

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft  
**Herausgeber:** Thurgauische Naturforschende Gesellschaft  
**Band:** 6 (1884)

**Artikel:** Unser Trinkwasser  
**Autor:** Grabenmann, U.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-594190>

#### Nutzungsbedingungen

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

#### Conditions d'utilisation

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

#### Terms of use

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

**Download PDF:** 22.02.2026

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

# Unser Trinkwasser.

Von U. Grubenmann, Professor in Frauenfeld.

Unter den Errungenschaften der modernen Hygiene in der Verbesserung der volksgesundheitlichen Zustände durch möglichste Fernhaltung aller das Wohlbefinden des Einzelnen schädigenden Einflüsse sind die energischen Bestrebungen um Beschaffung von gutem Trinkwasser mit in allererste Linie zu stellen. Macht ja doch das Wasser mehr als  $\frac{2}{3}$  unseres Körpergewichtes aus und ist es überdies das Medium, auf welchem die meisten unserer Nährstoffe in den Körper eingeführt und nach der Verdauung in demselben vertheilt werden! Halten wir noch dazu, dass der Wasserbedarf für einen Erwachsenen per Tag 2 – 3 Liter beträgt, so wissen wir genug, um das Wasser für jeden Menschen als einen der allerwichtigsten Nahrungsstoffe zu erklären.

Trotzdem aber legt man im Allgemeinen auf dasselbe wenig Werth, weil seine Beschaffung keine oder nur sehr geringe Kosten verursacht. Würden wir gezwungen sein, uns diese Himmelsgabe wie Fleisch, Brot und Butter für Geld zu erstehen, wir hätten für seine Qualität längst ein wachsameres Auge gehabt. Erst dann wird sein Werth recht deutlich fühlbar, wenn ein böser Nachbar uns am Brunnenwasser schädigen will oder wenn das Trinkwasser in einer Stadt weit weit hergeleitet werden muss. — In jüngerer Zeit sah man sich aber in vielen und besonders grösseren Städten vom sanitätspolizeilichen Standpunkte aus geradezu gezwungen, der Beschaffung eines guten Trinkwassers das allerhöchste Interesse und eine äusserst strenge Aufsicht zuzuwenden; denn die ausgedehnten Untersuchungen des Brunnenwassers fast aller grossen Städte

1074  
126 VV3

haben in erschreckender Weise zu dem Resultate geführt, dass die *Brunnenwasser aller längere Zeit bewohnten Orte mit Fäulnissstoffen aller Art infizirt und daher für die Gesundheit der Geniessenden häufig im höchsten Grade gefährlich sind.*

Ist das zu verwundern angesichts der Thatsache, dass von den menschlichen Abfallstoffen in den Städten ein ganz erheblicher Theil (nach *v. Pettenkofer* in München 0,9 sämmtlicher Excremente) in den Untergrund eindringt und so seit Jahrhunderten die Bodenschichten bis auf grosse Tiefe verunreinigt? — Noch ist es zwar durchaus nicht ausgemacht, in wie weit die chemischen Zersetzungprodukte (Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure u. s. f.) solcher menschlicher und thierischer Abfallstoffe die Qualität des Trinkwassers *direkt* nachtheilig beeinflussen; allein hier appelliren wir an unsern „angebornen hygienischen Instinkt, der alles Unreine verabscheut!“ „Es ist mit dem unreinen Trinkwasser wie mit dem Schmutz im Hause“, sagt *Pettenkofer*, „beide sind schädlich, auch wenn keine Epidemie herrscht.“

Dagegen kommt hier nun die Frage in Betracht: *Kann ein derartig verunreinigtes Trinkwasser zum Verbreitungsmittel von Infektionskrankheiten werden und unter welchen Verhältnissen ist dies der Fall?* Wir berühren damit allerdings ein Thema, über welches zwischen massgebenden Autoritäten noch sehr verschiedene und zum Theil diametral entgegengesetzte Ansichten bestehen. Fast alle medizinischen Autoritäten Englands und auch eine namhafte Zahl deutscher und schweizerischer Aerzte\*) glauben auf Grund ihrer Erfahrungen dem Trinkwasser bei der Verbreitung gewisser infektiöser Krankheiten einer sehr hohe Bedeutung zuschreiben zu müssen. Insbesondere sprechen kleine Typhus- und Choleraepidemien, welche an einem Orte plötzlich auftauchen, innerhalb einiger benachbarter Häuser Erkrankungen hervorrufen und, ohne grössere Dimensionen anzunehmen, wieder verschwinden, zu Gunsten dieser „Trinkwassertheorie“.\*\*)

\*) Vergleiche z. B. Fischer, die chemische Technologie des Wassers pag. 136 u. ff.

\*\*) Vergleiche die Jahresberichte von 1876 und 1877 der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur über Typhusepidemien in Breslau; den Bericht über die Typhusepidemie im Waisenhaus zu Halle 1871, von Zuckschwerdt; den Bericht über die Choleraepidemie von 1873 im Bezirk Gumbinnen, von A. Hirsch; die Typhusepidemie im Februar 1872 und die Trinkwasserversorgung in Stuttgart, Med. Correspondenzblatt des würtemb. ärztl. Vereins 1873, 28. Jan.

In andern Fällen lässt sich beweisen, dass in Städten, z. B. in Wien, mit der Beschaffung eines reinen Trinkwassers ansteckende Krankheiten in Zahl und Intensivität der Fälle zurückgegangen sind; gewiss Grund genug, ein reines und darum gesundes Trinkwasser vor allen Dingen hoch zu schätzen, ohne desswegen ein eingefleischter Trinkwassertheoretiker sein zu müssen, der *jede* irgendwo sich zeigende Epidemie von Typhus oder Cholera *ohne Weiteres* mit dem Genuss infizirten Trinkwassers in Zusammenhang bringt. Denn die zahlreichen und epochemachenden Arbeiten Pettenkofers und seiner Schule haben gerade für die grossen Epidemien nachgewiesen, dass als ein unentbehrliches Moment in deren Aetiology „ein bis zu einem bestimmten Grade durchfeuchteter, mit organischen Stoffen beladener, lockerer und poröser Boden“ angesprochen werden muss. — Die Frage nach dem Charakter der eigentlichen Cholera- und Typhuskeime kann wohl trotz der Erfolge von *Pasteur* und *Koch* auch heute noch nicht *mit voller Bestimmtheit* beantwortet werden. Allein soweit man aus der Art der Verbreitung jener Krankheiten auf die Natur ihrer Ueberträger einen Schluss ziehen darf, sind es wahrscheinlich Organismen ähnlicher Art wie jene, die man bereits als Erzeuger der Diphtheritis, des Milzbrandes, der Malaria u. s. f. kennen gelernt hat. Fäulniss- und Verwesungssubstanzen bilden erfahrungs-gemäss den Nährboden für diese und ähnliche noch unbekannte Krankheitserzeuger (Bakterien), deren häufig sehr komplizirter Entwicklungsgang sie bald durch den Boden, bald durch Luft oder Wasser führen dürfte. Man wird daher das Brunnenwasser unter Umständen als *eine sehr nahe liegende Infektionsursache* oder wenigstens als eines der *in Betracht kommenden Transportmittel für Krankheitskeime* ansehen müssen.

Bevor wir nun zu zeigen versuchen, durch welche Eigenschaften und Zusammensetzung sich ein Trinkwasser charakterisiert, das auf die angedeutete Weise mit infektiösen Keimen entweder schon verunreinigt ist oder doch die Möglichkeit einer

---

Dr. Hägler: Beiträge zur Entstehungsgeschichte des Typhus und zur Trinkwasserlehre, Leipzig 1873; „Was lehrt uns die letzte (Juli und August 1873) Typhusepidemie?“, herausgegeben von der naturforschenden Gesellschaft in Solothurn; im Korrespondenzblatt schweiz. Aerzte die Berichte über die Typhusepidemie 1) in Winterthur im Februar 1872, Jahrg. 1872, pag. 529 (v. Dr. Weinmann), Jahrg. 1873, pag. 63 (v. Prof. Dr. Biermer), 2) in Aettenschwyl (Kt. Aargau) im September 1867, Jahrg. 1873, pag. 259 (v. Dr. Erismann), 3) in Lausen bei Liestal im August 1872, Jahrg. 1872, pag. 569 (v. Dr. Gutzwiller), 4) in Solothurn im August 1873, Jahrg. 1873, pag. 680, und 1784, pag. 358 (v. Dr. C. Ziegler) etc.

solchen Ansteckung in sich trägt, wollen wir vorerst noch hinweisen auf den *Einfluss, den der Genuss des Trinkwassers auf das Wohlbefinden des Körpers im Allgemeinen und die Kräftigung seiner Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten überhaupt ausübt.* Die alltägliche Erfahrung, dass das Athmen einer reinen Luft den Körper kräftigt, dumpfe, faulige Luft den Organismus schwächt, hat in unserer Zeit der Sommerfrischen und Ferienkolonien bereits fassbare Konsequenzen nach sich gezogen. Gewiss muss in eben dem Masse die regelmässige Einführung gesunden Wassers unsren Körper kräftigen, der andauernde und ausschliessliche Genuss eines verdorbenen Trinkwassers hingegen die Festigkeit unserer Gesundheit allmälig brechen und so unsren Körper in ein günstiges Substrat für infektiöse Pilze verwandeln. Zwar sind enge, niedrige, schlechtgelüftete Zimmer und die Lage des Brunnens in nächster Nähe der Jauchegrube oder des Misthaufens auch bei uns auf dem Lande etwas ganz Gewöhnliches und macht man angesichts dessen nicht ungerne geltend, dass unter den Landbewohnern trotzdem die gesundheitlichen Verhältnisse im Allgemeinen viel günstigere seien, als selbst unter den in hygienischer Beziehung in bester Weise versorgten Städtern. Allein bei Anführung solcher Beispiele sollte man denn doch nicht vergessen, dass bei dem Landmann zufolge seiner seit Generationen gepflegten Lebensweise durchschnittlich eine recht grosse Widerstandsfähigkeit gegen leichtere Anfälle sich hat anerziehen müssen. Sein anhaltendes Bewegen und Arbeiten in freier und gesündester Luft bei durch körperliche Anstrengung gesteigerter Lungenthätigkeit machen den gesundheitsschädlichen Einfluss des nur vorübergehenden Genusses von schlechter Luft und unreinem Wasser vielfach wieder gut. Ganz anders der Städtebewohner den sein Beruf und seine Lebensweise mit geringen Unterbrechungen beständig an das Zimmer fesseln; er ist gezwungen, mit peinlicher Sorgfalt alle jene Einflüsse von sich fern zu halten, die geeignet wären, die „Seuchenfestigkeit“ seines Körpers zu schwächen. „Allüberall in Stadt und Land“, sagt Dr. Max Barth\*), „lässt sich die Wahrnehmung machen, dass von zwei Individuen mit im Allgemeinen gleicher Körperkonstitution dasjenige die grössere Widerstandsfähigkeit gegen

---

\*) Vergleiche seine „hygienische Bedeutung des Trinkwassers etc.“. Schriften der Danziger naturforschenden Gesellschaft 1882, V. Band, 3. Heft.

Erkrankungen, also die festere Gesundheit besitzt, welches das bessere Trinkwasser und die reinere Luft geniessen kann. Solche Beobachtungen rechtfertigen somit unbedingt die sorgfältigsten hygienischen Massregeln in Bezug auf Trinkwasser und Luft, in Städten, wegen des grössern Mangels an *natürlichen* Schutzmitteln der Gesundheit ihrer Bewohner, in noch höherm Masse als auf dem Lande.“

Wenden wir uns nach diesen einleitenden Gedanken über die Bedeutung des Trinkwassers für unsere Gesundheit nun zu diesem selbst. Die wahre *Herkunft* desselben ist heute niemandem mehr unbekannt. Jedermann weiss, dass es ursprünglich Regenwasser war, das unfern vom Quellpunkt auf die Erde gefallen. Schon während dieses Niederfallens hat es Gelegenheit, Stoffe in sich aufzunehmen, die in der Luft vorhanden sind, also Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure, sowie die staubigen Verunreinigungen der Atmosphäre an organischen und Fabrikstoffen. Das vom Regen aus der Luft aufgenommene Ammoniak stammt von den auf der Erde stattfindenden Fäulnissprozessen stickstoffhaltiger thierischer und pflanzlicher Substanzen; auch die Salpetersäure kommt vorwiegend aus dieser Quelle, denn die früher angenommene Bildung von Salpetersäure aus Stickstoff der Luft durch Ozon oder Wasserstoffsuperoxyd findet nach *Carius* und *Berthelot*<sup>\*)</sup> nicht statt und die durch elektrische Entladungen gebildeten Mengen sind sehr gering. Regenwasser, an bewohnten Orten gesammelt, wird mithin von diesen beiden Stoffen grössere Mengen enthalten, als wenn es in grösserer Entfernung von Wohnstätten gefasst wurde. — Wir sehen, auch das auf die sorgfältigste Weise und erst nach längerem Regnen aufgefangene Regenwasser ist lange noch kein so reines Wasser, wie das destillirte des chemischen Laboratoriums. Der grösste Theil des niedergefallenen Regens dunstet wieder zurück in die Atmosphäre; das übrige fliesst zum geringern Theile oberflächlich ab, zum grössern sickert es mehr oder weniger tief in die Erdkruste ein, unternimmt in derselben einen kürzern oder längern Lauf und tritt nach einiger Zeit als Quelle wieder zu Tage. Sowie es die Erdoberfläche berührt, macht es gegenüber ihren festen Bestandtheilen seine lösende Kraft geltend und je nach Menge

<sup>\*)</sup> Annalen der Chemie 174, 31.

und Beschaffenheit der bereits aus der Luft mitgebrachten Verunreinigungen und nach den Bestandtheilen der durchflossenen Bodenschichten wird nachher das Quellwasser grössere oder kleinere Quantitäten fremder Stoffe in sich aufgenommen haben. *Tales sunt aquae, quales terrae, per quas fluunt'*, sagte schon der römische Naturforscher *Plinius*.

Die umfassendsten Untersuchungen über den Einfluss des Bodens auf die Wasserqualität machte die englische „*Rivers Pollution Commission*“. Nach ihr liefern die ältesten Gesteine, Granit, Gneiss u. s. f. durchweg das reinste, gips-, steinsalz- und dolomithaltige Formationen hingegen das unreinste Wasser, wenn man von den jüngsten Bodenschichten gänzlich absieht. Alle gewöhnlichen Quell- und Brunnenwasser enthalten Kohlensäure, die theils aus der Luft, noch mehr aber von den im Boden stattfindenden Fäulnissprozessen herrührt. Sie ist wohl der mächtigste Faktor in der durch das Wasser erfolgenden Zersetzung der Gesteine. Besonders der kohlensaure Kalk, aus welchem unsere Hügel und Berge sich aufbauen, wird mit ihrer Hülfe sehr leicht aufgelöst als saurer kohlensaurer Kalk (primäres Calciumcarbonat,  $\text{Ca}[\text{HCO}_3]_2$ ), so dass die Brunnenwasser in der Regel keine freie Kohlensäure mehr enthalten, dafür um so mehr aufgelösten kohlensauren Kalk, der insbesondere auch unsren Wässern die „veränderliche Härte“ gibt. Wo das Wasser durch die Ackerkrume, durch Wald- oder Wiesboden sickert, löst es auch humusartige Stoffe auf und erhält bei stärkerem Gehalte davon eine gelbliche Färbung. Tritt es endlich noch mit Zersetzungprodukten thierischer Stoffe (besonders von Exkrementen) in Kontakt, so kann es sich mit Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure, mit Chlor-natrium, Chlorkalium, schwefelsauren und phosphorsauren Salzen des Calciums und Magnesiums und diversen organischen Substanzen beladen. Wässer, die in der Nähe von Abortsgruben oder Misthaufen geschöpft werden, müssen natürlich diese Verunreinigungen in erschreckender Weise zeigen! —

Wird irgendwo ein Brunnen erstellt oder eine Stadt mit neuem Trinkwasser versorgt, so gibt es angesichts des oben Gesagten nichts Natürlicheres als die in Aller Mund stehende Frage: Ist das Wasser gut? — Die Beantwortung dieser Frage kann leicht oder schwer werden. Sie ist nach *Fischer* (l. c.) und Andern ohne Zaudern zu bejahen, „wenn das Trinkwasser klar,

*farblos, geruchlos und nicht zu hart ist, wenn seine Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten innert nur geringen Grenzen (6—12° C.) schwankt, wenn es keine grossen Mengen von Nitraten, Sulphaten und Chloriden, kein Ammoniak und keine salpetrige Säure, nur wenig organische Stoffe und durchaus keine Fäulnissorganismen enthält.*" Allein nach dem Vorhergesagten kann es uns nicht wundern, wenn bei der grossen Mehrzahl unserer Brunnenwässer die Daten einer chemischen Untersuchung derart ausfallen, dass die eine oder die andere oder mehrere dieser Bedingungen nicht ganz strikte erfüllt sind, oft sogar bedeutend von diesen Anforderungen abweichen und so stellt sich das Bedürfniss heraus, zu wissen, inwieweit derartige Abweichungen noch zulässig sind. Darüber sind aber, wie nachfolgende *Zusammenstellung der „Grenzwerthe“* von verschiedenen Autoritäten recht sprechend darthut, die „Gelehrten leider noch nicht durchweg einig“.

Wir entnehmen z. B. aus *Prof. Dr. Königs „Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel“* (II. Th. p. 662), dass ein gutes und brauchbares Trinkwasser per Liter höchstens enthalten darf

	nach Ferd. Fischer	nach Reinhart	nach Kubel-Tiemann	Nach dem Gutachten der Wiener Wasserversorgungskommission
	mgr	mgr	mgr	mgr
An Abdampfrückstand . . .	—	100—500	500	—
- Kalk (Ca O) . . .	112	—	112	—
- Magnesia (Mg O) . . .	40	—	40	—
- org. Substanz . . .	40	10—50	50	10—50
- Salpetersäure . . .	27	4	5—15	4
- Chlor . . .	35,5	2—8	20—30	2—8
- Schwefelsäure . . .	80	2—63	80—100	2—63
- Gesammthärte . . .	16,8°	18°	16°	—

Muss man die Nothwendigkeit anerkennen, in Ermanglung des absolut Guten sich oft auch mit dem weniger Guten zu begnügen, so frägt es sich jetzt, wie weit man in dieser Genügsamkeit gehen darf, ohne dass man Gefahr läuft, ein Wasser zum Trinkgebrauch zu gestatten, welches von nachtheiliger Wirkung auf die Gesundheit der Geniessenden ist. Betrachten

wir desshalb den Inhalt unserer Trinkwässer von der hygienischen Seite etwas näher.

Alles Quellwasser, sowie auch das Wasser eines Schöpf- oder Pumpbrunnens (Grundwasser) enthält zunächst mehr oder weniger *Mineralstoffe* aufgelöst und verdankt ihnen seinen Wohlgeschmack; das daran ärmere Flusswasser und Regenwasser, noch mehr das destillirte Wasser, sind äusserst fade und würden uns als Trinkwasser nicht konvenieren. Bei uns ist das Quellwasser durchweg besonders reich an gelöstem kohlensaurem Kalk, der ihm die Härte gibt. Harte Wässer schmecken des reicherem Kohlensäuregehaltes wegen im Allgemeinen frischer als weiche, d. h. kalkarme. Auch verlangt der menschliche Körper zu seinem Aufbau eine bestimmte Menge kohlensauren Kalkes; in physiologischer Beziehung sollen die Kalksalze den thierischen Körper vor manchen schädlichen Einflüssen schützen; ja man will sogar behaupten, die Mortalität der grössern Städte verhalte sich umgekehrt wie die Härte ihrer Trinkwässer\*). Dem entgegen kommt die früher genannte englische Kommission in ihrem 6. Berichte über den Einfluss der harten Wässer auf die Gesundheit (p. 427) zu dem Schlusse, dass „ein sehr hartes Wasser geringe Uebel im Körper (Verdauungsbeschwerden?) hervorbringen könne; *weniger harte und weiche Wässer seien, wenn sie frei von schädlichen Stoffen, gesünder*“. Die Gesamthärte soll  $18^{\circ}$  nicht übersteigen, d. h. in 1 Liter Wasser sollen nicht mehr als 180 mgr Kalk ( $\text{Ca O}$ ) enthalten sein. Inwieweit der Volksglaube, dass hartes Wasser die Kropfbildung und den Cretinismus begünstigen, wirklich wissenschaftlich begründet ist, muss noch abgewartet werden\*\*). Berücksichtigen wir endlich noch, dass fast überall unser Trinkwasser auch beim Kochen und Waschen, als „Brauchwasser“, verwendet wird. Da hierbei eine grössere Härte durch Begünstigung der Kesselsteinbildung und durch Mehrverbrauch von Seife nachtheilig wirkt, gibt man auch desswegen *einem weichen Trinkwasser den Vorzug*. — *Magnesiasalze*, welche in stärkeren

\*) Fischer I. c. p. 143.

\*\*) Vergleiche hierüber z. B. die Monographie von Dr. Heinrich Bircher; „Der endemische Kropf und seine Beziehung zur Taubstummheit und zum Cretinismus“ (Basel 1883), worin an der Hand vieljähriger Untersuchungen und eines umfangreichen statistischen Materials mit grösserer Präzision eine überraschende Coincidenz des endemischen Kropfes mit gewissen (besonders marin) geologischen Formationen nachgewiesen wird, für die Schweiz: Meeresmolasse, Eocän und Muschelkalk; für das übrige Europa überdies noch: Zechstein, Kohlenkalk, Devon und Silur. Jahrbuch für Mineralogie, 1884, I. Bd., 2. H., pag. 217.

Portionen den Genuss des Wassers bedenklich machen, kommen bei uns nur in *äusserst geringen Mengen* vor, dessgleichen der ebenfalls nicht gern gesehene Gips. Haben wir ein im Sommer kaltes, im Winter warmes Wasser von frisch säuerlichem Geschmack, so wird uns sein unorganischer Gehalt im Allgemeinen wenig Bedenken erregen. —

Viel mehr Besorgniß erweckt der daneben hergehende *organische Inhalt*, namentlich diejenigen Stoffe, welche auf eine Verunreinigung mit thierischen Substanzen hindeuten, folglich ausser den organischen Stoffen selbst das Ammoniak, die salpetrige und Salpetersäure, das Chlor und etwa noch die Schwefelsäure. Sie allein sind es, welche eine ernsthafte Verschlechterung des Trinkwassers nach sich ziehen. Zwar ist auch das reinste Quellwasser nie vollkommen frei von organischen Substanzen und selbst das Regenwasser enthält per Liter bis zu 31 mgr Ammoniak\*) und auch *salpetrige Säure*. Allein diese werden von einem *nicht verunreinigten Boden* zurückgehalten und durch den *absorbirten Luftsauerstoff rasch in Salpetersäure übergeführt*. Darum haftet auf einem Brunnenwasser, in welchem ohne weitere Concentration mit Nessler'schem Reagens oder Jodkaliumstärke auch nur Spuren von Ammoniak oder salpetriger Säure nachzuweisen sind, zum mindesten der Verdacht, dass es aus einem sehr verunreinigten Boden stamme und faulende organische Stoffe enthalte und sollte darum nicht verwendet werden. — Hinsichtlich *Salpetersäuregehalt* gehen die Ansichten (vergl. die Tabelle) sehr auseinander. Die *Rivers Pollution Commission* spricht sich dahin aus, „dass wo immer ein Wasser einen solchen Rest von Stickstoff in Form von Nitraten enthält, es der früheren Verunreinigung überwiesen sei“. Die Gefahr, die ein solches Wasser in sich schliesst, beruht nicht in diesen Resten als solchen, da diese an und für sich unschädlich sind, sondern darauf, dass möglicher Weise ein Theil der ursprünglichen schädlichen organischen Bestandtheile der Umwandlung in unschädliche anorganische Verbindungen entgangen ist, deren Nachweis unter Umständen gar nicht mehr zu führen ist“; darum wird es von ihr verworfen. Hinwiederum erklärt Fischer (l. c. p. 142) ein Quellwasser selbst dann für unbedenklich, wenn es per Liter 20 mgr Salpetersäure enthält,

\*) Bineau fand im Liter des auf der Sternwarte zu Lyon im Januar und Februar 1852 gesammelten Regenwassers 28—31 mgr Ammoniak.

dagegen nur Spuren von organischer Substanz und frei ist von Ammoniak, salpetriger Säure und niedern Organismen. Für ein brauchbares Wasser gestattet er unter diesen Umständen bis 40 mgr Salpetersäure per Liter. — Der Chlorgehalt bildet bei der Beurtheilung eines Wassers ein schätzenswerthes Mass für die Zuflüsse aus Jauchegruben. Indess birgt aller Boden mehr oder weniger chlorhaltige Salze, so dass auch hier ein fester Grenzwerth kaum wird aufgestellt werden können; grössere Chlormengen (mehr als 30 mgr!) sind jedenfalls verdächtig. So wird auch ein gesteigerter Gehalt an Schwefelsäure wegen der medizinischen (abführenden) Wirkung der Sulphate Natriums, Kaliums und Magnesiums vielfach für bedenklich erachtet; er kann aber in *gutem* Wasser schwanken zwischen 2 und 50 mgr. Ist das Wasser nicht mit thierischen Substanzen verunreinigt, die Schwefelsäure also nicht durch Fäulniss solcher entstanden, sondern anorganischen Ursprungs, so dürfte man wohl selbst 100 mgr noch zulassen.

Diese ganz kurzen, mehr andeutungsweisen Betrachtungen wecken, zusammengehalten mit den Angaben obiger Tabelle, ganz unwiderleglich die Ueberzeugung, dass über die Zulässigkeit eines Trinkwassers nicht einfach durch Aufstellung nackter Zahlenwerthe zu entscheiden ist.

Man wird vielmehr in jedem einzelnen Falle unter Berücksichtigung aller angeführten chemischen Verhältnisse mit Dr. Barth (l. c.) sich die Frage vorzulegen haben, ob es *nach seinem Inhalte als eine Nährlösung für Fäulnissorganismen* (Bakterien), als *ein Fäulnissherd*, angesehen werden müsse. Hier wird aber die mikroskopische Prüfung des Wassers die zuverlässigere Antwort geben können, als die sehr vage chemische Festsetzung seines organischen Inhaltes durch Bestimmung der Oxydirbarkeit des Wassers mittelst Chamäleonlösung, durch welche die bezüglichen Zahlen obiger Tabelle gefunden werden. Sehr werthvoll ist namentlich die mikroskopische Prüfung des Rückstandes, den ein kleines Quantum Trinkwasser bei der Abdunstung in gewöhnlicher Temperatur und in luftverdünntem Raume zurückgelassen hat. In einem reinen Wasser finden sich selten und jedenfalls nur höchst vereinzelte Bakterien, während dieselben in den Rückständen eines durch thierische Abfälle verunreinigten Wassers neben andern Organismen in Masse vorkommen. Das Trinkwasser wird als Fäulnissherd angesehen werden müssen, wenn

es entweder trüb oder auch nur opalisirend ist und diese Trübung oder Opalescenz unter dem Mikroskop sich auflöst in Schwärme von sehr lebhaft beweglichen Kugel- und Stäbchen- oder Fadenbakterien, oder wenn es in grösserer Zahl Flöckchen enthält, die in der Flüssigkeit herumtreiben, oder endlich, wenn innerhalb 8 Tagen ein durch Baumwollenverschluss gegen staubige Verunreinigung geschütztes Wasserquantum auf seiner Oberfläche ein deutliches, opalisirendes Häutchen entstehen lässt. Auf dem deutschen Reichsgesundheitsamt wird nach einer sehr ingeniösen, allerdings noch mit Fehlerquellen behafteten Methode\*) sogar die Zahl der entwicklungsfähigen Organismen festgestellt, welche in einem bestimmten Quantum des zu untersuchenden Wassers vorhanden sind. Man fand z. B. in 1 cm<sup>3</sup> Berliner Leitungswasser im Gesundheitsamte (Teglerleitung) 160 bis 205, in 1 cm<sup>3</sup> Spreewasser an verschiedenen Orten 940,000 bis 10,180,000 entwicklungsfähige Keime! — Enthält ein Wasser viel belebte, organisirte und entwicklungsfähige Elemente, so ist zweifellos, dass in demselben auch eine hinreichende Quantität Nährsubstanz für diese Organismen vorhanden sein muss; die Zahl der Keime lässt direkte einen Rückschluss ziehen auf den Gehalt eines solchen Wassers an organischer Materie\*\*). Dr. Barth ist hierin durch seine Erfahrungen auf diesem Gebiete und durch planmässig angestellte Versuche in der Kultur von Fäulnissorganismen zu dem Resultate gekommen, dass ein Wasser zur Nährlösung für Fäulnissorganismen wird, wenn es entweder grössere Mengen stickstoffhaltiger organischer Substanz enthält (sogen. Albuminoidammoniak)\*\*\* oder neben einer ziemlich hohen Oxydirbarkeit (mehr als 4 mgr Sauerstoff per Liter) zugleich merkliche Quantitäten Ammoniaksalze (0,5 mgr) und Salpeter (40 mgr) aufweist.

Sobald eine durch die mikroskopische Prüfung unschwer noch zu kontrolirende chemische Untersuchung eines Wassers solche Resultate ergibt, muss der weitere Gebrauch desselben

\*) Vergleiche Dr. Biedermanns chemisch-technisches Jahrbuch 1882/83, pag. 387 u. ff.

\*\*) Sowohl gute als schlechte Wässer lassen zuweilen bei genauer mikroskopischer Prüfung einen mehr oder weniger bedeutenden Gehalt an Infusorien und grünen Fadenalgen (auch Diatomeen und Desmidiaceen) erkennen; insofern sie den eigentlichen Fäulnissorganismen Nahrung entziehen, ist ihr Vorhandensein für das Wasser nicht gerade verwerflich; doch ist nicht zu vergessen, dass sie beim Absterben der Entfaltung jener Organismen ein günstiges Substrat liefern.

\*\*\*) Nach Wanklyn, Chapman & Smith zu bestimmen; Fresenius quantitative Analyse II. Bd. 172.

für Trinkzwecke untersagt werden; je weiter sich aber seine Zusammensetzung von der einen Bakteriennährlösung entfernt, desto eher ist dasselbe zur Benutzung zuzulassen, um so mehr wird es ein gutes genannt werden können.

Die *erste lokale Ursache* zu all den eben entwickelten, bedenklichen Verunreinigungen des Wassers ist selbstverständlich zunächst im *Quellgebiet* zu suchen, zuweilen aber auch in der schlechten Fassung und Leitung. Quellen und Brunnenstuben im Walde sind vor allen Verunreinigungen am besten geschützt und ist es desshalb nicht bloss für die Quantität, sondern auch für die Qualität des Wassers durchaus vortheilhaft, im Quellgebiete hoch oder nieder aufzuforsten. Eine Quelle im Wiesland ist manchen Gefahren ausgesetzt, besonders zur Zeit der Düngung, wo Jauche sich mit ihr vermengen kann. Gewiss wäre es darum eine durchaus berechtigte Forderung, dass in unmittelbarer Nähe einer Quelle nicht mit Exkrementen gedüngt werden dürfte. Dass auch die Brunnenstuben und die Leitung (aus frischem Holz oder Eisen, nur nicht aus Blei!) rein und wohl verschlossen erhalten werden müssen, ist selbstverständlich. *Sodbrunnen*, die mit ihren tiefen Schachten ihren Bedarf aus dem Grundwasser ziehen, sind in der Nähe von Wohnungen fast immer gefährlich; denn bis zum hölzernen, morschen, durchlässigen Jauchebehälter ist's in der Regel nicht weit! Beidseitige, solide Konstruktion in Cement ist vielleicht der einzige, wenn überhaupt mögliche Schutz vor gefährlicher Infektion!

Sehen wir nun nach dieser Darlegung aller der bei der Beurtheilung eines Trinkwassers in Frage kommenden Verhältnisse zum Schlusse in Kürze noch nach, wie einstweilen das eine unserer öffentlichen Trinkwässer, das sogenannte „*Broteggwasser*“, mit dem der Grosstheil unserer Stadt versorgt wird, sich dazu stellt. Dasselbe alimentirt sich aus der „grossen und kleinen Broteggquelle“, welche in einer gut angelegten Brunnenstube (mit der Jahreszahl 1862) am Strässchen nach der Brotegg zusammengezogen werden. Die „*grosse Quelle*“ liegt ca. 100 m südlich in einer schwachen Bodeneinsenkung der „Brunnenwies“ unter Obstbäumen, wie man mir mittheilte, in ungefähr 9 m Tiefe; das Terrain ist glacial. Das Quellwasser, welches durch eine tiefgelegene Leitung in Thonröhren direkt zur Brunnen-

stube geleitet wird, beträgt per Minute durchschnittlich (laut achtjährigen Messungen) 193 Liter und zeigte am Einfluss  $9,8^{\circ}\text{C}$ . — Die „kleine Quelle“ befindet sich in der die Strasse Frauenfeld-Huben linksseitig begleitenden Mulde, östlich der Stelle, wo die 460 m-Kurve der topographischen Karte die Strasse schneidet. Sie liegt ca. 4 m tief; die sie ableitenden Thonröhren verlaufen nahe der Oberfläche und ganz benachbart einem Drainagegraben. Sie ergiesst ihre minutlichen 42 Liter zunächst in eine kleine Brunnenstube, dann in einen doppelten Filterkasten (mit Kies, Sand und Kohle) und wird von dort querfeldüber wieder in Thonröhren zur Sammelstube geleitet, wo das Wasser mit  $8^{\circ}\text{C}$ . eintrifft. Die eben genannte missliche Lage des ersten Leitungsstückes von etwa 100 m Länge bringt es mit sich, dass die Quelle nach starken Regengüssen in der Regel trübe fliesst, für welchen Fall zwar die Stadtwächter beauftragt sind, das Wasser vor dem Filterkasten austreten zu lassen. Wir wollen hier nicht verschweigen, dass wir in Anbetracht solcher Umstände diese Quelle nur als einen Nothbehelf ansehen können und es bleibt zu wünschen, dass sie dereinst im Interesse der Qualität des Brotteggwassers fallengelassen werden möchte!

Aus der Sammelstube laufen per Minute ca. 230 Liter stadtwärts, zunächst noch etwa 120 m in thönernen, nachher in eisernen Röhren, durchschnittlich 2—2,5 m tief gelegt; am Ausfluss betrug seine Temperatur  $9,3^{\circ}\text{C}$ ., in der Stadt sofort nachher  $7,5^{\circ}\text{C}$ .; doch fand ich auch schon 9,4 und  $9,8^{\circ}$ . Zur Zeit der Untersuchung war es durchaus klar, farb- und geruchlos, von erfrischendem Geschmacke. Das für die chemische Analyse erforderliche Wasser wurde von mir dem Brunnen des chemischen Laboratoriums der Kantonsschule entnommen, nachdem eine vergleichende qualitative Untersuchung seines Wassers mit demjenigen des Brunnens bei meiner Wohnung (des ersten an der Leitung) keine Unterschiede ergeben hatte. Die Resultate der Analyse, die im Wesentlichen nach „Kubel-Tiemanns Anleitung“ durchgeführt wurde, sind nachfolgend übersichtlich zusammengestellt.

	In 100,000 Theilen Wasser 1 Liter Wasser wurden gefunden	enthieilt
	Theile	mgr
I. Feste Rückstände bei $180^{\circ}$	42,10	421,0
Feste Rückstände gegläht .	32,10	321,0

	In 100,000 Theilen Wasser wurden gefunden Theile	1 Liter Wasser enthieilt mgr
Chlorkalium . . . . .	1,07	10,7
Chlornatrium . . . . .	0,54	5,4
Kalk (Ca O) ponderal . .	15,32	153,2
Magnesia (Mg O) ponderal	0,20	2,0
Ammoniak (nach Frankland- Armstrong) . . . . .	—	—
Eisenoxyd und Thonerde .	0,86	8,6
Kieselsäure . . . . .	0,93	9,3
Chlor . . . . .	0,89	8,9
Schwefelsäure (ponderal) .	1,03	10,3
Salpetersäure (vgl. colorimetrisch nach Marx-Trommsdorf)	Spuren	Spuren
Salpetrige Säure (nach Marx- Trommsdorf) . . . . .	—	—
Kohlensäure (frei und halb- gebunden) . . . . .	12,9	129,0
II. Zur Oxydation der organ. Substanz waren erforderlich:		
Kaliumpermanganat . . .	1,34	13,4
resp. Sauerstoff . . . .	0,34	3,4
III. Härtegrade nach Clark:		
Gesammthärte . . . . .	15,5° deutsch	27,4° franz.
Bleibende Härte . . . . .	1,5° "	2,7° "
Vorübergehende Härte . .	14° "	25° "

Die Ergebnisse lassen sich durch chemische Berechnung annähernd folgendermassen vereinigen:

	100,000 Theile Wasser enthalten Theile	1 Liter Wasser enthält mgr
Chlornatrium . . . . .	0,54	5,4
Chlorkalium . . . . .	1,18	11,8
Kohlensaurer Kalk . . .	27,36	273,6
Kohlensaure Magnesia . .	0,42	4,2
Schwefelsaurer Kalk . . .	1,75	17,5
Eisenoxyd und Thonerde .	0,86	8,6
Kieselsäure . . . . .	0,93	9,3
Mineralstoffe . . . . .	33,04	330,4

Die mikroskopische Untersuchung ergab keinerlei verdächtige Organismen.

Angesichts dieses Befundes stehen wir nicht an\*), das Broteggwasser als ein „gutes“ zu bezeichnen; einzig seine grosse Gesammthärte ( $15,5^{\circ}$ ) hindert, es als ein „sehr gutes“ taxiren zu können. Wenn diese auch innerhalb zweier Grade schwanken kann, sie bleibt der gestatteten Grenze immerhin sehr nahe. Das Wasser der sogenannten „Königsquelle“ am Murgstege der Herren Martini & Cie. stellt sich in dieser Richtung wesentlich günstiger, denn seine Gesammthärte beträgt ca.  $12,8^{\circ}$ , die bleibende Härte bloss  $0,7^{\circ}$ \*\*). Darin liegt wohl auch der Grund, dass hiesige Aerzte gelegentlich sich schon veranlasst fanden, ihren mit Verdauungsbeschwerden behafteten Patienten den Genuss dieses Wassers zu empfehlen.

Wir können uns nicht versagen, hier noch einige *Bemerkungen* anzufügen über die *Verwendung des städtischen Leitungswassers als Brauchwasser*, für Koch- und Waschzwecke. Sein grosser Kalkgehalt ist für diese technische Benutzung in der That ein recht unangenehmer Uebelstand, denn er verursacht durch die Ausscheidung des gelösten Kalkes eine starke *Kesselsteinbildung* und bedingt einen ganz bedeutenden Verlust an Seife. Es macht sich dies um so mehr fühlbar, als die *rationellen Methoden zur Enthärtung eines Wassers* sich noch relativ wenig in die Praxis eingelebt haben. An sogenannten „*Antikesselsteinmitteln*“ ist allerdings kein Mangel und darin schon das Absurdeste geleistet worden. Man könnte einzig mit den Namen bezüglicher Patentinhaber ganze Seiten füllen\*\*\*). Viele dieser Mittel sind nicht bloss absolut wirkungslos, sondern oft schädlich und gefährlich, oder entpuppen sich als krassester Schwindel und sind schon zu Preisen verkauft worden, die ihren Werth bis aufs tausendfache übertreffen. „*Alle sogenannten Universalkesselsteinmittel sind verwerflich; trotz aller günstigen Zeugnisse, welche mit grosser Vorsicht aufzunehmen sind, ist daher vor Anwendung dieser Mittel entschieden zu warnen!*“ (Fischer l. c.) *Mangelhaft ist ferner jedes, welches im Kessel*

\*) Unsere Bemerkung über die „kleine Quelle“ bleibt dennoch bestehen.

\*\*) Das Wasser des linksseitigen Murgkanals zeigte gleichzeitig beziehungsweise  $13,2^{\circ}$  und  $3,2^{\circ}$  Härte, das der Thur (oberhalb des Einlaufes der Murg) bloss  $8,4^{\circ}$  und  $3,2^{\circ}$ . Zur Erklärung hiefür diene, dass diese Bestimmungen am 2. Februar 1884, also zu einer Zeit stattfanden, wo die Thur reichlich Schneewasser führte.

\*\*\*) Vergl. z. B. Fischer, chemische Technologie des Wassers pag. 223—279; Dr. Biedermanns chemisch-technisches Jahrbuch 1882/83 pag. 381—86.

selbst angewandt wird; das Speisewasser ist vielmehr, bevor es in den Dampfkessel kommt, von den kesselsteinbildenden Bestandtheilen zu befreien! Zeigt das Wasser bloss eine grosse veränderliche Härte, neben einer geringen bleibenden, wie z. B. das besprochene, so ist der gelöste kohlensaure Kalk durch einen zweckmässig eingerichteten Vorwärmer (einfache Behälter oder automatische Apparate), oder durch einen entsprechenden Zusatz von Kalkmilch zu beseitigen. Enthält das Wasser wesentlich schwefelsauren Kalk (Gips) in reichlicherem Masse gelöst, hat es also nur eine grössere bleibende Härte, so ist mit Vortheil Soda oder auch Chlorbarium zu verwenden. Bei grösserer vorübergehender und bleibender Härte hingegen empfiehlt es sich, zur Abscheidung des Kalkes Kalkmilch (oder Natron) und Soda, oder Kalkmilch und Chlorbarium zu verwenden. Die Wahl des Füllungsmittels und das zu verwendende Quantum desselben ergibt sich in jedem einzelnen Falle relativ einfach auf Grund einer chemischen Analyse des Wassers.