscheinnahme — für sich allein in Anspruch nehmen zu müssen. Für das durch Filtration gereinigte Wasser soll nach ihrer Ansicht die bakteriologische Untersuchung allein

¹⁾ Im Jahre 1894 forderte Prof. W. Kruse z. B. in besagter Abhandlung eine Beseitigung von womöglich allen, wenigstens von krankheitsregenden Bakterien in Abwässern, 1902 dagegen sagt er (Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege 1902, 21, 24): „Auf die Entfernung der (krankheitsregenden) Bakterien, aus den Abwässern legt man heutzutage nicht mehr denselben Wert wie in der ersten Epoche der Bakteriologie, in der richtigen Voraussetzung, daß das Flußwasser nicht dazu da ist, ungereinigt zum Trinken benutzt zu werden. Den Schiffen werden besondere Gelegenheiten geboten, sich mit Trinkwasser zu versehen. Die Infektionsmöglichkeit durch Flußbäder ist in jedem Falle eine recht geringe; die Einrichtung städtischer Badeanstalten macht die Flußbäder auch immer mehr entbehrlich. Für die Reinheit der Häfen ist besonders zu sorgen.“

²⁾ Zeitschr. f. Medizinalbeamte 1904, No. 9.

³⁾ Ebendort 1904, No. 11.

maßgebend sein. Erstere Ansicht ist völlig unrichtig, letztere nur bedingt richtig, wie folgende Erwägungen darlegen werden:

1. Zunächst ist schon für ein natürliches, im gewöhnlichen Sinne reines Wasser die chemische Untersuchung neben der bakteriologischen nicht ohne Belang. Denn das zu Wasserversorgungen dienende Wasser wird nicht bloß zum Trinken, sondern auch zum Kochen, Waschen, zu gewerblichen Zwecken aller Art verwendet und für manche dieser Nutzungszwecke wie zum Kesselspeisen, zur Bierbrauerei, Bleicherei etc. ist die Kenntnis des Gehaltes an kohlensauen und schwefelsauen alkalischen Erden, an Alkalisalzen, an nur spurenweise vorhandenen Eisenverbindungen, Kieselsäure, an organischen Stoffen wichtiger oder doch ebenso wichtig als die Kenntnis des Gehaltes an Bakterien. Denn der größere oder geringere Gehalt an diesen chemischen Verbindungen bedingt, wie allgemein bekannt ist, sehr den Verlauf dieser Betriebe; Calcium- und Magnesiumkarbonate bedingen neben Calciumsulfat und Kieselsäure die Kesselsteinbildung, selbst sehr geringe Menge Eisenverbindungen und ein größerer Gehalt an organischen Stoffen beeinträchtigen den Brauerei- und Bleicherei-Vorgang bzw. sonstige Betriebe, in welchen es wie in den Molkereien, Schlächtereien etc. überhaupt auf große Reinlichkeit ankommt. Solche Wässer können unter Umständen sich bakteriologisch sogar günstig verhalten.

Allgemein schreibt man dem Vorkommen von nur wenig kohlensaurem oder humussaurem Eisen oxydul in einem Wasser das Auftreten des sogen. Eisenpilzes, *Crenothrix polyspora*, zu, der für Wasserwerke verhängnisvoll werden kann und schon vielfach verhängnisvoll geworden ist. Beythien, Hempel und Kraft¹⁾ haben nachgewiesen, daß das Auftreten dieses Pilzes auch in hohem Grade von dem spurenweisen Vorkommen von Manganverbindungen abhängig ist.

Aus dem Grunde empfiehlt es sich, jede Art Trinkwasser, besonders solches, welches zu allgemeinen Wasserversorgungen benutzt werden soll und äußerlich wie bakteriologisch als rein angesehen werden kann, von vornherein einer eingehenden chemischen Untersuchung zu unterwerfen.

2. Aber auch für ein nur zeitweise verunreinigtes Quell- oder Grundwasser oder für ein beständig zu reinigendes Oberflächenwasser ist eine fortgesetzte chemische Untersuchung neben der bakteriologischen Untersuchung von größter Wichtigkeit.

Daß das Quellwasser nicht immer der Inbegriff des Reinen ist, hat zuerst A. Gärtner²⁾ für eine Reihe von Fällen überzeugend nachgewiesen. Je nachdem das Quellwasser auf kürzerem oder längerem Wege sich sammelt, durch gut filtrierende (d. h. reinigende) Erdschichten fließt oder in offenen Klüften und Spalten rasch versickert, ist es mehr oder weniger rein bzw. nimmt es mehr oder weniger die Bestandteile der durchsickerten Erdschichten auf und muß auch unter Umständen je nach der Regenmenge eine verschiedene Beschaffenheit annehmen. Letztere kann sich unter Umständen bei starken Regengüssen sogar durch Trübungen zu erkennen geben und ist an sich bedenklich. Die Trübung besteht zwar meistens aus Ton bzw. Staubsand, Calciumkarbonat etc., nicht selten tritt aber gleichzeitig eine Vermehrung der Bakterien in den trüben, zu trockenen Zeiten fast bakterienfreien Quellen auf. So wurden nach A. Gärtner in 1 ccm Quellwasser Mikrophytenkeime gefunden:

¹⁾ Diese Zeitschr. 1904, 7, 215.

²⁾ A. Gärtner, Die Quellen in ihren Beziehungen zum Grundwasser und zum Typhus. Jena 1902.

Quelle:	Basaltischer Vogelsberg bei Frankfurt	Kalkmergel bei Soest	Lias bei Meurthe in Moselle	Alluvium des Donisch- Kammtales	Nebenquelle bei Kranichfeld (Trias)	Konglomerat- schicht des Wellenkalkes bei Jena
Zu trockenen Zeiten }	3—4	20—275	115—180	72	fast 0	0—90
Nach Regen	45—60	1500—2800	1115—8000	1960—2380	470	bis 18000

Derartige Quellen sind kaum für Wasserversorgungen geeignet; denn sie können unter Umständen auch leicht pathogene Keime mit sich führen. Wenigstens empfiehlt sich bei Verwendung dieser Art Quellen zu Wasserversorgungen eine Filtration wie bei Oberflächenwasser.

Bei Grundwasser, unter welchem wir das auf einer undurchlassenden Bodenschicht sich ansammelnde, versickerte Regen- oder Oberflächenwasser verstehen, finden wir, wenn es nicht bis in die obersten Bodenschichten hineinragt, keine solche plötzlichen Veränderungen; es unterscheidet sich eben dadurch vom Quellwasser, daß es sich in den unteren Bodenschichten nur langsam fortbewegt oder gar still steht, wenn es nicht künstlich gehoben wird. Aus dem Grunde paßt es seine Eigenschaften (Temperatur, chemische Zusammensetzung etc.) mehr den durchsickerten Bodenschichten an, als das Quellwasser. Wie sehr verschieden derartige Grundwässer in chemischer wie bakteriologischer Hinsicht sein können, mögen folgende Analysen zeigen, die das Mittel einer Anzahl von Einzelproben bilden; es enthielt nämlich z. B. für 1 l:

Grundwasser aus	Ab- dampf- Rück- stand	Zur Oxyda- tion er- forder- licher Sauer- stoff	Kalk	Mag- nesia	Chlor	Schwe- fel- säure	Sal- peter- säure	Ammo- niak	Sal- petrige Säure	Keime von Mikrophyten in 1 cem
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	
Mergelschichten . .	392,1	1,8	131,2	15,3	36,6	51,3	38,4	0	0	22
Sand und Kies . .	157,5	2,0	53,7	5,4	10,7	22,9	23,9	0	0	105
Grauwackenschiefer .	64,5	2,7	11,5	7,3	7,1	4,6	4,1	0	0	2000—200000

Die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung dieser drei Grundwässer, besonders der hohe Gehalt des ersten Wassers an Mineralstoffen, und darunter an Kalk, gegenüber den beiden anderen Wässern erklärt sich aus der Verschiedenheit in der Zusammensetzung der wasserführenden Schichten (des Mergel-, Sand- und Schieferbodens), der verschiedene Gehalt an Mikrophytenkeimen dagegen aus der verschiedenen Filtrationskraft der Bodenschichten (des mehr dichten Mergel- und Sandbodens gegenüber dem durch Risse und Spalten zerklüfteten Schieferboden).

In anderen Fällen kann das Grundwasser, wenn es Bodenschichten durchsickert, die organische Reste wie Torf etc. enthalten, reich sein an organischen Stoffen, oder reich sein an Sulfaten, wenn die Bodenschichten viel Calciumsulfat (oder Magnesiumsulfat) enthalten, oder reich an Chloriden sein, wenn die Bodenschichten wie Mergel- und Kalkstein-Ablagerungen viel Chloride enthalten.

In manchen Grundwässern kommen Eisenoxydul- bzw. Manganoxydul-Verbindungen (doppeltkohlensäure oder humussaure) vor, die (wenigstens die Eisenoxydulverbindungen) beim Stehen des Wassers an der Luft sich zu Oxydverbindungen oxydieren und Veranlassung zur Bildung eines Bodensatzes geben.

Nicht selten tritt auch freie Kohlensäure und mitunter freie Salpetersäure — wahrscheinlich durch Ansammlung aus dem Regenwasser infolge fortgesetzter Wasserverdunstung entstanden — auf.

Da die Grundwässer, wenn die Bodenschichten einigermaßen dicht sind und gut filtrierend d. h. reinigend wirken, durchweg nur wenig Keime von Mikrophyten enthalten und pathogene Keime unter solchen Bodenverhältnissen in 4—5 m Tiefe des Bodens nicht mehr vorkommen, so ist einleuchtend, daß bei Beurteilung von Grundwasser die chemische Analyse uns viel sicherere Grundlagen für die Beurteilung liefert, als die bakteriologische Untersuchung. Aber nur eine eingehende Untersuchung kann Aufschluß bringen; qualitative Reaktionen würden z. B. über die vorhandene freie Salpetersäure, die durch die bleilösende Eigenschaft sehr gefährlich für gemeinsame Wasserversorgungen werden kann, gar keinen Aufschluß geben.

Freilich können auch Grundwässer mitunter bedenkliche Bakterien enthalten, nämlich dann, wenn die filtrierenden Bodenschichten aus Kiesgerölle oder grobem Kies bezw. Sand bestehen; dann können sich Bakterien auf große Strecken oder auf erhebliche Tiefe durch den Boden fortspülen; aber solche Grundwässer bedürfen dann ebenfalls der vorherigen Reinigung durch Filtration etc.

Für das durch Filtration etc. gereinigte Geröll-, Grund- oder Oberflächenwasser hat die bakteriologische Untersuchung des Wassers allerdings Vorzüge vor der chemischen, indem die Anzahl der Bakterien in dem gereinigten Wasser uns sehr scharf anzeigt, wie die Reinigung verlaufen ist, ob Filter undicht oder fehlerhaft geworden sind. Sie gibt uns aber wiederum keinen Aufschluß über die etwaige chemische Veränderung des zur Versorgung dienenden Wassers, die besonders dann der Berücksichtigung wert ist, wenn die Wasserversorgungsquellen wechselnde Zuflüsse (vielleicht gar solche verunreinigender Art) erhalten. Alsdann ist eine eingehende chemische Untersuchung des gereinigten Wassers bei Niedrig-, Mittel- und Hochwasser besser als die bakteriologische Untersuchung im stande, uns den Wechsel der Verhältnisse anzuzeigen und das ist für eine Reihe technischer Betriebe nicht ohne Bedeutung. Aber auch für die Beurteilung der Wirkung von Filtern und sonstigen Reinigungsanlagen wird die quantitative Prüfung mit Kaliumpermanganat bezw. unter Umständen eine Eisenoxydulbestimmung oder für die etwaige Veränderung der allgemeinen Beschaffenheit eine quantitative Bestimmung des Chlors oder eines sonstigen, das betreffende Wasser besonders kennzeichnenden Bestandteiles ebenfalls Aufschluß geben können und hat diese Prüfung den Vorzug vor der bakteriologischen Untersuchung, daß sie uns in kürzester Zeit über die Fehler der Reinigungsvorrichtung Aufschluß gibt, während die bakteriologische Untersuchung durchweg mehrere Tage in Anspruch nimmt, während welcher schon umfangreiche gesundheitsnachteilige Einflüsse um sich greifen können.

3. Vollends entscheidend aber ist die chemische Untersuchung eines Wassers für die Beurteilung einer etwaigen Verunreinigung desselben durch Ab- oder Schmutzwasser und als solches kommt in erster Linie das aus menschlichen Wohnungen, von menschlichen oder tierischen Auswürfen, Wasch- und Spülwasser etc. in Betracht. Auf gleicher Stufe mit diesen Abwässern steht das aus Schlachthäusern, Molkereien, Bierbrauereien, Stärke- und Zucker-, überhaupt solchen Fabriken, welche tierische und pflanzliche Stoffe verarbeiten. Wenn diese Abwässer direkt in ein Gebrauchswasser fließen, be-

darf es keiner eingehenden chemischen oder bakteriologischen Untersuchung; solcher-weise verunreinigtes Wasser muß an sich als Trink- und häusliches Gebrauchswasser verworfen werden. Es treten aber recht häufig und durchweg nicht offensichtliche Verunreinigungen auf und diese können nur durch eine eingehende, vorwiegend chemische Untersuchung nachgewiesen werden. Der häufigste Fall ist nämlich der, daß die Abwässer aus einzelnen Wohnungen oder Ortschaften nicht direkt offensichtlich in den Brunnen fließen, sondern in den umliegenden Boden versickern und erst in das Grund- bzw. Brunnenwasser gelangen, nachdem die Bestandteile desselben eine gewisse Umsetzung im Boden erfahren haben¹⁾.

Ein Teil der stickstoffhaltigen organischen fauligen oder fäulnisfähigen Stoffe wird vom Boden festgehalten und mit Hilfe der vorhandenen Bakterien und des nachtretenden Luftsauerstoffs zu Wasser, Kohlensäure, Schwefelsäure und Salpetersäure oxydiert, ein anderer Teil kann, weil das Oxydations- und Absorptionsvermögen des Bodens für diese Fäulnisstoffe kein unbegrenztes ist, je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens durch das Regensickerwasser oder durch hochsteigendes Grundwasser mehr oder weniger rasch in tiefere Schichten und schließlich in das Brunnenwasser gelangen.

Die große Menge der sich bildenden Kohlensäure löst den Kalk als Calciumbikarbonat; der Schwefel der organischen Substanzen wird zum Teil zu Schwefelsäure oxydiert, welche Veranlassung zur Bildung von schwefelsauren Salzen (vorwiegend von Calciumsulfat, auch Magnesium- und Alkalisulfat) gibt; ein anderer Teil desselben verbleibt im Zustande von Schwefelwasserstoff als erstes Fäulnis-erzeugnis.

Die stickstoffhaltigen Bestandteile der Fäulnismasse werden in Ammoniak umgesetzt; dieses verwandelt sich unter günstigen Verhältnissen durch Oxydation ganz in Salpetersäure, unter Umständen bleibt es wegen ungenügenden Sauerstoffzutrittes zum Teil als Ammoniak bestehen oder erfährt nur eine Oxydation bis zu Salpetriger Säure. Die Nitrate können unter dem Einfluß von Bakterien zu Nitriten (Salpetriger Säure) bzw. freiem Stickstoff desoxydiert werden, wobei der freigewordene Sauerstoff auf die vorhandenen organischen Stoffe (Kohlenhydrate etc.) übertragen wird. Diese zerfallen unter dem Einfluß des Sauerstoffs entweder in Kohlensäure und Wasser oder werden nur in organische Säuren (Humussäuren oder dergl.) umgewandelt.

Derartig verunreinigte Brunnenwässer zeigen alsdann durchweg einen sehr hohen Gehalt an Trockenrückstand im ganzen, an Calciumkarbonat, Magnesiumkarbonat, Calciumsulfat und Magnesiumsulfat, sowie an Alkalisalzen — auch das Kali ist in solchen verunreinigten Wässern vermehrt —; sie haben einen hohen Gehalt an Salpetersäure und durchweg auch an organischen Stoffen, enthalten häufig Ammoniak oder noch unzersetzte Stickstoffverbindungen, Salpetrige Säure und mitunter Schwefelwasserstoff; da ferner alle tierischen Abfallstoffe reich an Chlornatrium sind, so weisen solche Brunnenwässer auch einen hohen Gehalt an Chloriden auf, die sämtlich vom Boden nicht absorbiert werden. Mitunter ist die Oxydationskraft des Bodens so groß, daß die organischen Stoffe fast vollständig oxydiert werden und sich keine erhöhten Mengen davon im Wasser nachweisen lassen, während die anderen gebildeten Bestandteile, Karbonate, Sulfate, Nitrate und Chloride

¹⁾ Vergl. des Verf.'s Chemie der menschl. Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl. Berlin 1904, II. Bd. S. 1374.

eine starke Vermehrung im Brunnen- bzw. Grundwasser aufweisen. Auch zeigen derartig verunreinigte Brunnenwässer infolge der guten Filtrationskraft des Bodens häufig nur verhältnismäßig wenig Keime von Mikrophyten.

Zur Beleuchtung dieser Vorgänge mögen einige ausführlichen Untersuchungen von Brunnenwässern aus Westfalen und benachbarten Bezirken dienen (vergl. die Tabellen S. 72, 73 u. 74).

Diese Zahlen sind in mehr als einer Hinsicht lehrreich; sie zeigen, daß unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse d. h. des natürlichen Grundwassers die Verunreinigung eines Brunnenwassers sich durch das gleichzeitige Ansteigen von Salpetersäure, Schwefelsäure, Chlor, Natron, Kali, Kalk und durchweg auch durch einen steigenden Gehalt an organischen Stoffen zu erkennen gibt; im großen und ganzen geht die Zunahme an den genannten Mineralstoffen mit der Stärke der Verunreinigung parallel, eine Thatsache, die nach dem Vorgange der Verunreinigung durch menschliche oder tierische bzw. pflanzliche Abfallstoffe, wie vorstehend auseinandergesetzt ist, nicht anders als erwartet werden kann. Dabei können die verunreinigten Wässer frei von Ammoniak und Salpetriger Säure, hell und klar sein, sogar einen niedrigeren Gehalt an Bakterienkeimen aufweisen, als die nicht verunreinigten Brunnenwässer in derselben Lage und ferner einen guten Geschmack besitzen. Auch sehen wir, daß die Verunreinigung bei weitem nicht immer von der größeren Nähe der Aborte oder Düngerstätten abhängig ist; denn in vielen Fällen sind Brunnen, die um mehrere Meter weiter von den Aborten etc. entfernt liegen, stärker verunreinigt, als die den Aborten etc. näher gelegenen Brunnen, welche Verhältnisse sich selbstverständlich ganz nach den wasserführenden Bodenschichten richten müssen. Da man diese aber nur durch eingehendere Erdbohrungen in der Umgebung des Brunnens und der verunreinigten Quelle feststellen kann, so muß man erstaunt fragen, was nutzt eine bloße Ortsbesichtigung, eine Prüfung des Wassers auf Aussehen und Geschmack durch einen beamteten Arzt? Einfach nichts! ja sie muß, wenn sie neben einigen qualitativen Reaktionen einzig maßgebend sein soll, in zahlreichen Fällen zu groben Täuschungen und Mißgriffen führen. Sie kann nur in den Fällen entscheidend sein, wo wegen fehlerhafter Anlage offensichtliche verunreinigende Zuflüsse stattfinden und das Wasser dementsprechend ein schlechtes Aussehen bietet. Für alle nicht offensichtlichen Zuflüsse hat aber die alleinige Ortsbesichtigung und Augenscheinnahme gar keinen Wert; auch nutzen da, wie die nachstehenden Befunde zeigen, nicht einige einfache Reaktionen auf z. B. Ammoniak, Salpetrige Säure, organische Stoffe, auch nicht die Feststellung der Anzahl der Mikrophytenkeime. Denn geringe Mengen Ammoniak können z. B. unter Umständen auch in Tiefbrunnen, welche geringe Mengen Eisen, viel organische Stoffe und wenige Bakterienkeime enthalten, vorkommen; das Ammoniak ist dann nicht als ein Fäulnis- sondern als ein Reduktions-Erzeugnis der Salpetersäure und als unbedenklich anzusehen¹⁾. Auch ein einseitiger Gehalt entweder an Sulfaten oder an Chloriden will nichts besagen, weil diese, wie schon oben gesagt, aus den natürlichen Bodenschichten herühren können. Bedenklich ist nur durchweg ein hoher Gehalt an Nitraten, sowie ein Gehalt an Nitriten, denn diese rühren bei uns in allen Fällen von der Nitri-

[Fortsetzung S. 74.]

¹⁾ In ähnlicher Weise kann sich unter Umständen aus Sulfaten durch Reduktion Schwefelwasserstoff im Grundwasser bilden und ist alsdann der Gehalt hieran nur unangenehm, aber nicht bedenklich, wenn er nicht gar zu hoch ist.

26	Mersch	Ziehbrunnen	rein	Lehm- (Klei)- boden	2,7 16	{ Flöcken desgl. hell u. klar desgl. Flöcken	gut ungenießb. gut " " " "	341,2 85,3 135,0 16,8	3,7 18,6 17,7 5,9	26,3 11,2	0 0	35840
27					2,8 13			418,0 71,1 170,0 19,8	6,4 14,9 10,6 3,0	51,8 2,0	0 0	18240
28					3,3 5			368,0 28,7 130,0 5,4	20,7 28,7 24,7 2,9	43,4 16,0	0 0	12800
29			verun- reinigt		2,6 16			956,0 102,7 153,5 26,1	83,2 97,6 117,1 51,5	197,3 36,0	0 0	—
30		Eimer			3,3 28			1072,0 123,2 175,0 27,5	80,1 96,5 124,2 55,9	214,8 41,2	0 0	—
31	Mesum	Kesselbrunnen	rein . desgl. verun- reinigt	Sand- Lehm- boden	5,0 17,5	{ Feine Flöcken desgl. desgl.	—	274,0 47,4 60,0 11,7	17,8 19,0 21,3 32,4	64,7 2,0	0 0	8000
32					3,0 14			280,0 67,9 55,0 7,2	23,0 26,3 46,1 28,0	32,1 16,0	0 0	27951
33					4,5 13			806,0 96,4 105,0 16,2	58,8 114,9 142,0 95,8	122,2 13,0	0 0	135800
34	Kmsdetten	Kesselbrunnen	verun- reinigt		3,3 13	{ schwach weiß trüb. bis auf ein- zelne Flöck. hell u. klar	—	218,0 31,6 47,5 8,1	5,6 12,0 17,7 13,8	30,5 2,0	0 0	14060
35					3,4 15,5			404,0 172,2 56,5 21,3	13,9 21,7 39,0 69,2	60,4 6,0	0 0	28800
36					4,0 19,5			542,4 37,9 163,5 12,6	13,7 20,4 39,0 41,3	103,3 23,6	0 0	130240
37					3,0 17			477,2 39,5 137,5 8,1	9,8 26,4 39,0 50,1	69,9 16,8	0 0	34440
38					7,0 9			670,0 102,7 197,5 18,0	8,6 37,5 53,2 81,1	120,5 24,0	0 0	13870
39					7,5 14			845,0 88,7 212,5 22,0	13,0 62,6 74,5 98,8	100,9 9,2	0 0	2187
40			stark verun- reinigt		4,0 16			894,8 82,2 180,0 23,4	55,4 106,5 136,2 109,1	102,5 8,4	0 0	12118
41					5,5 11			976,0 72,7 267,5 32,4	24,6 61,9 74,5 102,4	148,6 22,0	0 0	21840
42					8,8 8			1086,0 102,7 267,5 44,0	34,8 64,2 89,1 122,3	318,4 24,0	0 0	60450
43					2,5 16			1182,8 218,0 177,5 43,2	87,3 192,3 252,0 41,3	829,7 23,4	0 0	38340
44	St. Mauritz	Niebrunnen	rein		3,5 10	{ hell u. klar desgl.	gut	622,5 60,0 225,0 16,2	3,5 17,2 53,2 81,6	80,9 13,5	0 0	—
45					3,2 6			570,0 124,8 162,5 25,2	14,5 41,0 74,5 20,6	63,8 10,0	0 Spur	29580
46	bei Münster i. W.		verun- reinigt	Mergel	4,4 3	{ schwach gelblich desgl.	"	727,5 230,7 185,0 13,5	29,8 59,3 71,0 75,7	145,5 15,0	0 "	32400
47					2,4 3			1120,0 238,6 220,0 29,7	124,5 134,9 220,1 93,6	92,7 13,0	0 0	58725
48	Hiltrop	Kesselbrunnen	verun- reinigt	Mergel	2,8 4	{ hell u. klar gelblich	gut	784,0 194,3 261,5 14,1	20,5 (16,7) 39,0 128,0	60,4 Spur	0 0	1960
49		Röhrenbrunnen	stark ver- unreinigt		5,2 9		schlecht	2140,0 478,7 433,5 24,0	175,2 190,1 301,7 165,1	223,1 13,0	vor- vor- han- den	850
50	Katten-	Kesselbrunnen	rein .	Leh- miger Sand	8,7 10	{ gelbl. trübe desgl.	nicht rein ohne Bei- geschmack	410,0 129,6 82,0 20,7	8,1 18,7 47,9 27,1	106,1 20,0	0 0	14650
51	venne	mit Hand- pumpe	verun- reinigt		3,1 8			706,0 142,2 138,0 23,9	28,3 45,2 99,4 150,2	62,7 14,0	0 0	1530
52					5,5 20	{ schwach weiß trüb. hell u. klar desgl.	gut	254,0 61,6 65,0 9,0	16,8 31,0 39,0 44,0	48,7 4,0	0 0	9444
53	Rheine	Kesselbrunnen	rein .	Leh- miger Sand	4,1 12	{ hell u. klar desgl.	"	816,0 86,4 230,0 13,2	17,8 103,8 124,3 57,8	155,5 3,2	0 0	480
54			verun- reinigt		2,9 20		"	1016,0 74,3 277,5 49,0	51,9 63,5 63,9 67,4	262,5 2,0	0 0	460

Dieselben Beziehungen in der chemischen Zusammensetzung von verunreinigten Brunnenwässern fand die Versuchsstation Marburg ¹⁾ z. B.:

No.	Ort und Art des Brunnens	In 1 l mg:					
		Abdampf- rückstand	Organische Stoffe	Kali	Natron	Chlor	Salpeter- säure
55	Ginseldorf	410,0	(4,2)	12,9	24,6	49,7	39,7
56	Großauheim	436,0	(4,0)	17,2	28,4	53,1	87,6
57	Neustadt	345,0	(7,9)	17,7	20,5	31,9	70,5
58	Marburg	610,0	(10,0)	79,8	63,8	74,5	109,3
69	Marburg	—	(6,0)	248,4	155,8	213,5	396,0
60	Rommershausen	1125,0	(13,3)	200,7	83,8	152,6	165,5
61	Wetter	1572,0	(6,1)	523,4	99,4	215,9	172,0
62	Gersfeld	1432,0	(24,1)	287,0	164,0	200,2	200,0

Ähnliche Verunreinigungen des Grund- und Brunnenwassers vollziehen sich mitunter in der Nähe von Rieselfeldern mit städtischer Spüljauche; so fand A. Müller in einem Brunnenwasser in der Nähe des stark belasteten Rieselfeldes Gennovillier bei Paris für 1 l:

Abdampf- Rückstand	Organische Stoffe (Glühver- lust)	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Chlor	Salpeter- säure	Schwefel- säure	Salpetrige Säure
778,0	242,0	63,0	30,0	34,0	93,0	86,0	125,0	317,0	139,0

[Fortsetzung von S. 71.]

fikation des organischen oder Ammoniak-Stickstoffs in verunreinigten Bodenschichten (bezw. von einer Denitrifikation) her und nicht aus mit Salpeter angereichertem Boden ²⁾. Der qualitative Nachweis von Salpetersäure genügt aber zur Erkennung einer Verunreinigung nicht; sie muß stets quantitativ bestimmt werden und ist die Verunreinigung eines Brunnens erst dann erwiesen, wenn mit der Menge der Salpetersäure auch gleichzeitig der Gehalt besonders an Chloriden und Sulfaten erhöht ist. Also nur eine eingehende quantitative chemische Untersuchung des Wassers und Vergleichung der Befunde mit reinem Wasser aus denselben Bodenschichten kann wirklich sichere Anhaltspunkte über die Reinheit oder Verunreinigung eines Wassers liefern.

Ob nun ein solcherweise verunreinigtes Brunnen- oder Grundwasser gesundheitsnachteilig ist, ist eine andere Frage. Da bei gut filtrierenden Bodenschichten in 4—5 m Tiefe kaum mehr pathogene Bakterien vorkommen, so wird, wenn die fauligen oder fäulnisfähigen Stoffe vollständig oxydiert sind und die Menge an Nitraten, Chloriden und Sulfaten nicht sehr hoch ist, in den meisten Fällen eine direkte gesundheitsnachteilige Wirkung nach Genuß eines solchen Wassers nicht auftreten. Es kann aber die Oxydationskraft des Bodens, besonders wenn fortgesetzt verunreinigende Stoffe in den Boden versickern, zeitweise versagen und empfiehlt es sich, alle Brunnenwässer oder Wasserversorgungsquellen, welche eine deutliche Verunreinigung

¹⁾ Nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Privatdozent Dr. E. Haselhoff, Vorsteher der Versuchsstation Marburg.

²⁾ Natürliche Salpeterablagerungen finden sich nur in gewissen regenfreien Gebieten der Tropen (z. B. in Südamerika); aber auch hier ist ihr Ursprung organischer Natur.

in vorstehender Art zeigen, von der Benutzung auszuschließen, zumal außer der akuten eine chronische Schädigung der Gesundheit durch dieselben nicht ausgeschlossen ist.

4. Wenn es sich um Verunreinigungen eines Oberflächen-, Grund- oder Brunnenwassers durch gewerbliche Betriebe mit eigenartigen chemischen Bestandteilen handelt, so wird die Bedeutung der chemischen Analyse wohl von keiner Seite angezweifelt werden, und diese Fälle kommen ebenfalls recht häufig vor.

Die nachfolgenden Beispiele mögen dies erläutern:

No.	Brunnenwasser, verunreinigt durch Abwasser von	In 1 l mg:								
		Abdampf-Rückstand	Organische Stoffe (Glühverlust)	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Chlor	Salpetersäure	Schwefelsäure
1	Waschanstalt	722,0	363,4	20,0	4,5	254,5	49,0	149,1	142,5	108,0
2	Gas- (a) 17 m vom Brunnen ¹⁾	—	4108,4 ²⁾	906,1	136,2	81,6	300,0	440,2	2,3	991,6
	anstalt (b) in Warendorf . .	3210,0	2832,0	50,0	—	2270,3	—	985,5	121,5	734,5
			Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff			Eisen-oxyd (in der Schwefelbe)	Zink-oxyd			
3	Schwefelkiesabbränden . . .	780,4	—	179,0	45,7	337,0	0	91,2	—	220,2
4	Zinkblende	1345,6	—	215,0	48,2	0	23,4	204,1	—	347,5
5	Rückstände einer Soda- und {	900	2,4–8,5	(186,3)	—	—	—	43,7	55,7	154,5
	Schwefelsäure-Fabrik ³⁾ {	3800	—	—	—	—	—	269,8	190,5	1567,0

In der Nähe von Waschanstalten kann, wenn die verwendete Seifenlösung (Waschwasser) in den Boden versickert, das Grund- und Bodenwasser mitunter unter Abscheidung von Kalk- und Magnesiaseifen einen hohen Gehalt an Kali annehmen; desgl. in der Nähe von Gasfabriken nicht selten einen hohen Gehalt an Ammoniak und Teererzeugnissen.

Wenn Schwefelsäure oder Salzsäure in der Nähe von chemischen Fabriken in den Boden dringen, so können Brunnenwässer außergewöhnliche Mengen von Sulfaten und Chloriden und zuletzt von freien Säuren aufweisen. Dasselbe ist der Fall, wenn die Auslaugerzeugnisse von Schutthalden, die Schwefelkies enthalten, in einen Brunnen gelangen. In der Nähe von Kiesabbränden, die Schwefelkupfer und Schwefelzink enthalten, kann das Brunnenwasser unter Umständen einen Gehalt an Kupfer- und Zinksulfat annehmen. Die aus den Abbränden sich bildenden Sulfate erleiden zwar im Boden durch vorhandene kohlensaure Erden zunächst eine Umsetzung mit diesen, indem sich Sulfate der alkalischen Erden und kohlensaure Metalloxyde bilden; dieser Vorgang hält aber nur so lange an, als der

¹⁾ Nach F. Fischer, Dingler's Polytechn. Journ. 1974, 114, 85.

²⁾ Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff 744,0 mg für 1 l.

³⁾ 1. und 2. Bericht der Untersuchungsstation des Hygienischen Instituts in München. München 1882, 53.

Vorrat an kohlensauren Erden nicht erschöpft ist; sind solche nicht mehr vorhanden, so gehen die Sulfate der Metalle unzersetzt als solche in das Brunnenwasser über.

In der Nähe von stark kochsalzhaltigen Abwässern (z. B. von Salinen, Solbädern, Kohlenbergwerken etc.) finden sich nicht selten große Mengen von Chloriden in dem Brunnenwasser.

Lagerstellen von Rückständen der Soda- oder Schwefelsäure-Fabrikation können häufig noch nach Jahren verunreinigend auf ein Grund- oder Brunnenwasser wirken.

A. Hasterlik¹⁾ konnte in dem Wasser eines Brunnens, der 17 m von einer Imprägnieranstalt lag, 0,2586 g Quecksilber = 0,350 g Quecksilberchlorid in 1 l nachweisen, während das Abwasser der Imprägnieranstalt selbst 2,712 g Abdampfrückstand mit 0,910 g Quecksilberchlorid enthielt.

Aus allen diesen Belegen dürfte wohl zur Genüge erhellen, daß die viel geschmähte chemische Analyse eines Wassers nicht so ohnmächtig ist, als dieses seit einigen Jahren von den ärztlichen Hygienikern und beamteten Ärzten glaubhaft zu machen gesucht wird. Freilich hängt der Wert der chemischen Wasseruntersuchung davon ab, daß die Ergebnisse einerseits richtig und eingehend ermittelt, andererseits aber auch bei genügenden Kenntnissen in der Chemie und Geologie richtig gedeutet werden.

Jedenfalls glaube ich auf Grund vorstehender Mitteilungen und vieljähriger Erfahrungen folgende Leitsätze aufstellen zu können:

„1. Die chemische Analyse des Wassers behält nach wie vor ihre volle Bedeutung; dieses trifft zunächst zu für ein Wasser (Quell-, Grund- oder Oberflächenwasser), welches für allgemeine Wasserversorgungen dienen soll; denn für diesen Zweck kommt nicht allein die Verwendung als Trinkwasser in Betracht, sondern auch die für gewerbliche Betriebe und in letzter Hinsicht ist die chemische Untersuchung wichtiger als die bakteriologische, ganz abgesehen davon, daß die chemische Zusammensetzung eines Wassers auch von großer Bedeutung für die Beurteilung desselben als Trinkwasser ist.

2. Für die Beurteilung der Wirkung einer Wasserreinigungsanlage, insonderheit durch Filtration oder einer zeitweisen eigenartigen Verunreinigung einer Wasserversorgungsquelle durch plötzliche Regengüsse oder dergleichen Ereignisse ist die bakteriologische Untersuchung des Wassers zwar empfindlicher als die chemische Untersuchung, indes kann letztere ohne Zweifel auch für diese Fälle gute Dienste leisten.

3. Alle offensichtlichen Verunreinigungen von Wasserversorgungsquellen verbieten sich von selbst; für solche Verunreinigungen jedoch, welche nicht offensichtlich sondern durch unterirdische Zuflüsse erfolgen, ist die chemische Analyse:

a) in den Fällen, wo die Verunreinigungen aus organischen, stickstoffhaltigen, fauligen oder fäulnisfähigen Stoffen aus menschlichen Wohnungen bzw. Ortschaften und aus technischen Betrieben bestehen, bei Grund- und Brunnenwasser in 4–5 m und mehr Tiefe, wenn es sich um normalen bindigen Boden handelt, zuverlässiger als die bakteriologische Untersuchung;

b) in den Fällen, wo es sich um Verunreinigungen vorwiegend mineralischer Art oder durch eigenartige sonstige chemische Bestandteile handelt, einzig maßgebend.

¹⁾ Diese Zeitschr. 1899, 2, 137.

4. Es empfiehlt sich zwar, überall auf eine richtige und sachgemäße Einrichtung der einzelnen Wasserversorgungsquellen zu achten und mangelhafte Einrichtungen dieser Art zu beseitigen; indes ist es durch eine bloße Ortsbesichtigung nur möglich, dieses festzustellen und weiter, ob offensichtliche Verunreinigungen stattfinden; die unterirdisch vor sich gehenden Verunreinigungen geben sich durch eine Augenscheinnahme allein nicht kund; auch genügen zu deren Feststellung nicht einige qualitative Reaktionen, auch nicht die Ermittlung der Anzahl der Bakterienkeime; über diese Art Verunreinigung kann nur eine genaue quantitative chemische Analyse des Wassers Aufschluß geben. Alle Äußerungen und Verordnungen (z. B. die in der Dienstanweisung für die preußischen Kreisärzte vom 23. März 1901 No. 3), wonach der Schwerpunkt der Beurteilung eines Wassers weniger auf die chemische und bakteriologische Untersuchung von Wasserproben als auf die örtliche Besichtigung gelegt werden soll, sind aus wissenschaftlichen wie praktischen Gründen unhaltbar und verwerflich.

5. Die örtliche Besichtigung einer Wasserversorgungsquelle ist durchweg erwünscht und in allen besonders wichtigen Fällen notwendig; der Arzt besitzt dazu indes gewiß keine bessere Befähigung als der Chemiker oder Hydrotechniker, ausgenommen jene Fälle, in welchen eine Infektion mit den Erregern menschlicher Infektionskrankheiten vorliegt oder vorliegen soll; diese Fälle kommen indes seltener in Betracht, als gegenwärtig angenommen wird. Jedenfalls soll die Ortsbesichtigung und Probenahme von dem ausgeführt werden, der auch die maßgebende Untersuchung auszuführen hat.

6. Die chemische Analyse eines Wassers hat nur dann einen wirklichen und vollen Wert, wenn sie sich auf alle jeweilig in Frage kommenden Bestandteile des Wassers erstreckt und die Ergebnisse eine sinn- und sachgemäße Erklärung finden.“

Daran schloß sich das Korreferat:

Über die Beurteilung des Wassers vom bakteriologischen Standpunkte.

Von

Prof. Dr. R. Emmerich ¹⁾ in München.

Im Jahre 1880 hat sich die Stadt München für die Versorgung der Stadt mit Wasser aus dem Mangfalltale entschieden und eine großartige Wasserleitung hergestellt, die in bezug auf Qualität und Quantität des Wassers als eine geradezu ideale bezeichnet werden muß, um welche München von der ganzen Welt beneidet wird.

Die Wahl dieses Wassers ist dem Zusammenwirken der Hydrotechniker Salbach, Thiem, des Geologen v. Gümbel und des Chemikers und Hygienikers von Pettenkofer zu verdanken.

Die bakteriologischen Untersuchungsmethoden des Wassers waren damals noch nicht bekannt, da die Wissenschaft erst zwei Jahre später durch Robert Koch damit beschenkt wurde.

¹⁾ Die in diesem Referat erwähnten Untersuchungen über die Vernichtung von pathogenen Bakterien im Wasser durch Flagellaten wurden gemeinschaftlich mit Privatdozent Dr. Gemünd ausgeführt.