

B. Trieb- und Flusswasser.

Die Untersuchung der grösseren Flüsse ist ein Mal möglichst vollständig auszuführen, die wünschenswerthen wiederholten Prüfungen an mehreren, nicht zu nahe gelegenen, Stellen, besonders wo örtliche Zuflüsse, durch Städte, Fabriken u. s. w., schädliche Stoffe zuführen können, nehmen sodann nur auf die für gewerbliche und medicinische Zwecke wichtigen Theile Rücksicht.

Die Untersuchungen des Wassers der Bäche und kleineren Flüsse sind gewöhnlich auf die einzelnen, für die mehrfach erwähnten Zwecke wichtigen Bestandtheile zu beschränken, wenn nicht eine gleichzeitige Verwendung als Trinkwasser in grösserem Massstabe vorliegt.

II.

Gang der Untersuchung.

A. Füllung des Wassers.

Die Füllung oder Sammlung der Wasserproben durch die leitenden Chemiker würde sowohl sehr zeitraubend, sowie namentlich kostspielig sein und kann, bei einigermassen vorsichtiger Ausführung, eben so entsprechend von Laien bewerkstelligt werden, jedoch werden sich auch leicht geeignete Sachverständige finden lassen, wie die Herren Physicatsärzte, andere Aerzte und Apotheker.

Für gewöhnlich genügt für jedes Wasser eine Füllung von drei Weinflaschen.

Zur Füllung müssen vollständig reine Flaschen und zum Schluss derselben reine, am Besten neue Korke verwendet werden. Die Flaschen sind vorher mit grobem Sande und Wasser zu reinigen, einige Male mit dem zu untersuchenden Wasser auszuspülen und dann erst zu füllen. Nach der Füllung werden sie mit dem Physicats- oder Ortssiegel verschlossen.

Bei Pumpbrunnen muss erst längere Zeit Wasser ausgepumpt werden, ehe die Füllung bewerkstelligt wird, um das hier aufgesammelte Wasser ohne mögliche Verunreinigung der Brunnenröhre zu erlangen.

Die Bestimmung der Wärmegrade des Wassers kann durch unmittelbares Eintauchen des Thermometers geschehen, bis zu gleichbleibendem Stande der Quecksilbersäule; bei Pumpbrunnen ist wiederum erst nach längerem Pumpen eine grössere Menge für die Ermittlung zu gebrauchen, etwa 1 Eimer voll oder so lange Wasser in nicht zu schwachem Strahle auf das Thermometer zu pumpen, bis der gleichbleibende Wärmegrad erreicht ist.

Es dürfte geeignet sein, für die sich oft wiederholenden Füllungen eine allgemeine kurze Anleitung zu geben und zu versenden von folgender Fassung:

Anweisung zur Füllung der Wasserproben.

Von jeder zur Untersuchung einzusendenden Wasserprobe sind je 3 Weinflaschen zu füllen.

Die Flaschen werden vorher mit etwas grobem Sande und etwa $\frac{1}{3}$ Wasser mehrere Minuten lang anhaltend geschüttelt, gut ausgespült und müssen dann sich vollständig klar, durchsichtig und rein zeigen. Hierauf werden sie mit dem zu füllenden Wasser 2—3 Mal ausgespült, vollständig gefüllt, wieder entleert und nun erst wieder gefüllt mit neuen Korken verschlossen. Zuletzt ist das Siegel der Physicats- oder Ortsbehörde aufzudrücken.

Nur ganz reine Flaschen dürfen zur Füllung verwendet werden.

Jede Flasche muss eine genaue Bezeichnung des Inhaltes erhalten und die die Füllung leitenden Personen haben die in folgendem Schema aufgeworfenen Fragen zu beantworten, resp. das Schema auszufüllen:

1. Bezeichnung des Wassers (Laufbrunnen, Pumpbrunnen, Quelle, Bach, Fluss, Teich) mit genauer Angabe des Namens oder der Nummer und des Ortes, wo die Wasserprobe entnommen wurde, sowie das Datum der Füllung.
2. Ursprung der Quelle mit Berücksichtigung der Gebirgsformation.
3. Einfluss der Jahreszeit oder des Wetters auf die Stärke und den Stand des Wassers.

4. Schädliche Zuflüsse der nächsten Umgebung und Angabe der vorliegenden Erfahrungen (epidemische Krankheiten).
5. Ort und Zustand der Fassung der Quelle, Abschluss gegen die Einflüsse der nächsten Umgebung.
6. Besondere Bemerkung über Geschmack, Geruch, Wärme- grade oder sonstige Beschaffenheit des Wassers.*)

B. Chemische Untersuchung.

Der Gang derselben wird durch die in der ministeriellen Verfügung angegebenen Gesichtspuncte wesentlich bestimmt, resp. vereinfacht, da die Ermittlung aller Bestandtheile des Wassers für die meisten Fälle ohne wesentliche Bedeutung sein würde.

Die Grundlagen der Untersuchung ergeben sich aber aus den vielfachen neueren und neuesten Erfahrungen über Wasserprüfungen.

Die Wiener Wasserversorgungscommission sprach im Jahre 1864 die Schlussfolgerungen ihrer Arbeiten in folgenden Anforderungen an ein „gesundes Wasser“ aus¹⁾:

1. „Ein in allen Beziehungen tadelloses Wasser muss klar, hell und geruchlos sein.
2. Es soll nur wenig feste Bestandtheile enthalten und durchaus keine organisirten.
3. Die alkalischen Erden in Summa dürfen höchstens 18 Th. Kalk in 100,000 Th. Wasser entsprechen (0,180 grm. Kalk im Liter.)
4. Die für sich in Wasser löslichen Körper dürfen nur einen kleinen Bruchtheil der gesammten Wassermenge betragen, besonders dürfen keine grösseren Mengen von Nitraten und Sulfaten vorkommen.
5. Der chemische Bestand, so wie die Temperatur soll in den verschiedenen Jahreszeiten nur innerhalb enger Grenzen schwanken.
6. Verunreinigende Zuflüsse jeder Art sollen fern gehalten werden.

*) Diese Instruction ist von der Verlagsbuchhandlung einzeln zu beziehen.

1) Weltzien, Karlsruher Brunnen. S. 10.

7. Den gestellten Anforderungen genügt nur ein weiches Quellwasser, dieses ist allein zur Trinkwasserversorgung geeignet.

8. Die Industrie bedarf für ihre Zwecke ein Wasser von nahezu derselben Beschaffenheit.

9. Filtrirtes Flusswasser, wenn es jederzeit frei von Trübungen erhalten werden kann, ist zu den Gewerbebetrieben geeignet, aber wegen der nicht erfüllten Bedingungen in 5 und 6 als Trinkwasser nicht anwendbar.

10. Zur Bespritzung und Reinigung der Strassen taugt jedes Wasser, das geruchlos ist und keine erheblichen Mengen von faulenden Substanzen enthält.“

Diesen Anforderungen wird sich jeder Sachverständige anschliessen und bedürfen dieselben nur in den Einzelheiten einer weiteren Auseinandersetzung.

Ad. 2. „Es soll nur wenig feste Bestandtheile enthalten und durchaus keine organisirten.“

Ueber den Nachsatz dürfte kein Zweifel auszusprechen sein, nur bedarf die Untersuchung frisches Wasser, da bei Stehen während einiger Tage sich sehr bald Organismen erkennen lassen, namentlich Monaden, Amoeben, endlich zahlreich Diatomeen. Ich habe diese Organismen nach längerem Stehen in völlig gutem Trinkwasser gefunden, in schlechtem und nachweislich gefährlich wirkendem allerdings in höchst auffällig verstärktem Masse.

Bei stärker hervortretenden Erscheinungen dieser Art dürfte es angezeigt sein, die Hülfe eines besonderen Sachverständigen in Anspruch zu nehmen.

Die festen Bestandtheile eines Wassers sind durch Bestimmung des Trockenrückstandes zu ermitteln; die Trockentemperatur darf nicht unter 100° und nicht über 150° C. betragen.*)

So wenig die einfache Ermittlung des Trockenrückstandes Folgerungen auf die Mischung der anderweiten Bestandtheile gestattet, so giebt sie dennoch einen vergleichenden Einblick, namentlich bei der Untersuchung nahe liegender Quellen.

*) Vergleiche die spätere Bestimmung.

Der Brüsseler Sanitätscongress¹⁾ nahm an, dass ein Wasser nicht mehr gesund sei, wenn es mehr als 5 Theile festen Rückstand für 10,000 Theile Wasser ergibt (0,5 im Liter), jedenfalls ist dieser Anhaltepunct zu gebrauchen, wenn auch nicht als entscheidendes Urtheil.

In 10 Brunnen Leipzigs fand Langbein²⁾ einen Trockenrückstand von 0,7—2,6 pro Liter, in 9 Brunnen der Vorstadt 0,565—1,350. Das Wasser der neuen Wasserleitung enthielt 0,205 und dasjenige der Pleisse 0,235 Rückstand.

O. Reich³⁾ findet in einer grossen Zahl der Berliner Brunnen 0,426—2,757 Trockenrückstand (bei 120° C.).

Die kalkreichen Quellen der Umgebung von Jena enthalten 0,17—0,4 Th. Trockenrückstand im Liter, Saalwasser 0,09, Quellen bei Buttstädt = 0,25—0,59, gypsreiche Quellen derselben Gegend = 2,1—2,8; sehr reines Gebirgswasser vom Thüringer Wald zeigte 0,016—0,073, aus Schlesien 0,050 Trockenrückstand.

Die Vergleiche ergeben zunächst die annähernde Richtigkeit der Anforderungen des Brüsseler Sanitätscongresses. Von den Brunnen Leipzigs und Berlins entspricht fast keiner dem Verlangen von höchstens 0,5 gm. festen Rückstandes im Liter Wasser, dagegen genügen unsere Kalkquellen noch gut, zeigen sich die gypsreichen Quellen der Umgebung von Buttstädt direct verwerflich.

Die Bestimmung des bei 100° C. getrockneten Rückstandes der Wasserproben ist als Vergleich bei sonst übereinstimmenden Verhältnissen zu gebrauchen und gestattet in diesem Falle oft die Unterlassung weiterer Untersuchungen.

Wasser, welche mehr als 0,5 gm. festen Rückstand in 1 Liter enthalten, sind, bei der sonstigen Kenntniss der Bestandtheile aus nahe gelegenen Beispielen, nicht weiter zu untersuchen und zu verwerfen für Genuss, wie für Gewerbe.

1) Weltzien S. 10.

2) Untersuchung der Wasser Leipzigs 1868.

3) Die Salpetersäure im Brunnenwasser und ihr Verhältniss zur Cholera. Berlin 1869.

Wasser, welche nur 0,1—0,2 grm. festen Rückstand pro Liter ergeben, oder noch weniger (Gebirgswasser), sind als sehr rein zu bezeichnen und wenn namentlich die Prüfung auf organische Substanz das gleich günstige Urtheil ergiebt, einer ausgedehnteren Untersuchung nicht zu unterwerfen.

Einfluss der Gebirgsformation.

Wie schon unter I, Wahl des Materiales (S. 1), angedeutet wurde, sind die geognostischen Verhältnisse der Umgegend zu berücksichtigen und wird denselben in der folgenden Zeit gewiss eine grössere Bedeutung bei der Beurtheilung der reinen Quellwasser mit Recht eingeräumt werden müssen.

Bei der Beurtheilung des Wassers für gesundheitliche und gewerbliche Zwecke sind namentlich für die unmittelbar folgenden Fragen mehrere Gesichtspuncte zu unterscheiden. Die sog. Grenzzahlen gestatten im Allgemeinen eine Verurtheilung der Wasser bei Ueberschreitung derselben und sind für diesen Zweck unentbehrlich, müssen jedoch den fortschreitenden Untersuchungen entsprechend wiederholt der Prüfung und Sichtung unterworfen werden.

So sicher nun die Auffindung von Ammoniak oder grösserer Mengen von Salpetersäure, organischer Substanz u. s. w. ungehörige Beimischungen beweist, so verschieden werden die Mengen von Kalk, Talkerde, Schwefelsäure bei anderer Gebirgsformation auftreten und sind diese Verhältnisse auch bei den einzelnen Bestandtheilen noch zu erwägen. Während bei Kalk- oder Dolomitformation und sonst völlig reinen Quellen die normalen Härtegrade noch bedeutend überschritten werden, würde ein Gehalt von 18 Th. Gesamtkalk in der Granitformation nur durch locale Verhältnisse Erklärung finden können oder auf ganz ungehörige Einwirkungen hinzeigen.

Es wird deshalb in den meisten Fällen nothwendig sein, als Grundlage für die Beurtheilung der Zusammensetzung von Brunnenwasser u. dergl. vorher möglichst reine Quellen derselben umgebenden Gebirgsformation zu untersuchen und diese als Anhaltspunct für die weitere Prüfung hinzustellen.

Hinsichtlich des Abdampfrückstandes fand ich in Mittelzahlen bei Quellen

der Granitformation . .	2,44 Th.
des Buntsandsteines . .	12,5 — 22,5 Th.
des Muschelkalkes . .	41,8 Th.
der Gypsformation . .	bis 236,5 Th.

Selbst bei den härtesten — sonst reinen — Quellen der dolomitischen Gebirge wurde die Grenzzahl 50 Th. Abdampfrückstand in 100,000 Th. (0,500 im Liter) Wasser nicht überschritten.

Organische Substanz.

Durch Glühen des Trockenrückstandes nach wiederholtem Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak kann eine relative Bestimmung der organischen Substanz ausgeführt werden. Die Wiener Anforderungen berühren diesen Punct gar nicht oder nur sehr oberflächlich, was jedenfalls in dem Mangel der damals (1864) noch nicht bekannten anderweitigen Untersuchungen und Erfahrungen beruht.

Die zweite, ausgebreiteter angewendete Methode, organische Substanzen zu ermitteln, beruht auf der Anwendung und Zersetzung des übermangansauren Kalis, wobei ein Theil des letzteren Stoffes zur Zersetzung von 5 Theilen organischer Substanz¹⁾ gebraucht wird.

Nach Pettenkofer darf ein trinkbares unschädliches Wasser nicht mehr als 5 Th. durch übermangansaures Kali zerstörbare organische Substanz auf 100,000 Th. Wasser enthalten; Kubel²⁾ gestattet höchstens 3—4 Th. organische Substanz.

Nach meinen Untersuchungen beträgt die Menge der organischen Substanz in reinen Quellen meistens nur 0,5—1,0—1,5 Th.

1) Nach Wood, Kubel u. A. s. Fres. Zeitschrift f. anal. Chemie 1867. S. 254.

2) Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunsch. 1866. S. 26.

für 100,000 Th. Wasser und steigt keineswegs bei verunreinigtem Wasser gleichlaufend der Salpetersäure, dem Chlor u. s. w., so dass bei grösserer Quantität, wie überall, die örtlichen Verhältnisse Aufschluss geben müssen, z. B. bei sumpfiger Lage, in Niederungen mit dergleichen Umgebung.

Die sehr zahlreichen Untersuchungen von Wasser der Pumpbrunnen zu Weimar, Eisenach, Apolda, Leipzig, welche an Salpetersäure und Chlor ganz bedeutende Mengen ergaben, erwiesen bei der organischen Substanz gewöhnlich nur bis 2 Th., selten bis 4 und nur in einzelnen wenigen Fällen erreichten sie die Zahl 5,0, dagegen wurden bei einer schwachlaufenden versumpften Quelle in dem Dorfe U. bei Weimar, welche sonst an Kalk, Talkerde, Chlor und Schwefelsäure verhältnissmässig sehr rein war, 21,9 Th. organischer Substanz und Salpetersäure nur in Spuren gefunden.

Nimmt man demnach reine Quellen als Vorbild des zu erstrebenden Zieles, z. B. bei Wasserleitungen, so würde die Grenzzahl für organische Substanz auf 1—2 und noch niedriger zu stellen sein; bei Uebertragung der Frage auf gesundheitliche Verhältnisse dagegen würde ein starker Gehalt — 3—5 Th. — organischer Substanz zwar unter allen Verhältnissen zu verwerfen sein, eine geringere Menge aber keineswegs ein brauchbares Wasser beweisen. Es leuchtet ein, dass die Güte oder Verwerflichkeit eines Wassers nie durch eine einseitige Bestimmung eines bestimmenden Theiles festzustellen ist, nur die schlechte Beschaffenheit kann durch auffälligen Mehrgehalt erkannt werden.

Die Bestimmung der organischen Materie durch Glühen des Trockenrückstandes wird um so ungenauer bei Anwesenheit grösserer Mengen von kohlensaurer Magnesia oder von Nitraten, so dass dann nach allseitigen Beobachtungen diese Ermittlung ohne alle Bedeutung ist.

Bei Wasser, welches diese Theile nur in geringer Menge enthält, stimmen sehr oft die Resultate, durch Glühverlust oder übermangansaures Kali erhalten, gut überein.

Kubel fand an organischer Substanz ¹⁾ in 100,000 Th. Wasser:

	I.	II.	III.
durch Glühverlust	2,20	6,00	11,30
„ übermangans. Kali	2,14	6,25	6,80,

gewiss waren bei III. die angeregten Uebelstände in grösserem Maasse vorhanden.

Bei salpeterreichen Quellen aus Leipzig fand ich an organischer Substanz in 100,000 Th. Wasser:

	I.	II.	III.	IV.	V.
durch Glühverlust	23,0	25,0	9,0	4,0	2,25
„ übermangans. Kali	9,2	10,7	3,7	4,82	1,57
Salpetersäuregehalt	14,31	14,88	2,36	0,51	0

IV. ist filtrirtes Katzbachwasser aus Schlesien, V. ein sehr reines Quellwasser aus derselben Gegend. Man sieht, dass die Ermittlung des Glührückstandes nur unter besonderen Umständen brauchbare Resultate ergeben kann und es deshalb dem Ermessen des Chemikers überlassen bleiben muss, diese Bestimmung zu gebrauchen, oder zu verwerfen.

Die Anwendung des übermangansauren Kalis ist jedoch auch mit grossen Bedenken behaftet, wie namentlich Frankland ²⁾ erwiesen hat, immerhin halte ich dieselbe als die bis jetzt nicht zu umgehende Bestimmung der organischen Substanz, namentlich bei sanitätlichen Zwecken.

Nach den sehr zahlreichen Versuchen, welche ich dieser Prüfung widmete, empfehle ich, ohne auf die Vergleichung weiter einzugehen, die von Kubel modificirte und verbesserte Methode ³⁾ der Anwendung von übermangansaurem Kali in schwefelsäurehaltigem kochenden Wasser, wodurch die etwa vorhandene salpetrige Säure entfernt wird und sehr übereinstimmende Resultate erhalten werden. Der einzige Zusatz, welchen ich für wesentlich erachte,

1) Kubel, Anleitung S. 25.

2) Dingl, Polyt. Journ. 1866, Bd. 17. S. 224.

3) W. Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunschweig 1866. S. 23. Fres. Zeitschr. 1867. S. 252 und in diesem Werke den Artikel Prüfung des Wassers: Organische Substanz.

ist, nicht nur 100 C. C. des zu untersuchenden Wassers zu verwenden, sondern 500; namentlich bei sehr reinen Wassern zu empfehlen.

Durch die Beseitigung der salpetrigen Säure, eines erheblichen und gerechten Einwandes bei Verwendung des übermangansauren Kalis, wird diese Methode so brauchbar, dass die Resultate nur auf vorhandene organische Substanz bezogen werden können, sie sind für die sanitätliche Beurtheilung um so wichtiger, als die verbrauchte Menge von übermangansaurem Kali sicher erweist, wie viel sauerstoffbedürftige, der Aufnahme desselben äusserst geeignete Substanzen vorhanden sind und dass diese der Gesundheit, dem Athmungsprocesse, nur nachtheilig sein können, dürfte ausser Zweifel liegen.

Weltzien¹⁾ bestimmte die organischen Substanzen durch Elementaranalyse, unter Abdampfen mit etwas Schwefelsäure, E. Peligot schlägt die organische Substanz durch Eisenchlorid, basisches essigsaures Bleioxyd u. s. w. nieder und bestimmt sie im Niederschlage, F. Schulze wendet übermangansaures Kali²⁾ in alkalischer Lösung an u. s. w. Ohne auf die weiter eingreifende Kritik einzugehen, will ich nur bemerken, dass durch Abdampfen mit Schwefelsäure gerade bei den vorhandenen organischen Substanzen sehr bedeutende Umänderungen und Verflüchtigungen eintreten müssen, dass die Methode von Peligot z. B. den Kohlensäuregehalt des Eisenoxydhydrats nicht in Rechnung zieht und dass bei Zusatz von Alkali (F. Schulze) auch organische Kalk- u. s. w. Verbindungen mit niedergeschlagen werden müssen.

Halten wir die von Kubel und Pettenkofer angegebene Menge organischer Substanz einstweilen als geeignet zur Beurtheilung fest, so ist als Grenze für der Gesundheit nicht nachtheilige Wasser der Gehalt von 3—5 Th. organische Substanz in 100,000 Th. Wasser gegeben.

1) Die Brunnenwasser Carlsruhe's.

2) Die Rostocker Brunnenwasser.

Jenaer Wasserleitung enthielt in 100,000 Th. des Wassers 1,42, bei Trübung nach längerem Regen 3,4 Th.; Quellwasser aus Liegnitz erwies 1,57 Th.; Brunnenwasser aus Ammerbach bei Jena (Typhusepidemie) 4,38 u. 8,10 Th., Leipziger Brunnenwasser 3,7—10,7 Th. u. s. w.

Ergiebt demnach bei sonst nicht auffälligen qualitativen Reactionen ein Wasser weniger als 50 Th. festen Rückstand (vielleicht 10—20 oder weniger) und weniger als 5 Th. organische Substanz in 100,000 Th. Wasser, so ist dasselbe als medicinisch gut zu bezeichnen und sind weitere Untersuchungen für diesen Zweck zu unterlassen.

Dieser Ausspruch ist jedoch thatsächlich örtlich zu modificiren; gefasste reine und laufende Quellen enthalten durchgehends nicht einmal 1 Th. organische Substanz auf 100,000 Th. Wasser (0,010 im Liter) und wiederholt war es bei vergleichenden Versuchen möglich, Verunreinigungen der Quellen durch Steigerung der organischen Substanz gegenüber den eigentlich reinen Quellen zu beweisen, z. B. Schadhafteigkeit der Röhrenleitung oder der Fassung der Quellen.

Wie schon erwähnt ist der Ausdruck organische Substanz ein willkürlich eingeführter und bedeutet eigentlich nur die Menge des verbrauchten übermangansauren Kalis; die dadurch oxydirten Stoffe sind keineswegs genauer bekannt. Die Bezeichnung organische Substanz hat sich jedoch fast überall eingebürgert und wird nicht leicht zu verdrängen sein; richtiger ist es aber, unmittelbar die bei dem Versuche verbrauchte Menge des übermangansauren Kalis anzugeben oder die in demselben vorhandene Menge Sauerstoff, welche zur Oxydation verwendbar ist (disponibler Sauerstoff).

Die Berechnung hat die Oxalsäure zu Grunde gelegt und dann auf die Bezeichnung organische Substanz übertragen.

1 Th. übermangansaures Kali entspricht nach dieser Annahme 5 Th. organischer Substanz und 2 Th. übermangansaures Kali enthalten 0,505 Th. zur Oxydation verwendbaren Sauerstoff.

Wird demnach bei dieser Bestimmung der Verbrauch an übermangansaurem Kali mitgetheilt z. B. 1 Th. für 100,000 Th.

Wasser = 0,010 G. für das Liter, so wird diese Menge mit 5 zu vervielfältigen sein, um den bisher üblichen Ausdruck organische Substanz zu erhalten. Oder man setzt für 1 Th. übermangansaures Kali 0,2525 verfügbaren Sauerstoff in Rechnung (für 0,010 G. im Liter 0,002525 G.); die so erhaltene Menge verbrauchten Sauerstoffs giebt vervielfältigt mit 3,96 das verbrauchte übermangansaure Kali und mit 19,8 die sog. organische Substanz.

Hält man als gebräuchliche Grenzzahl die Menge von 1—5 Th. organische Substanz (0,01—0,05 G. im Liter) fest, so würden die gleich reinen Wasser 0,2—1,0 Th. übermangansaures Kali für 100,000 Th. Wasser verbrauchen dürfen (0,002—0,010 G. für das Liter) und dies entspräche wiederum 0,0505—0,2525 Th. verfügbaren Sauerstoff (0,000505—0,002525 G. für das Liter Wasser).

Ad. 3 des Wiener Gutachtens: „Die alkalischen Erden in Summa dürfen höchstens 18 Th. Kalk in 100,000 Th. Wasser entsprechen (0,180 grm. im Liter).“

Zur Beurtheilung der Sachlage dürfte am geeignetsten ein Einblick in die Kalkwasser der hiesigen Gegend sein.

Bei der Berechnung wird die gefundene Talkerde auf Kalk erhoben, 1 Th. Talkerde ist äquivalent 1,382 Th. Kalk, oder abgerundet 1,4 Th., so dass die gefundene Talkerde mit 1,4 erhoben werden muss, um Kalk zu repräsentiren.

Es enthalten in 100,000 Th. Wasser an Kalk (incl. Talkerde):

Quelle bei Jena. — Garten der Neumühle	21,4	} H. Ludwig, Archiv der Pharmacie Bd. 115, S. 193.
„ „ „ — oberhalb der Papier- mühle	17,3	
Saalwasser im Paradiese	4,5	
„ bei Naschhausen	5,8	
Brunnen in Lichtenhain	9,8	} E. Reichardt.
Quelle aus Schlesien	1,6	
„ „ Sonneberg	0,5	
„ „ Gera (dolomitische Sandsteinformation)	17,5	
„ „ Altenburg (Porphyrfornation)	9,6	
Katzbachwasser, Schlesien	6,2	

Die Zahl 18 entspricht allerdings den hohen Zahlen, welche bei Quellen der Kalkformation oder des Dolomites erhalten werden, kann jedoch auch noch etwas überschritten werden. Liegen gypshaltige Quellen vor, oder Bittersalz haltende, so steigen die Zahlen sehr bedeutend, ja die Quelle der Neumühle bei Jena enthält nach H. Ludwig in 100,000 Th. Wasser 6,3 Th. Schwefelsäure oder 10,7 wasserfreien Gyps, diejenige der Papiermühle nur 1,7 Schwefelsäure und 3,7 schwefelsauren Kalk, so dass die Steigerung des Kalkes über 18 dem Gypsgehalte zugeschrieben werden kann. Den Kalk des Gypses bei beiden Quellen abgerechnet, enthalten, Gesamtmenge des Kalkes und Talkerde: Neumühle 17,0 Th. — Papiermühle 16,1 Th.

Gyps und Bittersalz haltende Quellen ergaben in 100,000 Th. Wasser Gesamtkalk (incl. Talkerde):

		Schwefel- säure	
Wasser d. Klingenteichs b. Buttstädt	93,6	116,4	} Rückholdt, Arch. der Pharm. Bd. 115, S. 209.
Quelle aus d. sog. Kunst „ „	96,9	115,8	
„ am Kleffer „ „	106,1	125,8	
Pumpbrunnen auf der Windhebe „ „	107,5	133,3	
Wasser bei den Teufelslöchern, Jena	87,3	121,0	Wackenroder, Arch. d. Pharm. Bd. 72, S. 9.

Die Zahlen beweisen deutlich, dass die als Grenze gegebene Grösse 18 Th. Kalk pro 100,000 Th. Wasser sehr geeignet ist, jedoch durch weitere, meistentheils nur qualitative Prüfung erforscht werden muss, ob eine grössere auffällige Menge Schwefelsäure vorhanden ist, in welchem Falle die Untersuchung auf diese mit einzugehen hat.

Die neueren Untersuchungen ergeben, dass im Kalkgebiete, namentlich wo Talkerde zutritt, die Formation dolomitisch wird, diese Härtegrade 18 oder Gesamtkalk noch bedeutend überschritten werden, ohne dass man von Verunreinigungen des Wassers reden kann, oder Gyps und dergl. in abnormer Menge zutreten.

Die Mittelzahlen aus einer Reihe von Analysen ergeben bei Kalk einen Gehalt von 0,97 Th. in 100,000 Th. Wasser der Granitformation, 7,30 bei buntem Sandstein, 12,4—14,0 bei dolomitischen Kalken; die dabei gleichzeitig auftretende Talkerde ergab: Granitformation 0,25 Th., bunter Sandstein 4,8, dolomitische Kalke 6,5, so dass der Gesamtkalk oder die Härte betragen würde: Granit 1,3, bunter Sandstein 13,7, dolomitische Kalke 21,5—23,1.

Es ist hervorzuheben, dass diese Zahlen sich auf sonst reine Quellwasser beziehen und Mittelzahlen sind; dass sehr bedeutende Verschiedenheiten sich bei ein und derselben Formation zeigen können, ist eben so leicht denkbar, z. B. bei dem Sandsteine, dessen Bindemittel gewöhnlich die festen Bestandtheile dem durchströmenden Wasser, den daraus entspringenden Quellen abgeben, die bekanntlich äusserst verschiedener Natur sind.

Die Wasserleitung von Jena enthält Wasser aus der höher liegenden reinen Kalkformation, sehr wenig tiefer liegen die bunten Sandsteine und gypsführenden Mergel, denen meistens härteste Gypswasser entquellen.

H. Ludwig fand bei früherer Untersuchung an Gesamtkalk, wie oben erwähnt, 17,3 Th. in der die Leitung speisenden Quelle oberhalb der Papiermühle, neuere Untersuchungen in Jena am Ausfluss ergaben mir 16,9 und 16,7 Th., demnach sehr gut übereinstimmend, letztere bestehen aus 11,2 Th. Kalk und 3,96 Th. Talkerde; die Menge der vorhandenen Schwefelsäure beträgt dabei wenig über 1 Th. (für 100,000 Th. Wasser), Chlor in Spuren (0,37 Th.).

Sehr reine Quellen der Umgegend von Weimar enthalten 12,4 Th. Kalk, 6,5 Th. Talkerde = Gesamtkalk (Härte) 21,5 und gleichfalls nur 1,5 Th. Schwefelsäure, wie Spuren von Chlor.

Ein laufender Brunnen bei Apolda ergab 10,4 Th. Kalk, 10,5 Th. Talkerde = Gesamtkalk 25,1, dabei 0,49 Th. Chlor und 2,4 Th. Schwefelsäure.

Diese Beispiele werden genügen, um den Beweis zu liefern, dass sonst völlig reine Wasser eine weit grössere Härte besitzen können, als die Zahl 18, welche demnach sehr relativ, dem

Ursprunge der Wasser entsprechend, aufzufassen ist, immerhin aber schon äusserst hartes Wasser betrifft, für Gegenden, welche eben weicheres zu liefern im Stande sind.

Ad. 4 des Wiener Gutachtens: „Die für sich im Wasser löslichen Körper (des Abdampfrückstandes? Rdt.) dürfen nur einen kleinen Bruchtheil der gesammten Salzmenge betragen, besonders dürfen keine grösseren Mengen von Nitraten und Sulfaten vorkommen“.

Die für sich im Wasser löslichen Salze sind in normalen Fällen die Chloride, schwefelsauren und salpetersauren Salze, weshalb die Bestimmung derselben auch mit der Ermittlung der Chlorwasserstoffsäure, Schwefel- und Salpetersäure zusammenfällt.

Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure.

Wenn die qualitative Prüfung nur die gewöhnlichen Spuren beider Säuren ergibt, ist sowohl die quantitative Bestimmung derselben unnöthig, wie auch diejenige der Alkalien, die dann regelmässig damit verbunden sind.

Die gewöhnlich vorkommenden Mengen von Chlor im Quell- und Flusswasser schwanken circa zwischen $\overline{0,2-0,8}$ Th. pro 100,000 Th. Wasser und ergeben dann qualitativ nur Trübungen bei der Abscheidung des Chlorsilbers; grössere Mengen sind auffällig und bei Steigerung um so bemerkenswerther, als es dann nicht mehr gleichgültig sein kann, in welcher Verbindung das Chlor vorhanden ist.

Es enthielten in 100,000 Theilen:

Saalwasser bei Jena	0,6 Th. Chlor.
Quellwasser bei Buttstädt	0,3—0,58
„ vom Thüringer Wald	0,15—0,21
„ von Gera	0,58
„ von Altenburg	0,43—0,64
Bittersalzquelle bei Jena	1,01
Gypsquellen bei Buttstädt	0,46—35,70.

Die Menge der Schwefelsäure schwankt in gutem Quellwasser leicht zwischen 0,2 — 6,3 Theilen pro 100,000 Th., obgleich die grössere Zahl ziemlich hoch gegriffen erscheint, bei Gewässern der Kalkformation aber vorkommt und da scheinbar ohne Nachtheil als Genusswasser Verwendung findet. Eine Steigerung der Schwefelsäure über 6,3 Theilen ist sowohl bedenklich hinsichtlich der medicinischen Wirkung des schwefelsauren Natrons, Kali's oder der Talkerde, wie technisch bei grösserer Menge von Gyps oder Bittersalz.

Es enthielten in 100,000 Theilen:

Quellwasser von Jena	1,7 — 6,3 Th. Schwefelsäure
„ „ Buttstädt	0,4 — 0,7 „ „
„ „ Orlamünda	4,44 „ „

sämmtlich aus der Kalkformation.

Quellwasser vom Thüringer Wald (Granit)	0,15 — 0,21
„ von Altenburg (Porphyr und Thonschiefer)	0,7 — 2,9
„ von Rudolstadt, nachtheilig bei Brauerei	9,90
Gypsquelle von Orlamünda, desgl.	36,2 — 81,4

Noch grössere Quantitäten von Schwefelsäure finden sich bei der Betrachtung des Gesamtgehaltes an Kalk oben angegeben.

Fliessende Wasser, Bäche und Flüsse, enthalten gewöhnlich weniger Schwefelsäure, auch Kalk, als die umliegenden Quellen, weil eine Menge von Salzen bei dem weiteren Laufe abgeschieden und entfernt werden, so enthält die Saale bei Jena 1,88 Th., bei Dornburg (H. Ludwig) 2,93 Th. in 100,000 Th.

Salpetersäure.

Die Ermittlung dieser Säure ist von besonderer Bedeutung für die Beurtheilung eines Genusswassers, indem die Quellen normal äusserst wenig oder nichts davon enthalten und einigermaßen grössere Mengen sicher andeuten, dass von Aussen Infiltrationen stattfinden, welche in der Zerstörung, Oxydation stickstoffhaltiger organischer Substanzen begründet sind und daher immer darauf hinzeigen, dass schädliche Einflüsse nicht mehr fern gehalten sind.

Ganz abgesehen von der jedenfalls nicht gleichgültigen medicinischen Wirkung einiger salpetersauren Salze, z. B. der salpetersauren Talkerde*), wenn sie ununterbrochen als Nahrung mit aufgenommen wird, giebt uns die Salpetersäure, mit der gleichzeitigen Ermittlung der organischen Substanz, nach der jetzigen Sachlage die geeignetste Handhabe, äussere Einflüsse auf Quellen zu controliren. Einmal erwiesen, ist die Annahme nicht zu umgehen, dass je nach Jahreszeit oder sonst geeigneten Verhältnissen die Verunreinigungen der Quellen äusserst wechseln und von gefährlicher Natur werden können.

In dem Wiener Berichte wird eine Menge von 4 Theilen Salpetersäure auf 1,000,000 Th. Wasser¹⁾ (0,004 im Liter) schon als bedenklich erachtet.

Quellwasser aus Liegnitz enthielt keine Salpetersäure, Katzbachwasser von ebendasselbst 5,06 Theile in 1 Million Theilen, dagegen fand O. Reich, in seinem oben citirten Werke nachzusehen, in den Berliner Brunnenwässern bis 675 Th., (Gerichtsstrasse 24, S. 47), sehr oft 2—3—400 Th. und bringt sogar diese Steigerung in directes Verhältniss mit der Sterblichkeit der Choleraepidemie von 1866, so, dass diejenigen Districte, welche die schlechtesten, salpeterreichsten Brunnen enthalten auch die grösste Sterblichkeit aufweisen.

Indische Brunnenwässer enthielten nach R. Haines (O. Reich S. 49) bis 2417 Th. Salpetersäure.

Die hohen Zahlen, welche die Resultate von O. Reich bei der Bestimmung der Salpetersäure ergeben, waren Veranlassung, zur Controle der Bestimmungen, wie der Methoden, verschiedene Brunnenwasser Leipzigs, welche gleichfalls O. Reich geprüft hat, nochmals zu untersuchen und erhielt ich nachstehende Resultate:

1) In dem Wiener Bericht ist angegeben, dass die purgirende Wirkung der Wasser direct proportional sei dem Gehalte salpeters. Magnesia und salpeters. Kalis. (O. Reich S. 62).

2) O. Reich S. 65.

Salpetersäure in 1 Million Theilen Wasser.

Brunnen in Leipzig	O. Reich	Reichardt	
		Als Ammoniak best., nach Siebert	Als Stickoxyd., nach Schlösing
Rosspatz	347	143	147
Dorotheenstrasse	70	—	148
Gerberstrasse	255	—	24
Tauchaer Strasse	324	182	184
Bettelbrunnen	331	—	236
Burgstrasse	213	—	51
Magdeburger Bahnhof	65	—	13
Wasserleitung	—	—	12

Es kann nicht erwartet werden, dass Brunnen in verschiedenen Zeiten gleiche Verhältnisse zeigen, namentlich an sicher infiltrirten Substanzen, die grossen, jedenfalls zu verwerfenden Mengen Salpetersäure erhalten aber vollkommene Bestätigung.

Ein offenbar für die Gesundheit der Thiere nachtheilig befindener Brunnen in Roda ergab mir in 1 Million Theilen Wasser 300 Th. Salpetersäure und 6,7 Th. Ammoniak.

Nach diesen Resultaten ist die Bestimmung der Salpetersäure unbedingt nothwendig, sobald Infiltrationen organischer Substanzen erforscht werden sollen und genügt nur bei nahe liegenden Vergleichen eine qualitative Prüfung, in den meisten Fällen, namentlich bei sanitätlich bedenklichen Vorkommnissen, muss die quantitative Bestimmung ausgeführt werden.

Die Ermittlung des Ammoniaks ist verhältnissmässig von geringerer Bedeutung. Meine Untersuchungen ergaben bei Quellwasser, auch Salpetersäure haltenden, z. B. denjenigen in Leipzig, kein Ammoniak. Die gleichen Resultate erhielt F. Schulze in Rostock und C. Schmidt in Dorpat¹⁾. Weltzien (S. 19) fand in keinem einzigen Wasser Carlsruhe's auch nur eine Spur von Ammoniak. O. Reich findet zwar kleine Mengen, jedoch giebt die Methode den Stickstoffgehalt überhaupt an. Demnach würde,

1) Unter 100 Brunnenwässern, welche C. Schmidt in Dorpat untersuchte, waren nur 2, bei welchen er in 100,000 Th. mehr als 2 Theile Ammoniak fand, die meisten enthielten nicht über $\frac{1}{2}$ Millionstel, viele noch weit weniger (Schulze die Brunnenwässer Rostocks S. 2.)

abgesehen von der qualitativen, meist jedoch auch unnöthigen Prüfung, die quantitative Bestimmung nur in seltenen Fällen, bei besonderen Veranlassungen, zu bewerkstelligen sein.

Auch die neueren Untersuchungen bestätigen vollkommen, dass das Ammoniak nur vorübergehend und auch dann nur in sehr geringer Menge vorkommt, so dass die Bestimmung für gewöhnlich unterlassen werden kann. Die sehr zahlreichen Prüfungen der Erfurter Brunnen und namentlich zu wiederholten Malen in verschiedener Jahreszeit ergaben bei Weitem in den meisten Fällen kein Ammoniak oder eine verschwindend kleine Menge, auf 1 Million Theile Wasser 0,006 — 0,59 Theile (nach den mir vorliegenden Notizen), beweisen demnach sehr gut die auch von anderen Chemikern erhaltenen Resultate.

Um so wichtiger ist der Nachweis der Salpetersäure, weshalb meine Untersuchungen zunächst darauf hinausgingen, die angenommene Grenzzahl 0,4 für 100,000 Th. Wasser zu controliren. Hierzu bot die Kalkformation insofern die beste Gelegenheit, als dieselbe die normale Erzeugung der Salpetersäure begünstigen und erhöhen soll. Die reinsten Quellen — auch durch die anderweitige Mischung als solche charakterisirt — ergaben nicht mehr als 0,0675 Th. Salpetersäure für 100,000 Th. Wasser; oder in einer Million Th. gestattet die Wiener Commission 4 Th. Salpetersäure, die reinsten Quellen der Kalkgegend bei Weimar und Jena enthielten nur 0,675 Th. Bei laufenden Brunnen wurde überhaupt nur 2 Mal unter zahlreichen Versuchen mehr Salpetersäure, als die Grenzzahl gestattet, nachgewiesen, aber auch gleichzeitig der Fehler der Leitung, welcher sofort gehoben werden konnte.

Die Salpetersäure ist in ihrem Ursprunge bei grösserer Menge sicher nur auf organische stickstoffhaltende Materien zurückzuführen und als das bleibende Product der langsamen Oxydation zu betrachten: sie steht aber in keinem Verhältniss zu der Menge der vorhandenen organischen Substanzen, da diese eben als frische, jüngste Verunreinigung auftreten.

Ein im Walde befindlicher Teich, mit Blättern reichlich bedeckt, aber auch reinigende Wasserpflanzen in Massen bietend, ergab an organischer Substanz (für 100,000 Th. Wasser) nur 5,5 Th., an Salpetersäure 0,27 Th.

Teichwasser in einem Dorfe, welches äusserst arm an Wasser war, und wo sich Regenwasser und Düngertheile in dem stehenden Wasser, gewöhnlich ohne allen Abzug, aufspeicherten, enthielt an organischer Substanz (im August) 75,1 Th., an Salpetersäure 0,20 Th., Chlor = 5,7 Th., Schwefelsäure = 1,9 Th., Härte = 9,4 Grade; Ammoniak war nicht vorhanden. Das Wasser bietet nicht die Gelegenheit zur Oxydation der stickstoffhaltigen organischen Materien, wie die lockere, dem Gaszutritt geeignetere Erde, dagegen hatten sich Kalk- und Talkerde, gegenüber dem vorhandenen Kalkgebiete, grösstentheils abgeschieden.

Ebenso wenig ist die Steigerung der Salpetersäure im Wasser mit einer gleichzeitigen Vermehrung der Chloride und schwefelsauren Salze in ein directes Verhältniss zu bringen, obgleich sie sehr häufig zutrifft. Bei genauer Untersuchung und Beurtheilung eines Wassers für gesundheitliche Zwecke ist deshalb immer die Prüfung auf alle die sog. massgebenden Bestandtheile nöthig, obgleich die Nachweisung der Salpetersäure in abnormer grösserer Menge jedenfalls den untrüglichen Beweis liefert, dass unstatthafte Zuflüsse, welche leicht schädlich werden können, stattfinden.

Deshalb genügt es sehr häufig und erleichtert sehr wesentlich die Untersuchung, das Wasser nur qualitativ, mittelst der unten angegebenen Brucinreaction zu prüfen. Tritt hierbei die Reaction deutlich ein, so ist das Wasser jedenfalls zu verwerfen, bei schwacher Reaction wird unter Umständen noch die quantitative Bestimmung folgen müssen.

Ad. 5 und 6 des Wiener Gutachtens: „Der chemische Bestand, so wie die Temperatur soll in den verschiedenen Jahreszeiten nur innerhalb enger Grenzen schwanken. Verunreinigende Zuflüsse jeder Art sollen fern gehalten werden.

So wichtig diese Angaben sind, haben sie doch keine directe Beziehung für die erste chemische Untersuchung, sondern für später fortgesetzte Beobachtungen.

Nothwendig führen die jetzt schon so verbreitet bewerkstelligten Prüfungen der Wasser zu der unmittelbar damit in

Verbindung stehenden Frage nach Beschaffung von reinem Wasser, Quellwasser, gewöhnlich durch Wasserleitung. Bei dem Aufsuchen der Quellen bietet das Thermometer die besten Aufschlüsse, und sollten diese Prüfungen an Ort und Stelle nie ohne ein solches, genaues Instrument vorgenommen werden. Sehr bald wird bei einer grösseren Zahl von Messungen die die Umgegend charakterisirende Wärme der Quellen erkannt; Schwankungen führen sofort zu weiteren Untersuchungen und geben sehr schätzenswerthe Einblicke in die lokalen Verhältnisse.

Quellen, welche von den Einflüssen der nahegelegenen Erdschichten frei sind, in ihrem Wasserzuflusse demnach ferner gelegenen und grösseren Gebieten zugehören, zeigen gleiche Temperatur, auch in verschiedenen Jahreszeiten, oder höchst unbedeutende Schwankungen, gewöhnlich nur in Zehntelgraden bemerkbar. Höhere Temperatur beweist leicht tieferen Ursprung u. s. w.

Das Verlangen der Bestimmung der Temperatur hat demnach Bedeutung für die Kenntniss der äusseren Verhältnisse der Quellen und der Abschluss der verunreinigenden Zuflüsse, welcher unbedingt zu verlangen ist, kann sehr häufig vorläufig durch die dann constant bleibende Temperatur der Quelle erkannt werden.

Ad. 7 und 8. „Den gestellten Anforderungen genügt nur ein weiches Quellwasser, dieses ist allein zur Trinkwasserversorgung geeignet. Die Industrie bedarf für ihre Zwecke ein Wasser von nahezu derselben Beschaffenheit“.

Hier zuerst geschieht eine gleichzeitige Erwähnung der Anforderungen für gewerbliche Zwecke, wobei auch der Ausdruck weiches Wasser gebraucht wird. Für die Mischung eines guten Trinkwassers wurden bei sehr verschiedenen Substanzen schon Grenzen der Menge ausgesprochen, welche nicht ohne Nachtheil für die Güte überschritten werden dürften. Mit wenigen Ausnahmen gelten die gleichen Erfordernisse auch für die Verwendung des Wassers in der Technik.

Je reiner das Wasser an festen Bestandtheilen ist (Abdampfrückstand), um so geeigneter für die Speisung der Dampfkessel, für Gerberei, Brauerei, Färberei u. s. w., nur einige Arten der Färberei (z. B. Türkischroth, Weltzien S. 33) gebrauchen sogen.

harte Wasser, ingleichen finden letztere local in der Brauerei günstige Verwendung. Weltzien bemerkt an gleichem Orte hinsichtlich des Gypsgehaltes, dass man sogar die Ansicht ausgesprochen habe, ein bedeutender Gypsgehalt des Wassers, sei für die Güte des Bieres nothwendig. Nach meinen Erfahrungen ist dies nur unter ganz besonderen Umständen möglich, in den meisten Fällen (in Erfurt, Gotha, Rudolstadt), wo Wasser sich als untauglich für Brauerei ergaben, lag der erwiesene Fehler in der grösseren Menge des Gypses. Ein stärkerer Gehalt an kohlensaurem Kalk ist gleichfalls für Quellen des Malzes, wie Gährung nachtheilig, kann aber einfach durch längeres Kochen des Wassers verbessert werden. Für die Speisung der Dampfkessel und dergleichen ist sowohl der kohlensaure Kalk nachtheilig, da sich derselbe beim Kochen bald pulverig, bald fester ablagert, wie besonders der schwefelsaure Kalk, der im Allgemeinen die Grundlage der Kesselsteinbildung abgiebt.

Man sieht, dass bei Wasser für gewerbliche Zwecke weniger auf organische Substanzen, Salpetersäure oder Chloride Bedeutung gelegt wird, obgleich eine auffällige Steigerung derselben jedenfalls auch von wesentlichem Einfluss sein würde, als auf den Kalkgehalt (Kalk incl. Talkerde) und die Menge des Gypses.

Mit einer für diese Zwecke vollständig genügenden Genauigkeit können diese Substanzen durch Seifenlösung ermittelt werden, und bezeichnet man die Untersuchung als Prüfung auf die Härte des Wassers; zu bemerken ist, dass weiche Wasser natürlich auch als Genusswasser die geeignetsten bleiben, dass aber diese Prüfung die Güte eines Trinkwassers nicht allein erweisen kann.

In Deutschland nimmt man als Härtegrade 1 Theil Gesamtkalk (incl. Talkerde) auf 100,000 Th. Wasser an, in England 1 Th. auf 125,000 (1 grain kohlensauren Kalk auf 70,000 grain Wasser = 1 Gallone), in Frankreich endlich 1 Th. kohlensauren Kalk auf 100,000 Th. Wasser oder 1 Th. Kalk auf 178,571 Th. Wasser.

5 englische Härtegrade sind gleich 4 deutschen

100 französische „ „ „ 56 „

In England bezeichnet man Wasser als

weich bei 3 — 5 Graden = deutsche Grade 2,5 — 4

ziemlich hart „ 6 — 10 „ = „ „ 5 — 8

hart bei 10 Graden = deutsche Grade 8
 sehr hart „ 15 „ = „ „ 12

Jenaer Wasserleitung ergab Härtegrade 15; sehr reines Gebirgs-
 wasser 2,7.

Man unterscheidet ferner permanente Härte von absoluter
 und temporärer.

Die directe Bestimmung der Härtegrade ergibt die absolute
 Härte des Wassers.

Durch längeres Kochen ($\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden) scheidet man
 hierauf die grösste Menge des kohlensauren Kalkes und der
 kohlensauren Talkerde aus und bestimmt sodann nochmals die
 permanente Härte. Die bleibende Härte beruht namentlich auf
 leicht zersetzbaaren schwefel- oder chlorwasserstoffsäuren Verbindungen
 der Kalk- und Talkerde, sie ist die nachtheiligste für
 Gewerbe. Die temporäre Härte wird durch die Differenz beider
 Bestimmungen der absoluten und permanenten Härte erhalten.

Sehr häufig beruht die bleibende Härte auf dem schwefel-
 sauren Kalke allein, was aus der weiteren Constitution des
 Wassers leicht ersehen werden kann, wenn z. B. nur die gewöhn-
 lichen Spuren Chlor vorhanden sind und der Kalk im reichlichsten
 Maasse. Z. B. enthielt die äusserst starke, un gefasste Lottenquelle
 bei Weimar: organische Substanz = 0,873, Salpetersäure = 0,135,
 Chlor = 0,371, Schwefelsäure = 120,8, Kalk = 73,8, Talkerde =
 10,4; nur Kalk und Schwefelsäure finden sich, den hier vor-
 kommenden Kalkquellen gegenüber in auffallender Masse vor.
 Bei diesem häufigen Vorkommen kann man die bleibende Härte
 unmittelbar aus der Schwefelsäure berechnen, indem man die
 Menge der letzteren mit 0,7 multiplicirt, die erhaltene Zahl
 entspricht der äquivalenten Menge Kalk = Härte.

Ebenso kann dann die Schwefelsäure sofort Anhalt geben
 für den Bedarf an kohlensaurem Natron, um den vorhandenen
 Gyps zu zersetzen, für den Gebrauch des Wassers zur Speisung
 der Dampfkessel u. s. w.

1 Theil Schwefelsäure gebraucht 1,32 Th. trockenes kohlen-
 saures Natron, calcinirte Soda, oder 3,57 Th. krystallisirtes kohlen-
 saures Natron, käufliche krystallisirte Soda.

Weltzien fand in Carlsruher Brunnen 12,8—33,98 absolute Härte und 3^o,3—12^o,9 permanente Härte.

Nach F. Schulze gebrauchen 1 Th. Gesamtkalk (oder 0,714 Talkerde) 12 Theile Seife, wonach sich der Verlust bei Waschen u. s. w. leicht aus den Härtegraden berechnen lässt.

Es versteht sich von selbst, dass die Bestimmung der Härten des Wassers nur bei solchen, für technische Zwecke wichtigen Proben stattfindet.

Ad. 9 und 10 des Wiener Gutachtens: „Filtrirtes Flusswasser, wenn es jederzeit frei von Trübungen erhalten werden kann, ist zu dem Gewerbebetriebe geeignet, aber wegen der nicht erfüllten Bedingungen von 5 und 6 als Trinkwasser nicht anwendbar. Zur Bespritzung der Strassen taugt ein jedes Wasser, das geruchlos ist und keine erheblichen Mengen von faulenden Substanzen enthält“.

Die jedenfalls äusserst mannigfaltigen, wechselnden Einflüsse und Verunreinigungen des fließenden Wassers machen dasselbe geradezu unbrauchbar als Trinkwasser und bei der vielfachen Verwendung und Empfehlung des filtrirten Wassers, muss wohl klar vor Augen gestellt und ausgesprochen werden, dass eine derartige Reinigung nur von mechanischer Bedeutung sein kann und namentlich den neuesten Erfahrungen über die Beschaffenheit von Trinkwasser gar nicht entsprechen kann.

Im November 1870 wurde in Hamburg Elbwasser noch oberhalb der Wasserkunst entnommen und gleichzeitig filtrirtes Wasser in der Stadt. Die in Jena ausgeführte Untersuchung ergab auf 100,000 Th. Wasser

Abdampf- rückstand.	Organ. Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
unfiltrirt:							
27,0	17,45	Spur.	2,97	2,40	6,7	0,73	7,7
filtrirt:							
22,5	8,0	„	1,85	2,75	5,04	0,73	6,1
Elbe von Magdeburg:							
26,0	3,45	0,14	3,83	4,80	5,6	1,6	7,8

Die Probe Elbwasser von Magdeburg wurde fast zu derselben Zeit oberhalb der Stadt entnommen.

Der Einfluss der Reinigung ist bei dem Hamburger Wasser sofort zu erkennen, allein das nunmehr reine — als Nahrungsmittel gebrauchte, filtrirte Wasser, entspricht den Anforderungen an gutes Wasser nicht und enthält in erster Linie noch weit zu viel organische Substanz. Der wichtigste Einwurf gegen die Verwendung von fließendem Wasser, selbst filtrirtem, als Trinkwasser liegt aber in der schon mehrfach hervorgehobenen, gar nicht zu regulirenden Veränderlichkeit der Zuflüsse, Temperatur u. s. w., wodurch sonst vielleicht unschädliche Bestandtheile, namentlich organische, plötzlich in schädliche, leicht veränderliche Modificationen verwandelt werden können.

Die Wiener Schlussfolgerungen erwähnen das Verhältniss der Kohlensäure zu den gelöst vorhandenen Bestandtheilen der Wasser nicht und bei gewöhnlichen Untersuchungen ist diese Bestimmung auch unnöthig, da von sprudelnden Kohlensäurequellen hierbei abgesehen wird und der Wiener Bericht fließende Wasser überhaupt nicht als Trinkwasser qualificirt erachtet.

Mag als Schluss der Betrachtungen ein Vergleich sehr unreiner und reiner Trinkwasser den Einblick erleichtern.

In 100,000 Theilen Wasser sind enthalten:

	Brunnen d. Bürgerschule zu Leipzig 1)	Lichtenhainer Quelle	Quelle aus Schlesien
Abdampfrückstand	253,8	23,4	9,5
Organische Substanzen	31,8	1,6	2,7
Chlor	20,8	0,25	0,16
Schwefelsäure	35,9	0,89	0,40
Phosphorsäure	22,3	?	?
Kalk	24,3	7,95	1,23
Talkerde	58,9	1,30	0,25
Kali	17,2	0,50	0,40
Natron	23,9	0,22	0,95
Salpetersäure	11,5	?	0

1) Langbein, chemische Untersuchung der Wasser Leipzigs. 1868. S. 8.

Es ergibt sich fast jeder Zeit bei Nachweisung von infiltrirten Stoffen, z. B. durch die Menge der Salpetersäure oder der organischen Substanz, eine gleichzeitige Steigerung der löslichen Salze überhaupt, der Chloride, schwefelsauren Salze u. s. w., jedoch würde ein gegenseitiger Schluss leicht zu Unrichtigkeiten führen, da diese Salze sich sehr häufig auch durch geognostische Beziehungen vermehrt finden.

Nach dem nunmehr gewonnenen Einblicke in die vorliegenden Verhältnisse dürften die durch das Ministerium anbefohlenen Wasser-Untersuchungen für medicinische und technische Zwecke auf folgende Grundlagen zu basiren sein:

Die Wahl der zu untersuchenden Wasser wird 1. durch die geognostischen Verhältnisse bestimmt, 2. durch Erfahrungen in sanitätlichen Beziehungen, besonders bei stehenden örtlich inficirten Brunnen, und 3. durch die Bedeutung für gewerbliche Zwecke (Brauerei).

Die gewöhnlichen und die für diese Aufgabe wichtigen Bestandtheile des Wassers vereint, würden sein: Kohlensäure, Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kieselsäure, Phosphorsäure.

Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Talkerde, Eisenoxydul, Manganoxydul, Thonerde, Organische Substanz.

Vollständige quantitative Bestimmungen dieser Bestandtheile sind nur sehr selten, in besonders wichtigen Fällen von sehr allgemeiner Bedeutung nothwendig.

Wenn nicht eigenthümliche Umstände vorliegen, genügt namentlich bei nahe gelegenen Quellen unter sehr ähnlichen Verhältnissen die Bestimmung des Trockenrückstandes und die anderweitige qualitative Prüfung.

Bei weitgreifenden Untersuchungen sind zunächst unnöthig zu bestimmen:

Kohlensäure, Kieselsäure, Phosphorsäure, Kali, Natron, Eisenoxydul, Manganoxydul und Thonerde, letztere 3 können überhaupt eventuell gemeinsam, mit der Phosphorsäure und Kieselsäure, auf-

geführt werden. Die Scheidung von Kali und Natron hat weder medicinisch noch gewerblich ein grösseres Interesse, die Menge derselben lässt sich in den gewöhnlichen Fällen direct nach dem Chlorgehalte ermessen oder erwägen.

Da Ammoniak nur in sehr seltenen Fällen überhaupt nachzuweisen ist, bei stehendem, wie fliessendem Wasser, so ist die Prüfung auf dasselbe qualitativ oder quantitativ nur auf besonders gegebene Veranlassung zu bewerkstelligen.

Abgesehen von der allgemeinen Beurtheilung der Güte des Wassers nach qualitativer Prüfung und Bestimmung des Trockenrückstandes ist für medicinische Zwecke die Ermittlung der organischen Substanz und der Salpetersäure von entscheidender Bedeutung. Ergeben die beiden ersten Prüfungen ein den unten wiederholten Verhältnissen entsprechendes gutes Resultat und ebenso hinsichtlich der organischen Substanz, so ist von der Bestimmung anderer Bestandtheile abzusehen, besonders bei Wasser ein und derselben Formation. Das Wasser ist als medicinisch gut zu bezeichnen. Im entgegengesetzten Falle ist die Bestimmung der Salpetersäure sogar quantitativ unumgänglich und werden die weiteren Ermittlungen von dem gegebenen Objecte und den Verhältnissen abhängig sein.

Die Härtebestimmung tritt bei Wasser von allgemeiner technischer Bedeutung zu, kann jedoch stets durch die Kenntniss der anderen Bestandtheile ersetzt und festgestellt werden.

Als Grenzen der Güte von Wasser können vorläufig die früher besprochenen Verhältnisse gelten:

für 100,000 Theile Wasser	10—50 Theile	fester Rückstand,
„ „ „ „	18	„ Gesamtkalk,
„ „ „ „	0,4	„ Salpetersäure,
„ „ „ „	1 — 5,0	Organische Substanz,
„ „ „ „	0,2—0,8	Chlor,
„ „ „ „	0,2—6,3	Schwefelsäure.

Werth und Gebrauch der Grenzzahlen.

Ueber diese Frage sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden, welche nur zu häufig zu der gänzlichen Verwerfung

dieser sehr brauchbaren Grundlagen führten oder zu äusserst willkürlichen, meist nur örtliche Bedeutung besitzenden Aenderungen Anlass gaben. Desshalb ist es wohl geboten, die einfachen, sehr sicher begründeten Verhältnisse nochmals zu erörtern.

Bei den ersten Untersuchungen über die Beschaffung von möglichst reinem Trinkwasser ging man sofort darauf ein, die eigentlichen Quellen, wie sie namentlich Gebirge liefern, als Grundlage zu wählen; die Beschlüsse des Brüsseler Congresses und der Wiener Commission nehmen darauf Bezug, und gewiss mit vollem Rechte.

Die oben schon erwähnte Ursache, diese Grenzzahlen zu ändern, sind fast durchgehends dadurch entstanden, dass man örtlich ein wenig reines Wasser als dennoch genügend hinstellen wollte, obgleich diese Beurtheilung in den meisten Fällen eben nur örtliche Bedeutung besitzt und gewiss nicht auf allgemeine, wissenschaftlich begründete Feststellungen Einfluss haben kann.

Im Gebirge, wie im Flachlande dient die Erde in den oberen, wie tieferen Schichten dem Gesteine als natürliches Reinigungsmittel derjenigen Wassermengen, welche von Aussen zugeführt werden und an der Oberfläche Verunreinigungen der verschiedensten Art aufgenommen haben können. Die höher gelegenen, oft waldbedeckten und weniger bewohnten Punkte der Erde verdichten ununterbrochen grössere Wassermengen durch die kältere Lage oder sind sogar längere Zeit mit Schnee bedeckt und so dienen dieselben gleichzeitig als nachhaltigste Sammelpunkte für die Feuchtigkeit des Bodens, für die Versorgung der tiefer zu Tage tretenden, laufenden Quellen mit Wasser.

Der nächstfolgende Abschnitt handelt von der Beziehung zwischen Quelle und Gebirgsformation, da ja selbstverständlich das die Erdschichten durchwandernde Wasser, welches von den Verunreinigungen der Oberfläche mehr oder minder befreit wurde, immer noch das gelöst enthält oder aufnimmt, was das Gebirge oder das Gestein an Wasser abgeben kann. Im Kalkgebirge löst sich Kalk, bei Gypslagerungen Gyps, durch Auslaugen salzführender Schichten entstehen die Soolquellen u. s. w., so dass die natürlich reinen Quellen, wie sie den tieferen Schichten der

Erde entnommen werden oder zu Tage treten, keineswegs immer als gesundheitlich gut zu betrachten sind. Die meisten unserer Heilquellen sind Lösungen von Salzen, welche örtlich in grösserer Menge geboten werden und oft sehr tief gelegenen Erdschichten entstammen.

Die Verhältnisse liegen im Flachlande gewiss nicht anders, auch hier liefern die tiefer entspringenden Quellen Wasser, welches möglichst frei von den Verunreinigungen der Erdoberfläche ist und ebenso auf das unterliegende Gebirge in Mischung und Gehalt zurückgeführt werden kann. Die angeschwemmten Gebirge sind jedoch meistens mächtiger, so dass man selbst bei tieferer Bohrung dieselben noch nicht durchsinkt, und finden sich hier weitverbreiteter salzführende Schichten, welche oben nicht selten salzreiche Wasser liefern, unbrauchbar für Genuss, wie Gewerbe. Ferner ist die Ebene der bewohntere Theil der Erde und in Folge dessen die letztere stark verunreinigt, die Zuflüsse der Oberfläche erreichen tiefere Erdschichten und ebenso die hier aufgespeicherten Wassermassen. Dies sind gewiss Verhältnisse, welche örtlich die grösste Wichtigkeit besitzen und zu weitergehenden Untersuchungen auffordern, aber die sog. Grenzzahlen für eine Quelle nicht berühren.

Dass im Flachlande sich eben so reine Quellen finden, wie im Gebirge, habe ich mich durch Untersuchungen von Wasser aus sehr verschiedenen Gegenden überzeugen können.

Es ergaben in 100,000 Th. Wasser:

Abdampf- rückstand.	Organ. Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
Elbing, Wasserleitung.							
47,0	1,3	0,16	0,74	2,23	12,88	3,63	17,96
Dessau, Hasenwinkel.							
20,0	Spur.	Spur.	2,80	5,91	4,48	1,08	5,99
Grenzzahlen.							
10—50	1—5	0,4	0,2—0,8	0,2—6,3			18

Leider kommen bei der reichlichen Wasserentnahme aus dem Flachlande häufig eisenführende Schichten in Mitleidenschaft und

treten so nicht selten erst später derartige Beimengungen auf, wesshalb es hier dringend geboten erscheint, ferner gelegene Punkte aufzusuchen und länger fortgesetzte Bohrversuche anzustellen, um sich von der dauernd guten Beschaffenheit des Wassers zu überzeugen. Diese Uebelstände sind dem Flachlande eigen; gleich bleibende laufende Quellen, von Höhen abhängig, sind die allein dauernd Gewährleistenden.

Desshalb möchte ich die sog. Grenzzahlen als die wissenschaftlichen Grundlagen für Beurtheilung der Reinheit des Wassers hinstellen, sie schliessen die Schwankungen der reinen Gebirgswasser in sich und sind keineswegs zu eng begrenzt, sondern lassen völlig genügend Spielraum. Keineswegs bedeuten aber dieselben die Grenzen für örtliche Verhältnisse. Soll hier irgend ein bestimmter Anhalt gewonnen werden, so ist einmal die waltende Gebirgsformation zu berücksichtigen, sodann bei Mangel dieses Anhaltspunctes eine grössere Anzahl von Wasserproben zu prüfen, um örtlich Gewissheit zu erlangen, welcher Grad der Reinheit des Wassers vorkommt in möglichst frei gelegenen Quellen, fern den gröberen Verunreinigungen der Oberfläche. In vielen Fällen haben Bohrversuche in Waldungen, die ja sowohl Wasser geben wie reinigend wirken, die gewünschten Aufschlüsse ergeben. Nach dieser erlangten Grundlage ist dann das zu erstrebende Ziel eines möglichst reinen Wassers für den fraglichen Ort zu beurtheilen.

Bei der unendlich wichtigen Frage der Wasserversorgung für Nahrungszwecke sind derartige Voruntersuchungen niemals zu umgehen, wenn dieselben auch oft eine sehr leichte Aufklärung durch das Vorkommen genügend reinen Wassers erhalten.

Die Grenzzahlen, verbunden mit den folgenden Mischungsverhältnissen der Quellen aus verschiedener Gebirgsformation, gestatten in den meisten Fällen Urtheile über die Beschaffenheit des Wassers zu geben, sobald der Ursprung desselben soweit bekannt ist, wie die Vorschriften für die Füllung der Wasserproben es verlangen.