© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Trinkwasser Mannheims.

(Ein Beitrag zur statistischen Trinkwasseruntersuchung)

von

Dr. **Carl Bissinger.**

(Mit theilweiser Benützung seiner Vorträge über dasselbe Thema, gehalten im hiesigen „Verein für Naturkunde" den 26. Februar, 26. März und 30. April 1877.)

Wie Sie, meine Herren, Alle wissen, haben sämmtliche naturwissenschaftliche Disciplinen in den letzten Jahrzehnten einen ungeheueren Aufschwung genommen und ist in Folge davon, da es dem Einzelnen mit dem besten Willen nicht mehr gelingt, in allen Zweigen einer Disciplin sich gleichmässig auszubilden, eine vollständige Arbeitstheilung eingetreten. Dies lässt sich ganz besonders von der Wissenschaft, der ich als Jünger anzugehören die Ehre habe, von der Chemie sagen; denn die beiden grossen Partheien derselben, anorganische und organische Chemiker bilden eine solche Menge von Specialabtheilungen, dass ich, um dieselben aufzuzählen, Ihre Geduld über Gebühr in Anspruch nehmen müsste. Dass aber eine solche Arbeitstheilung für die Wissenschaft selber von ausserordentlichem Nutzen ist, werde ich Ihnen nicht näher auseinander zu setzen brauchen; ich verweise Sie nur auf die organische Chemie im Allgemeinen, die seit ungefähr 25 Jahren Dimensionen angenommen hat, dass einem, bei allem Interesse und aller Liebe zur Sache, besonders wenn man die complicirten Formeln und meterlangen, kaum aussprechbaren, oft an den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Haaren herbeigezogenen Namen liesst, oftmals ein gelindes Entsetzen ankömmt und man unwillkürlich versucht ist zu fragen: „Was weiter?“

Als eine solche Specialabtheilung der Chemie hat sich nun, seit etwa 1860 die Hydrochemie, die Chemie des Wassers abgezweigt, hervorgerufen durch das Bestreben der meisten grösseren Städte, sich mit Wasserleitungen von reinem Wasser zu versehen. Dazu waren aber eine Menge Vorarbeiten nöthig, die sich theils auf Untersuchungen des Grundes und Bodens, theils, und zwar ganz besonders auf das Wasser (Grundwasser, Wasser der Brunnen, Quellen und Flüsse) bezogen und ergab sich daraus die Nothwendigkeit, Methoden aufzufinden, die bei möglichster Genauigkeit, ein möglichst rasches Arbeiten gestatten.

Denn zahlreiche Wasseranalysen waren und werden noch täglich gemacht und unsere wissenschaftlichen Journale scheinen einen reichen Schatz von Beobachtungen über das Wasser unserer Brunnen, Quellen und Flüsse zu enthalten; wenn man aber darauf Rücksicht nimmt, dass diese Analysen nur in sehr kleiner Anzahl für jedes Wasser ausgeführt sind und ohne dass die Autoren Rechnung getragen haben dem Steigen und Fallen der Gewässer, den mehr oder weniger reichlichen Regenmengen, dem Vorherrschen dieser oder jener Zuflüsse, den Veränderungen, welche Jahreszeit und Temperaturwechsel hervorbringen, so wird es sehr begreiflich erscheinen, dass die Resultate dieser Analysen weit davon entfernt sind, die Angaben zu liefern, welche nöthig sind, um die wechselnde Zusammensetzung der Wasser zu schätzen, die Ursachen ihrer Veränderung zu erkennen und den mittleren Werth eines jeden Wassers mit Berücksichtigung der verschiedenen Benützungen zu bestimmen.

Ob einem Wasser diese oder jene pathologische Wirkung zuzuschreiben, ob gewisse endemische Krank-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

heiten ihre Ursache in der Beschaffenheit des Wassers haben, welche Epidemie durch den Genuss des Wassers verbreitet werden, das Alles würde unentschieden bleiben, wenn wir glaubten durch eine hier oder da nach alter Weise ausgeführte Analyse Aufklärung zu erhalten. Der einzige Weg, der uns zum Ziele führen kann, besteht in richtiger Beobachtung und Vergleichung, darin, dass wir Methode in die Untersuchung des Wassers bringen. Nicht eine Analyse, sondern fortgesetzte vergleichende Versuchsreihen sämmtlicher Brunnen einer Stadt bedürfen wir, um über den Werth des Wassers in gesundheitlicher Beziehung ein Urtheil fällen zu können. Eine Statistik des Wassers muss geschaffen werden als der einzige Weg, die mannigfachen Fragen, welche sich an die Beschaffenheit des Wassers knüpfen, einer Lösung entgegen zu führen.

In kurzen Zeiträumen ist ein ausserordentlich wechselnder Gehalt an organischen und mineralischen Bestandtheilen in Brunnen und fliessenden Wassern nachzuweisen. Daraus geht nun hervor, dass auch für Gewerbetreibende, für Techniker eine Analyse eines Wassers, welches benützt werden soll, wenig Werth hat. Versuchsreihen sind aber nur mittelst rasch ausführbaren analystischen Methoden herzustellen, und wo es sich um das hydrographische Studium eines ganzen Flussgebiet handelt, wie dies ja bei Wasserleitungsarbeiten hauptsächlich der Fall ist, so müssen sich diese Untersuchungen mit den geringsten Hülfsmitteln, mit wenigen Reagentien, überall an Ort und Stelle vornehmen lassen.

Dass sich dazu unsere alte, sehr genaue Resultate gebende Gewichtsanalyse mit all ihren Cautelen, Filtrationen, Destillationen, Controllversuchen u. s. w., die für eine Analyse mindestens vier Wochen, bei einigermassen unglücklichem Arbeiten oftmals bis zu 1/4 Jahr braucht, nicht eignet, das werde ich Ihnen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Sie ja Alle mehr oder minder damit vertraut sind, des Weiteren nicht auseinander setzen müssen.

Hier, meine Herren, gilt der Ovid'sche Vers:

„Laudamus veteres, sed nostris utimur annis"

und man hat dies in ausgiebigster Weise gethan.

So hat Kubel das deutsche Härteverfahren vorgeschlagen; nach demselben wird, nach Clark'scher Methode, die natürliche und die bleibende Härte des Wassers bestimmt; den Kalk lässt er, nach Mohr mittelst Oxalsäure und Chamaeleonlösung titriren, die Schwefelsäure, nach einer sehr mühsamen Methode mittelst $^1/_{10}$ Normalchlorbariumlösung und $^1/_{10}$ chromsaure Kalilösung u. s. w. Wie Sie aus diesen wenigen Angaben ersehen, hat man zu dieser Methode einen ganzen Titrirapparat nöthig, muss eine ganze Menge titrirter Flüssigkeiten anfertigen. Von der Seifenlösung werden bis zu 45 cc. verbraucht.

Eine andere Methode haben Boudron & Boudet eingeführt und nach dieser werden mit der Seifenlösung, von welcher für jeden Versuch 1—2 cc. erforderlich sind, und mit einem kleinen Instrumente alle diese Stoffe bestimmt.

Mehrfach sind noch bis in die neueste Zeit verbesserte Härtebestimmungsmethoden vorgeschlagen worden, alle weniger einfach, weniger bequem als die französische.

Es kommt aber hierbei durchaus nicht darauf an, immer neue Methoden vorzuschlagen, sondern sich die Ueberzeugung zu verschaffen, dass das bereits Bekannte den Ansprüchen genügt. Hat man einmal die Nothwendigkeit fortgesetzter Wasseruntersuchungen erkannt, so wird man nicht lange im Zweifel sein, dass diejenige Methode, die gestattet, überall an Ort und Stelle die Untersuchung vorzunehmen — bei sonst gleicher Genauigkeit — unbedingt allen anderen vorzuziehen ist. Ein kleines Etui kann, wie Sie sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch den Augenschein an den wenigen Apparaten überzeugen können, Alles aufnehmen; mit einer kleinen Tasche kann der wandernde Analytiker dem Laufe der Flüsse folgen und nöthigenfalls in jedem Dorfe sein Laboratorium aufschlagen. Da nun für derartige Untersuchungen das Boudron- & Boudet'sche Verfahren, welches Dr. Hugo Trommsdorff in Erfurt verbessert und in einer Untersuchung sämmtlicher Brunnenwasser in Erfurt (750 Stück in ¼ Jahr) praktisch angewandt hat, als das geeignetste anzusehen ist, so habe auch ich, wie viele meiner Collegen in neuerer Zeit, für meine Untersuchungen der Trinkwasser der Stadt Mannheim keine anderen Härtebestimmungsmethoden angewandt, um nicht mit zwei Massen zu messen und um direct vergleichbare Resultate zu erhalten. Die Adoption dieser Methode hat noch einen weiteren Vortheil, sie dient seit Jahren zu den hydrometrischen Studien, welche für ganz Frankreich angeordnet, in dem: „Dictionaire hydrographique des eaux de la France" veröffentlicht werden. Man bedient sich derselben weiter in Italien, in der Schweiz, Belgien und neuerdings in England. Um Ihnen von der Schnelligkeit, mit der man damit arbeitet, einen Begriff zu geben, bemerke Ihnen, dass ich innerhalb 2 Tage 6 verschiedene Brunnenwasser untersucht habe; dass ich in etwa zwei Monaten im Jahre 1874, die respectable Anzahl von ca. 120 Brunnenwassern, allein, ohne irgend welche Hülfe analysirte und während der Pumpversuche auf der Stephanienpromenade von Mitte October bis Anfang December 1874 das dort erbohrte Wasser täglich controllirte. Ausserdem fand ich nebenbei in diesem zuletzt angeführten Zeitraume noch genügend Zeit, eine vollständige Gewichtsanalyse dieses erbohrten Wassers, Controllbestimmungen u. s. w. auszuführen.

Bevor ich nunmehr auf die nähere Beschreibung der Methode eingehe, bin ich Ihnen eine Erklärung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

im Betreffe des Ausdruckes „Härtegrad“ schuldig. Unter einem harten Wasser versteht der Chemiker ein Wasser, welches bedeutende Mengen von Salzen der Erdalkalimetalle (Calcium und Magnesium) enhält. „Härtegrad“ nennt man in Deutschland die Einheit von Kalk (Calciumoxyd, CaO) in 100,000 Thl. Wasser. Für vorhandene Magnesiasalze kommt hierbei eine aequivalente Menge Kalk in Rechnung. Finden wir z. B. 20 Härtegrade in einem Wasser, so heisst dies: „Das Wasser enthält in 100,000 Thl. 20 Theile Kalk (vielleicht auch, wenigstens theilweise, aequivalente Mengen von Magnesia) an Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Salzsäure gebunden“. Boudron & Boudet verstehen aber unter Härtegraden Einheiten von Calciumcarbonat (kohlensaurem Kalk CaO, CO_2) in 100,000 Thl. Wasser. Diese französ. Härtegrade kann man übrigens durch Multiplication mit 0,56 leicht auf deutsche Härtegrade reduciren. (Es folgt nun die genaue Beschreibung der Methode an einem praktischen Beispiel näher erläutert. Weiter folgen die Methoden zur Bestimmung der organischen Substanzen, des Ammoniak, der salpetrigen Säure und Salpetersäure, die sich rasch ausführen und bei Aufstellung statistischer Wasseruntersuchungen, als sehr genaue Resultate ergebende, zur Anwendung empfehlen lassen)

Ich habe nun meine zahlreichen Brunnen- und Flusswasseranalysen von hier und der hiesigen Umgebung in der Art ausgeführt, dass ich jedes Wasser mittelst der Boudron & Boudet'schen Methode untersuchte, von den meisten derselben die organ. Substanzen, Ammoniak u. s. w. bestimmte und sehr häufig noch Bestimmungen der festen Rückstände ausführte. Bei Einzelnen von hervorragender Wichtigkeit wurden vollständige gewichtsanalytische Analysen gemacht, dieselben genau controllirt und die Resultate mit denen der französ. Härtebestimmungsmethoden verglichen, um

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dabei zugleich auch die Genauigkeit dieser letzteren zu ersehen. Und hier war ich über die Ergebnisse derselben selbst erstaunt, indem es mir möglich war, nach Boudet & Boudron in ca. 2 Tagen dasselbe zu erreichen, wozu ich mit den genauesten bis jetzt bekannten gewichtsanalytischen Methoden ca. vier Wochen gebraucht hätte.

Das Wasser der Stephanienpromenade z. B. wurde von Mitte October bis Anfang December 1874 ca. 18 Mal nach der französischen Methode, unter Berücksichtigung des damals ziemlich wechselnden niederen Wasserstandes des Rheines (Anfangs 7′ unter Mittel, am 13. November 1874 11′2″ unter Mittel), nach der gewichtsanalistischen Methode nur einmal vollständig untersucht, (das letztere allerdings verschiedene Male controllirt und ausserdem mit 6 weiteren Gesammtrückstandsbestimmungen versehen) und ergaben sich die festen Rückstände des Wassers nach:

Boudron & Boudet = 0,3103 pr. Liter (Mittel aus 18 Bestimmungen)

Gewichtsanalytisch = 0,3227 pr. Liter (Mittel aus 6 Bestimmungen bei 300° Cels.)

Differenz also 0,0124, ein Resultat, wie man es bei Berücksichtigung der nicht zu vermeidenden Beobachtungsfehler genauer sich nicht denken kann, und Sie werden mit mir übereinstimmen, dass dieses französische Verfahren, angewandt zur systematischen und statistischen Untersuchung eines ganzen Flussgebietes, der Umgebung einer Stadt u. s. w. in geübten Händen ein ganz ausgezeichnetes genannt werden muss.

Wie muss nun ein gutes Trinkwasser beschaffen sein?

Diese Frage ist, seitdem der Einfluss der Beschaffenheit von Boden, Luft und Wasser auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung nicht mehr geläugnet werden kann, immer und immer von Neuem wie-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deraufgeworfen und ihre Lösung von verschiedenen Seiten versucht worden. In neuerer Zeit sind in Betreff dieser Frage von verschiedenen Forschern, ich nenne Ihnen den bereits erwähnten Dr. Trommsdorff in Erfurt, Dr. Kubel in Braunschweig und Dr. Reichart in Jena grössere Arbeiten erschienen und dürfen, wenn auch die Ansichten über die zulässigen Quantitäten einzelner in dem Wasser eventuell vorkommender Substanzen hier und da von einander abweichen, doch die folgenden Grundsätze jetzt als allgemein anerkannt gelten.

Ein tadelloses Trinkwasser, also besonders ein zur Wasserversorgung einer Stadt dienendes, muss folgenden Anforderungen entsprechen:

1) Das Wasser muss klar, farblos und geruchlos sein.

2) Die Temperatur des Wassers darf in den verschiedenen Jahreszeiten nur innerhalb weniger Grade (4^0—6^0 C) schwanken.

3) Das Wasser darf nur wenige organische Substanzen und durchaus keine organisirte Materie (microscopische Pilze u. s. w.) enthalten.

4) Das Wasser darf kein Ammoniak, keine salpetrige Säure und nur geringe Spuren von Salpetersäure führen.

5) Im Wasser dürfen keine grösseren Mengen von Chloriden und Sulfaten sich vorfinden.

6) Das Wasser darf nicht zu hart sein und namentlich nicht grosse Mengen von Magnesiasalzen führen.

7) Das Wasser muss wohlschmeckend sein, d. h. es muss gelöste, sich beim Erhitzen entwickelnde Gase, besonders Sauerstoff und Kohlensäure enthalten.

Wie ersichtlich sind für die Beurtheilung der Beschaffenheit eines Trinkwassers besonders die Stoffe wichtig, welche eine vorhergehende Verunreinigung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

desselben durch mit faulenden organischen Substanzen geschwängerte ungehörige Zuflüsse zeigen.

Man hat weiter versucht, für die verschiedenen im Wasser möglicherweise vorkommenden Substanzen Grenzwerthe aufzustellen und ist hierbei im Ganzen zu folgenden Ergebnissen gelangt.

100,000 Theile eines guten Trinkwassers sollen

1) nicht mehr als 1—4 Thle. organ. Substanzen,
2) „ „ „ 0,4 „ Salpetersäure,
3) „ „ „ 0,2—1,8 Chlor,
4) „ „ „ 0,2—6,8 Schwefelsäure,
5) keine oder nicht bestimmbare Spuren von Ammoniak und salpetriger Säure enthalten und dürfen
6) nicht mehr als 10—50 Thle. feste Rückstände beim Verdampfen hinterlassen.
7) Die Härte eines guten Trinkwassers darf 33°—36° französische (= 18—20° Clark'sche) Härtegrade nicht überschreiten.

Diese Maximen sind aufgestellt worden, als man sich in neuerer und neuester Zeit, in richtiger Würdigung des Werthes von reinem Trinkwasser für Leben und Gesundheit der Einwohner, zur Einleitung von Wasser in die Städte, zur Herstellung von Wasserleitungen, zur Errichtung von Wasserwerken entschloss. Dass man für diesen Fall sehr grosse Ansprüche an das einzuleitende Wasser stellte und die Grenzwerthe so gering wie nur irgend möglich annahm, ist in der Natur der Sache begründet. Denn, wenn sich ein Gemeinwesen zur Anlage eines Wasserwerkes entschliesst, so ist die erste Bedingung, dass das aufzufindende oder herbeizuleitende Wasser weicher und reiner sei, als sämmtlich bisher in der Stadt benützten Wasser. Dann erst ist der Zweck eines Wasserwerkes erfüllt, dann erst werden die oft in die Millionen steigenden Anlagekosten eines solchen Unternehmens ihre Rechtfertigung finden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Etwas Anderes ist es jedoch und vollständig irrig, wenn man diese Grenzwerthe zur Beurtheilung der Trinkwasser einer Stadt anwenden will, die sich für den Bezug ihres Wasserbedarfes auf das Grundwasser angewiesen sieht. Ein solcher Versuch, unternommen in der Absicht, solche Brunnen, die den oben näher bezeichneten Grenzwerthen nicht entsprechen, als gesundheitsschädlich schliessen zu lassen, dürfte das Resultat haben, dass kaum ein Zehntel derselben als brauchbar erklärt würde.

Zu dieser meiner Behauptung ist gerade unsere Stadt die beste Illustration und erlaube ich mir, Ihnen in Nachfolgendem einen kurzen Ueberblick über die Beschaffenheit der hiesigen Trinkwasser zu geben, mit deren Untersuchung und Studium ich mich seit dem Jahre 1870 ununterbrochen beschäftige.

Ehe ich nun die analytischen Belege mittheile. möchte ich Ihnen eine allgemeine aber deutliche Uebersicht der massgebenden Ursachen verschaffen, die in letzter Instanz dem Trinkwasser unserer Stadt seinen eigenthümlichen Charakter aufdrücken.

Ich benutze hierzu einen Theil einer kleinen, von mir im Januar 1876 verfassten Arbeit, die unter dem Titel: **„Die projektirte Wasserleitung für die hiesige Stadt“** in dem genannten Jahre und Monate in dem „Mannheimer Journal“ veröffentlicht wurde

Es heisst dort unter Anderem:

Jedem aber, der sich auch nur in Etwas mit den hiesigen Brunnenwassern beschäftigt, muss zunächst die ungemeine Härte derselben im Allgemeinen und weiter die grosse Verschiedenheit der Härtegrade der einzelnen Wasser auffallen. Die Ursachen dieser unliebsamen Erscheinung lassen sich aber leicht erkennen, sie liegen zunächst in der unverhältnissmässig grossen Menge von Gebäudefundamentirungen, welche sich in dem von der Stadt bedeckten Raume, vermöge

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ihrer dichtgedrängten Bauart, in dem Boden eingesenkt finden und weiter in den enormen Massen Bauschutt, die zur Erhöhung des Bodens in den tiefer gelegenen Stadttheilen, sowie zur Ausfüllung der früheren Festungsgräben verwendet worden sind. Darüber lassen die schweren Schicksale, denen die Stadt gleich nach ihrer Gründung und während der ersten 83 Jahre ihres Bestehens verfiel, keinen Zweifel. Kaum 30 Jahre nach der Gründung wurden Stadt und Festung durch Belagerung und mehrmalige Einnahme schwer geschädigt; 1644 nahmen es die Baiern mit Sturm und brannten es vollständig mit alleiniger Ausnahme des Rathhauses nieder. Im Jahre 1689 endlich wurde dann Stadt, Festung und Citadelle durch die Räuber- und Mordbrennerbanden des allerchristlichsten Königs Ludwig XIV. von Frankreich dem strengsten Wortlaute nach in einen Schutt- und Steinhaufen verwandelt und schliesslich trug die im Anfange dieses Jahrhunderts begonnene und vollzogene Demolirung der Festung in grossartigem Massstabe zu diesem Verhältnisse bei, die noch weitere Zuflüsse durch die bei der gewöhnlichen Bauthätigkeit sich ergebenden Schuttmassen erhielten. Wenn man aber bedenkt, aus welchen Stoffen der Mörtel (Speis) zusammengesetzt wird und weiter nicht aus den Augen lässt, dass der dazu verwendete Kalk sich in dem Zustande befindet, in dem er am leichtesten im Wasser sich löst, so wird man die Tragweite eines solchen Einflusses nicht unterschätzen können. Die Brunnenwasser unserer Stadt geben darüber das vollgültigste Zeugniss.

Meine Versuche liessen alsbald erkennen, dass die in dem oberen Theile der Stadt gegründeten Brunnen weitaus die besten, d. h. weichsten sind. Dieser Theil des Bodens gehört aber der Region des Diluviums an, d. h. denjenigen Theilen des Rheinthalbodens, die zur Zeit der Bildung der blauen Lettenschichte das Wasser,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das über den Niederungen des Thales stand, überragte. Die Brunen darin, namentlich die des Schlosses, liefern ein Wasser, das unter den günstigsten Bedingungen nur 30° besitzt, im entgegengesetzten Falle aber bis zu 36° zeigt. Solche Brunnen finden sich noch in der Quadratreihe A und vielleicht auch noch in der dieser Reihe gegenüberliegenden Seite von B. An den Strassen zwischen B und C dagegen zeigen die öffentlichen Brunnen bereits eine Härte von 45°—52°—60° und äussert sich hierin bereits der Einfluss der ausgefüllten Gräben der ehemaligen Citadelle.

Die Härte der Brunnenwasser nimmt nun rasch und stetig zu und in der Quadratreihe H sind einzelne Brunnen, die die enorme Höhe von 105° erreichen. Dort haben auch die meisten künstlichen Bodenerhöhungen stattgefunden.

Diese Untersuchungen haben zwar Nichts ergeben, was nicht schon früher, im Grossen und Ganzen wenigstens, bekannt gewesen wäre, aber die Art der Feststellung der chemischen Bestandtheile der einzelnen Wasser gestattet zunächst eine Vergleichung derselben unter einander und daraus konnten dann diejenigen Folgerungen gezogen werden, die bereits oben näher bezeichnet sind.

Unter diesen Umständen drängt sich die Frage auf, wie wohl die ursprüngliche Härte unseres Grundwassers beschaffen war, ehe diese oben näher bezeichneten Missstände sich geltend machten. Um diese Aufgabe zu lösen, untersuchte ich zunächst der Stadt bis nach Neckarau in der Niederung freistehende Brunnen, von denen sicher anzunehmen war, dass sie von obigen schlimmen Einflüssen nicht berührt worden sind. Die Versuche ergaben mit kleinen Schwankungen eine Härte von 35°—37°, und man kann daher wohl dahin sich aussprechen, dass bei den hiesigen Brunnenwassern jeder weitere Härtegrad,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der diese ebengenannte Gradezahl übersteigt, durch den Einfluss der so unglücklich veränderten Bodenbeschaffenheit entstanden ist.

Als aber die Frage praktisch wurde, wo etwa ein besseres, d. h. weicheres Wasser behufs Errichtung einer Wasserleitung für Mannheim zu erhalten wäre, war aus den bisher geführten Untersuchungen klar zu erkennen, dass dies nur aus den Diluvialschichten der Fall sein könne. Ich suchte mich daher zunächst darüber zu verlässigen, von welcher Beschaffenheit die Wasser wären, die aus den Diluvialschichten der unteren Stadt erhalten werden können. Zur Beurtheilung dieser letztgenannten Schichten resp. der Bodenbeschaffenheit unserer Stadt überhaupt, fand sich bereits ein hinreichendes Material vor. Hierher gehören zunächst die Beobachtungen, die bei den Bohrversuchen zur Herstellung eines artesischen Brunnens auf dem Schillerplatze sich ergaben, sowie die, die bei der Herstellung der in der Stadt in Betrieb befindlichen fünf Bohrungen gemacht wurden.

Alle diese Bohrarbeiten ergaben aber übereinstimmend, bis in die erreichte Tiefe, nichts anderes, als die gewöhnlichen Diluvialbildungen, vom feinsten Flugsand bis zum derben Kies, und durchsenkte der Bohrer höchstens hie und da einmal ein vereinzeltes unbedeutendes Lettennest. Die nähere Untersuchung der aus ihnen gewonnenen Wasser dagegen ergab jedoch wichtige Resultate. Es ist daher nöthig, diese Tiefbohrungen etwas näher zu besprechen.

Es sind deren fünf an der Zahl, von denen sich die

1. auf dem Bellevuekeller		ca. 80′	tief,
2. im Hause O 5. 1		„ 75′	„
3. „ „	M 4. 2	„ 60—70′	tief.
4. „ „	G 6. 3	„ 72′	tief.
5. „ „	H 3. 15 u. 16	„ 105′	„ befindet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Von diesen allen ist die Beschaffenheit der zunächst befindlichen Bodenparthien nur bei denen von G 6. 3 und H 3. 15 und 16 bekannt geworden. Dort liegt die blaue Lettenschichte ca. 7′ unter der Oberfläche in einer Mächtigkeit von ca. 2′.

Weiter gestattet von diesen fünf Bohrungen nur die auf dem Bellevuekeller keine brauchbaren Beobachtungen, weil sie sich entweder in oder mindestens ganz dicht bei sehr bedeutenden Festungsgrabenausfüllungen befindet, die dort mit sehr gröblichem Material bewirkt sein müssen, denn es müssen sich bei ihr directe Zuflusskanäle aus dem Stadtgraben nach dem Bohrloche gebildet haben. Haben wir hohen Wasserstand und fliesst daher das Rheinwasser reichlich in den Graben, so zeigt das daraus geschöpfte Wasser kaum einige Härtegrade mehr als das Rheinwasser; unter umgekehrten Verhältnissen steigt aber die Härte des gewonnenen Wassers bis auf 36°.

Unter allen Bedingungen ist jedoch das Wasser nie ganz klar.

Dagegen sind die Wasser der übrigen Tiefbohrungen, bei denen man jedoch in richtiger Sacherkenntniss überall gusseiserne Leitungen vermieden und Saugröhren aus Kupfer verwendet hat, glänzend klar, ohne fremdartigen Geruch und Geschmack; von etwa später entstehendem Niederschlag ist keine Rede und, da z. B. die Bohrung in H 3. 15 ca. 96′ in das Diluvium reicht, so werden durch diesen thatsächlichen Zustand alle die ungünstigen Angaben des Herrn Director Dr. Vogelgesang direct widerlegt, die dieser in seinem Berichte über die aus dem Diluvium erbohrten Wasser in der 2. Wintersitzung des Vereins für Naturkunde gemacht hat (siehe Mannheimer Journal No. 341 Beilage vom 12. Dezember 1874.) Aber alle diese Wasser sind nur wenig weicher als die dicht bei ihnen aus gemauerten Schachten gewonnene; nur zeichnen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sie sich vor diesen durch einen geringeren Gehalt an schwefelsaurem Kalk (Gyps) vortheilhaft aus. Während z. B. die Tiefbohrung in G 6. 3 36° Härte zeigt, hat das Wasser des gemauerten Brunnens, unter sonst gleichen Umständen 42°. In H 3. 15 und 16 entsprechen sich die Zahlen 95° und 105°.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich daher unzweideutig, dass überall da, wo das Diluvium von der blauen Schichte und dem Alluvium überdeckt ist, die aus ihm erbohrten Wasser die gleichen Unzuträglichkeiten besitzen, die wir unsern gewöhnlichen Brunnenwassern anhaften sehen, und folgt daraus die wichtige Einsicht, dass überall in den Niederungen, zwischen dem Hochufer und unserer Stadt ein zu einer Wasserleitung taugliches Wasser, nicht gefunden werden kann, dass somit jeder Grund zu dort vorzunehmenden Bohrversuchen wegfallen muss.

Wir sehen uns daher an diejenigen Bodenerhebungen gewiesen, die unter dem Namen „Hochufer“ oder „Hochgestade“ bekannt sind, die in Beziehung auf unsere Stadt, Altripp gegenüber dicht am Rheine beginnend, sich in grossem Bogen und unter mehrfachen Krümmungen, Ausläufer nach verschiedenen Richtungen hin entsendend, an dem Relaishaus, Friedrichsfeld und Seckenheim vorbei nach dem Neckar hinziehen und an der Maulbeerpflanzung direct das Ufer desselben berühren.

Alle bisherigen Beobachtungen ergeben nun unzweideutig, dass im Allgemeinen in den Diluvialschichten die weichsten Wasser sich finden lassen; diejenigen über die Tiefbohrungen in der Stadt zeigen aber weiter, dass jene Schichten nicht mit solchen fremden überdeckt sein dürfen, die dem Wasser schlimme Eigenschaften zu verleihen vermögen. Ein solcher Erfolg wird aber auch dann eintreten, wenn

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die oberen Diluvialschichten selbst durch fremdartige Stoffe verunreinigt werden. Das ist aber überall da der Fall, wo die Oberflächen derselben vielleicht schon seit Jahrhunderten zum Landbau benützt werden. Derselbe erfordert die Anwendung grosser Dungmassen und durch diese müssen dem Boden in vielfacher Weise fremdartige Stoffe zugeführt werden, die dann die auffallenden atmosphärischen Niederschläge, sofern diese Stoffe in Wasser löslich sind, lösen und damit die tieferen Schichten imprägniren. Es empfiehlt sich daher ein derartiges Gelände durchaus nicht zu Bohrversuchen.

Dagegen scheint der Waldboden für die Auffindung eines gehörig weichen brauchbaren Wassers grosse Garantien zu bieten. Die Waldkultur verwendet keinen Dung; der Baum selber bedarf zu seiner Ernährung und zu seinem Gedeihen nur geringe Mengen mineralischer Stoffe, die, nebenbei bemerkt, zum grössten Theile auch den chemischen Gehalt unserer Brunnenwasser constituiren, und entzieht er dieselben dem Boden durch Vermittelung des Wassers. Es sind dies diejenigen Bestandtheile, die beim Verbrennen des Holzes oder überhaupt pflanzlicher Stoffe zurückbleiben und die unter dem Namen Asche bekannt sind. Alles Weitere, was er zu seinem Wachsthum, zur Herstellung seiner Organe bedarf, entzieht er der Luft in Gestalt von Kohlensäure. Seine Blätter athmen dieselbe während der Nacht ein und zersetzen sie am Tage unter Mitwirkung des Sonnenlichtes in der Weise, dass der abgeschiedene Sauerstoff der Luft zurückgegeben, der Kohlenstoff dagegen in Verbindung mit Wasser und den aus dem Boden bezogenen mineralischen Stoffen zur Erzeugung seiner Organe, der Wurzeln, des Stammes, der Rinde, der Aeste, der Blätter, Blüthen und Früchte verwendet wird. Sterben nun die Letzteren ab, so verfallen sie auf dem Boden dem Verwesungs-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

process, der Alles wieder als Endprodukt, in Wasser und Kohlensäure zersetzt, diese der Luft und die darin enthaltenen mineralischen Stoffe dem Boden wieder zurückgibt. Es ist daher an eine Verunreinigung des Waldbodens mit fremdartigen Stoffen nicht zu denken; eher dürfte bei dem Umstand, dass die grössere Masse des Holzerträgnisses meistens anderswo vernützt wird, die Annahme gestattet sein, dass durch diese Cultur die oberen Schichten gewissermassen in einen reineren Zustand versetzt werden.

Es bietet daher nur der Boden eines grösseren Waldcomplexes die meiste Garantie dafür, dass man ein hinreichend weiches, brauchbares Wasser finden wird.

Und weiter:

Ich habe bereits bei verschiedenen Veranlassungen darauf hingewiesen, dass besseres Wasser für unsere Stadt gleichbedeutend ist mit weichem Wasser. Die Stoffe, die die Härte verursachen, sind keineswegs dem menschlichen Körper schädlich, sie werden vielmehr mit den übrigen Nahrungsstoffen in ungleich grösserer Menge in denselben gebracht und finden sogar in seiner Oekonomie ihre Verwendung. Dagegen veranlassen sie zum häuslichen und gewerblichen Gebrauch mancherlei Unzuträglichkeiten. Es wird daher die grosse Ausgabe, die die Anlage eines Wasserwerkes verursacht, keineswegs völlig gerechtfertigt erscheinen, wenn nicht das möglichst Brauchbarste und Beste geboten wird, also sehr weiches Wasser. Diese Aufgabe wird aber erschwert durch die Beschaffenheit des Rheinthalbodens, der bis in uns noch gänzlich unbekannte Tiefen mit losen Geröllen erfüllt ist, die dem Durchgange des Wassers nur sehr geringen Widerstand entgegensetzen. Damit ist aber auch die Möglichkeit geboten, dass alle Einflüsse, erwünschte sowohl wie unerwünschte, sich mit Leichtigkeit darin verbreiten können. Zu denjenigen jedoch, die keineswegs unterschätzt werden dürfen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gehören die, welche die beiden Flüsse, Rhein und Neckar auf unser Grundwasser ausüben.

Das geht schon aus der allgemein bekannten Thatsache hervor, dass mit dem Steigen oder Fallen der Flüsse, der Wasserspiegel unserer Brunnen bis zu einem gewissen Grade sich hebt oder senkt, und dass bei lange andauernden hohen Wasserständen in den Kellern der tiefer gelegenen Stadttheile Quellwasser sich einfindet. Um jedoch Ihnen einen untrüglichen Massstab zur Beurtheilung dieser wichtigsten Einflüsse bieten zu können, theile ich noch das Folgende mit:

Bei mittleren und hohen Wasserständen zeigt, nach langjährigen Beobachtungen, der Rhein nie mehr als 11° Härte, bei tiefen (10′ und mehr unter Mittel) steigt dieselbe bis auf 16,2°, ein Erfolg, der bei der Wassermasse des Rheins ein sehr bedeutender genannt werden muss. Der Neckar dagegen hat bei mittleren und hohen Wasserständen 31°, bei tiefen, wie oben, 37,5°. Wenn von irgend etwas gesagt werden kann, Zahlen sprechen, so findet bei diesen Verhältnissen jener Ausspruch seine vollste Berechtigung.

Ich glaube Ihnen hiermit, so ausführlich wie irgend möglich die versprochene Uebersicht gegeben zu haben, und wende mich nun den analytischen Belegen zu.

Ich habe mir in Vorstehendem es angelegen sein lassen, Ihnen in Kürze die Momente mitzutheilen, die den Trinkwassern unserer Stadt und ihrer nächsten Umgebung ihr charakteristisches Gepräge aufdrücken.

In Nachfolgendem lege Ihnen 859 Analysen von dem Wasser unserer Flüsse, der Umgebung unserer Stadt und der Brunnenwasser in derselben vor. Die Zahlen sind Mittelzahlen aus Untersuchungen, bei denen alle möglichen Einflüsse, wie Jahreszeit, Temperaturwechsel, hoher und tiefer Stand unserer Flüsse u. s. w. im Laufe von ca. 8 Jahren auf's genaueste beobachtet und verwerthet sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Anzahl der Untersuchungen resp. Brunnen	Gesammt-Härte nach Boudron & Boudet (Dr. Trommsdorff) in Graden.	Bleibende Härte nach Boudron & Boudet (Dr. Trommsdorff) in Graden.	Gesammtrückstand bei 180 C⁰ im Liter
A. Wasser unserer Flüsse.			
18 Untersuchungen Rhein	11,0⁰—16,4⁰	5,5⁰— 8,5⁰	0,098 – 0,139
18 Untersuchungen Neckar . . .	31,0 — 37,4	17,0 — 23,0	0,39 —0,53
B. Brunnen des Hochgestades.			
16 Brunnen . . .	26,5—30,8	4,0—18	0,25—0,368
C. Brunnen der Niederung.			
32 Brunnen . . .	36—39	4—22	0,33—0,56
D. Brunnen der Stadt.			
12 Brunnen . .	26,5—29,8	10 —16	0,28—0,36
29 „ . .	30,2—39,5	9 —32	0,34—0,48
96 „ . .	41,0—49,6	10 —33,6	0,48—0,61
145 „ . .	50 —59,7	13,2—45,6	0,59—1,19
230 „ . .	60 —69,2	23 —49	1,1 —1,48
152 „ . .	70 —79,7	29 —50	1,3 —1,64
48 „ . .	80 —88,4	34,2—52	1,5 —1,82
63 „ . .	91,2—105	40,4—59	1,79 – 2,83

Hierzu ist zu bemerken, dass die 12 Brunnen, die 26,5—29,8⁰ Gesammthärte zeigen, vermöge ihrer Lage mit dem Wasser des Rheines in Verbindung stehen (durch Infiltration). Den niedersten Gesammthärtegehalt innerhalb der Stadt zeigen die Schlossbrunnen und die eines Theiles der oberen Stadt, beginnend mit 30,2⁰. Die Gesammthärte der Brunnen der inneren Stadt schwankt also von 30,2⁰ bis 105⁰; die bleibende Härte von 9⁰ bis 59⁰; der Gesammtrückstand von 0,34 gr. bis 2,83 pr. Liter.

Was die hauptsächlichen Bestandtheile betrifft, die unsere Brunnenwasser zu solchen harten machen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so sind dieselben Kalk (meistens als kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk) und Magnesia, sowie Natron und Kali, verbunden mit Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und Kohlensäure. Vereinzelt finden sich Phosphorsäure und hie und da Schwefelwasserstoff.

Als Verunreinigungen treffen wir ausser den sog. organischen Substanzen, Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure.

Um Ihnen von dem Auftreten dieser einzelnen Bestandtheile ein kleines Bild zu geben, lasse ich, mich möglichst an die gegebenen sub. La. D. näher bezeichneten Brunnen anlehnend, einige Analysen folgen.

Ein Brunnen mit 30,5° Gesammthärte, 20,5° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk	= 0,1169.
Magnesia . . .	= 0,0344.
Chlor	= 0,03285.
Schwefelsäure .	= 0,0410.
Gesammtrückstand	= 0,3081.

Ein Brunnen von 34° Gesammthärte und 21,4° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk	= 0,1288.
Magnesia . . .	= 0,0425.
Chlor	= 0,0541.
Schwefelsäure .	= 0,0738.
Gesammtrückstand	= 0,3875.

Ein Brunnen von 37,8° Gesammthärte und 25,7° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk	= 0,1568.
Magnesia . . .	= 0,0493.
Chlor	= 0,0781.
Schwefelsäure .	= 0,0843.
Gesammtrückstand	= 0,4531.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ein Brunnen von 41,4° Gesammthärte und 24,2° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,1449.
Magnesia . . . = 0,0538.
Chlor . . . . = 0,0891.
Schwefelsäure . = 0,0966.
Gesammtrückstand = 0,4966.

Ein Brunnen von 45° Gesammthärte und 11° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,1938.
Magnesia . . . = 0,0391.
Chlor . . . . = 0,0768.
Schwefelsäure . = 0,0870.
Gesammtrückstand = 0,5730.

Ein Brunnen von 49° Gesammthärte und 19° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2160.
Magnesia . . . = 0,0556.
Chlor . . . . = 0,0920.
Schwefelsäure . = 0,1033.
Gesammtrückstand = 0,5887.

Ein Brunnen von 52,0° Gesammthärte und 26,0° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2198.
Magnesia . . . = 0,0569.
Chlor . . . . = 0,1387.
Schwefelsäure . = 0,1607.
Gesammtrückstand = 0,7871.

Ein Brunnen von 56,0° Gesammthärte und 41,0° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2230.
Magnesia . . . = 0.0846.
Chlor . . . . = 0,1536.
Schwefelsäure . = 0,1862.
Gesammtrückstand = 1,0835.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ein Brunnen von 61,2° Gesammthärte und 29,5° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2243.
Magnesia . . . = 0,0756.
Chlor . . . . = 0,1935.
Schwefelsäure . = 0,1517.
Gesammtrückstand = 0,9989.

Ein Brunnen von 66,4° Gesammthärte und 27,8° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2474.
Magnesia . . . = 0,0785.
Chlor . . . . = 0,1216.
Schwefelsäure . = 0,0827.
Gesammtrückstand = 1,1152.

Ein Brunnen von 69,2° Gesammthärte und 32,0° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2884.
Magnesia . . . = 0,0773.
Chlor . . . . = 0,1667.
Schwefelsäure . = 0,2099.
Gesammtrückstand = 1,4128.

Ein Brunnen von 72,2° Gesammthärte und 37,2° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2520.
Magnesia . . . = 0,1030.
Chlor . . . . = 0,1976.
Schwefelsäure . = 0,2641.
Gesammtrückstand = 1,5952.

Ein Brunnen von 75,4° Gesammthärte und 45° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2565.
Magnesia . . . = 0,0919.
Chlor . . . . = 0,2624.
Schwefelsäure . = 0,3690.
Gesammtrückstand = 1,6018.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ein Brunnen von 80° Gesammthärte und 34,5° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,2850.
Magnesia . . . = 0,0882.
Chlor . . . . = 0,2098.
Schwefelsäure . = 0,1963.
Gesammtrückstand = 1,5570.

Ein Brunnen von 84,4° Gesammthärte und 40,0° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,3106.
Magnesia . . . = 0,1029.
Chlor . . . . = 0,2104.
Schwefelsäure . = 0,1602.
Gesammtrückstand = 1,7038.

Ein Brunnen von 88,4° Gesammthärte und 46,0° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,3340.
Magnesia . . . = 0,1086.
Chlor . . . . = 0,2216.
Schwefelsäure . = 0,2538.
Gesammtrückstand = 1,7685.

Ein Brunnen von 90,4° Gesammthärte und 54,6° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,3545.
Magnesia . . . = 0,0786.
Chlor . . . . = 0,4457.
Schwefelsäure . = 0,4467.
Gesammtrückstand = 2,7653.

Ein Brunnen von 94° Gesammthärte und 38,4° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk . . . . = 0,3258.
Magnesia . . . = 0,1034.
Chlor , . . . = 0,2716.
Schwefelsäure . = 0,2985.
Gesammtrückstand = 1,7935.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ein Brunnen von 98,8° Gesammthärte und 50,5° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk	= 0,3783.
Magnesia . . .	= 0,1056.
Chlor	= 0,2922.
Schwefelsäure .	= 0,3188.
Gesammtrückstand	= 2,7932.

Ein Brunnen von 105° Gesammthärte und 59° bleibender Härte enthält im Liter

Kalk	= 0,3986.
Magnesia . . .	= 0,1094.
Chlor	= 0,3101.
Schwefelsäure .	= 0,3216.
Gesammtrückstand	= 2,8305.

Diese sämmtlichen als Beispiele aufgeführten Analysen sind die Mittelzahlen aus je 3 zu verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen Wasserständen unserer Flüsse gemachten Versuchsreihen und ersehen Sie daraus, dass die Gehaltszahlen schwanken und zwar wie folgt:

Kalk	von	0,1169—0,3986.
Magnesia . . .	„	0,0344—0,1094.
Chlor	„	0,0328—0,4457.
Schwefelsäure .	„	0,0410—0,4467.
Gesammtrückstand	„	0,3081—2,8305.

Dies gilt von den Brunnen in der eigentlichen Stadt; ausserhalb derselben sind die Verhältnisse bedeutend bessere.

Was nun die organischen Substanzen, salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak angeht, so kommen dieselben gleichfalls sehr verschieden vor und zwar: die organischen Substanzen von 0,0113—0,1352 pr. Liter.

Die meisten hiesigen Wasser enthalten davon im Mittel 0,0350—0,0498, im Sommer bis 0,0580.

Salpetrige Säure ist in vielen Brunnen qualitativ nachzuweisen, doch betragen diese Spuren kaum $^1/_5$—$^1/_{10}$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at
Milliontel. Wenn es mir gelang, einigermassen bedeutende Mengen nachzuweisen, so war der Brunnen, wie dann die Untersuchung des Schachtes u. s. w. ergab, meistentheils auf grobe Weise verunreinigt.

So fand ich zum Beispiel:
in einem Brunnen, der auf der Stelle, wo früher Jahrzehnte lang ein Pferdestall gewesen 0,0040 Salpetrige Säure im Liter; weiter in einem Brunnen einer hiesigen Metzgerei, dessen Wasser ein wahres Sammelsurium dieser Verunreinigungen zeigte 0,0062 im Liter; schliesslich in einem Brunnen, in dem, als nach gemachter Analyse der Schacht untersucht wurde, man eine verendete Katze fand, 0,08 im Liter u. s. w.

Salpetersäure findet sich in unseren Brunnen fast ausnahmslos, von 0,00053 — 0,4438 pr. Liter. Auch hier sind die grösseren Mengen durch grobe, von aussen herkommende Einflüsse hervorgerufen. Im Durchschnitt zeigen unsere sämmtlichen Brunnenwasser 0,0085—0,0360, im Sommer 0,0100—0,0650 pr. Liter; also bedeutend mehr als die oben aufgestellten Grenzzahlen gestatten.

Bekanntlich hat die Ermittelung und quantitative Bestimmung der Salpetersäure besonderen Werth wegen der Wichtigkeit derselben als Zersetzungsprodukt stickstoffhaltiger organischer Körper. Sie erzeugt sich in den lockeren, der Luft zugänglichen oberen Schichten als Oxydationsprodukt und wird, wie leicht nachzuweisen ist, ihre Entstehung namentlich durch Alkalien bedeutend befördert. Nach Boussingault sollen kalkhaltige Quellen mehr Salpetersäure enthalten wie kalkarme, und diese Vermuthung dürfte durch unsere hiesigen Terrainverhältnisse speciell in der Stadt, eine starke Unterstützung erhalten. Selbstverständlich trägt unser sehr verunreinigter Untergrund, aus dem wir unser Trinkwasser beziehen, hierzu redlich das Seine bei.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Im Allgemeinen scheint aber der etwas grosse Salpetersäuregehalt, wie ihn, wie oben gezeigt, unsere Brunnen im Mittel enthalten, keine schädlichen Wirkungen auszuüben; wenigstens geht dies aus den allgemeinen Gesundheitsverhältnissen unserer Stadt hervor. Ich habe weiter eine ziemliche Anzahl Wasser hiesiger Stadt aus Häusern, in denen Typhus herrschte und wo die Vermuthung nahe lag, dass das Trinkwasser die Ursache sei, untersucht, und in 99 von 100 Fällen keinen grösseren Gehalt von Salpetersäure gefunden, als wie es im hiesigen Brunnenwasser im Mittel vorkommt.

Ich habe weiter sogar Wasser analysirt, in denen

0,1708
0,2337 } per Liter Salpetersäure sich vorfand,
0,2809

ohne dass die Consumenten derselben Beschwerden davon hatten, oder dass gar durch den Genuss dieser Wasser veranlasst, Typhus ausbrach.

Dagegen fand ich in einzelnen Wassern

0,3280
0,4120 } per Liter Salpetersäure und stammten
0,4438

dieselben aus Häusern, in denen Typhus grassirte.

(Sämmtliche Salpetersäureuntersuchungen sind nach der Methode von Marx ausgeführt worden.)

Ich glaube, aus dem Gesagten wohl den Schluss ziehen zu dürfen, dass man im Allgemeinen das Auftreten der Salpetersäure im Trinkwasser für gefährlicher hält, als dies der Fall ist. Aber nichtsdestoweniger bin ich der Ansicht, dass die Grenzzahl für diese Verunreinigung sehr nieder zu setzen ist, und würde sich für Mannheim dieselbe auf 0,0250—0,0600 per Liter stellen.

Von Ammoniak sind weitaus die meisten Brunnenwasser völlig frei, nur hie und da zeigen sich unbe-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deutende Spuren. Wo wirklich Ammoniak bestimmter und in grösseren Mengen auftritt, hat eine von aussen kommende grobe Verunreinigung stattgefunden.

Wenn Sie nun die gegebenen Zahlenbelege mit den als Grenzzahlen aufgestellten Werthen vergleichen, so ersehen Sie auf den ersten Blick, dass es ein Ding der Unmöglichkeit ist, dieselben in ihrer ganzen Schärfe zur Beurtheilung eines Trinkwassers wie das unserer Stadt anzuwenden. Denn auf Grund dieser Grenzzahlen wären mindestens $^4/_5$ aller Wasser zu verwerfen.

Es dürfte sich daher für die in der Stadt befindlichen Brunnen empfehlen, von dem Gehalt an Kalk, Magnesia, Chlor, Schwefelsäure, Gesammtrückstand u. s. w., welche Bestandtheile von der Lage des Brunnens und dem Terrain abhängig sind, bei einer polizeilichen Untersuchung resp. Beurtheilung des Wassers gänzlich abzusehen und das Hauptaugenmerk auf den Gehalt an organischen Substanzen, Ammoniak, Salpetriger Säure und Salpetersäure zu richten. Anderen Falles müsste man für die einzelnen Rayons Normalzahlen von Kalk u. s. w. aufstellen, eine Arbeit, die sehr schwierig wäre und die trotzdem auf eine absolute Richtigkeit kaum Anspruch machen könnte, da ein Ineinandergreifen der verschiedenen Einflüsse, wie ich ausführlich oben nachgewiesen, oftmals stattfindet und dadurch die charakteristischen Erscheinungen der Bodenformation vermischt werden.

Als Grenzwerthe für die Verunreinigungen im Wasser wären dann anzunehmen

Im Liter:

Organische Substanzen . .	0,04—0,06.
Salpetersäure	0,04—0,06.
Ammoniak . . } Salpetrige Säure }	höchstens spurenweise.

Dies gilt für bereits vorhandene Brunnen. Bei Neuanlagen könnte man entsprechend strenger sein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht des Mannheimer Vereins für Naturkunde

Jahr/Year: 1878-1883

Band/Volume: 41-49

Autor(en)/Author(s): Bissinger Karl

Artikel/Article: Die Trinkwasser Mannheims 88-112