



Die

# Salpetersäure im Brunnenwasser.

**Inaugural-Dissertation**

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

in der

**Medicin und Chirurgie**

der medicinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität  
zu **Bonn**

vorgelegt und mit Thesen am 19. Mai 1879 vertheidigt

von

**Heinrich Wehberg.**



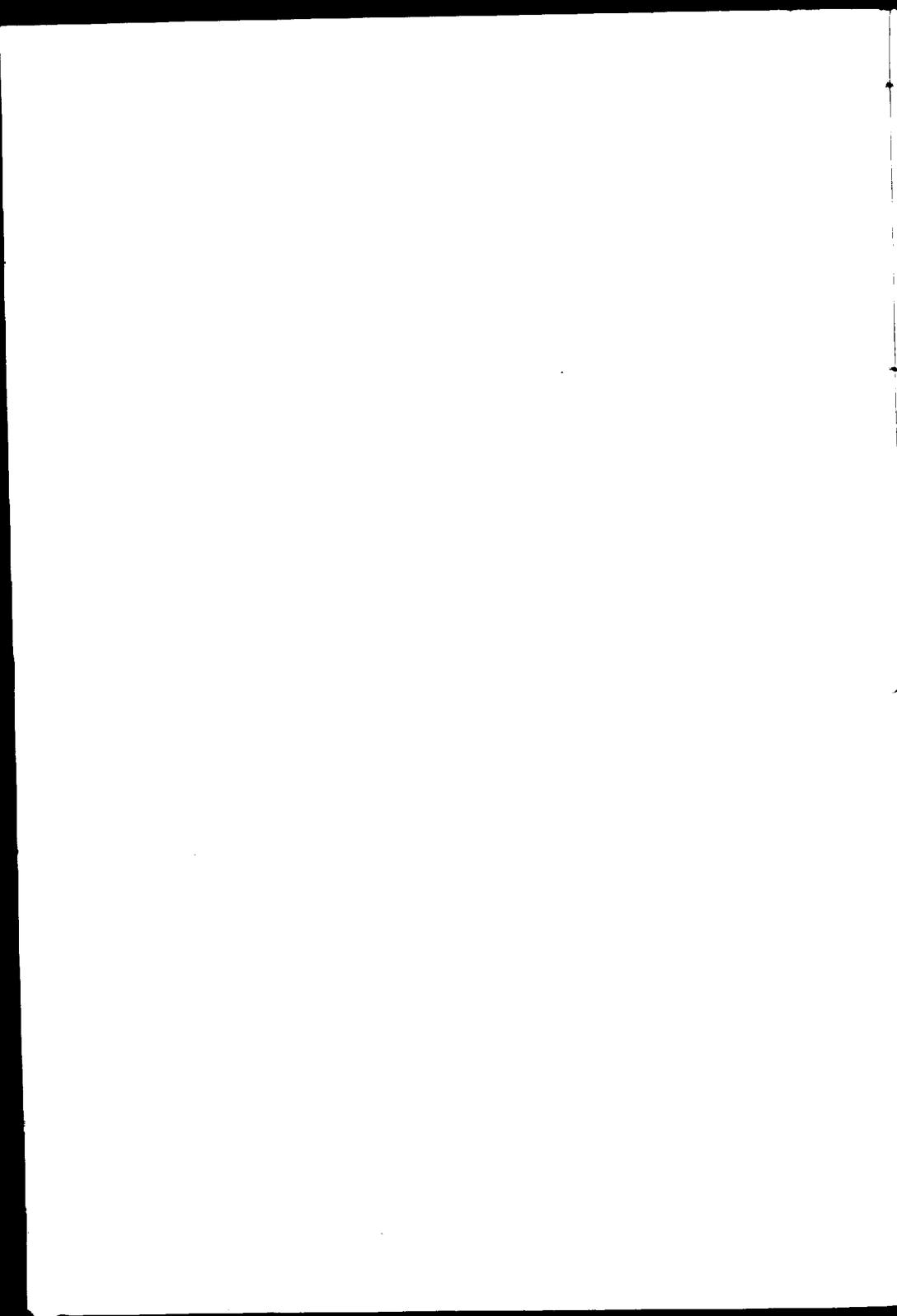
Opponenten:

Julius Busch, Dr. phil.  
Otto Hebold, cand. med.



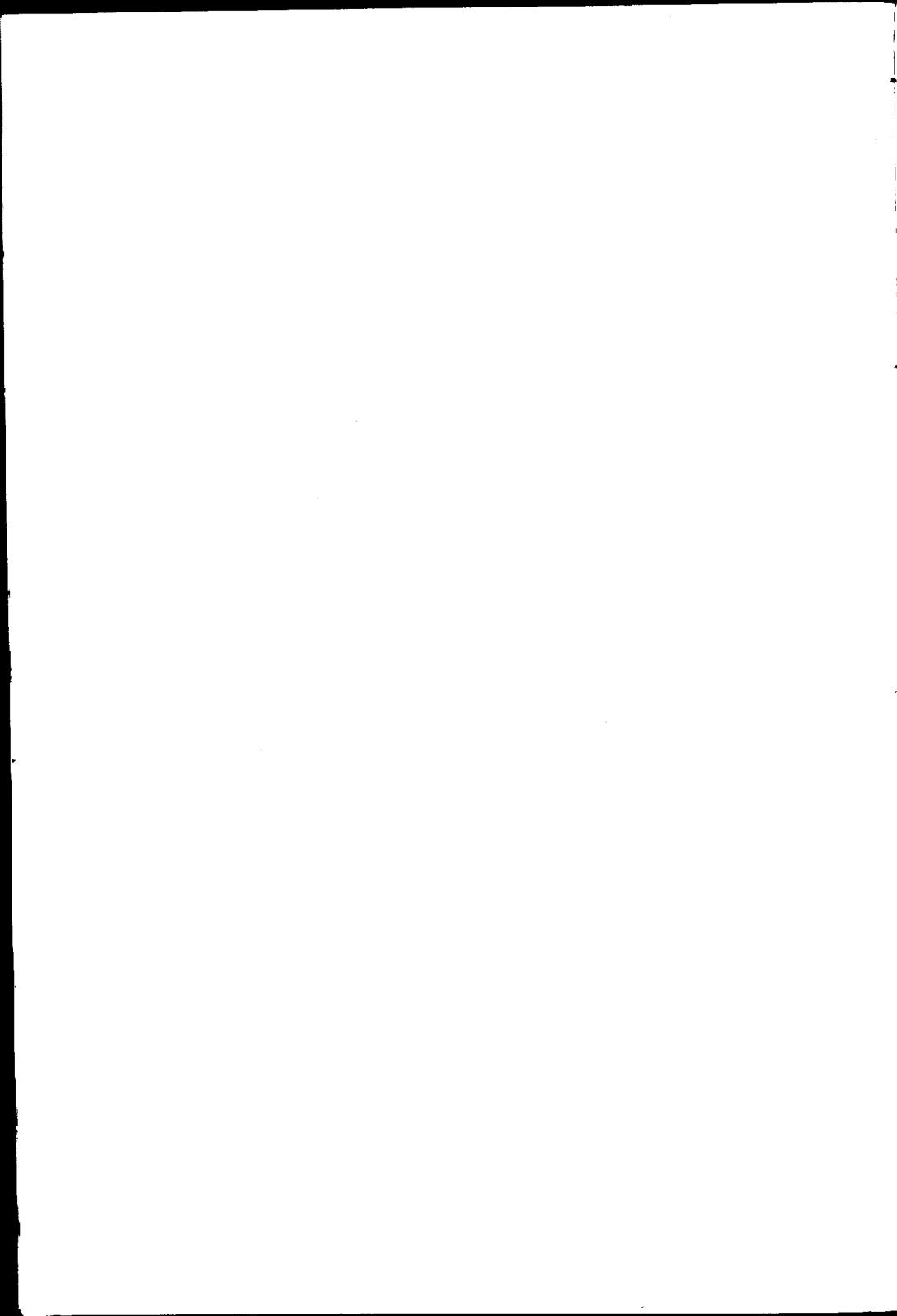
**Bonn, 1879.**

Druck von P. Neusser.



3

Meinem lieben Vater.



## Literatur.

- 1) Lersch, Dr. B. M.:
  - a) Hydrochemie, 2. Auflage. Bonn 1870. § 20—34; § 79; § 107—111; § 170; § 186; § 220—235.
  - b) Balneologie und Hydropsie. Aachen. § 52; § 57; § 66; § 67.
  - c) Hydrophysik. 2. Auflage. Bonn 1870. § 20—32.
- 2) Kubel und Tiemann: Anleitung zur Untersuchung von Wasser. 2. Auflage. Braunschweig 1874.
- 3) Thenard, Chemie:
  - Tome I. Pag. 496 u. folg.; 586 u. folg.
  - Tome II. Pag. 466 u. folg.
  - Tome III. Pag. 26 u. folg.; 339 u. folg.
- 4) Mulder, G. H.: Die Chemie der Ackerkrume. Aus dem Holländischen übersetzt von Dr. Chr. Grimm. Leipzig 1862. Band I. Pag. 191—221; Pag. 239 u. folg.; Pag. 278 u. folg.; Pag. 262 u. folg.; Band II. Pag. 3 u. folg.; Pag. 244 u. folg.; Pag. 464 u. folg.
- 5) Liebig: Agrikulturchemie. 5. Auflage 1843. Pag. 247 u. folg.; Pag. 439 u. folg.
- 6) Meuxel: Comptes rendus hebdomad. etc. T. LXXXI, Pag. 533. Paris 1875.
- 7) Kämmerer: Journal für prakt. Chemie. Neue Folge. Band XIV. Pag. 317.
- 8) Schönbein: Zeitschrift für Biologie. Band III. Heft I. Pag. 334. 1867.
- 9) Brunner und Emmerich: Zeitschrift für Biologie. Band XIV. Heft II. Pag. 190. 1878.
- 10) Annalen der Chemie und Pharmacie. XXIX, 272; XLIV, 230; LXXVI, 127; XXXIX, 312; LXIV, 233; LXXXII, 368; CXI, 86; CXII, 327, 349.
- 11) Correspondenz-Blatt des Niederrheinischen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege:
  - a) Finkelnburg: Ein Beitrag zur Naturgeschichte der städtischen Brunnenwässer im Rheinthale. Nro. 14, 15. April 1873. Pag. 23.
  - b) Wiebe: Zur Grundwasser-Frage. Nro. 12. Januar 1873. Pag. 276.
  - c) Heymann: Beobachtungen von Grundwasserbewegungen in den Wasser durchlassenden Schichten des Rheinthales bei Bonn. Nro. 10. October 1872. Pag. 223.
  - d) Bluhme: Ueber die Brunnenwasser der Umgegend von Bonn. Nro. 8. Juli 1872. Pag. 167.

- 12) Flügg e: Zeitschrift für Biologie. Band XIII. Heft IV. Pag. 425. 1877.
- 13) Schorer: Lübecks Trinkwasser. Pag. 268. 1877. Lübeck.
- 14) Oesterlen: Handbuch der Hygiene. 3. Auflage. 1877. Tübingen. Pag. 188 u. folg.; 336 u. folg.
- 15) Lindemann: Ueber die Verhältnisse der Bonner Brunnen mit besonderer Berücksichtigung der Frage, woher sie ihr Wasser beziehen. Inaugural-Dissertation vom 30. April 1869. Pag. 23.
- 16) Hippocratis opera, übersetzt von Christian Gottfr. Gruner. Leipzig 1780 und 1782. Band I. Pag. 45 u. folg.

Wenn Leben und Gesundheit der Mitmenschen zu erhalten und zu fördern, von jeher als des Arztes hehrste Pflicht und schönster Beruf galt, so kann man sich der Verwunderung nicht enthalten, dass es erst unserer Zeit vorbehalten sein musste, volle Aufmerksamkeit dem Zweige der Heilkunde zuzuwenden, dessen Kenntniss den Arzt in hohem Maasse befähigt, nicht allein seiner Klienten, sondern auch einer ganzen Bevölkerung Wohlfahrt in leiblicher und geistiger Beziehung zu fördern, indem er Krankheiten zu verhüten sucht. Und wie man in einer anderen Disziplin der praktischen Heilkunde kaum auf thätige Mitwirkung der Verwaltungsbehörden als auch der dabei interessirten Bevölkerung rechnen kann, so darf man sich in der Hygiene, was ihre praktische Seite angeht, wohl der Hoffnung hingeben, im Laufe der Zeit Verständniss und Förderung unserer Bestrebungen zu finden. Hat diese optimistische Anschauung, dass wir heute soviel Einsicht in den glücklicher situirten Klassen der Gesellschaft voraussetzen, etwas Richtiges, so werden wir auch nicht gegen ein vergangenes Zeitalter Vorwürfe erheben, dass es ihm an Sorge für die Mitmenschen gefehlt, weil es so wenig gethan, durch Verbreitung der Gesundheit nützlicher Ideen zu wirken. Diese würden wenig Verständniss gefunden haben, hatte doch die Medizin selbst sich noch nicht freigemacht von alter Tradition, gehört die wissenschaftliche Heilkunde doch erst unserer Zeit an! Wie sie überhaupt, so ist auch die Hygiene ein Kind der neueren Naturwissenschaften, da zu ihrem Verständniss die Vorgänge in der Natur klar dem Auge darliegen müssen, denn nur auf solcher Basis können wir beurtheilen, was normal oder anormal ist; was wir zu fördern, was zu verhüten haben. Erst jetzt, wo Physik und Chemie uns Aufschluss über Luft, Wasser etc. gegeben und

gezeigt haben, was ohne sie den Alten ein Dunkel war, können wir mit sowohl theoretischem als auch praktischem Nutzen an die Untersuchung der Dinge gehen, die uns stets umgeben und darum doch Einfluss auf unseren Organismus haben müssen. Und so selbst auf sicherer Grundlage stehend, dürfen wir auch Vertrauen hegen, dass in immer weitere Kreise das Verständniss für Förderung der allgemeinen Wohlfahrt dringt, dass unsere Bemühungen um Erhaltung der Gesundheit unserer Mitmenschen von besserem Erfolge gekrönt sein werden, als es oft bisher der Fall sein musste.

Wenn wir so die Hygieine auch ein Kind der Neuzeit mit vollem Recht nennen, wollen wir den Alten doch nicht absprechen, dass sie nicht gestrebt hätten, Mittel und Wege zu ersinnen, um Manches, was ihnen in der Natur als dem Menschen feindlich erschien, abzuwenden; gewiss, von Hippocrates an, ja noch viel früher, finden wir Vieles, was darauf Bezug hat; nur sehr weittragend konnten die Bemühungen und Erfolge zumal in praxi nicht sein. Man denke nur an die Auffassung der Alten von Luft, Wasser, Erde, Feuer als von Elementen!

Es ist wohl zu natürlich, dass von Alters her sich die Aufmerksamkeit der Aerzte und Gesetzgeber auf ein „Element“ gewendet hat, das mit dem menschlichen Dasein so innig verknüpft ist: das Trinkwasser. Unentbehrlich wie es uns ist, musste es noch in höherem Maasse jenen Völkern wärmerer Gegenden sein, von denen wir die ältesten Nachrichten haben, auffallender die Veränderungen, die in einer stets warmen Zone unter dem Einflusse sengender Sonnenstrahlen das Wasser erlitt; zweifellos selbst dem kindlichsten Volke der Einfluss, welchen ein nicht gutes Trinkwasser auf den Organismus auszuüben vermag. Mancherlei wissenschaftlich und historisch interessante Angaben würden uns ein Einblick in die alten heiligen Gesetzbücher und die Literatur jener Zeit überhaupt gestatten, wo Aerzte und Priester noch ein Stand, wo Alles, Böses und Gutes, gutes und schlechtes Trinkwasser von den Göttern kam. Schon bei den alten Indern und Aegyptern können wir Bemerkungen darüber finden,

welche Anforderungen sie an ein brauchbares Trinkwasser stellten.

Die Alten bildeten sich ihr Urtheil über die Güte des Wassers nach seinem Aussehen, seinem Geschmacke und seinem Geruche. Sie forderten mit Recht von einem guten Trinkwasser, dass es klar, geschmacklos und geruchlos sein müsse. Einen treffenden Beleg hiefür finde ich in Kalidasa's Sakuntala; hier klagt der Vertraute des Königs Duschjanta über das schlechte Wasser, das ihm den Gaumen letzen soll:

„Stinkwasser von Bergströmen, bitter schmeckend  
Von Blättern, die hineingefallen sind,  
Kriegt man zu trinken“.

Das Wasser des Ganges galt den Indern für heilig und mit der geheimen Kraft versehen, Krankheiten zu heilen.

Bei den Aegyptern stand besonders das Nilwasser in hohem Ansehen, man trank es und musste es an einzelnen Orten wegen Mangels an besserem trinken trotz seines oft trüben Aussehens. Frauen sollen es sehr gern genommen haben, da es fruchtbar und fett machen sollte, weleh' letztere Eigenschaft die Aegypter durchaus nicht für unschön erachteten.

Persiens Könige hatten sogar vor ihren Unterthanen das Vorrecht, allein das Wasser des Flusses Choaspes trinken zu dürfen, da man ihm besondere Eigenschaften zuschrieb, und wenn man Herodot glauben darf, so liess sich Cyrus auf seinen Zügen Wasser aus demselben nachführen. Zeigen ferner nicht die Anlagen von Cysternen, wie sie besonders in dem dürren Arabien geboten waren, das gleiche Bestreben, für möglichst reines Trinkwasser zu sorgen? Eine eingehendere Beschäftigung mit der Frage nach dem Einflusse des Trinkwassers auf den Organismus zeigt uns das Hippokratische Zeitalter. Hippokrates Scharfsinn brachte sogar schon einzelne Krankheiten mit dem Genuss schlechten Wassers in Zusammenhang, welchen wir vollkommen nach heutiger Anschauung bestätigen. Er entwickelt ein deutliches Bild der Malaria durch faulendes Wasser, durch dasselbe entstehe Milzanschwellung, Verhärtung im Unterleib und Abmagerung.

Dass viele seiner Aphorismen über das Trinkwasser nur luftige Phantasieen sein konnten, liegt bei dem Mangel jeder genaueren Erkenntniss der Natur auf der Hand.

Jenen Grundsätzen, welche den Alten als massgebend zur Beurtheilung des Trinkwassers galten, sind erst in jener Zeit wesentlich andere Gesichtspunkte zur Seite gestellt worden, als die Chemie ihre grossen Fortschritte machte. Denn wenn man auch schon im Laufe der letzten Jahrhunderte manche Substanzen im Wasser gefunden hatte, ja schon den alten Römern einzelne Stoffe abzuscheiden bekannt war, so konnte von einer Verwerthung dieser Befunde doch erst auf Grund der quantitativen Analyse die Rede sein. Und mit diesen Hilfsmitteln hat man über viele, vielleicht über alle Stoffe, die auf chemischem Wege im Wasser zu erkennen sind, Aufschluss erhalten. Und nicht das Mikroskop zu vergessen, welch eine kleine Wunderwelt hat es nicht auch im Wasser uns erschlossen; aber welche dunklen Geheimnisse birgt sie nicht mit dem Neuen, Unerwarteten in ihrem Schoosse!

Sind es doch gerade jene kleinen Organismen, welche in der Hygiene, wie überhaupt in der Medicin, die Frage nach der Aetiologie der Infectionskrankheiten, in Abhängigkeit von den uns umgebenden Medien, Luft, Erde und Wasser in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses stellten, der tüchtigsten Forscher Scharfsinn und rastlosen Fleiss herausforderten, und da war es ganz besonders das Trinkwasser, das am Meisten geeignet schien, Licht über diese brennenden Fragen verbreiten zu helfen. Was Hippokrates einst dunkel ahnte, dass ein Zusammenhang bestehe zwischen epidemischer Erkrankung und schlechtem Trinkwasser, jetzt schien dieses Räthsel der Lösung nahe zu sein. Allerorts suchte man den „Keim“ der miasmatisch und miasmatisch-contagiösen Infectionskrankheiten in dem Trinkwasser, und besonders waren es Cholera und Typhus, auf die man hierbei sein Augenmerk richtete. Aber nach den manchen Jahren, die seitdem verflossen, sind die kühnen Hoffnungen, denen man sich hingab, nur zum kleinsten Theil erfüllt worden, Cholera- und Typhuskeim fand man nicht.

Zur Ansicht, dass die Verbreitung der Infection durch das Trinkwasser stattfindet, kam mit Recht die Annahme einer Uebertragung durch die Bodenluft. Aber auch diese letztere Anschauung hielt keineswegs die Untersuchung des Wassers für überflüssig, hier galt dasselbe als treuer Indicator für die mehr oder weniger schlechte Beschaffenheit des die Brunnen umgebenden Bodens. Nicht passt es für den Rahmen dieser Arbeit, des Weiteren auf jene Theorien und ihre Würdigung einzugehen, es ist das anderen Ortes auch schon besser geschehen.

Genug, da man den „Keim“ nicht fand, so hielt man sich, wie es schon die Bodentheorie forderte, an die Substanzen, von denen man glauben konnte, dass ihre grössere oder geringere Menge im Trinkwasser in einem gewissen Verhältnisse zur grösseren oder geringeren Möglichkeit eines Uebertrittes des „Keimes“ stehe. Man kam somit wieder ziemlich auf die alleinige Anwendung der quantitativen Analyse zurück, und auf Grund vieler vergleichenden Untersuchungen der Trinkwässer setzte der Brüsseler Congress jene bekannten Normen zur Beurtheilung der Güte eines Wassers fest, die in praxi sich noch heute mit Recht einer allgemeinen Anerkennung erfreuen. Darnach dürfen 100,000 Theile Wasser enthalten:

- 1) Organische Substanz nicht mehr als 0,6—0,8.
- 2) Salpetersäure nur 0,5—1,5.
- 3) Chlor nur 2,0—3,0.
- 4) Schwefelsäure nur 8—10,0.
- 5) Kein Ammoniak und keine Salpetrige Säure.
- 6) Nicht mehr als 50 Theile fester Rückstände.
- 7) Es darf die Härte des Wassers nicht über 20 deutsche Härtegrade gehen.

So bestimmt und klar diese Zahlen über die Zulässigkeit einzelner Stoffe gegeben sind, so wenig klar aber ist uns in der That die Bedeutung und Wichtigkeit des einen oder des anderen Bestandtheiles im Trinkwasser. Und wenn wir z. B. von den organischen Substanzen nur jene für schädlich und

verwerflich erachten, die als faulende Materie fermentartig in unserem Körper wirkt, können wir bei unserer chemischen Untersuchung nicht einmal faulende von nicht faulenden unterscheiden, wenigstens nicht so scharf, als es doch nöthig ist. Ja darüber herrscht Meinungsverschiedenheit, welche organischen Körper als die schlimmeren sich bei der Untersuchung erweisen, ob die leicht oder schwer oxydirbaren!

Besondere Bedeutung für die Beurtheilung eines Trinkwassers hat nun auch die Salpetersäure gehabt; ja es gab Zeiten, wo Aerzte und Chemiker sie als allen Unheiles Urheber, das dem Wasser entstiege, brandmarkten. Enthielt ein sonst klares Wasser, an dem etwas auszusetzen dem Laien nie in den Sinn kam, ja es sogar wegen des erfrischenden Geschmacks, den die Salpetersäure dem Wasser verleihen soll, mit Vorliebe trank, etwas mehr von diesem Bestandtheil, als die Brüsseler Norm vorschrieb, so wurde es ohne Weiteres verdammt. Magen- und Darmkatarrhe sollten auf Einfuhr stark salpetersäurehaltigen Wassers beruhen, aber bewiesen ist diese Behauptung doch wohl kaum.

Hielt man andererseits auch die Salpetersäure an sich für nicht so schädlich, so glaubte man in ihr doch einen unzweifelhaften Zeugen von Fäulnisvorgängen im Wasser selbst zu sehen, je grösser die Menge der Salpetersäure, desto grösser sei auch die Wahrscheinlichkeit der Zersetzungen organischer faulender Materie im Wasser selbst. So führt auch Finkelnburg in seiner Arbeit über die Bonner Brunnen die allgemeine Ansicht auf, welche die so häufigen Magen-Darmkatarrhe bei Kindern der ärmeren Bevölkerung Bonns dem Genusse des stark salpetersäurehaltigen Trinkwassers zuschreibt, aber gewiss nicht mit Recht! Wer den Geist und die Verhältnisse, unter denen jene Menschen in ihren armseligen Hütten leben, kennt, weiss, dass diese Störungen vielmehr aus dem Mangel an rechter Sorgfalt in der Ernährung der Kinder hervorgehen. Ausserdem sind jene Bezirke nicht einmal solche, die sich durch allzu grosse Mengen Salpetersäure im Vergleich zu anderen Punkten der Stadt hervorheben.

In der neuesten Literatur nun findet man Andeutungen, die sich dahin neigen, der Salpetersäure, wo sie immer im Wasser vorkommt, nicht jene schlimme Bedeutung beizumessen, wie es eben gang und gäbe ist. Um etwas zur Lösung dieser Frage über die Bedeutung der Salpetersäure im Brunnenwasser beizutragen, habe ich in dem Laboratorium des Herrn Dr. Wolffberg eine Reihe Bonner Brunnen aus den verschiedensten Stadttheilen auf Salpetersäure und jene Bestandtheile untersucht, die man in nahe Beziehung zu jener gestellt, auf organische Substanzen, salpetrige Säure, Ammoniak und Chlor. Auch wurden die festen Bestandtheile quantitativ bestimmt. An die einmalige Untersuchung der Brunnen habe ich dann eine fortlaufende Untersuchung von fünf Brunnen angeschlossen, die im Allgemeinen wöchentlich erfolgte.

An dieser Stelle ist es mir angenehme Pflicht, dem Herrn Dr. Wolffberg für die Anregung, die er mir zu dieser Arbeit gab, und für die Unterstützung, die er mir in seinem Laboratorium gewährte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen, wie auch Herrn Prof. Binz für die Bereitwilligkeit, mit der er mir sein Laboratorium zur Bestimmung der festen Bestandtheile zur Verfügung stellte.

Um die Frage nach der Salpetersäure im Brunnenwasser in einheitlichem Bilde ganz zu würdigen, muss sowohl Rücksicht auf ihre Entstehung, ihre Schicksale in dem Boden und ihr Verhalten zu anderen Substanzen genommen werden, wie auch endlich ganz besonders der Punkt als wichtig erscheint, ob Veränderungen, und welcher Art ihr im Wasser selbst widerfahren. Kaum wird es nöthig sein, für unsere Zwecke den Begriff Trinkwasser zu erörtern, denn hier kann wohl nur von solchem Wasser die Rede sein, das als Grundwasser im Untergrunde bewohnter Flächen zu Tage gefördert wird, und als solches mehr oder weniger den Gefahren, die menschliche Nähe und menschliche Nachlässigkeit ihm bringt, ausgesetzt ist.

Sehen wir zunächst, woher die Salpetersäure stammen kann, welche sich im Trinkwasser vorfindet.

Salpetersäure findet sich häufig im Regenwasser, selten im Landregen, meistens im Gewitterregen, wo es sich durch elektrische Vorgänge bildet. Schönbein entdeckte, dass Ozon den Stickstoff bei Gegenwart von Wasser zu Salpetersäure oxydirt; so fand Cavendish Salpetersäure, wenn er elektrische Funken durch feuchte Luft schlagen liess. Was die Menge der auf diese Weise gebildeten Salpetersäure angeht, so berechnete Boussingault als Minimum 0,002, als Maximum 0,062 in 10000 Theilen Wasser; doch finden sich noch höhere Zahlen angegeben, in Paris bestimmte man 0,216, ja Barral bis 0,36. Gewiss eine recht unerbliche Menge.

Ob die Salpetersäure so im Regenwasser ausschliesslich durch Ammoniak entsteht, wie Mulder meint, oder wie Andere annehmen, aus dem freien Stickstoff der atmosphärischen Luft, kommt für uns hier nicht in Betracht.

Ferner bildet sich Salpetersäure, und dies ist die hauptsächlichste Quelle derselben, aus Ammoniak an der Luft, wenn poröse Körper und Basen vorhanden sind. Schon Collard de Martigny fand, dass Ammoniak in Berührung mit Kalk Salpetersäure bilde; er meint schon, dass Ozon hierbei thätige Mithilfe leiste. Bei diesem Vorgange erweisen sich Kalk, Magnesia mehr zur Nitrification geneigt, als die Basen von Kalium und Natrium, weil sie poröser sind. Dieses Ammoniak wird von faulenden, stickstoffhaltigen organischen Substanzen geliefert, und es soll es allein sein nach älterer Ansicht, welches durch Ozon in Salpetersäure verwandelt wird, während andere Forscher dort, wo man keine faulenden Substanzen finde, den freien Stickstoff der Luft zu Hilfe nehmen. Das Ergebniss einer Untersuchung, welche von der Pariser Akademie der Wissenschaften als Preisarbeit im Jahre 1770 angeregt worden war „Ueber Salpetersäure und ihre Erzeugung in künstlichen Salpeterplantagen“ lautet: 1) Aller Stickstoff, der zur Bildung von Salpetersäure nöthig ist, wird von den verwesenden animalischen Substanzen geliefert. 2) In der zur Salpeterbildung geeigneten Materie erzeugt sich an der Luft nie Salpetersäure ohne Mitwirkung thierischer Substanzen.

Ganz in derselben Weise spricht sich Liebig aus, auch er hält dafür, dass der Stickstoff verwesender stickstoffhaltiger organischer Substanzen erst die Form von Ammoniak annimmt, ehe er in Salpetersäure überginge, dass Ammoniak nicht nur die nächste, sondern auch die letzte Quelle der Salpetersäure sei, wo sich nur immer die Bedingungen einer Oxydation fänden. Nach ihm ist es ganz unnöthig, den Stickstoff der Luft zu Hülfe zu nehmen, selbst da nicht, wo allem Anschein nach sich keine verwesenden Substanzen zeigten, die das Ammoniak hergeben könnten. Bei genauerer Untersuchung fände man doch diese für dasselbe nothwendigen Substrate:

„Das Vorkommen ungeheurer Lager von salpetersauren Salzen in Süd-Amerika kann nicht den entferntesten Grund angeben, ausser der gewöhnlichen Bildung der Salpetersäure noch eine andere anzunehmen; es ist nicht nöthig, den Stickstoff der Luft zu Hülfe zu ziehen, um ihre grosse Ausdehnung erklärlich zu finden. Wir finden ja in der Natur ganze Gebirge von Schalthieren, Ueberreste mikroskopischer Thiere, welche im lebenden Zustande eine gewisse Menge Stickstoff enthalten, wir finden grosse Lager von Thierexcrementen (Koprolithen), welche die Existenz zahlloser Individuen einer untergegangenen Thierwelt ausser Zweifel setzen.“

Dagegen behauptet Schönbein, dass der bei der Verwesung frei werdende Stickstoff durch Ozon gleich in salpetrige Säure und Salpetersäure verwandelt werde, ohne die Vorstufe des Ammoniak zu durchlaufen. In eben dem Sinne spricht sich auch Davy aus: „Es ist jedoch wahrscheinlich, dass Salpetersäure durch Vereinigung des in den organischen Resten enthaltenen Stickstoffs mit dem Sauerstoff der Luft gebildet wird, also auf Kosten eines Bestandtheiles, der im anderen Falle Ammoniak gebildet haben würde.“

Ueberall da also, wo verwesende stickstoffhaltige organische Substanzen und die Möglichkeit der Oxydation gegeben sind, treffen wir Salpetersäure, daher findet man in jedem Ackerboden Nitrate, aber meist nur an der Oberfläche, weil in der Tiefe nach Mulder andere organische Stoffe begieriger

nach Sauerstoff sind, als Ammoniak, wo im Gegentheil Desoxydation herrscht. Daher findet man auch keine Salpetersäure in mit Flüssigkeiten getränkten Düngerhaufen. Eine bemerkenswerthe Ausnahme, in welcher grosser Tiefe sich unter günstigen Umständen Salpetersäure bilden kann, zeigt die Ganges - Ebene, wo der Boden theilweise bis auf 150 Fuss tief ausgelaugt werden kann.

Aus der Oxydation des Stickstoffs animalischer Substanzen entsteht ferner der Mauersalpeter in Viehställen und Aborten, und gerade die menschlichen und thierischen Abfälle, wie sie sich in der Nähe menschlicher Wohnungen anhäufen, sind es, die uns hier besonders interessiren müssen. Nun kann freilich von einer Anwendung obiger günstiger Verhältnisse zur Oxydation, wie sie sich im Ackerboden vorfinden, nicht die Rede sein; wenigstens wird eine Oxydation in den wasserhaltigen Schlinggruben nicht vor sich gehen; aber nichts desto weniger sehen wir auch hier die Ueberführung des Stickstoffs in Salpetersäure, der in das umgebende Erdreich durchsickert, mehr oder weniger je nach der grösseren oder geringeren Porosität des Bodens und seines Reichthums an alkalischen Erden, besonders an Kalk und Magnesia. Wie der Boden auch in seiner Tiefe einen steten Wechsel der Materie einleitet, auch hier es heisst: πάντα ῥεῖ, und dass trotz Jahrhunderte lang dauernder Verunreinigung und Durchtränkung die chemische Werkstätte wacker arbeitet, davon sei es, um Wiederholungen zu meiden, erlaubt, nachher zu reden.

Mehr der Vollständigkeit halber als der Bedeutung, welche die geringe Menge haben kann, sei es erwähnt, dass einzelne Pflanzen die Salpetersäure in sich fertig gebildet enthalten in Form des Salpeters.

Es sind dies: die Weinrebe, *Spilanthes oleracea*, *Solanum tuberosum*, *Bryonia alba*, *Atropa Belladonna*, *Mesembryanthemum edule*, das Zuckerrohr, *Borago*, *Parietaria*, die Runkelrübe, der Tabak und noch einige andere Pflanzen. Der Tabak enthält sogar bis 4 pCt.

Reichliche atmosphärische Niederschläge, die auf einen Boden treffen, in dem animalische Substanzen in chemischer



Zersetzung sind, werden von den gebildeten Producten nothwendiger Weise viel oder wenig mit sich in die Tiefe und dem Grundwasser zuführen. Für uns kommen in Betracht: Salpetersäure, Salpetrige Säure, Ammoniak, Chlor und organische Substanzen, von welcher wir die salpetrige Säure vorläufig unberücksichtigt lassen können, da sie durch die lebhaften Umsetzungsprozesse bei ihrer Unbeständigkeit leicht in Salpetersäure oder anderseits in Ammoniak umgewandelt wird. Kaum wird in der Tiefe des Bodens viel Salpetersäure gebildet, im Gegentheil wird dieselbe wohl eher zu Ammoniak reduziert werden, da es an dem nöthigen Sauerstoff fehlt, Ammoniak wird an Menge immer vorherrschen. Wie aber kommt es nun, so drängt sich bei Wasseranalysen die Frage uns auf, dass wir in fast allen Brunnen Salpetersäure, oft in grossen Zahlen, aber so selten Ammoniak und in Zersetzung begriffene organische Substanzen finden?

Untersuchungen, die man sowohl mit Flüssigkeiten, welche durch künstliche in grossen Behältern aufgeschichtete Bodenarten durchgelassen wurden, anstellte, als auch solche mit Drainwasser, wo man also natürliche Bodenverhältnisse vor sich hatte, haben uns darüber Aufschlüsse gegeben. Und was man für das Drainwasser gefunden, das lässt sich mit weit mehr Recht auch auf das in grösserer Tiefe sich befindliche Grundwasser anwenden. Während durch die Drainröhren das Wasser aus einer  $1\frac{1}{2}$ —5 Fuss dicken Erdschicht gesammelt wird, hat dasselbe, um in das Grundwasser zu gelangen, eine wenigstens 30—35 Fuss betragende Schicht zu durchlaufen.

Man fand, dass die mit organischen Stoffen durchsetzte Ackererde das Vermögen hat, gewisse Substanzen fest an sich zu binden, während sie auf andere diese Kraft nicht ausübt.

Way goss auf eine 5—6 Zoll dicke Schicht Ackererde Ammoniak-, Kali- und Magnesiasalze, liess sie langsam durchsickern, und fand, dass die Basen, nicht aber die Säuren zurückgehalten wurden. So verlor z. B. schwefelsaures Ammoniak sein Ammoniak, und im Filtrate erschien schwefelsaurer

Kalk. Nicht allein Ackerkrume, sondern auch fetter Thon, der frei von organischen Substanzen war, zeigte diese Eigenschaft in hohem Maasse. Aus Liebig's Arbeiten geht hervor, dass Kali, Ammoniak und Phosphorsäure durch Schichten, die nicht dicker sind als unsere gewöhnliche Ackerkrume fast völlig zurückgehalten werden. Chlor und Salpetersäure werden nicht, Kieselsäure nur zum Theil absorhirt.

„Durch die einfachsten Versuche kann sich Jeder überzeugen, dass beim Durchfiltriren von Regenwasser durch Ackererde oder Gartenerde dieses Wasser keine Spur von Kali, Kieselsäure, Ammoniak, Phosphorsäure auflöst, dass die Erde von all den Pflanzennahrungsstoffen, welche sie enthält, kein Theilchen an das Wasser abgibt, dass das Wasser Nichts davon hinwegnimmt. Die Ackerkrume hält aber nicht nur fest, was an Pflanzennahrungsstoffen einmal in ihr ist, sondern ihr Vermögen, den Pflanzen zu erhalten, was diese bedürfen, reicht noch viel weiter. Wenn Regen oder ein anderes Wasser, welches Ammoniak, Phosphorsäure, Kieselsäure in aufgelöstem Zustande enthält, mit Ackererde zusammengebracht wird, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung, die Ackererde entzieht sie dem Wasser . . . . Wenn man Kochsalz durch Ackererde filtriren lässt, so läuft ebensoviel Chlornatrium ab, als man aufgegossen hat, aber eine Chlorkaliumlösung wird zersetzt, das Kalium bleibt in der Erde, der Chlor fliesst als Chlorkalium hindurch . . . . Bei schwefelsaurem und salpetersaurem Natron werden von dem Natron nur Spuren zurückgehalten, bei schwefelsaurem und salpetersaurem Kali bleibt alles Kali in der Erde zurück.“

Wie weit übrigens diese Erscheinungen abhängig sind von den organischen Stoffen oder von den Doppelsilikaten, welche letzteren besonders Mulder hierbei eine hohe Bedeutung beimisst, ist schwer zu entscheiden.

Aus diesen Versuchen lässt sich nun schon a priori schliessen, welche Befunde wir in dem Drainwasser zu erwarten haben, wir finden viel Chlor und Salpetersäure, wenig Ammoniak und organische Substanzen, welche letztere einfach wie auf einem Filter zurückgehalten werden. Kroker fand

in dem Drainwasser höchstens 0,63 organische Substanzen, vorzüglich aber kohlen-sauren Kalk, Gyps, kohlen-saure Talk-erde, Natron-Kalisalze, doch Kalisalze weniger, salpetersauren Kalk, kleine Mengen von Kieselerde und Eisen. Nach Way entzieht Drainwasser selbst starkgedüngtem Boden nur unbedeutliche Mengen Kali, Phosphorsäure und Ammoniak, während Salpetersäure in Menge, besonders aus stark gedüngtem Boden fortgeht.

So nun werden wir verstehen, warum im Grundwasser, das unter bebautem und gedüngtem Acker fließt, sich wenig organische Substanzen, kein Ammoniak, aber viel Chlor und Salpetersäure finden. Was die faulenden organischen Stoffe angeht, so ist ja nach den Experimenten von Thomson und Huxtable bekannt, dass schon durch die Berührung mit Lehm- oder Thonboden ihnen ihre Riechstoffe, die ja hauptsächlich ammoniakalischer Natur sind, genommen werden, dass Mistjauche und Urin von allem Geruche befreit werden. Selbst organisirte Fermentstoffe, wenn es erlaubt ist, sie von den erwähnten Fäulnissvorgängen zu trennen, werden durch Filtration mit Sand und Kohle aus dem Wasser, in dem sie sich befinden, zurückgehalten. Bouchardat und Ducommun filtrirten ein stinkendes Sumpfwasser durch Sand und Kohle, wodurch es seinen faulen Geschmack verlor; es blieben aber noch einige Flöckchen organischer Substanz darin, durch deren Vermittelung es nach einem Tage grossentheils seinen schlechten Geruch und Geschmack wieder angenommen hatte. Eine andere Probe, besser filtrirt, blieb 12 Tage in einer Flasche klar, obwol es durch die Untersuchung noch einen ziemlichen Gehalt an organischer Materie verrieth. Durch diese Untersuchungen haben wir die Gewissheit, dass der Boden, selbst lockerer Sandboden, im Stande ist, organische Körper von ihren Fermenten, welche die Fäulniss bedingen, zu befreien.

Können wir nun aber diese Vorgänge in einem Boden, der einem steten Wechsel durch menschliche Hand und durch Nahrung bedürftige Pflanzen unterliegt, so ohne Weiteres auf einen Boden anwenden, wie er uns in der Umgebung

der Kloaken bewohnter Städte und Flecken entgegentritt? Gewiss nicht so ohne Weiteres, hier werden die besonderen Verhältnisse eine besondere Berücksichtigung verdienen; wir werden aber zu denselben Resultaten kommen, wofern wir uns nur die einfachen und gewöhnlichen Verhältnisse, wie sie normaler Weise auf Bau und Einrichtung der Latrinen Bezug haben, vorführen. Ausschliessen müssen wir daher hier solche Brunnenwässer, die geradezu durch Oeffnungen mit dem Aborten- und Dunggruben-Inhalte in Verbindung stehen oder deren Schachte doch so nahe an jene Behälter gebaut sind, dass von einer Einwirkung des Bodens und seiner Bestandtheile auf die durchsickernde Jauche nicht die Rede sein kann.

Freilich sind die Erfahrungen, welche man über die chemischen Prozesse in der Tiefe des Bodens gemacht hat, nicht allzu zahlreich; immerhin ist Wichtiges genug gefunden worden, welches auch mit dem Ergebniss, das die Wasseranalysen der Brunnen gaben, im vollen Einklange steht. Die aus dem Sumpfkasten austretende Jauche wird reich sein an organischen Substanzen, Ammoniak und Chlor, kaum wird sie Salpetersäure enthalten. Wird sie sich bilden können auf dem Wege, den das Wasser der Latrinen durch das Erdreich nimmt? Viel wird hier abhängen von der Bodenbeschaffenheit, ob mehr oder weniger poröse Schichten vorhanden sind, die im Verein mit alkalischen Erden Sauerstoff führen, die Möglichkeit der Salpetersäurebildung kann wohl nicht ausgeschlossen werden. Diese wird dann mit dem Chlor ihrem letzten Orte, dem Grundwasser, zueilen, wenn sie nicht durch sogenannte Verkieselungen, die sich nicht allzu selten in altbewohnten Städten finden, aufgehalten wird. Wichtig aber ist, dass auch hier in der Tiefe der Boden das Ammoniak absorbiert, ebenso den grössten Theil der organischen Substanzen zurückhält oder sie doch ganz von ihren Fermenten befreit. Dass in der That in solcher Tiefe ein sowol jungfräulicher als auch Jahrhunderte lang mit Jauchestoffen imprägnirter Boden diese Kraft hat und behält, darüber spricht sich Mulder folgendermassen aus:

„Wenn wir von den Verkieselungen abschen, welche an einzelnen Punkten der Tiefe mehr oder weniger grosse Lager bilden, da sie für uns hier nicht in Betracht kommen als Wasser undurchlässige Schicht, so finden wir auch in der Tiefe des Bodens dieselben Prozesse ausser der Oxydation, einen ewigen Wechsel der Stoffe. Auch hier werden die Erden ihre Kraft behalten, ihre Anziehung auf Ammoniak auszuüben und es zurückzuhalten. Und so muss es auch wol sein, da uns in den verunreinigtesten Städten seltener Ammoniak begegnet, als man nach der umliegenden Verunreinigung erwarten sollte. Hier üben auch die organischen Säuren, besonders die Humussäure ihren Einfluss aus.“ Und an anderer Stelle sagt derselbe: „die sogenannte Humusschicht erlangt eine gewisse Dicke, welche über eine gewisse Gränze hinaus nicht mehr zunimmt. Daraus geht hervor, dass diese organischen Säuren in grösserer Tiefe eine Zersetzung erfahren. Diese Zersetzung zeigt sich am deutlichsten in dem Boden der Städte, welcher durch Abtritts- und Senkgruben in höchstem Grade verunreinigt wird. In solchen Städten nun, wie z. B. Utrecht, hat man das beste Grundwasser. Und welches die Zersetzungsproducte dieser organischen Stoffe sind, erkennt man gleichzeitig aus diesem Grundwasser, nämlich ausser etwas Ammoniak und Salpetersäure, kein anderes organisches Product als Kohlensäure.“

Diesem Raisonement entspricht auch die Erfahrung, die man allerorten gemacht hat, wir finden immer mehr oder weniger Chlor und Salpetersäure, selten Ammoniak und faulende organische Substanzen im Grundwasser trotz der höchst verunreinigten Umgebung. So ergaben auch die Brunnen Bonns, wie aus der Tabelle ersichtlich wird, vor Allem die, welche in den ältesten und dicht bewohntesten Theilen der Stadt liegen, bei hohem Chlor- und Salpetersäuregehalt, fast ohne Ausnahme nie Ammoniak und faulende organische Materie.

Sehen wir nun zu, ob und welche Veränderungen der Salpetersäure im Grundwasser selbst widerfahren und berücksichtigen wir dabei des Näheren ihr Verhalten zur sal-

petrigen Säure, Ammoniak und organischer Substanz. Vor Allem müssen wir zu erfahren suchen, ob in dem Grundwasser selbst noch wie im Boden eine Oxydation animalischer Substanzen vermittelt irgend welchen disponiblen Sauerstoffs, z. B. aus dem Wasser, zu Salpetersäure möglich ist, oder ob am Ende nicht diese Oxydation durch Reduction der Salpetersäure zu salpetriger Säure und Ammoniak stattfindet, indem die Salpetersäure ihren Sauerstoff an die organischen Substanzen abgibt.

Wenn wir die günstigen Verhältnisse, die in Betreff des Sauerstoffes im Regenwasser herrschen, auch auf das Grundwasser anwenden könnten, so stände der Annahme Nichts im Wege, dass etwaige oxydable organische Körper in demselben dieses Plus von Sauerstoff für sich in Beschlag nähmen. Ohne grossen Fehler kann man annehmen, dass chemisch reines Wasser dem Volumen nach doppelt soviel Sauerstoff als Stickstoff aufnimmt, der Absorptioncoefficient des Wassers für Sauerstoff ist gleich 0,04; für Stickstoff gleich 0,02. Regenwasser, welches destillirtem Wasser ziemlich nahe kommt, enthält in 100 Theilen absorbirter Luft etwa 34 pCt. Sauerstoff. Dieses Regenwasser, welches vorzüglich unsere Brunnen speist, verliert aber auf seinem Laufe durch die obersten Erdschichten eine bedeutende Menge seines Sauerstoffes; es gibt ihn ab zur Oxydation organischer Substanzen, die es vorfindet; überall gibt es Eisenoxydul, welches ihn begierig an sich zieht. Was den letzten Punkt angeht, so enthalten Quellen bei Göttingen, welche weiter durch ein Mergellager gehen als die anderen und dabei durch Oxydation des darin enthaltenen kohlensauren Eisenoxyduls Sauerstoff abgeben müssen, viel weniger davon als die anderen. Aus den Analysen über Sauerstoff, welche sich im Annuaire des Eaux verzeichnet finden, geht deutlich hervor, dass das Grundwasser in den seltensten Fällen ein Verhältniss des Sauerstoffes zum Stickstoff wie im Regen darbietet, immer ist der Sauerstoffgehalt gesunken. In der Regel so, dass er nur  $\frac{1}{3}$  —  $\frac{1}{4}$ , seltener weniger als  $\frac{1}{4}$  vom Stickstoff beträgt; zuweilen scheint indess das Verhältniss auf das von Sauer-

stoff 21 zu Stickstoff 79, wie es in der atmosphärischen Luft besteht, zu sinken.

Schliesst man noch die Entwicklung von Sauerstoff durch organische Formen im Grundwasser aus, weil sie nur in solchem Wasser vorzukommen scheint, welches Luft und Licht zugänglich ist, und berücksichtigt man, dass eine Communication dieser so tief gelegenen und so wohl verschlossenen Brunnen mit dem atmosphärischen Sauerstoff nicht wohl stattfinden kann, so wird uns grosse Verlegenheit erwachsen, wenn wir nach disponiblen Sauerstoff, der organische Stoffe zu höherer Oxydationsstufe führen könnte, suchen. Wie, wenn nun die Salpetersäure, welche an Sauerstoff so reich ist, denselben hergäbe unter den Erscheinungen der Reduction zu salpetriger Säure und Ammoniak?

Schönbein macht in einem Aufsätze „Ueber die Umwandlung der Nitate in Nitrite durch Conferven und andere organische Gebilde“ im Jahre 1867 darauf aufmerksam, dass Conferven und organische Fermentstoffe die Salpetersäure zu salpetriger Säure zu reduciren vermöchten. Wo immer salpetrige Säure im Trinkwasser sich vorfindet, ist er der Ansicht, dass sie sich durch Reduction der Salpetersäure gebildet habe. Er gibt zu, dass dieselbe schon auf dem Wege, den das Wasser von Oben her durchlaufen, gebildet sein könne. Er weist dann auf die Wichtigkeit dieser Beobachtung für Physiologen und Aerzte hin, indem er bemerkt, dass so fermentartig wirkende Organismen es seien, die, in den menschlichen Körper gebracht, hier Veränderungen einleiten könnten. Für ihn zeigt die Anwesenheit der salpetrigen Säure im Trinkwasser auf solche Fermente hin.

Zu denselben Resultaten kommt auch Meuxel bei seiner Untersuchung: „De la putrefaction produite par les bacteries en présence des nitrates alcalis.“ Setzte er zu einem Wasser, das nur Nitrate enthielt, faulende Substanzen, so fand er nach einigen Tagen salpetrige Säure, welche vorher nicht vorhanden gewesen war, sich also gebildet haben musste. Diese Bildung der salpetrigen Säure hörte aber auf bei Zusatz von Phenol, Salicylsäure, Benzoesäure und con-

centrirter Kochsalzlösung. Nahm er aber salpetersäurehaltiges Wasser, das keine salpetrige Säure enthielt, und fügte zu diesem organische Körper, welche nicht in Fäulniss begriffen waren, so ergab die Untersuchung auf salpetrige Säure ein zum Vorigen negatives Resultat; er fand keine salpetrige Säure.

Meuxel fasst das Ergebniss seiner Untersuchung kurz zusammen:

1) Salpetrige Säure im Trinkwasser ist bedingt durch Bacterien, bei Gegenwart alcalischer Nitate und organischer Körper, besonders der Kohlenhydrate.

2) Die Bacterien nehmen den Sauerstoff auf.

3) Die Nitate geben bei diesem Vorgange ihren Sauerstoff her.

Dahin spricht sich Pelouze aus, der eine Reduction der Salpetersäure durch faulendes Eiweiss, wie auch Liebig, welcher sie durch faulende Hefe bemerkte.

Versuche, welche ich in dieser Richtung anstellte, ergaben dieselben Resultate, ja es konnte bei weiterer Beobachtung auch die Reduction zu Ammoniak constatirt werden. Wurden z. B. Urinpilze, die auf das Sorgfältigste von dem etwa an ihnen haftenden ammoniakhaltigen Urin befreit waren, so dass die Untersuchung, die kurz darauf auf Ammoniak gemacht wurde, auch nicht die mindeste Spur von ihm erwies, in ein Trinkwasser gebracht, welches Nitate und organische Körper enthielt, aber nicht die leiseste Spur von salpetriger Säure und Ammoniak, so fand sich nach einigen Tagen deutliche Reaction auf salpetrige Säure und Ammoniak. Wie leicht die Salpetersäure ihren Sauerstoff an oxydable Substanzen abgibt, davon gibt die erste Untersuchung, die ich am Brunnen des Vierecksplatzes machte, klares Zeugnis. Auffallend erscheint die geringe Zahl für Salpetersäure in demselben bei der ersten Entnahme von Wasser, sie repräsentirt sich mit 3,1218, während die folgende Untersuchung gleich 11,3014 ergab. Woher diese Differenz? Auf dem Boden der Flasche lag bei der ersten Analyse ein rothbrauner Niederschlag von Eisenoxydhydrat, welches die Salpetersäure reducirt haben musste. Leider ist

hier die Reaction auf salpetrige Säure unterlassen worden. Bei den folgenden Untersuchungen fand sich kein Ferrihydroxyd mehr vor, daher stieg die Salpetersäure wieder auf 11,3014. Somit würden wir salpetrige Säure und Ammoniak, sofern sie nicht von Oben her in das Trinkwasser hineingerathen sind, als Reductionsproducte der Salpetersäure betrachten müssen. Derartige Beobachtungen sind auch schon über das Verhältniss der Salpetersäure zu salpetriger Säure und Ammoniak im Flusswasser gemacht worden. So halten Brunner und Emmerich in einer Arbeit, welche sie in der Zeitschrift für Biologie veröffentlichten, dafür, dass der Grund, weshalb sich Salpetersäure gar nicht oder in so minimaler Menge im Wasser der Flüsse finde, lediglich auf einer Reduction der Salpetersäure durch die grosse Menge der faulenden organischen Substanzen beruhe.

Lassen sich nun diese Resultate auch mit denen, welche die Analysen der Brunnenwässer uns an die Hand geben, in vollen Einklang bringen? Sehen wir des Näheren zu!

Wie schon Finkelnburg fand und wie es auch heute noch der Fall ist, kann man im Allgemeinen in den Brunnenwässern Bonns ein proportionales Verhältniss zwischen Chlor und Salpetersäure annehmen, dass ihre Zahlen gleichmässig steigen oder sinken. Und gerade die abweichenden Befunde in einzelnen Wässern, wo neben einer bedeutenden Menge Chlor sich nur wenig Salpetersäure, aber dafür, was in den anderen Brunnen, wo jene Proportion herrschte, nicht der Fall war, sich salpetrige Säure und Ammoniak fanden, waren es, welche den Gedanken erweckten zur Ausführung dieser Arbeit in der Anlage, dass sie mehr auf allgemeine Verhältnisse einging, die ganze Frage über Salpetersäure und ihr Verhältniss zu anderen Stoffen in ihren Rahmen zog, als es sonst der Fall hätte sein können.

Während die Proportion sich in den Brunnen, wo keine salpetrige Säure und kein Ammoniak gefunden wurde, so herausstellte, dass z. B. in der Engelthalerstrasse Chlor sich zu Salpetersäure verhielt wie 11,32 : 9,4, in der Rheingasse wie 8,52 : 5,526, in der Kölnstrasse wie 22,01 : 19,045, in der

Hospitalgasse wie 23,43 : 24,805, in der Vivatsgasse wie 11,36 : 10,6448 u. s. w., so war dieselbe in den Brunnen, wo salpetrige Säure und Ammoniak sich zeigten, ganz auf den Kopf gestellt. So fand sich z. B. im Grünen Weg-Brunnen eine sehr bedeutende Menge Chlor 28,40, während die Salpetersäure sich nur in der verhältnissmässig winzigen Zahl von 3,509 repräsentirte, aber hier traten nicht unbeträchtliche Mengen von salpetriger Säure und Ammoniak auf. Noch auffallender waren diese Erscheinungen in der Weberstrasse Nr. 3, wo neben bedeutenden Mengen Ammoniak und salpetriger Säure sich Chlor 27,69 bestimmen liess, während die Salpetersäure mit 2,068 nicht allzuweit von den Anforderungen des Brüsseler Congresses entfernt blieb. In letzteren Brunnen war offenbar Jauche aus einem Schlachthause, welches sich in unmittelbarer Nähe befand, hineingelaufen.

Und diese Erscheinungen sind völlig ohne Dunkel, wenn wir sie auf Grund obiger Erfahrungen zu erklären suchen. Sei es, dass salpetrige Säure und Ammoniak mit faulenden animalischen Substanzen in die Brunnen gerathen sind oder zum Theil erst hier durch Reduction der Nitate entstanden sind, genug, wir finden die Salpetersäure stark vermindert. Von den Brunnenwässern Bonns zeigt keiner so geringe Zahlen von Salpetersäure, wenn man von jenen absieht, die durch die Nähe des Rheines beherrscht werden, wie der Brunnen in der Weberstrasse Nr. 3, aber auch keiner hatte den üblen Jauchegeruch an sich. Man sieht also, wie unrichtig die Bestimmung der englischen Commission war, die Menge der Salpetersäure als Massstab für die Verunreinigung des Wassers mit Jauchestoffen aufzustellen.

Wie übrigens nach Reinigung eines Brunnens von Fäulnissstoffen und sorgfältigem Abschluss derselben die vorher vorhanden gewesenen Mengen von Ammoniak und salpetriger Säure verschwinden, dagegen aber Salpetersäure auftritt, weil sie nicht mehr durch Reduction zum Verschwinden gebracht wird, davon finde ich ein höchst interessantes Beispiel in Schorer's Arbeit „Lübeck's Trinkwasser“. Selten hat man Gelegenheit, die Veränderungen eines Brunnenwassers

und die Ursache so deutlich zu verfolgen, wie sie sich Schorer darbot, und darum sind solche Resultate doppelt interessant. Derselbe analysirte einen Brunnen drei Mal.

Die erste Analyse desselben ergab ein so bedenkliches Resultat, man fand den Brunnen so sehr verunreinigt mit Jauchestoffen, es zeigte sich soviel Ammoniak und salpetrige Säure, dass man sich des Verdachtes nicht entwehren konnte, hier müsse durch eine Spalte in der Wand des Brunnen-schachtes Unrath aus einem Sumpfkasten ausgelaufen sein. Von Salpetersäure fand sich nicht die geringste Spur. Man suchte nach und fand in der That was man vermuthet hatte, eine Communication des Brunnens mit jenem Schachte. Nachdem dieser Schaden auf das Sorgfältigste reparirt war, wurde der Brunnen wiederholt ausgepumpt und gründlich gereinigt. Schorer untersuchte nach kurzer Zeit den Brunnen zum zweiten Male und in nicht zu langer Frist zum dritten Male. Die Resultate dieser drei Analysen sind folgende:

	1. Analyse	2. Analyse	3. Analyse
$N_2O_3$	0,42	0,0	0,0
$N_2O_5$	0,6	7,03	10,75
$NH_3$	5,27	0,30	0,0
Cl	14,91	4,26	4,97
Chamäleon	4,845	1,965	1,58

Die mikroskopische Untersuchung ergab im ersten Falle Wasserthierchen, Algen, Pilzfäden, Amöben, Vorticellen, Blattreste und Bacterien. Bei der zweiten Analyse fand sich von all diesem nur wenig, und bei der dritten gibt Schorer ausdrücklich an, dass sich keine Bacterien gefunden hätten, nur einzelne grosse und langgestreckte sowie runde Wasserthierchen, ferner dunkelbraune verästelte algenartige Gewächse, Pflanzenreste und Detritusmassen seien ihm aufgefallen.

Wir finden in der ersten Analyse bei Anwesenheit von Jauche, Bacterien etc. viel Ammoniak, salpetrige Säure, aber keine Spur von Salpetersäure. Nach Reinigung des Brunnens von putriden Stoffen, welche aber sich doch noch in ganz minimaler Zahl zeigten, und nach Abhaltung fernerer Schädlichkeiten ist die salpetrige Säure verschwunden, Ammoniak nur durch eine zur vorigen Zahl verschwindende

Menge vertreten, während die Salpetersäure plötzlich von 0,0 auf 7,03 springt. Und in der dritten Analyse ist auch das Ammoniak nebst den Fäulnisstoffen verschwunden, die Salpetersäure ist noch gestiegen in ihrer Ziffer auf 10,75.

In der That, höchst eigenthümlich ist das plötzliche Auftreten so grosser Mengen von Salpetersäure in einem Brunnen, der vorher nicht die geringste Spur enthalten hat! Wie sollen wir sie uns erklären?

Schorer hilft sich in der Weise, das er sagt: „Bemerkenswerth erscheint der Umstand, dass nunmehr, nach dem Reinigen, Salpetersäure auftritt, die früher in dem Wasser gefehlt hatte, und zu dem Schlusse berechtigt, dass jetzt andere Wasseradern in Folge des Abspumpens und des dadurch veranlassenen Niveauunterschiedes sich einen Weg in den Brunnen gebahnt haben. Gleichzeitig ist aber auch constatirt, dass diese Wasserzuflüsse schon in weiter Entfernung und schon vor längerer Zeit mit stickstoffhaltigen organischen Substanzen verunreinigt worden sind. Ob es überhaupt gelingen wird, unter solchen bewandten Umständen aus diesem schon vor mehreren Jahren untersuchten und damals als noch sehr gut befundenen Brunnen, wieder brauchbares Wasser zu erlangen, scheint mir sehr fraglich.“

Und nach der letzten Analyse spricht Schorer auch sein Urtheil über die Salpetersäure aus, indem er das Wasser, obwohl es frei ist von Fäulnisstoffen, Ammoniak und salpetriger Säure, doch wegen seines hohen Salpetersäuregehaltes verdammt: „Man sieht also, das Wasser ist wesentlich besser geworden, dass Ammoniak und die Bacterien geschwunden sind; es muss aber immer als schlechtes Trinkwasser bezeichnet werden.“

Viel leichter und ungezwungener lassen sich diese Erscheinungen erklären, wenn wir ihnen auf Grundlage unserer früheren Betrachtungen näher treten. So lange putride Stoffe im Wasser sich befanden, sagen wir, so lange wurde die vorhandene Salpetersäure reduziert, an ihre Stelle traten nach und nach salpetrige Säure und schliesslich Ammoniak, wofür sie nicht sogleich durch eingelaufenes Ammoniak neutra-

lisirt wurde und sofort in toto verschwand. Sowie aber die Fäulnisstoffe und mit ihnen die Bedingungen der Reduction ausgeschlossen sind, bleibt die Salpetersäure erhalten, so lange, bis wieder eine faule Nachbarschaft ihr den Sauerstoff entzieht. Es lässt sich nicht immer entscheiden, wie viel von der salpetrigen Säure und dem Ammoniak, die wir vorfinden, von Oben mit Jauche in den Brunnen gelaufen sind, oder wieviel erst in dem Wasser selbst aus den Nitraten gebildet wird, es hat das auch keine wesentliche Bedeutung, es genügt die Thatsache, dass die Salpetersäure verschwindet, sobald Fäulnisprozesse in dem Wasser vor sich gehen.

Bei dieser Auffassung können wir der allgemeinen Annahme, dass die Menge der Salpetersäure proportional der grösseren oder geringeren Verunreinigung mit faulenden organischen Substanzen sei, denn auf solche in Zersetzung begriffene kommt es uns doch allein an, nicht beistimmen; im Gegentheil werden wir uns zu dem Schlusse genöthigt sehen, dass die Salpetersäure, in welchen Zahlen sie sich auch immer finden möge, bei Abwesenheit von salpetriger Säure und Ammoniak, an sich uns nie ein Wasser als schlecht und verwerflich erscheinen lässt, dass sie uns so geradezu ein Beweis ist für das Fehlen niederer die Fäulnis einleitenden Fermente. Erst das Auftreten von salpetriger Säure und Ammoniak berechtigt uns, den Stab über ein Trinkwasser zu brechen und es als der Gesundheit schädlich zu bezeichnen. Vielleicht gäbe uns die Salpetersäure die Möglichkeit an die Hand, aus ihrem Zurückgehen aus bekannten Zahlen auf den Grad der Verunreinigung des Brunnens mit Jauchestoffen zu schliessen. Dazu waren freilich öftere Untersuchungen eines Brunnens angezeigt, um eine mittlere Zahl für die in Betracht kommenden Substanzen zu finden. Und nicht wol überall liess sie sich so leicht finden, wie hier in Bonn. Aus den wöchentlich wiederholten Untersuchungen des Brunnens in der Rheingasse, am Vierecksplatze, in der Hospitalgasse, im Grünen Weg, und des städtischen Leitungswassers, geht zur Genüge hervor, dass die Zahlen im Laufe von 4 Monaten keine sehr auffallenden Veränderungen erlitten haben, wenn man von

dem Brunnen in der Rheingasse absieht, der von der Nähe und dem Wechsel des Wasserstandes des Rheines beeinflusst wird. Es sei an dieser Stelle erlaubt, einige Worte über den Einfluss des Rheines auf die Bonner Brunnen zu sagen. Derselbe erstreckt sich, wie aus jenen wiederholten Untersuchungen hervorgeht, nicht allzu weit in's Land hinein, und es ist nicht richtig, wie Lindeman in seiner Dissertation „Ueber die Verhältnisse der Bonner Brunnen mit besonderer Berücksichtigung der Frage, woher sie ihr Wasser beziehen,“ behauptet, dass, die Gränze, wo Rhein- und Bergwasser gleich stark auftreten, dem Gebirge näher liege als dem Rheine, denn schon am Brunnen des Viereckplatzes, der nicht weit vom Rheine liegt, machte sich trotz des Steigens der Rheinhöhe keine besondere Aenderung in der Menge der Bestandtheile bemerkbar, und es ist sehr wahrscheinlich, dass selbst bei Hochwasser der Einfluss des Stromes kaum sich weiter erstrecken wird.

Fassen wir die Resultate unserer Untersuchungen über die Salpetersäure und ihre Bedeutung im Brunnenwasser zusammen, so ergibt sich kurz Folgendes:

1) Die Salpetersäure, die wir im Brunnenwasser vorfinden, ist Endproduct der Oxydation stickstoffhaltiger organischer Substanzen auf dem Boden und in demselben. Durch atmosphärische Niederschläge wird dieselbe dem Grundwasser zugeführt.

2) Im Grundwasser bildet sich keine Salpetersäure, hier findet eine Oxydation animalischer Substanzen zu obiger Stufe nicht statt.

3) Im Gegentheil wird die Salpetersäure unter vorhandenen Bedingungen, wenn also in Zersetzung begriffene Substanzen in das Wasser eindringen, ihren Sauerstoff an jene Substanzen abgeben unter den Erscheinungen der Reduction zu salpetriger Säure und Ammoniak.

4) Die grössere oder geringere Verwerflichkeit des Wassers wird demnach nicht nach dem Salpetergehalte zu bemessen sein, im Gegentheil kann die Salpetersäure bei Abwesenheit von salpetriger Säure und Ammoniak ein Zeugnis sein für

das Nichtvorhandensein faulender organischer Materien. Somit würde der alte Volksglaube, welcher ein salpetersäurehaltiges Wasser für ein angenehm zu trinkendes und darum für ein gutes hält, seine Berechtigung haben. Nur dann, wenn sich die Salpetersäure in allzu hohen Zahlen zeigte, als 68,0 auf 100,000, wie sie Reich in Berlin fand, könnte man daran denken, ob es nicht wegen der Schädlichkeit der Salpetersäure an sich zu verwerfen sei. Doch dazu müsste erst die Wirkung der Salpetersäure genauer bekannt sein.

5) Das Auftreten von salpetriger Säure und Ammoniak im Brunnenwasser ist ein unbedingtes Zeichen von Fäulnisvorgängen, sei es, dass sie mit faulenden Substanzen hineingeflossen sind, oder dass sie erst durch jene im Wasser selbst auf Kosten der Nitate entstanden sind. Ein solches Wasser muss als Trinkwasser ohne Anstand verworfen werden.

Berühren wir zum Schluss noch eine andere Frage, auf die Flügge neuerdings die Aufmerksamkeit gelenkt hat, ob und wiefern uns die Salpetersäure im Brunnenwasser einen Massstab für die Verunreinigung des umliegenden Bodens mit Immunditien abgeben kann. Während man dieses früher so ohne Weiteres annahm, hat Flügge in seiner verdienstvollen Arbeit gezeigt, dass solche Folgerungen nicht so leicht gemacht werden dürfen, ja dass nicht einmal das Chlor, welches doch unbehelligt in seinem Laufe bleibt, uns immer als treuer Indicator für die Umgebung des Brunnens dienen kann. Dazu müssen überall, wo immer Analysen stattfinden, genau die geologischen Verhältnisse berücksichtigt werden, die mehr oder weniger grosse Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit der einzelnen Bodenschichten in Anschlag gebracht werden. Flügge selbst hat sich der Mühe unterzogen, sowohl theoretisch als auch praktisch zu zeigen, in welcher Art solche Untersuchungen angestellt werden müssen, um mögliche Fehler möglichst zu meiden. Bei diesen Nachforschungen haben sich nun manche für die Theorie der Infectionskrankheiten wichtige Anhaltspunkte ergeben, dass sich mit Recht hoffen lässt auf, diesem freilich sehr mühsamen und langsamen Wege mit der Zeit etwas mehr den dunklen

Schleier, der uns jetzt noch das Wesen jener Krankheiten verdeckt, zu lüften, als wie es bisher, wo man sich nur mit den Wasseranalysen begnügte, der Fall sein konnte, dass vielleicht eine Zeit herandämmern wird, wo wir den mörderischen Feinden des Menschengeschlechtes mit siegreichen Waffen in den Weg treten können.

---

## Analysen der Bonner Brunnen.

Berechnet auf 100,000 Theile Wasser.

	Salpeter Säure	Chlor	Reduc. Chamäl.	Rück- stände	Ammo- niak	Salpetrige Säure
1. Rheinfluss . . . . .	0,459	2,13	2,95	28,0	—	—
2. Hôtel Rheineck . . .	1,306	8,52	0,70	67,0	—	—
3. Rheingasse (Strasse)	7,526	8,52	0,45	56,0	—	—
4. Rheingasse No. 20	4,79	7,1	0,535	49,0	—	—
5. Judengasse . . . . .	3,36	13,49	0,15	43,0	—	—
6. Josephstrasse . . . .	6,85	10,05	0,0	67,0	—	—
7. Giergasse . . . . .	6,413	10,65	0,40	74,7	—	—
8. Heisterbacherhofstr.	5,42	9,23	0,30	54,8	—	—
9. Hôtel Kley . . . . .	0,919	9,94	0,25	71,6	—	—
10. Coblenzerstrasse . . .	4,65	9,94	0,15	75,0	—	—
11. Belderberg . . . . .	3,775	13,49	1,45	161,0	—	—
12. Engelthalerstrasse . .	9,44	11,32	0,15	76,1	—	—
13. Vierecksplatz 10 . .	11,35	10,65	0,30	92,0	—	—
14. Neugasse 12 . . . . .	4,72	12,07	0,30	71,0	—	—
15. Minoritenplatz . . . .	7,962	12,78	0,0	81,0	—	—
16. Weberstrasse . . . . .	4,719	7,1	0,75	68,0	—	schwach
17. Weberstrasse 3 . . . .	2,068	27,69	15,35	118,0	stark	stark
18. Weberstrasse 29 . . . .	6,026	7,81	0,545	76,0	—	schwach
19. Weberstrasse . . . . .	9,583	9,23	0,95	82,0	—	schwach
20. Stockenstrasse . . . . .	10,164	15,62	1,085	94,0	—	—
21. Welschenonnenkas. . .	10,624	14,91	2,90	94,0	—	—
22. Wenzelgasse . . . . .	16,56	17,04	1,325	106,0	—	—
23. Goldener Stern . . . . .	9,293	13,49	0,420	121,0	—	—
24. Kesselgasse . . . . .	19,39	20,59	1,085	88,0	—	—
25. Theaterstrasse . . . . .	8,95	15,62	0,65	84,0	—	—
26. Kölnstrasse . . . . .	19,05	22,01	0,50	123,0	—	—
27. Hospitalgasse . . . . .	23,45	22,72	0,685	134,0	—	—
28. Kasernenstrasse . . . .	18,46	22,01	1,20	136,0	—	—
29. Am Hof . . . . .	6,62	13,49	0,60	81,0	—	—
30. Münsterplatz . . . . .	12,88	19,17	0,40	118,0	—	—
31. Rheinischer Hof . . . .	19,07	22,01	1,65	143	—	leicht
32. Am Höfchen . . . . .	6,87	21,31	0,85	119,0	—	stark
33. Vivatsgasse . . . . .	10,645	11,36	0,135	83,0	—	—
34. Kaiserstrasse . . . . .	14,205	22,01	0,95	114,0	—	leicht
35. Viehmarkt . . . . .	16,58	22,01	1,10	139,0	—	—
36. Thomasstrasse . . . . .	7,996	18,46	1,10	112,0	—	stark
37. Bahnhof . . . . .	4,027	13,49	1,90	111,0	—	—
38. Königstrasse . . . . .	5,002	9,23	nicht bestimmt	—	—	—
39. Sünst . . . . .	11,98	27,69	1,38	121,0	—	—
40. Grüner Weg . . . . .	3,509	28,40	1,205	108	stark	stark
41. Meckenheimerstr. . . .	17,06	18,40	1,35	135,0	—	—
42. Bachstrasse . . . . .	9,898	21,30	0,70	118,0	—	—
43. Cohnantstrasse . . . . .	13,84	15,62	0,95	—	—	—
44. Heerstrasse . . . . .	9,63	19,88	0,70	117	—	—
45. Poppelsd. Alle R. . . .	14,33	16,62	0,54	103	—	leicht
46. Sternwarte . . . . .	6,2194	15,62	0,70	97	—	leicht
47. Städt. Wasserleitg. . .	1,37	9,94	0,0	83	—	—
48. Duisdorfer Leitg. . . .	0,45	1,42	0,15	12,0	—	—

## Wöchentlich wiederholte Untersuchungen.

### I. Rheingasse.

	Salpeters.	Chlor	Chamäl.	Fixa
1.	7,035	8,52	0,138	56,0
2.	7,53	0,52	0,17	58,0
3.	10,454	9,23	0,09	64,0
4.	8,42	9,23	0,21	59,9
5.	8,397	9,94	0,25	76,0
6.	11,06	10,65	0,1	63,0
7.	4,55	7,1	0,15	49,0
8.	3,99	6,39	0,104	44,0
9.	2,71	5,68	0,13	30,0
10.	3,84	7,81	0,08	50,0
11.	2,71	6,39	0,08	45,0
12.	5,614	7,81	0,11	52,0

### II. Vierecksplatz.

	Salpeters.	Chlor	Chamäl.	Fixa	
	3,12	11,36	0,58	72,0	viel Eisen- oxydhydrat
	11,35	10,65	0,24	92,0	
	11,3	9,94	0,06	85,0	
	10,99	10,65	0,21	96,0	
	8,4	11,36	0,14	85,0	
	10,48	11,36	0,13	73,0	
	10,41	11,36	0,18	73,0	
	8,96	11,36	0,24	77,0	
	8,21	11,36	0,16	84,0	
	6,78	10,65	0,11	74,0	
	8,20	9,94	0,11	74,0	
	9,75	10,65	0,22	76,0	

In beiden Brunnen fand sich nie salpetrige Säure und Ammoniak.

### III. Hospitalgasse.

	Salpeters.	Chlor	Chamäl.	Fixa
1.	23,45	22,7	0,14	134,0
2.	Fehlt entsprechend dem Zeitraume.			
3.	24,8	23,43	0,03	139,0
4.	22,67	23,43	0,24	140,0
5.	19,43	22,7	0,17	129,0
6.	19,84	23,43	0,19	127,0
7.	21,05	24,14	0,19	128,0
8.	19,84	22,01	0,13	127,0
9.	18,42	22,01	0,10	121,0
10.	19,12	21,3	0,11	120,0
11.	18,412	20,6	0,09	119,0
12.	19,7	20,59	0,17	122,0

### IV. Grüner Weg.

	Salpeters.	Chlor	Chamäl.	Fixa
	3,61	28,40	0,24	108,0
	4,09	24,85	0,06	106,0
	3,61	23,14	0,107	97,0
	3,47	22,01	0,14	97,0
	3,92	20,59	0,13	99,0
	4,07	19,88	0,21	95,0
	5,47	19,88	0,10	96,0
	4,28	19,77	0,13	fehlt
	3,897	20,59	0,11	93,0
	3,412	23,43	0,11	104
	4,55	24,85	0,17	117,0

In der Hospitalgasse fand sich nie salpetrige Säure und Ammoniak, dagegen immer in starker Reaction im Grünen Wege.

### V. Städtische Wasserleitung.

	Salpeters.	Chlor	Chamäl.	Fixa
1.	} Fehlen aus dem entsprechenden Zeitraume			
2.				
3.	1,14	9,94	0,0	83,0
4.	0,791	9,94	0,03	80,0
5.	0,75	9,94	0,02	fehlt
6.	0,75	9,94	0,08	76,0
7.	0,75	10,65	0,05	71,0
8.	1,36	7,1	0,0	69,0
9.	1,23	7,1	0,04	67,0
10.	1,38	9,23	0,08	71,0
11.	1,33	7,81	0,02	61,0
12.	0,917	9,94	0,08	69,0

Salpetrige Säure und Ammoniak fanden sich nie.

Die Analysen wurden Anfang September vorigen Jahres begonnen und Mitte Oktober zu Ende geführt, während die je wöchentlichen Untersuchungen jener fünf Wässer bis Ende des Jahres 1878 andauerten.

Während der Rhein durch die Monate September und Oktober einen niedrigen Wasserstand hatte, begann er vom November an zu steigen.

Die Salpetersäure wurde nach der Methode von Schulze bestimmt. Dieselbe beruht auf der Zersetzung der in stark eingengtem Wasser vorhandenen Nitrate durch Salzsäure und Eisenchlorür und der volumetrischen Bestimmung des dadurch erzeugten Stickoxyds. Zur Controle habe ich hier, wie auch bei den anderen Substanzen, sämtliche Analysen doppelt ausgeführt, mit Ausnahme der festen Rückstände. Die Methode von Schulze hat sich dabei als eine sehr zuverlässige ergeben, wenn man von einem kleinen Versuchsfehler absieht, welcher dadurch entsteht, dass eine minimale Quantität atmosphärischen Stickstoffs in dem Kochkolben zurückbleibt. Derselbe würde sich, wenn man nach früheren Analysen annimmt, dass Duisdorfer Leitungswasser und Rheinwasser frei von Salpetersäure sind, auf etwa 0,450 belaufen (auf 100,000).

2) Die organischen Substanzen wurden quantitativ nach der Methode von Kubel bestimmt durch Bestimmung des zur Oxydation gebrauchten Chamäleon in saurer Lösung.

3) Chlor wurde nach der bekannten Titrimethode mit Silbernitrat bestimmt, wobei Kaliumchromat als Indicator dient.

4) Salpetrige Säure wurde qualitativ nachgewiesen mittelst Jodzink - Stärkelösung, unter Zusatz von etwas concentrirter Schwefelsäure.

5) Ammoniak durch Nessler's Reagenz.

6) Die festen Rückstände wurden gewichtsanalytisch bestimmt, nachdem sie vorher einem Luftbade von 110° ausgesetzt und dann im Exsiccator abgekühlt waren.

## Vita.

---

Geboren wurde ich, Heinrich Wehberg, am 26. September 1855 auf dem Gute Berge bei Volmarstein a. d. Ruhr, woselbst mein Vater sich noch einer guten Gesundheit erfreut. In meinem 3. Lebensjahre nahm mich mein Oheim Klewitz in Brakel bei Dortmund zu sich, und hier habe ich in liebevollster Pflege meine Jugend verbracht. Nachdem ich daselbst den Elementarunterricht und dann den Privatunterricht des Herrn Superintendenten Cremer, dem ich an dieser Stelle noch den innigsten Dank ausspreche, erhalten, kam ich im Herbst 1868 auf das Gymnasium zu Dortmund. Ostern 1875 bestand ich die Abiturienten-Prüfung und bezog dann im Sommer desselben Jahres die Universität Greifswald, und war daselbst bis Ostern 1876 immatriculirt. Von Ostern 1876 bis Herbst 1877 besuchte ich die Tübinger Hochschule, von der ich mich dann nach Bonn wandte. Meine Lehrer waren in Greifswald, Tübingen und Bonn die Herren Professoren und Docenten:

1. Arndt, Budge, v. Feilitzsch, Limpricht, Münter, Scholz, Sommer.

2. V. v. Bruns, P. Bruns, Dursy, Eimer, Henke, Hofmeister, Hufner, Leichtenstern, Liebermeister, Lothar Meyer, Oesterlen, v. Quenstedt, v. Reusch, Schüppel, v. Vierordt.

3. Binz, Busch, Burger, Dittmar, Doutrelepont, Finkler, Köster, Madelung, Obernier, Rühle, Sämisch, Veit, Wolffberg, Walb.

Ihnen spreche ich meinen Dank aus für die Anregung, die sie mir gegeben.

## Thesen.

---

1. Der Sondirung des Oesophagus hat die physikalische Untersuchung der Brustorgane stets vorherzugehen.
2. Die Lyssa humana ist durch Curare heilbar.
3. Dem Studium der Psychiatrie ist von Seiten der Mediziner mehr Beachtung als vorher zu widmen.
4. Pettenkofer's Bodentheorie bildet die Grundlage für das Studium der Infections-Krankheiten, doch ist die ausschliessliche Bedeutung, welche ihr der Autor vindiziert, zu einscitig.

10767

52/1