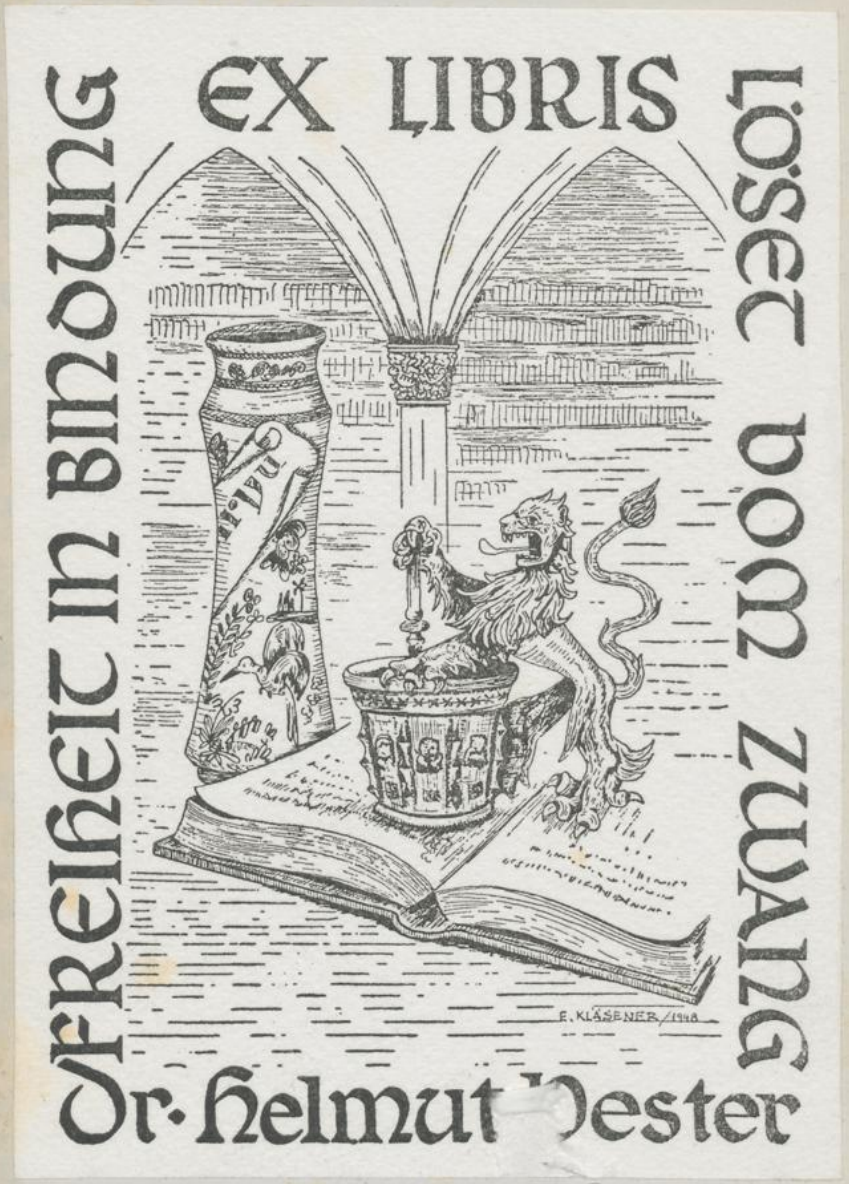

FREIHEIT IN BINDUNG
EX LIBRIS
LÖSET VOM ZWANG
E. KLÄSENER /1948
Dr. Helmut Oester

Du 4749 3

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
— Med.-Naturwiss. Abt. —
DÜSSELDORF
V 4779

Dr. Förbes

Grundlagen

zur

Beurtheilung des Trinkwassers,

zugleich mit

Berücksichtigung seiner Brauchbarkeit für gewerbliche Zwecke;

nebst Anleitung zur Prüfung des Wassers.

Für

Behörden, Aerzte, Apotheker und Techniker

veröffentlicht

von

Dr. **E. Reichardt,**

Professor in Jena.

Dritte, sehr vermehrte Auflage.

Mit einer Tafel Abbildungen und zahlreichen Holzschnitten.

Jena,

Druck und Verlag von Friedrich Mauke.

1875.

Vorwort.

In wechselseitiger, anerkennenswerther Regsamkeit sind Aerzte und Chemiker bemüht, den nachtheiligen Einfluss von unreinem Wasser auf die Gesundheit festzustellen. Die ersteren waren im Stande, bei einer grossen Zahl epidemischer Krankheiten den Ansteckungsherd auf das Trinkwasser zurückzuführen, die letzteren sind ununterbrochen beschäftigt, durch chemische Prüfnngen die schädlichen oder abnormen Bestandtheile des Wassers nachzuweisen.

Das grossherzogliche Staatsministerium zu Weimar ordnete, diesen wichtigen Erfahrungen der Neuzeit entsprechend, an, die Fluss-, Quell- und Triebwasser des Landes chemischen Untersuchungen zu unterwerfen und übertrug die Ausführung den Professoren Ludwig und Reichardt zu Jena, welchen als medicinischer Sachverständiger Geh. Hofrath Gerhardt daselbst beigegeben war.

Die bisherige Weise, das Wasser möglichst umfassend und vollständig auf seine Bestandtheile zu untersuchen, musste für die vorliegenden Zwecke eine wesentliche Um-

gestaltung, resp. Vereinfachung erfahren und dies war für den Verfasser Veranlassung, vorliegendes Gutachten auszuarbeiten und dem hohen Staatsministerium vorzulegen.

Nachdem die grossherzogliche Medicinalcommission die Arbeit in Berathung gezogen und theilweise ergänzt hatte, wurde dieselbe für die Beurtheilung der Wasseruntersuchungen als Grundlage angenommen und gelangt zur Veröffentlichung wegen der allgemeinen Bedeutung des Gegenstandes.

Die nothwendige Vereinfachung der chemischen Untersuchungen, wie die Feststellung gewisser Normen oder Grenzen, welche Anhalt gewähren sollen, ein Trinkwasser für gut zu erklären oder zu verwerfen, waren die leitenden Ideen. Vor Allem mussten jedoch dabei die neuesten Erfahrungen über die Bedeutung der einzelnen Bestandtheile des Wassers entscheidend wirken, wesshalb die Besprechung unmittelbar an die äusserst schätzenswerthen Anforderungen der Wiener Commission anknüpft.

Es ist wohl unnöthig, zu erwähnen, dass hierdurch dem untersuchenden Chemiker keine Schranken gestellt werden sollen, sondern Hülfe geleistet, das umfassende Material zu sichten und zu lichten. Mit vollem Fleisse bleiben demgemäss seltener auftretende Bestandtheile ausser Betracht, z. B. Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoffe, so wichtig deren Nachweisung local sein kann. Aus demselben Grunde werden die in grösserer Menge auftretenden Stoffe bei Heilquellen, Eisensalze, Glaubersalz, Bittersalz u. s. w., nicht erwähnt, da diese besonderen Fälle nothwendig als abnorme zu bezeichnen sind und ebenso bestimmte Erweiterungen der chemischen Untersuchungen beanspruchen.

Nur bei der organischen Substanz und Salpetersäure glaubte ich als einheitliche Grundlage bestimmte Methoden annehmen zu müssen, im Uebrigen ist freier Spielraum gelassen, da keineswegs eine besondere Untersuchungsweise beansprucht werden soll.

Jena, im Juli 1869.

Dr. E. Reichardt.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die zweite Auflage hatte sich schon vor längerer Zeit nöthig gemacht, wurde jedoch durch anderweitige Thätigkeit aufgehalten, sowie dadurch, dass noch einige Versuche vorher abgeschlossen werden sollten. Dieselbe ist wesentlich vervollständigt durch die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen. Bei den für die Untersuchungen der Wasser gewählten Methoden war die Einfachheit derselben, allgemeine Kenntniss und Verwendbarkeit, entscheidend, damit auch ungeübtere Chemiker die Prüfungen mit Genauigkeit ausführen können, während die Beurtheilung der Resultate für jetzt eigentlich nur sachverständigen Chemikern und Aerzten, welche den Neuerungen der Gesundheitslehre gefolgt sind, zufallen sollte.

Jena, im Mai 1872.

Vorwort zur dritten Auflage.

Ein Vergleich mit der vorigen Auflage wird leicht beweisen, dass die neue bedeutend vermehrt worden ist, da die Bogenzahl um die Hälfte gesteigert. Obgleich im Ganzen noch die Fassung der ersten Herausgabe beibehalten wurde, sind doch die neuen Arbeiten nothwendig hinzugetreten, um, der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend, immer mehr Grundlagen zur Beurtheilung zu erhalten.

Jena, im Oct. 1874.

Dr. E. Reichardt.

Inhalt.

I. Wahl des Materials.

		Seite
A.	Quellwasser	1
B.	Trieb- und Flusswasser	2

II. Gang der Untersuchung.

A.	Füllung des Wassers	2
	Instruction zur Füllung	3
B.	Chemische Untersuchung	4
	Feste Bestandtheile	5
	Einfluss der Gebirgsformation	7
	Organische Substanz	9
	Alkalische Erden	13
	Lösliche Salze	16
	Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure	16
	Salpetersäure	18
	Temperatur	23
	Härte	24
	Fliessendes Wasser	27
	Quelle und Gebirgsformation	31
	Quelle und Leitung	34
	Quelle und Fassung	37
	Laufende Quellen und Pumpbrunnen	38
	Pumpbrunnen	42

III. Veränderungen des Wassers der Quellen und Flüsse in verschiedenen Zeiten des Jahres.

Seite

Wasserleitung und Brunnen 45. 46
Flusswasser 53
Pumpbrunnen 54
Mikroskopische Prüfung 65
Wärme der Quellen 85

IV. Prüfung des Wassers.

A. Specifisches Gewicht 87
B. Abdampfrückstand 88
Glühverlust 88
C. Organische Substanz 90
Prüfung 91
D. Salpetersäure 94
Qualitative Prüfung 94
Quantitative Bestimmung 96
I. Als Ammoniak 96
II. Als Stickoxydgas 98
E. Ammoniak 104
Qualitative Prüfung 104
Quantitative Bestimmung 105
F. Chlor und Schwefelsäure 106
G. Kalk und Talkerde 107
H. Härte 107

I.

Wahl des Materiales.

Bei der grossen Zahl von Quellen, Brunnen u. s. w. ist es unbedingt nothwendig, gewisse Grundlagen zur Beschränkung des Materiales festzustellen, ohne die massgebenden Gesichtspuncte ausser Sicht zu lassen.

Da vorzüglich medicinische Zwecke zu verfolgen sind, so wird es unter allen Umständen nothwendig sein, mit den Sanitätsbehörden der Umgebung Rücksprache zu nehmen, um vorliegende Erfahrungen zu benutzen, ausserdem wird die Wahl wesentlich von geognostischen Verhältnissen bestimmt und müssen Repräsentanten der verschiedenen Formationen als Normen untersucht werden.

A. Quellwasser.

Dieselben lassen sich in stehende und laufende Quellen oder Brunnen eintheilen.

Dient örtlich eine Wasserleitung zur Speisung der Brunnen oder sind mehrere dergleichen vorhanden, so ist das Wasser dieser Leitungen unbedingt zu untersuchen.

Von den stehenden oder Pumpbrunnen müssen desgleichen die öffentlichen, allgemein gebrauchten der Untersuchung unterworfen werden.

Privatbrunnen sind nur zu berücksichtigen, wenn örtliche Verhältnisse, namentlich sanitätliche bestimmend einwirken, jedoch dann um so mehr, als bis jetzt der ge-

sundheitsschädliche Einfluss von Wasser besonders auf stehende, von Aussen inficirte Brunnen zurückzuführen ist.

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.

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

Instruction 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 $^1/_3$ 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 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 Ermittelung 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" aus [1]):

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

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

1) Weltzien, Karlsruher Brunnen. S. 10.

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.

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 Einzelnheiten 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 120° und nicht über 150° C. betragen.

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

Der Brüsseler Sanitätscongress[1]) nahm an, dass ein Wasser nicht mehr gesund sei, wenn es mehr als 5 Theile festen Rückstand für 10,000 Theile Wasser ergiebt (0,5 im Liter), jedenfalls ist dieser Anhaltepunct zu gebrauchen, wenn auch nicht als entscheidendes Urtheil.

In 10 Brunnen Leipzigs fand Langbein[2]) 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. Reich[3]) 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 Rich-

1) Weltzien S. 10.

2) Untersuchung der Wasser Leipzigs 1868.

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

tigkeit der Anforderungen des Brüsseler Sanitätscongresses. Von den Brunnen Leipzigs und Berlins entspricht fast keiner dem Verlangen von höchstens 0,5 grm. 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 120° 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 grm. 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.

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 unter-

scheiden. 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. Gesammtkalk in der Granitformation nur durch locale Verhältnisse Erklärung finden können oder auf ganz ungehörige Einwirkungen hinzeigen.

Es wird desshalb 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 Anhaltepunct 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 pro 100,000 Th. 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 Substanz[1]) 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; Kubel[2]) 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. 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,

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

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

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 Ermittelung 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:

1) Kubel, Anleitung S. 25.

	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 Masse 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 Ermittelung 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[1]) 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[2]) der Anwendung von übermangansaurem Kali in schwefelsäurehaltigem kochenden Wasser, wodurch die etwa vorhandene salpetrige Säure entfernt wird und sehr übereinstimmende Resultate erhalten werden. Die einzige Modification, welche ich für wesentlich

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

2) W. Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunschweig 1866. S. 23. Fres. Zeitschr. 1867. S. 252.

erachte, ist, nicht nur 100 C. C. des zu untersuchendenden 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.

Weltzien [1]) 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 Kali [2]) 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

1) Die Brunnenwasser Carlsruhe's.
2) Die Rostocker Brunnenwasser.

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.

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.

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 d. Papiermühle	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 (Porphyrformat.)	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, Gesammtmenge des Kalkes und Talkerde,: Neumühle 17,0 Th. — Papiermühle 16,1 Th.

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

		Schwefelsäure	
Wasser d. Klingenteichs b. Buttstädt	93,6	116,4	Rückholdt, Arch. d. 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 eingehen muss.

Die neueren Untersuchungen ergeben, dass im Kalkgebiete, namentlich wo Talkerde zutritt, die Formation dolomitisch wird, diese Härtegrade 18 oder Gesammtkalk 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 Gesammtkalk 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 Gesammtkalk, 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 = Gesammtkalk (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 = Gesammtkalk 25,1, dabei 0,49 Th. Chlor und 2,4 Th. Schwefelsäure.

Diese Beispiele werden genügen, um den Beweiss 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 Ermittelung der Chlorwasserstoffsäure, Schwefel- und Salpetersäure zusammenfällt.

Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure.

Wenn die qualitative Prüfung nur die gewöhnlichen Spuren beider Säuren ergiebt, 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 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 Gesammtgehaltes 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 Ermittelung 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[1]), wenn sie ununterbrochen als Nahrung mit aufgenommen wird, giebt uns die Sal-

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.)

petersäure, mit der gleichzeitigen Ermittelung 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. Wasser[1]) (0,004 im Liter) schon als bedenklich erachtet.

Quellwasser aus Liegnitz enthielt keine Salpetersäure, Katzbachwasser von ebendaselbst 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) 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
Rossplatz . . .	347	143	147
Dorotheenstrasse .	70	—	148
Gerberstrasse . .	255	—	24
Tauchaer Strasse .	324	182	184
Bettelbrunnen . .	331	—	236
Burgstrasse . . .	213	—	51
Magdeburg. 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 befundener 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 Ermittelung 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 Dorpat[1]). Weltzien (S. 19) fand in keinem einzigen Was-

1) Unter 100 Brunnenwässern, welche C. Schmidt in Dorpat untersuchte, waren nur 2, bei welchen er in 100,000 Th. mehr als 2

ser Carlsruhe's auch nur eine Spur von Ammoniak. O. Reich findet zwar kleine Mengen, jedoch giebt die Methode den Stickstoffgehalt überhaupt an. Demnach würde, 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, wesshalb 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 nach Millionen 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,

---

Theile Ammoniak fand, die meisten enthielten nicht über ½ Millionstel, viele noch weit weniger. (Schulze, die Brunnenwässer Rostocks S. 2.

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 vorhandenem 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 desshalb 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.

Desshalb 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 bebewerkstelligten 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 localen 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 Gesammtkalk (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 Gebirgswasser 2,7.

Man unterscheidet ferner permanente Härte von absoluter und temporärer.

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

Durch längeres Kochen ($^1/_2 - ^3/_4$ 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 zersetzbaren schwefel- oder chlorwasserstoffsauren 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 schwefelsaurem Kalke allein, was aus der weiteren Constitution des Wassers leicht ersehen werden kann, wenn z. B. nur die gewöhnlichen Spuren Chlor vorhanden sind und der Kalk im reichlichsten Maasse. Z. B. enthielt die äusserst starke, ungefasste 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 vorkommenden 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 aequivalenten 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 kohlensaures Natron, calcinirte Soda, oder 3,57 Th. krystallisirtes kohlensaures Natron, käufliche krystallisirte Soda.

Weltzien fand in Carlsruher Brunnen 12,8—33,°8 absolute Härte und 3°,3--12°,9 permanente Härte.

Nach F. Schulze gebrauchen 1 Th. Gesammtkalk (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 berhalb der Wasserkunst entnommen und gleichzeitig

filtrirtes Wasser in der Stadt. Die in Jena ausgeführte Untersuchung ergab auf 100,000 Th. Wasser

Abdampfrückstand.	Organ. Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk	Talkerde	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 von 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

Es ergiebt 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

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

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 weitergreifenden 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, aufgeführt 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 Ermittelung 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 Ermittelungen 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	„	Gesammtkalk,
„ „ „ „	0,4	„	Salpetersäure,
„ „ „ „	1 —5,0		Organische Substanz,
„ „ „ „	0,2—0,8		Chlor,
„ „ „ „	0,2—6,3		Schwefelsäure.

Quelle und Gebirgsformation.

Die chemischen Untersuchungen des Wassers in der hier besprochenen Weise wurden zuerst durch Anforderungen der Gesundheitslehre begründet, indem es erkannt worden, dass unter gewissen Umständen das Trinkwasser durch abnorme Mischung der darin gelösten Bestandtheile unbedingt nachtheilig wirke. Die darauf gegründeten Nachforschungen führten zu den Normalzahlen, deren Richtigkeit oder Veränderlichkeit besprochen wurden. Dieselben besitzen jedoch eine zweiseitige Bedeutung, indem einmal die Ueberschreitung derselben die schlechte Beschaffenheit des Wassers erweisen soll, umgekehrt die Brauchbarkeit desselben als Nahrungsmittel durch die Mischung innerhalb dieser Grenzzahlen erkannt. Diese

letztere Auffassung erhält aber eine früher ebenso wenig beachtete oder erkannte Wichtigkeit durch die, nothwendig mit der Nachweisung schlechten Wassers verbundene, Forderung von gutem Wasser oder der Beurtheilung desselben in dieser Beziehung.

Diese Anforderung veranlasst aber eine gleiche Kritik über die Entstehung der Quellen, wie bei dem ersten Gesichtspunkte der Ursprung der grösseren Mengen organischer Substanz, der Salpetersäure u. s. w. zu betrachten war. Abgesehen von nicht gewöhnlichen Vorkommnissen, z. B. Salz-Quellen, Heilquellen mit stärkerem Salzgehalt, grösseren Mengen Eisen, Kohlensäure u. s. w., obgleich auch deren Entstehung auf die vorhandenen Gebirge zurückzuführen ist, werden sich stets die im Wasser gelösten Stoffe auf die die Umgebung zusammensetzenden Substanzen, bei reinen Quellen auf dasjenige Gebirge zurückführen lassen, welchem sie entspringen. So würde ein fortgesetztes vergleichendes Studium der Zusammensetzung der Quellen und der Gebirge, denen sie entstammen, gewiss äusserst lehrreiche Einblicke gewähren und zunächst Aufschluss geben, welche Bestandtheile am leichtesten angreifbar sind u. dergl. mehr. Die Hindeutung auf dieses wissenschaftlich äusserst wichtige Moment mag hier jetzt genügen.

Bei der Wahl und Beurtheilung von Quellwasser, um dasselbe als Trink- und Genusswasser zu verwenden, wird sehr allgemein eine enge Grenze durch das local Gegebene gezogen. Es ist beispielsweise unmöglich oder, was dasselbe, mit nicht aufzuwendenden Kosten verbunden, ein anderes Wasser zu schaffen, als dasjenige, welches der umgebenden Kalkformation entspringt. Die Aufgabe für diesen gegebenen Fall würde demnach sein, ein reines Quellwasser der Kalkformation ausfindig zu machen, da hier sehr leicht gypsführende Quellen, salzhaltige u. s. w.

vorkommen können. Es versteht sich von selbst, dass diese Fragen für jede Gebirgsformation, für jede Quellenuntersuchung zu stellen sind und die Lösung derselben ist nur durch möglichst zahlreiche chemische Untersuchungen zu erlangen, bei denen die angeregten Gesichtspunkte Beachtung finden.

Den Unterschied in der Mischung der Wasser werden folgende, von mir erhaltenen, Mittelzahlen anzeigen:

100,000 Theile Quellwasser enthielten:

Abdampfrückstand.	Organ. Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde	Härte.
			Granitformation:				
2,44	1,57	0	0,33	0,39	0,97	0,25	1,27
			Bunter Sandstein:				
12,5-22,5	1,38	Spur-0,98	0,42	0,88	7,30	4,8	13,96
			Muschelkalk: (Quelle bei Jena.)				
32,5	0,9	0,021	0,37	1,37	12,9	2,9	16,95
			dolomitisch: (Mittelzahlen.)				
41,8	0,53	0,23	Spur.	Spur-3,4	14,0	6,5	23,1
			Gypsquelle bei Rudolstadt:				
236,5	Spur.	Spur.	1,61	110,83	76,6	12,25	92,75
			Grenzzahlen:				
-50,0	-5,0	0,4	0,2-0,8	0,2-6,3			18

Bisher war mir Gelegenheit geboten, besonders zahlreich die Quellen der Kalkformation zu untersuchen, welche als harte, kalkreiche, allerdings auch ein erhöhtes Interesse besitzen und sind diese Zahlen das Mittel sehr zahlreicher Versuche. Quellen der Sandsteinformation werden sehr bedeutend variiren, je nach dem Bindemittel des Sandes und der Angreifbarkeit desselben durch Wasser.

Handelt es sich nun um Beurtheilung eines Wassers in gesundheitlicher Beziehung, so wird es nöthig sein, um das Abnorme der Mischung scharf hervorheben zu können, gleichzeitig festzustellen, wie das normal reine Quellwasser der Umgebung zusammengesetzt sei. Gewöhnlich genügt es, einen laufenden Brunnen, dessen Fassung noch als gut bekannt ist, zu prüfen, da einmal dieses Quellwasser aus ferner gelegenen Punkten hergeleitet wird, und schädliche Zuflüsse durch den raschen Ablauf des Wassers möglichst bald entfernt werden.

Quelle und Leitung.

Die Begutachtung der Verhältnisse beider fällt nach der jetzigen Auffassungsweise der Sachlage gleichfalls der chemischen Prüfung anheim, während in früherer Zeit als einzige Controle die Besichtigung der Leitung selbst genügen musste. In wie weit Veränderungen durch längere Leitung von Wasser in letzterem eintreten können und müssen, wird abermals nur durch zahlreiche Versuche und fortgesetzte Beobachtung festzustellen sein, und soll diese Besprechung in erster Linie als Anregung dazu dienen.

Die Zusammensetzung des Wassers der Flüsse giebt im Vergleiche mit derjenigen der Quellen den einfachsten Einblick in die Ausscheidungen, welche gewöhnlich nur durch Verlust der sog. freien Kohlensäure an Kalk und Talkerde geschehen, allein hierbei wirken eine Reihe einflussreicher Momente gleichzeitig mit, z. B. die absorbirenden, erdigen Theile der Ufer und des Flussbettes, die, Kohlensäure und mineralische Nahrung verbrauchenden, Pflanzen u. s. w., so dass diese Umänderungen keineswegs bei einer gut geführten Wasserleitung vorkommen können.

100,000 Th. Wasser ergaben:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
Quelle bei Jena:							
32,5	0,9	0,021	0,37	1,37	12,9	2,9	16,94
Elbe bei Magdeburg:							
26,0	3,45	0,14	3,83	4,8	5,6	1,6	7,8

Die Quelle aus hiesiger Gegend wurde als verhältnissmässig harte gewählt. Die Ausscheidungen, wie die Zunahme an Chloriden, schwefelsauren Salzen, an organischer Substanz sind deutlich wahrnehmbar, jedoch sind die Zuflüsse bei grosser Wassermasse so mannichfacher Natur, dass ein solcher Vergleich stets einseitig bleiben wird.

Die Eisensalze werden fast regelmässig noch eher zersetzt, so dass sehr leicht eisenhaltige Quellen am Ausflusse der Leitung eisenfrei erscheinen; ausser diesen bleiben aber selbst bei längerer, guter Leitung die anderen Bestandtheile des Wassers gelöst, wie folgende Beispiele beweisen.

100,000 Theile Wasser ergaben:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
I.							
Quelle, im Frühjahr entnommen:							
44,5	0,8	0,20	Spur	1,2	9,5	7,3	19,7
Ausfluss, 1 Stunde entfernt, im Sommer geprüft:							
45,25	0,5	0,135	Spur	1,7	11,7	7,3	21,9
II.							
Quellen, im Frühjahr untersucht:							
a. 44,5	0,8	0,2	Spur	1,2	9,5	7,3	19,7
b. 40,25	1,0	0,11	„	1,0	12,6	5,8	20,7
Ausfluss derselben, 1 Stunde entfernt, im Sommer geprüft:							
42,0	0,5	Spur	Spur	1,4	11,8	7,3	22,0

Eine vollständige Uebereinstimmung kann wohl überhaupt nicht verlangt werden, namentlich da die Unter-

suchung der Quellen und Brunnen in verschiedener Jahreszeit erfolgte, letztere zeigen in beiden Fällen etwas mehr Schwefelsäure und Härte, demnach Gyps, allein die Unterschiede sind so unbedeutend, dass man den gleichen Ursprung und den guten Zustand der Leitung sofort erkennt.

Zu gleicher Zeit geschöpfte Wasserproben von Quelle und Ausfluss — Länge der Leitung circa 1 Stunde — erwiesen folgende Resultate:

100,000 Th. Wasser ergaben:

	Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
			I.					
			Quellen:					
a.	41,0	0,37	0	Spur	Spur	14,6	6,2	23,2
b.	40,5	1,11	0	„	„	14,3	5,5	21,9
			Ausfluss derselben:					
	41,0	0,37	0	Spur	Spur	14,6	4,9	21,4
			II.					
			Quelle:					
	36,0	0,93	0	Spur	Spur	14,0	6,5	23,2
			Ausfluss der Leitung:					
	36,0	0,93	0	Spur	Spur	14,0	5,8	22,1

In beiden Fällen war etwas Talkerde ausgeschieden worden, allein die sonstigen Verhältnisse ergeben eine solche Uebereinstimmung, dass die Reinheit des ausfliessenden Wassers ausser Zweifel steht.

Beispiele mit anderem Resultate liegen gleichfalls vor.

100,000 Th. Wasser ergaben:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
		Quelle:					
40,25	1,0	0,11	Spur	1,0	12,6	5,8	20,7
		Ausfluss, circa 1 Stunde entfernt:					
44,75	12,0	0,68	Spur	1,9	12,3	6,2	20,8

Die Untersuchung des ausfliessenden Wassers geschah zwar in einer anderen Jahreszeit, allein die Vermehrung der organischen Substanz, gleichzeitig mit Salpetersäure und auch wenig bei Schwefelsäure, gaben Anlass, die Leitung zu controliren. Der Fehler wurde sehr bald gefunden und gehoben.

Quelle und Fassung.

Von zwei Quellen, auf einer Wiese entspringend, in der Entfernung etwa 20—40 Fuss von einander, war die eine nach gewöhnlicher Weise durch Mauerwerk gefasst und bedeckt, die andere lag offen, voller Pflanzen, ebenso mit Fröschen u. dergl. reichlich versehen.

Die Untersuchung ergab in 100,000 Th. Wasser:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
			gefasste Quelle:				
43,75	0,8	0,4	Spur	2,1	14,3	5,8	22,4
			ungefasste:				
45,25	9,0	0,8	Spur	2,75	15,1	5,6	23,0

Die günstige Wirkung der Fassung ist augenscheinlich.

Eine andere laufende Quelle in der Nähe eines Dorfes war seit Jahren nicht mehr im Gebrauche und in Folge dessen mit Laub, Thieren u. s. w. erfüllt, unter welcher Hülle das sonst klare Wasser reichlich abfloss.

100,000 Th. Wasser ergaben:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
51,25	21,9	Spur	Spur	Spur	14,6	3,6	19,6

Während die Quelle an und für sich rein ist, und nach der Lage in dolomitischer Kalkformation sogar noch weich, ist die organische Substanz ganz enorm gesteigert und beweist das Ungehörige der Mischung. Neben der organischen Substanz wurden Spuren von Schwefelwasserstoffgas erwiesen, dessen Entstehung leicht erklärlich.

Laufende Quellen und Pumpbrunnen.

Ganz abgesehen von den Resultaten der chemischen Prüfungen lässt es sich wohl schon an und für sich aussprechen, dass die laufenden Quellen die Ein- und Zuflüsse der nächsten umgebenden Erdschichten weit weniger zeigen werden, schon wegen des ununterbrochenen Wechsels des fliessenden Wassers. Nimmt man diese Quellen endlich noch von Orten, welche den Verunreinigungen durch Wohnungen und den damit verbundenen Uebelständen fern sind, oder durch sorgfältige Fassung von denselben befreit, so erhält man die Quelle so rein wie möglich nach der gegebenen Gebirgsformation.

Stehendes Wasser in Pumpbrunnen oder Schöpfbrunnen ohne Abfluss muss die Verunreinigungen aus nächster Nähe erhalten und enthalten und selbst ein öfteres Entleeren des Wassers wird nur ein neues Auslaugen der nahen Erdmassen hervorrufen, ohne das Uebel zu beseitigen.

In einem Dorfe befand sich eine stark laufende uud gut gefasste Quelle, vielleicht 100—200 Schritt entfernt und etwas höher gelegen eine zweite, welche früher laufend, später in einen Pumpbrunnen verwandelt worden war, da es dem Gebrauche und der Verwendung des Wassers zu einem kleinen Teiche angemessener erachtet wurde.

100,000 Th. Wasser ergaben:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
Laufende Quelle:							
47,0	Spur	0,068	Spur	Spur	12,6	5,45	20,2
Quelle, später als Pumpbrunnen gefasst:							
58,8	Spur	2,295	deutl. Spur		15,7	6,5	24,8
Reaction							
Neu angelegter Pumpbrunnen:							
51,0	Spur	2,40	Spur	Spur	14,6	5,8	22,7

Die in dieser Gegend normalen Härtegrade bei reinen Quellen betragen im Mittel vieler Untersuchungen 21,5—23,0 Grade. Das Wasser der laufenden Quelle ist noch etwas weicher, die Pumpbrunnen erreichen und übersteigen die mittlern Zahlen. Der Einfluss der benachbarten Umgebung zeigt sich sowohl bei dem Abdampfrückstande, welcher bei beiden Pumpbrunnen die Grenzzahl 50 übersteigt, aber namentlich bei der Salpetersäure, deren Bestimmungen sogar zur Sicherheit wiederholt wurden, jedoch völlig gleiche Resultate ergaben. Der zuletzt angeführte Pumpbrunnen lag noch höher, als die beiden anderen, war erst ganz kurze Zeit vorher angelegt worden und zwar im festen Kalkstein, jedoch in der Nähe des Kirchhofes.

Während in diesem Dorfe früher, der Erinnerung gemäss, nie ansteckende Krankheiten Verbreitung gefunden hatten, war vor wenigen Jahren ein Typhusfall eingeschleppt worden und hatte sich die Krankheit epidemisch verbreitet rings um das zum Pumpbrunnen umgestaltete, früher fliessende Wasser. Nach behördlichen Angaben genossen die mit der Typhusepidemie behafteten Häuser nur Wasser dieses Brunnens.

Oberhalb der Domäne L. entspringt eine reichlich und stetig fliessende Quelle, deren Leitung jedoch häufig unterbrochen war, wesshalb der Pächter unmittelbar neben den Ställen einen tief in den Kalkfelsen eingehauenen Pumpbrunnen angelegt hatte.

Die Untersuchung ergab in 100,000 Th. Wasser:

Abdampf-rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter-säure.	Chlor.	Schwefel-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte.
		Laufende Quelle:					
49,7	0,35	Spur	Spur	Spur	14,0	7,3	24,2
		Pumpbrunnen:					
61,5	0,53	2,16	Spur	Spur	13,7	5,8	21,9

Obgleich weicher, enthält der Pumpbrunnen doch weit mehr Salpetersäure, jedenfalls an Alkalien gebunden, und

Abdampfrückstand; die laufende Quelle würde bei anderer Fassung wahrscheinlich noch reiner werden.

Für die Beurtheilung solcher Verhältnisse genügen die Grenzzahlen allein nicht; um derartige Einflüsse zu kennzeichnen, müssen eben Vergleiche mit benachbarten reinen Quellen gesucht und geboten werden. Obgleich hier allerdings Abdampfrückstand und Salpetersäure die gegebene Grenze bedeutend überschreiten, üben doch die geognostischen Verhältnisse einen zu bedeutenden Einfluss aus, so dass man immer gleichzeitig darauf mit eingehen muss.

In A. wurde für gesundheitliche Zwecke die Untersuchung verschiedener Pumpbrunnen angeordnet und um einen Vergleich zu erhalten, ein nahe liegender laufender Brunnen geprüft. Die Formation ist dolomitischer Kalk; die Beschaffenheit der Röhrenfahrt fraglich.

100,000 Th. Wasser ergaben:

Abdampf-rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter-säure.	Chlor.	Schwefel-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte.
Laufender Brunnen:							
46,0	Spur	0,357	0,49	2,4	10,4	10,5	25,1
Neu gegrabener Pumpbrunnen:							
85,0	1,09	1,4	4,3	14,4	18,5	14,7	35,3

Der laufende Brunnen enthält mehr, wie gewöhnlich, Talkerde und desshalb die grössere Härte, ausserdem ist das Wasser nicht auffällig verunreinigt. Der Pumpbrunnen war ganz neu gegraben in dem tiefer gelegenen Stadttheile, jedoch noch an der Anhöhe befindlich, gemäss der Meinung, dass ein neuer Brunnen stets reines Wasser ergeben müsse. Die Resultate der Untersuchung zeigen sehr deutlich die augenblickliche Lage.

Pumpbrunnen, in der Tiefe des Thälchens gelegen, mitten in Districten, in welchen wenige Jahre früher die Cholera heftig aufgetreten war, ergaben folgende Resultate in 100,000 Th. Wasser:

Abdampf-rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter-säure.	Chlor.	Schwefel-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte.
346,0	5,27	60,75	48,9	61,5	47,0	25,25	82,4
Pumpbrunnen in W.:							
258,75	4,0	41,2	34,5	33,5	28,9	18,2	54,4
Desgl. in E. (H. Ludwig):							
201,0	3,96	25,92	24,74	36,1	37,8	6,76	47,3
Desgl. von Dresden, Mathildenstrasse:							
172,25	8,07	25,65	8,9	25,5	18,6	6,5	27,7

Es werden diese wenigen Beispiele genügen, um zu zeigen, wie weit solche Einmischungen durch die Umgebung sich geltend machen können, der Vergleich mit den local auftretenden reinen Quellen führt dann leicht zu dem Beweise, was durch Hereinleiten derselben und Herstellung fliessender Brunnen gewonnen werden kann.

Treten die Steigerungen der zur Beurtheilung gewählten Bestandtheile auch nicht überall in der hier gegebenen Stärke auf, eine jede auch weit geringere abnorme Vermehrung beweist eben das Abnorme, beweist, welche grössere Reinheit bei naturgemäss reinen Quellen erlangt werden kann.

Noch ein Beispiel mag bei der Wichtigkeit des Gegenstandes vorgeführt werden. In einem Dorfe bei W. hatten die Bewohner sich Pumpbrunnen, namentlich der Bequemlichkeit halber, in den eigenen Gehöften angelegt, während unmittelbar an dem Dorfe eine für den Bedarf genügende stark laufende Quelle vorhanden war. Letztere wurde gar nicht mehr gebraucht, war voller Laubreste und unmittelbar daneben ein thurmähnlicher Auf- und Tiefbau angebracht, um für Feuersgefahr noch mehr Wasser aufzuspeichern. Das Wasser der fliessenden Quelle ergab in 100,000 Theilen:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
51,25	21,9	Spur	Spur	Spur	14,6	3,5	19,6
Pumpbrunnen im Dorfe:							
146,25	2,35	13,5	17,1	11,68	22,96	6,9	32,62
Reine Quelle derselben Gegend:							
43,5	1,50	0,25	Spur	1,5	12,4	6,5	21,5

Bei der mit Laub erfüllten Quelle zeigt sich zunächst die so bedeutende Steigerung der organischen Substanz, Ammoniak war nicht zugegen, im Uebrigen sieht man, namentlich verglichen mit der gleichzeitig angegebenen Mischung einer reinen Quelle derselben Gegend, die sonstige sehr gute Beschaffenheit des Wassers. Kalk und Talkerde ist etwas weniger vorhanden, jedenfalls abgeschieden durch Verbindungen mit der organischen Substanz. Reinigung, gute Fassung und Haltung der Quelle werden sofort auch reines Quellwasser schaffen.

Welchen Unterschied gewährt nun der am meisten in Gebrauch gezogene öffentliche Pumpbrunnen des Dorfes, nur wenige hundert Schritte von der fliessenden Quelle entfernt und ganz denselben geognostischen Verhältnissen entspringend?

Pumpbrunnen.

Es ist wohl überflüssig, noch eine grössere Zahl von Untersuchungsresultaten hier wiederzugeben, jedes einzelne Beispiel lieferte im Vergleiche der Pumpbrunnen mit fliessendem Wasser immer und immer wieder den Beweis, dass das stehende Wasser der Pumpbrunnen so reichlich den äusseren anderweitigen Zuflüssen ausgesetzt ist, dass dieselben eigentlich in der Tiefe angelegte Sammelherde für lösliche Bodenbestandtheile werden u. s. w. So einfach daraus der Schluss zu ziehen ist, stehende Brunnen — Pumpbrunnen — überhaupt zu beseitigen, so grosse Schwierigkeiten treten örtlich diesem Verlangen oft entgegen.

Der Kostenpunkt dürfte dabei stets zurükzustellen sein, da durch gemeinsames Handeln des Ortes, des Landes, viel erreicht werden kann und die Beschaffung eines reinen Trinkwassers zu den nothwendigsten Bedürfnissen des Lebens gehört. Allein es finden sich nicht selten Oertlichkeiten, welche durch ihre Lage, Höhe, Isolirung überhaupt das Hereinleiten von fliessendem Wasser unmöglich machen, und dann sind diese Ortsbewohner nur auf Pumpbrunnen verwiesen.

Es tritt sodann um so schärfer das Verlangen hervor, von den Brunnen alle äusseren Zuflüsse und Verunreinigungen abzuhalten und so weit meine Beobachtungen reichen, liegen hier allgemein verbreitete Uebelstände vor, welche recht gut zu heben sind und nicht dringend genug dem Aufsichtspersonal zur Einsicht und Hebung empfohlen werden können.

Um den Brunnen herum müssen Abzugscanäle so gelegt werden, dass Flüssigkeiten von aussen überhaupt nicht einfliessen können, wesshalb die Ummauerung des Brunnens auch noch 1—2 Fuss über den Erdboden zu erheben ist. Jedoch auch die in dem Erdboden befindliche Fassung des Brunnens muss mit wasserdichtem Materiale, fettem Thon oder Cement, so weit umhüllt sein, als die lockeren Erdschichten es gestatten, so dass diese Umhüllungen möglichst auf dem festen Gestein aufsitzen und die Quelle mehr und mehr isoliren.

Beweise liegen schon vor, dass durch solche verständig ausgeführte Abschliessung der Zuflüsse das Brunnenwasser weit reiner erhalten wurde und namentlich der günstigste Erfolg in gesundheitlicher Beziehung eintrat. Der Ansteckungsherd für typhöse Krankheiten wurde wiederholt auf den fraglichen Brunnen zurückgeführt, während nach der Besserung diese ansteckende Krankheit dort verschwand.

III.

Veränderungen des Wassers der Quellen und Flüsse in verschiedenen Zeiten des Jahres.

Die jedenfalls vollkommen berechtigte Forderung an ein reines Quellwasser, dass es von möglichst gleichbleibender Beschaffenheit sei, führt zu der Frage, welchen Schwankungen innerhalb der hier massgebenden Bestandtheile Quellen, laufende wie stehende (Pumpbrunnen) oder auch das Wasser der Flüsse ausgesetzt sei.

Für diese Aufgabe wurden als Versuchsgegenstände gewählt:

1) Das Wasser, welches bis jetzt in Jena zur städtischen Wasserleitung dient und in circa einer halben Stunde Entfernung von der Stadt nach Westen zu aus dem Kalkgebirge zu Tage tritt. Die Mächtigkeit dieser Quelle oder Quellen ist sehr bedeutend, so dass sie in der Entfernung von wenigen hundert Schritt Mühlen treiben; wenn auch die trockne und nasse Jahreszeit sehr bemerkbar werden, so liegen doch hier mächtige Wasserergüsse vor, welche einer grossen Fläche des überliegenden Gebirges ihren Ursprung verdanken müssen und somit möglichst gleichartige Verhältnisse als Grundlage haben. Trotz alledem ist ein rasch auffallender starker Wasserzufluss, bei starkem anhaltendem Regen, sehr bald durch Trübung des Quellwassers bemerkbar und in eben so kurzer Zeit, wenigen Tagen, wieder verschwunden. Dies erhält wohl durch das zerklüftete Kalkgebirge genügend Erklärung, ist aber nur als bald vorübergehende Erscheinung zu erwähnen.

2) Ein Pumpbrunnen in der Zwätzener Vorstadt, in einem Garten vor einigen Jahren neu angelegt, lieferte das Wasser zur zweiten Versuchsreihe. Der Brunnen liegt in

dem Thale der Saale, jedoch von dieser mehrere hundert Schritt entfernt, in der Umgebung desselben sind wiederholt Fälle von Typhus vorgekommen, ohne direct auf dieses Wasser zurückzuführen.

3) Das Wasser der Saale.

Die Prüfung auf die für die Betrachtung für Gesundheitszwecke massgebenden Bestandtheile geschah in den Zwischenräumen von 1 Monate und wurde das Wasser der Wasserleitung stets unmittelbar von dem Ausfluss der seitlich aus dem Gebirge entströmenden Quelle entnommen.

I. Wasser der Wasserleitung von Jena (1872 73).

A. Quelle im Mühlthale.

Datum 1872	Abdampfrückst.	Org. Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
29. Juni.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44
30. Juli.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32
27. Aug.	38,5	0,65	Spur	Spur	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44
2. Oct.	40,9	0,37	„	„	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49
3. Nov.	47,0	1,26	„	„	Spur	35,34	13,05	3,17	17,48
4. Dec.	35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14
1873									
1. Jan.	35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40
1. Febr.	35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28
28. „	36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37
1. Apr.	34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49
3. Mai.	29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59
26. „	35,0	0,16	0,16	0,89	1,72	36,43	12,88	1,96	15,62

Um eine Controle dieser Bestimmungen zu haben und gleichzeitig den Einfluss einer längeren Röhrenleitung kennen zu lernen, wurde an denselben Tagen das Wasser eines der laufenden Brunnen in der Stadt Jena untersucht und zwar diente dazu der Auslauf in dem Gehöfte der Grossherzogl. landwirthschaftlichen Lehranstalt. Die Leitung

ausserhalb der Stadt ist auf etwa eine halbe Stunde Entfernung von Holzröhren gefertigt, innerhalb derselben grossentheils aus eisernen Röhren, namentlich in den Verzweigungen.

B. Wasser des laufenden Brunnens in der Stadt.

Dat. 1872	Abdampfrückst.	Organ. Substanz.	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure	Kohlensäure	Kalk	Talkerde	Härte
29/6.	39,2	0,89	0,16	0,54	1,58	27,80	14,00	2,95	18,13
30/7.	39,3	0,79	0,16	0,69	2,74	28,81	14,00	3,06	18,28
27/8.	39,9	0,80	Spur	Spur	2,44	28,50	14,56	2,90	18,62
2/10.	39,4	0,66	»	»	2,23	25,43	14,00	3,28	18,59
3/11.	47,5	1,07	»	»	Spur	32,69	13,22	3,24	17,75
4/12.	36,0	0,54	0,11	0,64	1,29	33,16	10,64	2,52	14,14
1873									
1/1.	35,3	0,71	0,22	0,64	1,17	29,92	11,65	2,16	14,67
1/2.	40,0	1,05	0,54	0,88	2,33	32,67	13,44	2,34	16,71
28/2.	35,6	0,89	0,54	0,64	2,74	27,28	14,04	2,20	17,12
1/4.	35,5	0,55	0,16	1,06	1,03	13,87	14,56	1,60	16,80
3/5.	30,5	1,48	0,38	1,90	1,37	17,38	12,04	0,90	13,30
26/5.	34,0	0,31	0,32	0,91	1,54	30,41	12,60	3,24	17,14

Gleichzeitig wurden auch Temperaturmessungen an Quelle und Abfluss in der Stadt vorgenommen und folgende Beobachtungen verzeichnet:

	1872						1873					
	29/6	30/7	27/8	2/10	3/11	4/12	1/1	1/2	28/2	1/4	3/5	26/5
Lufttemperatur (nach Celsius).	20°,8	16°,6	20°,0	18°,4	?	2°,4	5°,1	3°,4	8°,0	14°,5	14°,4	15°,1
Quelle am Ursprung.	10°,4	10°,6	10°,8	10°,45	10°,6	10°,2	10°,2	?	10°,4	10°,3	10°,0	9°,5
Auslauf in der Stadt.	14°,0	15°,5	14°,5	12°,0	10°,6	10°,8	6°,0	5°,7	5°,6	8°,9	8°,7	8°,8

Die letzteren Beweise dürften von keiner geringen Be-

deutung sein. Die Temperatur der eigentlichen Quelle am Orte des Zutagetretens bleibt sich eigentlich völlig gleich, die Schwankungen bewegen sich in Bruchtheilen eines Grades und dies ist von jeder aushaltenden gut gefassten Quelle zu verlangen. Der niedrigste Stand wurde an der Quelle im Mai beobachtet mit 9°,5 C., der höchste am 27. Aug. mit 10°,8, die grösste Differenz beträgt demnach 1°,3 C., die mittele Temperatur circa 10° C.; Wärmegrade, wie sie in hiesiger Gegend bei starken Quellen vorzukommen pflegen.

In der Stadt ist merkwürdiger oder sonderbarer Weise die Leitung in einer sog. Brunnenstube unterbrochen, indem daselbst das Wasser der Hauptröhre in ein trogähnliches Gefäss sich ergiesst und hier augenblicklich in die verschiedenen Stränge der Stadt vertheilt wird. Wenn auch sicher von Einfluss, kann durch diese augenblickliche Unterbrechung doch nicht die Verschiedenheit der Wärmegrade allein Erklärung finden. Am Auslaufe des Brunnens wurde die niedrigste Temperatur am 28. Februar beobachtet mit 5°,6 bei einer Luftwärme von 8°, die höchste Wärme des Wassers ergab sich dagegen am 30. Juli mit 15°,5 C., die Differenz beträgt demnach circa 10° C. Die Schwankungen entsprechen allerdings den Jahreszeiten, lassen aber immer auf eine zu hoch gelegte Leitung schliessen und führen die Unannehmlichkeit mit sich, dass bis jetzt im Sommer oft kein kühlendes Trinkwasser zu erhalten ist, im Winter dagegen so kaltes, dass man vor dem Genusse zurückschreckt.

Die Resultate der chemischen Prüfung von Quelle am Ursprung und des circa $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden entfernten Auslaufes eines Brunnens können erst durch unmittelbaren Vergleich beurtheilt werden und ergaben beide in 100,000 Th. Wasser:

A. Quelle im Mühlthale. B. Laufender Brunnen der Stadt.

	Abdampfrückst.	Org. Subst.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
				29. Juni 1872.					
A.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44
B.	39,2	0,89	0,16	0,54	1,58	27,79	14,00	2,95	18,13
				30. Juli.					
A.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32
B.	39,3	0,79	0,16	0,69	2,74	28,81	14,00	3,06	18,28
				27. August.					
A.	38,5	0,65	Spur	Spur	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44
B.	39,9	0,81	„	„	2,44	28,50	14,56	2,90	18,62
				2. October.					
A.	40,9	0,37	„	„	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49
B.	39,4	0,66	„	„	2,23	25,43	14,00	3,28	18,59
				3. November.					
A.	47,0	1,26	„	„	Spur	35,34	13,05	3,17	17,48
B.	47,5	1,07	0,32	„	„	32,69	13,24	3,24	17,75
				4. December.					
A.	35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14
B.	36,0	0,54	0,11	0,64	1,30	33,16	10,64	2,52	14,14
				1. Januar 1873.					
A.	35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40
B.	35,3	0,71	0,22	0,64	1,17	29,92	11,65	2,16	14,67
				1. Februar.					
A.	35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28
B.	35,6	1,05	0,54	0,88	2,33	32,67	13,44	2,34	16,71
				28. Februar.					
A.	36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37
B.	35,6	0,89	0,54	0,64	2,74	27,28	14,04	2,20	17,12
				1. April.					
A.	34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49
B.	35,5	0,56	0,16	1,06	1,03	13,87	14,56	1,60	16,80

	Abdampf-rückst.	Org. Subst.	Salpeter-säure.	Chlor.	Schwe-felsäure.	Kohlen-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte.
				3. Mai.					
A.	29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59
B.	30,5	1,48	0,38	1,90	1,37	17,38	12,04	0,90	13,30
				26. Mai.					
A.	35,0	0,16	0,16	0,89	1,72	36,43	12,88	1,96	15,62
B.	34,0	0,31	0,32	0,98	1,54	30,41	13,60	3,24	17,14

Die Differenzen zwischen beiden Wasserproben sind im Ganzen unbedeutend zu nennen und beweisen beide Resultate ein und denselben Ursprung derselben sehr oft erhalten Schwankungen in der Mischung der Quelle Bestätigung durch die an dem Ausflusse des Brunnens erhaltenen Resultate; einige Male liegen jedoch auch deutliche Zeichen vor, dass die Leitung fehlerhaft war.

Bei den Resultaten der Untersuchungen wurde überhaupt folgendes Steigen und Fallen bei den einzelnen Bestandtheilen beobachtet:

Abdampfrückstand:

A. Quelle 29,5 d. 3. Mai u. 47,0 d. 3. Nov.
B. Brunnenwasser 30,5 „ „ „ „ 47,5 „ „ „

Die Bestimmung des Abdampfrückstandes bei 110 bis 120° C. unterliegt leicht einiger Ungenauigkeit, ob länger oder kürzer der Wärme ausgesetzt, ob mehr oder minder wasserbindende Verbindungen zugegen u. s. w., und soll überhaupt mehr zur annähernden Beurtheilung dienen; man überzeugt sich jedoch deutlich, dass die Resultate gut übereinstimmen und eben so einen annähernden Vergleich ermöglichen. Die grössten Differenzen unter sich betragen nach obigen Zahlen bei A = 17,5, bei B = 17,0. Fast durchgängig ergiebt das Brunnenwasser ein wenig mehr Rückstand, als die Quelle, was wohl in der Aufnahme von etwas organischer Substanz aus der Leitung herrühren dürfte.

Organische Substanz. Die Schwankungen betragen bei

A. 0,16—26. Mai — bis 1,26 d. 3. Nov.; Differenz = 1,10.
B. 0,31— „ „ „ „ 1,48 „ „ Mai; „ = 1,17.

Die Grenzzahl für den Gehalt der Trinkwasser an sog. organischer Substanz — durch übermangansaures Kali leicht oxydirbare Stoffe — wurde von Pettenkofer mit 5 Th. pro 100,000 Th. Wasser gegeben, Kubel ging schon herab auf 2 und ich habe wiederholt festgestellt, dass reine Quellen kaum mehr als 1 Th. enthalten, in der Regel weniger. Hier beträgt die Minimalzahl 0,16, die Maximalzahl 1,26 bei der Quelle; der Brunnenausfluss in der Stadt zeigt fast durchgängig etwas mehr, demnach jedenfalls von den Holzröhren entnommen. Die Durchschnittszahl der 11 Bestimmungen bei dem Wasser der Quelle ist 0,57 Th. organische Substanz in 100,000 Th. Wasser.

Steigung und Sinken der organischen Substanz zeigt sich bei Quelle und Brunnenabfluss fast immer correspondirend, ausser d. 1. Februar, wo die Quelle nur 0,18 Th. enthielt, das Wasser des Brunnens 1,05; diess lässt auf eine damalige Beschädigung der Leitung schliessen.

Härte. Am Besten ist der Jahreseinfluss der Witterung in der Härte — dem Gesammtausdruck für Kalk und Talkerde — zu erkennen.

Die Härtegrade schwanken bei der Quelle zwischen 13,59 und 18,49 — Differenz = 4,9, bei dem Ausfluss des Brunnens zwischen 13,30 und 18,62 — Differenz = 5,32. Bei Quelle und Brunnen sind die geringsten Härtegrade im Mai 1873, der einem feuchten Frühjahre folgte; die höchsten Härtegrade finden sich dann bei beiden in den Monaten Juni bis October des trocknen Sommers 1872. Meistentheils beträgt die Härte im Brunnenauslauf der

Stadt etwas weniger, als an der Quelle. Der mittlere Härtegrad beträgt bei 12 Bestimmungen für die Quelle 16,75 Grade.

Salpetersäure. Schwankungen bei der Quelle 0,11 bis 0,54 Theile — Differenz = 0,43, bei dem laufenden Brunnen der Stadt desgleichen 0,11—0,54.

Die Ermittelungen der Salpetersäure hat besonderen Werth wegen der Wichtigkeit derselben als bleibendes Zersetzungsproduct stickstoffhaltender organischer Substanzen. Die Salpetersäure erzeugt sich dabei in den lockeren, der Luft zugänglichen, demnach oberen Schichten als Oxydationsproduct und wird nachweisbar die Entstehung derselben namentlich durch Alkalien befördert. Boussingault glaubte daher auch, grössere Mengen in Quellen des Kalkgebietes gefunden zu haben. Die Grenzzahl für reines Wasser ist als 0,4 in 100,000 Th. Wasser festgestellt.

Nur einmal, am 1. Februar wird diese Grenzzahl bei der Quelle überschritten und zwar nur mit 0,54, dasselbe Resultat ergiebt an diesem Tage der Brunnenablauf der Stadt; hier findet sich, jedenfalls durch äusseren Zufluss, dieselbe Menge auch am 28. Februar, ausserdem liegen die Zahlen weit unter der Grenzzahl und giebt die Quelle als Mittel von 9 Bestimmungen die Quantität von 0,25 Th. Salpetersäure auf 100,000 Th. Wasser.

Chlor. Quelle = 0,52 — 1,15 — Differenz = 0,63. Auslauf des Brunnes = 0,54 — 1,90 — Differenz = 1,36. Grenzzahl 0,2 — 0,8; Mittelzahl aus 9 Bestimmungen der Quelle = 0,77.

Die Kalkgebirge enthalten gewöhnlich reichlicher Chloride der Alkalien und giebt sich dies auch in der Mischung dieses Quellwassers zu erkennen, obgleich die Mittelzahl noch innerhalb der sog. Grenzzahl für reine Quellen

bleibt. Zuflüsse der oberen Schichten steigern gewöhnlich sofort die Chloride und schwefelsauren Salze.

Schwefelsäure. Quelle — 1,03 — 2,72 Differenz = 1,69. Auslauf des Stadtbrunnens — 1,03 — 2,74 Differenz 1,71. Grenzzahl = 0,2 — 6,3. Mittelzahl für die Quelle bei 11 Bestimmungen = 1,86.

Die für die Schwefelsäure ausgesprochene Grenzzahl schwankt wegen der im Kalkgebiete sehr häufig sich findenden grösseren Menge gegenüber den reinen Quellen anderer Gebirgsformation. Fast durchgängig kann diese Säure auf Gyps bezogen werden und halten sich die hier gebotenen Resultate völlig innerhalb der Vorkommnisse bei reinem Quellwasser der Kalkschichten. Die verhältnissmässig grösseren Veränderungen im Gehalte sind aus dem Ursprunge der Quelle leicht erklärlich.

Bei Zufluss von Verunreinigungen aus Düngerabfällen treten dann leicht auch schwefelsaure Alkalien zu.

Kohlensäure. Die Bestimmung der Gesammtmenge der Kohlensäure geschah namentlich wegen des späteren Vergleiches mit den Resultaten des fliessenden Wassers. Gefunden wurden bei Quelle 18,09 — 36,43, bei Auslauf des Brunnens 13,87 — 33,69, die Differenz bei ersterer beträgt 18,32, bei letztern 19,82.

Diese bedeutenden Schwankungen sind sowohl von dem Steigen und Fallen der kohlensauren Verbindungen von Kalk und Talkerde abhängig, wie von den jeweiligen inneren Zuflüssen überhaupt. Sehr häufig lässt sich ein Verlust durch den langen Lauf der Leitung erkennen, jedoch zeigt das Brunnenwasser der Stadt auch weit grösseren Gehalt zu gleicher Zeit. Diese scheinbaren Widersprüche sind erklärlich durch die fast immer vorhandene Ansammlung von Kohlensäure an einzelnen Stellen der Leitung.

Wasser der Saale.

Die Proben der verschiedenen Wasser wurden stets an einem Tage gefasst, diejenigen für Kohlensäurebestimmung so, dass das Wasser in eine Mischung von Baryt und Ammoniak direct einlief. Es ist wohl gleichgültig, ob genau der erste Tag des Monates gewählt wurde oder ein naheliegender zufällig den Verhältnissen geeigneter. Das Wasser der Saale wurde oberhalb der Stadt im Paradiese und zwar entfernt vom Ufer geschöpft.

In 100,000 Wasser wurden gefunden:

Dat. 1872	Abdampf-rückst.	Org. Subst.	Salpet.-säure.	Chlor.	Schwe-felsäur.	Kohlen-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte.
29/6.	23,5	3,39	0,11	1,41	3,91	9,47	6,60	2,16	9,62
30/7.	24,5	4,01	0,11	0,62	6,35	10,73	8,96	1,95	11,69
27/8.	14,2	4,12	?	1,45	5,86	9,03	7,28	1,95	10,01
2/10.	29,8	2,33	?	1,98	5,15	11,73	7,45	2,24	10,58
3/11.	31,2	3,13	?	1,24	?	12,84	6,22	2,31	9,45
4/12.	13,5	2,95	0,65	?	2,65	10,57	3,64	0,50	3,71
1873									
1/1.	17,5	1,79	0,11	0,57	2,09	?	2,41	0,65	3,31
1/2.	24,0	2,59	0,16	2,17	1,99	10,72	3,36	0,90	4,62
28/2.	11,5	3,13	0,11	1,57	1,08	6,01	1,69	0,49	2,37
1/4.	12,5	0,93	0,20	0,92	0,69	5,07	1,80	0,36	2,30
3/5.	8,0	3,88	0,19	0,97	2,06	12,57	3,36	0,73	4,33
26/5.	15,0	2,19	0,22	1,07	3,26	13,17	3,64	1,08	5,15

Die Schwankungen innerhalb der bestimmten Substanzen sind folgende:

				Mittelzahl.
Abddampfrückst.:	8,0 —31,2,	Differz.	= 23,2	= 18,8.
Organ. Substanz:	0,93—4,10,	„	= 3,17	= 2,87.
Salpetersäure:	0,11—0,65,	„	= 0,54	= 0,21.
Chlor:	0,57—2,17,	„	= 1,60	= 1,25.

				Mittelzahl.
Schwefelsäure	0,69— 6,35,	Differenz	= 5,66 =	4,09.
Kohlensäure	6,01—12,84,	„	= 6,83 =	10,18.
Härte	2,30—11,69,	„	= 9,39 =	6,35.

Wasser eines Pumpbrunnens in der Zwätzengasse.

Dasselbe enthielt in 100,000 Theilen:

Dat. 1872	Abdampfrückst.	Org. Subst.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
29/6	175,7	3,03	?	9,15	45,49	34,14	43,90	7,46	54,34
30/7	180,8	6,30	8,83	12,36	41,58	96,88	38,98	6,67	48,23
27/8	181,8	5,48	9,07	11,78	43,01	62,20	39,42	6,90	49,08
2/10	165,3	2,24	7,02	8,97	42,22	60,54	39,20	5,77	47,26
3/11	160,0	2,23	6,48	13,23	28,88	39,14	36,51	6,41	45,38
4/12	174,0	3,57	9,72	7,17	48,07	41,31	40,60	4,72	45,20
1873									
1/1	211,0	2,14	9,93	8,28	45,90	?	37,86	5,69	45,88
1/2	198,0	3,12	11,36	10,83	51,43	40,80	41,44	6,67	50,77
28/2	193,3	3,04	9,07	10,63	50,89	34,51	41,44	6,67	50,77
1/4	241,0	1,78	11,77	10,97	73,10	18,76	48,82	8,29	60,42
3/5	185,0	2,04	9,96	9,58	57,68	24,28	44,24	7,57	54,83
26/5	224,0	3,30	8,75	17,74	59,40	47,12	48,72	7,21	58,80

Schwankungen:

Abdampfrückstand:	160,0 —241,0,	Differenz	= 81,00 =	Mittelzahl = 189,1.
Organ. Subst.	1,78— 6,30,	„	= 4,52 =	„ = 3,18.
Salpetersäure:	6,48—11,77,	„	= 5,29 =	„ = 9,27.
Chlor:	8,28—17,74,	„	= 9,46 =	„ = 10,89.
Schwefelsäure:	28,88—73,10,	„	= 44,22 =	„ = 48,72.
Kohlensäure:	18,76—96,88,	„	= 78,12 =	„ = 45,42.
Härte:	45,20—60,42,	„	= 15,22 =	„ = 50,90.

Die Mittelzahlen repräsentiren nicht das Mittel der Differenzen, sondern die thatsächliche Mittelzahl der sämmtlichen angestellten Versuche.

Die Schwankungen des Abdampfrückstandes bei dem Wasser des Pumpbrunnens betragen mehr als das Doppelte des Abdampfrückstandes vom Quellwasser überhaupt und nichts kann rascher den Unterschied von laufendem Quellwasser, frei von Zuflüssen der Umgebung, von Flusswasser und Wasser eines Pumpbrunnens geben, als der directe Vergleich.

100,000 Th. Wasser ergaben:

A. Quellwasser.
C. Pumpbrunnen der Stadt.
D. Saalwasser.

	Abdampf-rückstand.	Org. Subst.	Salpeter-säure.	Chlor.	Schwefel-säure.	Kohlen-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte
				29. Juni 1872.					
A.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44.
C.	175,7	3,03	?	9,15	45,49	34,14	43,90	7,46	54,34.
D.	23,5	3,39	0,11	1,41	3,91	9,47	6,60	2,16	9,62.
				30. Juli 1872.					
A.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32.
C.	180,8	6,30	8,83	12,36	41,58	96,88	38,98	6,67	48,23.
D.	24,5	4,01	0,11	0,62	6,35	10,73	8,96	1,95	11,69.
				27. August 1872.					
A.	38,5	0,65	?	?	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44.
C.	181,1	5,48	9,07	11,78	43,01	62,20	39,42	6,90	49,08.
D.	24,1	4,12	?	1,45	5,86	9,03	7,28	1,95	10,01.
				2. October 1872.					
A.	40,9	0,37	?	?	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49.
C.	165,3	2,24	7,02	8,97	42,22	60,54	39,20	5,77	47,26.
D.	29,8	2,33	?	1,98	5,15	11,73	7,45	2,24	10,58.

	Abdampf-rückstand.	Org. Subst.	Salpeter-säure.	Chlor.	Schwefel-säure.	Kohlen-säure.	Kalk.	Talk-erde.	Härte.
				3. November 1872.					
A.	47,0	1,26	?	?	?	35,34	13,05	3,17	17,48.
C.	160,0	2,23	6,48	13,23	28,88	39,14	36,51	6,41	45,38.
D.	31,2	3,13	?	1,24	?	12,84	6,22	2,31	9,45.
				4. December 1872.					
A.	35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14.
C.	174,0	3,57	9,72	7,17	48,07	41,31	40,60	4,72	45,20.
D.	13,5	2,95	0,65	?	2,65	10,57	3,64	0,50	3,71.
				1. Januar 1873.					
A.	35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40.
C.	211,5	2,14	9,94	8,28	45,91	?	37,86	5,69	45,88.
D.	17,5	1,78	0,11	0,57	2,09	?	2,41	0,65	3,31.
				1. Februar 1873.					
A.	35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28.
C.	198,0	3,13	11,36	10,83	51,43	40,81	41,44	6,67	50,77.
D.	24,0	2,59	0,16	2,17	1,99	10,73	3,36	0,90	4,62.
				28. Februar 1873.					
A.	36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37.
C.	193,3	3,04	9,07	10,63	50,88	34,51	41,44	6,67	50,77.
D.	11,5	3,13	0,11	1,57	1,08	6,01	1,69	0,49	2,37.
				1. April 1873.					
A.	34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49.
C.	241,0	1,78	11,77	10,97	73,10	18,75	48,82	8,29	60,42.
D.	12,5	0,93	0,20	0,92	0,69	5,07	1,80	0,36	2,30.
				3. Mai 1873.					
A.	29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59.
C.	18,5	2,04	9,96	9,58	57,68	24,28	44,24	7,57	54,83.
D.	8,0	3,89	0,19	0,97	2,06	12,57	3,36	0,72	4,33.
				26. Mai 1873.					
A.	35,0	0,16	0,16	0,89	1,72	36,43	12,88	1,96	15,62.
C.	224,0	3,30	8,75	17,74	59,40	47,12	48,72	7,21	58,80.
D.	15,0	2,19	0,22	1,07	3,26	13,17	3,64	1,08	5,15.

Grenzzahlen für reines Trinkwasser.

10—50, 1—2, 0,4, 0,2—0,8, 0,2—6,3 18.

Alle Einzelheiten zu betrachten, welche aus diesen Zahlenreihen sich ergeben, würde zu weit führen und mag bei eingehendem Falle dem eigenen Studium überlassen bleiben.

Auch die Quelle ist den äusseren Witterungsverhältnissen unterworfen, so sinkt in Folge des wasserreichen Herbstes die Härte im November, December und Januar von 18,49 auf 17,48 14,14° 14,40, steigt hierauf wieder bis April zu 17,49 Graden, um nun in Folge des wasserreichen Frühjahres wieder auf 13,59 Grade zu fallen im Mai, während Ende Mai schon wieder die Steigerung auf 15,62 Grade stattfindet. Die Schwankungen der Härte betragen bei der Quelle 4,9 Grade, der mittlere Härtegrad ist 16,75 Grad, bleibt demnach noch völlig unter der sog. Grenzzahl 18,0. Das letztere ist in sofern bemerkenswerth, als diese Quelle bei Jena der Formation des Muschelkalkes entspringt und demnach zu den härtesten Vorkommnissen vermöge des natürlichen Gebirges zählt. Die nahegelegene Gegend von Weimar, Apolda u. s. w. liefert oft allerdings härteres Wasser,, selbst bei reinsten, gypsfreien Quellen, weil dort der Kalk dolomitisch wird und nun, jetzt leicht erklärlich, die Talkerde in nicht gewöhnlichem Maasse steigt.

Das weichste Wasser ist, wie fast überall, das fliessende des Flusses, weil hier bei dem Laufe sich die abzuscheidenden kohlensauren alkalischen Erden entfernen, Wasser aus ferner gelegenen Gegenden zufliessen u. s. w.; die Härte des Saalwassers schwankt zwischen 2,30—11,69, Differenz = 9,39 oder circa 4 Mal so gross, als der geringste, beobachtete Härtegrad bei demselben Wasser; die mittlere Härte betrug 6,35. Schon diese Zahlen beweisen auf das Bestimmteste die wechselnden Verhältnisse bei Flusswasser; Umstände, welche den Anforderungen einer gleichmässigen

Beschaffenheit — als Genuss- oder Trinkwasser — direct entgegen stehen.

Kommt man nun endlich mit den Ergebnissen bei dem Wasser des Pumpbrunnens, so mag nochmals vorangestellt werden, dass derselbe in einer Vorstadt Jena's, im Garten eines Hauses der Zwätzener Gasse, vor wenigen Jahren neu angelegt worden war und somit erst recht den Zustand der Jetztzeit vertritt.

Die Härtegrade schwanken zwischen 45,20 — 60,42, Differenz = 15,22. Die letztere ist gegenüber der so ungeheuer grossen Härtezahl an und für sich nicht auffallend und beweist im Ganzen die ziemlich gleichbleibenden Verhältnisse der äusseren Zuflüsse.

Es wäre möglich, dass in der hiesigen Formation diese Quellen aus Gypsschichten herrührten, da die Menge der Schwefelsäure sich so hoch beläuft, aber die Zahlen für Chlor und Salpetersäure beweisen nur zu deutlich, dass das Wasser einem völlig durchjauchten, inficirten Boden entnommen wird.

Hier wurde der vergleichenden Untersuchung wegen ein Wasser wiederholt geprüft, an anderen Orten habe ich genügend Material veröffentlicht, woraus ohne Zweifel hervorgeht, dass reine Pumpbrunnen, besser reines oder nur reineres Wasser in denselben, zu den Seltenheiten gezählt werden muss.

Für die gesundheitspolizeiliche Beurtheilung ist die Menge der Salpetersäure von grösstem Werthe. Die fliessende Quelle giebt zu erkennen, welche Verhältnisse in reinem Quellwasser der Gegend walten, die Steigerung bei anderen Proben kann daher nur auf Verunreinigung zurückgeführt werden.

Gefunden wurden bei der Quelle, für 100,000 Th. Wasser zwischen 0,11 und 0,54 Theilen, Differenz = 0,43; Mittelzahl der Versuche = 0,25,

bei dem Wasser der Saale — 0,11 — 0,65, Differenz = 0,54; Mittelzahl = 0,21,

bei dem Wasser des Pumpbrunnens = 6,48 — 11,77, Differenz = 5,29; Mittelzahl = 9,27.

Grenzzahl für Salpetersäure = 0,40.

Die Menge der Salpetersäure im Quellwasser beträgt nur einmal im Februar 0,54, jedenfalls eingeführt durch die Zuflüsse des wasserreichen Herbstes, die Mittelzahl bleibt noch weit unter der sog. Grenze, und beweist auf's Neue die Wichtigkeit derselben, sowie, dass sie für reine Quellen eher zu hoch als zu niedrig ist.

Bei dem Flusswasser walten ganz ähnliche Verhältnisse; die Zerstörung der organischen Materien findet eben in den oberen Schichten der Erde statt und werden hier, wenn möglich, die Producte wieder zur Ernährung der Pflanze verbraucht. Die, die Flüsse speisenden, laufenden Quellen enthalten wenig dieser Zersetzungsproducte und der Regen desgleichen.

Dagegen bringt das Wasser des Pumpbrunnens die augenscheinlichsten Beweise dieser unterirdischen Verunreinigungen, die Mittelzal für Salpetersäure beträgt schon an und für sich fast 40 Mal mehr, als diejenige der Quelle.

Die Salpetersäure, als bleibendes Product der Verwesung stickstoffhaltender organischer Substanz, giebt gewissermaassen ein Bild der Mischung der etwas tiefer gelegenen Erdschichten wieder, die Schwankungen in derselben zeichnen sehr gut auch hier den wechselnden Zufluss, dagegen ist die sog. organische Substanz das vorübergehende Material der ersten Umsetzung thierischer und pflanzlicher Abfälle, welche bei dem ersten Angriffe lösliche, leicht weiter zersetzbare Stoffe abgeben.

Das Quellwasser enthält an organisher Sub-

stanz 0,16—1,26, Differenz 1,10, Mittelzahl der Versuche = 0,57. Mengen höher als 1 wurden nur im November und Mai, offenbar bei der Einwirkung der wasserreicheren, vorhergehenden Zeit beobachtet und sind daher leicht erklärlich. Die Mittelzahl der Versuche, 0,57, bleibt noch weit unter 1., und ist letztere Zahl daher mit Recht für reines Quellwasser festzuhalten.

Das Wasser der Saale erwies zu derselben Zeit die Zahlen 0,93—4,10, Differenz = 3,17, Mittelzahl der Versuche = 2,87 für organische Substanz, und das Wasser des Pumpbrunnens enthielt 1,78—6,30, Differenz = 4,52, Mittelzahl = 3,18.

Diese Ergebnisse characterisiren am deutlichsten, warum man vom gesundheitlichen Standpunkte aus sich gegen jede Verwendung von Fluss-Wasser als Trinkwasser erklären muss und wie dies auch fast stets bei Wasser der Pumpbrunnen der Fall ist. Es ist der Wechsel in diesen Stoffen, der jeden Augenblick die misslichsten Verhältnisse befürchten lässt.

Schwefelsäure und Chlor.

Sie beträgt bei dem Quellwasser 1,03 — 2,72 — Differenz = 1,69; Mittelzahl = 1,86.

Das Wasser der Saale ergab 0,69 — 6,35, Differenz = 5,66; Mittelzahl = 4,09.

Wasser des Pumpbrunnens 28,88 — 73,10, Differenz = 44,22; Mittelzahl = 48,72.

Die Menge der Schwefelsäure beträgt bei den Quellen der Kalkformation gewöhnlich mehr, als bei anderen Gebirgen, erklärlich durch das fast gleichzeitig auftretende Vorkommen des Gypses; aus diesem Grunde glaubte ich der sog. Grenzzahl für reines Wasser einen etwas grösseren Spielraum gewähren zu müssen und stellte dieselbe

auf 0,2—6,3. Die obige Angabe zeigt ein gewöhnliches Verhältniss bei Kalkquellen. Das Flusswasser berührt hier häufig Gypslager und so spiegelt sich dies auch wieder in den bedeutenden Schwankungen, so dass schliesslich sogar 6,35 Th. Schwefelsäure in 100,000 Th. Wasser gefunden werden, wodurch dasselbe momentan eine starke, bleibende Härte erlangt; jedenfalls liegt auch hier die wechselnde Mischung des fliessenden Wassers klar vor Augen.

Das Wasser des Pumpbrunnens jedoch giebt Zahlen, die keiner weiteren Beleuchtung bedürfen; die Verunreinigungen treten auf das Schärfste hervor und erhalten noch weitere Bestätigung durch das Chlor. Die Quelle enthält 0,52 bis 1,15 Th. Chlor, Differenz = 0,63; Mittelzahl = 0,77. Grenzzahl für reines Trinkwasser = 0,2 — 0,8.

Das Wasser der Saale gab 0,57—2,17 Th., Differenz = 1,60; Mittelzahl = 1,25.

Der Pumpbrunnen erwies 8,28—17,74 Th., Differenz = 9,46; Mittelzahl = 10,89.

Es handelt sich keineswegs um Wasser, welches aus einem Salzgebiete stammt, die Saale berührt vor Jena nichts derartiges, auch nicht in den Zuflüssen derselben, und dennoch beträgt einmal die Chlormenge am 1. Februar 2,17 Th., wahrscheinlich bei kleinem Wasserstande; auch im September und October finden sich verhältnissmässig erhebliche Mengen, wenn man bedenkt, dass die Saale schon eine ansehnliche Wassermenge rasch wechselt. Das Wasser selbst wurde nicht direct am Lande geschöpft und vor der Stadt, wie oben erwähnt.

Der Gehalt der Quelle ergiebt das hier normale Verhältniss; die Mittelzahl übersteigt beinahe die ausgesprochene Grenzzahl und liegt dies in dem fast überall beobachteten stärkeren Gehalt des Kalkgebirges an Chloriden.

Demnach dürfte die bei dem Flusswasser beobachtete

Steigerung auf Verunreinigungen durch Zuflüsse zurückzuführen sein.

Bei dem Pumpbrunnen sind ausserordentliche Mengen Chlor vorhanden, in sehr starkem Wechsel begriffen. Hier ist es unleugbar, dass der Ursprung in den thierischen Abfällen zu suchen ist; der Boden ist mit Düngertheilen reichlich versehen und Salpetersäure wie organische Substanz, wie Chlor und Schwefelsäure geben vereint das anschaulichste, deutlichste Bild dieser Zufuhren aus nächster Umgebung.

Die Bestimmung des Abdampfrückstandes wird immer nur eine annähernde sein können, da bald mehr, bald weniger Wasser inniger oder lockerer gebunden vorhanden ist und somit leicht in Rechnung gelangen kann. Dennoch giebt diese so einfache Ermittelung oft ein rasch brauchbares Resultat bei solchen Differenzen, wie sie hier beobachtet wurden.

Die Quelle ergab 29,5—47,0 Th., Differenz = 17,5; Mittelzahl = 37,0.

Das Wasser der Saale erwies 8,0—31,2 Th., Differenz = 23,2; Mittelzahl = 18,8. Die Differenz ist fast 3 Mal so gross, als die kleinste gefundene Menge.

Bei dem Pumpbrunnen beträgt die Schwankung zwischen 160,0—241,0 Th., Differenz = 81,0; Mittelzahl = 189,1 Th.

Der Vergleich wird am Geeignetsten durch Nebeneinanderstellung der Zahlen für höchsten und niedrigsten Gehalt u. s. w. ermöglicht werden.

Für 100,000 Th. Wasser betrugen die Ergebnisse:

Abdampfrückstand.

	Niedrigste Zahl.	Höchste Zahl.	Differenz.	Mittelzahl.	
Quelle	29,5	47,0	17,5	37,0	Th.
Flusswasser	8,0	31,2	23,2	18,8	„
Pumpbrunnen	160,0	241,0	81,0	189,1	„

Grenzzahl = 10—50,0.

Organische Substanz.

Quelle	0,16	1,26	1,10	0,57	„
Flusswasser	0,93	4,10	3,17	2,87	„
Pumpbrunnen	1,78	6,30	4,52	3,18	„

Grenzzahl = 1,0.

Salpetersäure.

Quelle	0,11	0,54	0,43	0,25	„
Flusswasser	0,11	0,65	0,54	0,21	„
Pumpbrunnen	6,48	11,77	5,29	9,27	„

Grenzzahl = 0,4.

Chlor.

Quelle	0,52	1,15	0,63	0,77	„
Flusswasser	0,57	2,17	1,60	1,25	„
Pumpbrunnen	8,28	17,74	9,46	10,89	„

Grenzzahl = 0,2—0,8.

Schwefelsäure.

Quelle	1,03	2,72	1,69	1,86	„
Flusswasser	0,69	6,35	5,66	4,09	„
Pumpbrunnen	28,88	73,10	44,22	48,72	„

Grenzzahl = 0,2—6,3.

Kohlensäure.

Quelle	18,09	36,43	18,32	28,34	„
Flusswasser	6,01	12,84	6,83	10,18	„
Pumpbrunnen	18,76	96,88	78,12	45,42	„

Härte.

	Niedrigste Zahl.	Höchste Zahl.	Differenz.	Mittelzahl.	
Quelle	13,59	18,49	4,9	16,75	Th.
Flusswasser	2,30	11,69	6,83	6,35	„
Pumpbrunnen	45,20	60,42	15,22	50,90	„

Grenzzahl = 18.

Die vorliegenden Resultate dürften in mehreren Beziehungen brauchbar und lehrreich sein.

Zunächst beweisen sie auf das Vollständigste die Unbeständigkeit in der Mischung des fliessenden Wassers, wie des, äusseren Verunreinigungen zugänglichen, Wassers des Pumpbrunnens. Bei letzterem treten in stärkstem Maasse die durch Abwurfsstoffe bewirkten Zuflüsse auf und führen bei beiden zur Verwerflichkeit des Materials als Trinkwasser.

Würden auch noch nicht eine so grosse Zahl von Beispielen bekannt sein, dass verunreinigtes Wasser gesundheitsschädliche Wirkungen hervorgerufen, so müsste doch schon allein die Ueberzeugung der so wechselnden Mischung zu der Forderung eines reinen, sich gleichbleibenden Wassers führen.

Brauchbar werden ferner auch für andere Verhältnisse die Resultate sein, indem sie ergeben, welche Schwankungen selbst bei reinem Quellwasser vorkommen und so Handhaben bieten, reines Quell- von Fluss- oder verunreinigtem Wasser zu unterscheiden, eine Frage, die für die Jetztzeit keine geringe Bedeutung besitzt.

Die höchsten Zahlen der organischen Substanz liegen bei dem Saalwasser im Juni, Juli, August; stehendes Wasser der Teiche zeigt diesen Umstand bei zu geringem Ab- und Zufluss noch deutlicher.

Wenn auf der einen Seite die Ursache oder Beförderung epidemischer Krankheiten darin gesucht wird, dass

in dem Boden durch den Wechsel der Feuchtigkeit chemische Processe eintreten, deren Producte gesundheitsnachtheilig wirken sollen, so ist mit noch grösserem Rechte Nachtheil zu erwarten, wenn demselben Boden Wasser zur Nahrung der Menschen entzogen wird. Alle Nachtheile, welche aus dem Boden, durch die Producte der Umänderung organischer Substanzen der Gesundheit erwachsen sollen, sind, vielleicht noch in weit gesteigertem Maasse, von dem Wasser zu erwarten, welches denselben Verhältnissen ausgesetzt ist, wie dasjenige der stehenden Pumpbrunnen unläugbar, und somit scheint es eine unabweisbare Forderung der Zeit, reines Quellwasser allein als Nahrungsmittel zu verwenden.

Mikroskopische Prüfung.

Die jederzeit ausgeführten mikroskopischen Prüfungen schwebender Stoffe oder der Ablagerungen in den Wasserproben haben bis jetzt keine besonders bemerkenswerthen Resultate ergeben. Reines Trinkwasser war im frischen Zustande auch frei von Organismen und höchstens local getrübt von feinen, thonigen Theilen; jedoch wurde derselbe Grad von Reinheit auch bei Wasser gefunden, welches die chemische Prüfung dann als sehr verunreinigt erwies. Dagegen wurde fast durchgängig beobachtet, dass verunreinigtes Wasser viel früher verdarb und nunmehr reichlich Organismen enthielt; namentlich bei Wasser, welches reich mit salpetersauren Salzen versehen war, wurde eine um so raschere Entwickelung niedriger Organismen bemerkt.

Bei Wasserproben, welche unmittelbar während des Verlaufes von Epidemieen entnommen waren und thatsächlich verwerflich in chemischer Beziehung sich zeigten, wurden jedoch meistentheils auch organisirte Formen,

oft in sehr starker, auffälliger Menge gefunden, wie es ganz allgemein bei wirklich verdorbenem Wasser der Fall ist.

Die mikroskopische Untersuchung erwies dann gewöhnlich einzelne rundliche, meistens Chlorophyll haltende Zellen, ferner langgestreckte, verkettete Formen, oft algenähnlich verzweigt und verbunden, von grüner bis brauner Färbung, endlich regelmässig Amoeben, Monaden in den verschiedenen Uebergängen und mit möglichst lebhaften Bewegungserscheinungen, sehr häufig in ebenso mannigfaltiger Vervielfältigung zu beobachten. Seltener habe ich hefenähnliche Zellen, Bacterien und Vibrionen beobachtet, dagegen häufiger Diatomeen von sehr verschiedener Form, rundliche und langgestreckte, namentlich aber auch die Kieselnadeln ähnlichen, gabelförmig verzweigten Gestalten.

Immerhin ist es mir bis jetzt nicht möglich, eine bestimmte Folgerung daraus zu ziehen, da ganz dieselben Erscheinungen, wenn auch später, bei ganz reinem Ouellwasser eintreten, sobald es ungeschützt aufbewahrt wird.

Versucht man eine Eintheilung der Wasser nach ihren gewöhnlich vorkommenden Bestandtheilen, so könnte man wohl aussprechen, dass reine Trinkwasser vorwaltend kohlensaure Salze — namentlich Kalk und Talkerde — enthalten, mit sehr wenig Chloriden und schwefelsauren Salzen, meistens dann Natron- oder Kalisalzen.

Unter den schwefelsauren Salzen findet sich am häufigsten in grösserer Menge der Gyps, seltener schwefelsaure Magnesia.

Unter den Chloriden enthalten Quellwasser leicht grössere Mengen Chlornatrium und bilden dann schliesslich die sog. Sool- und Salzquellen.

Diese normal in grösserer oder geringerer Menge vorkommenden Bestandtheile der Quellwasser lassen sich durchgängig leicht an ihrer eigenthümlichen Krystallform erken-

nen, welche nach dem Eintrocknen beobachtet werden kann.

Die abnormen, durch locale Zuflüsse gegebenen, Bestandtheile der Quell-, Brunnen-Wasser sind zwar sehr häufig wiederum dieselben schwefelsauren Salze und Chloride, aber ausserdem namentlich salpetersaure Salze, welche sich durch Zerfliesslichkeit auszeichnen und deren Krystallisation oder Krystallform nur in sehr trocknem Zustande beobachtet werden kann. Dies ist der Fall bei salpetersaurem Kalk und salpetersaurer Talkerde, auch dem Natronsalpeter, wogegen das entsprechende Kalisalz allerdings sehr leicht und haltbar krystallisirt.

Zur Nachweisung der Salpetersäure dient sehr leicht die gleichfalls mit mikroskopischer Genauigkeit mögliche Prüfung mit Brucinlösung, wozu 1 Tropfen des betreffenden Wassers vollständig genügt[1]). Tritt die Reaction einigermaassen lebhaft auf, so ist das Wasser schon sehr verunreinigt, da reines Quellwasser die Reaction nicht oder kaum erkennen lässt.

Ausser dieser unendlich feinen Reaction auf Salpetersäure gestattet aber die mikroskopische Prüfung des Abdampfrückstandes von Wasser sehr leicht äusserst brauchbare Nachweisungen und ist dieselbe auch leicht ausführbar, sowie interessant.

Man braucht zu diesem Zwecke nur einen einzigen Tropfen Wasser auf einem Objectglase einzudunsten, entweder freiwillig oder durch Unterstützung mit Wärme.

Das freiwillige Verdunsten kann sehr leicht unter einer Glocke, vor Staub geschützt, geschehen, hat man Chlorcalcium oder conc. Schwefelsäure u. dergl. darunter, so beschleunigen diese natürlich das Austrocknen.

Das Verdunsten mit Hülfe der Wärme kann auf war-

1) Vergl. S. 94.

mer Unterlage — Ofenplatte — geschehen, oder auch durch directes vorsichtiges Erwärmen.

Die Trockenrückstände können dann sofort mit passender Vergrösserung unter dem Mikroskope betrachtet werden.

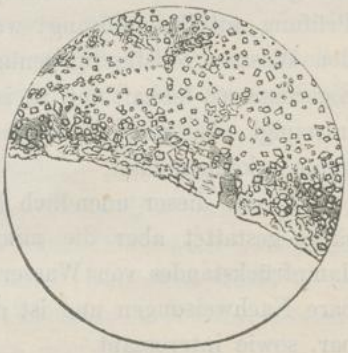
Kohlensaurer Kalk.

Es wurden hierzu Lösungen von reinem kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser benutzt.

Fig. I. Kohlensaurer Kalk (kalt verdunst.)

357 f. Vergr.

Fig. II. Kohlensaurer Kalk (warm verdunst.)



357 f. Vergr.

Fig. I ist langsam, kalt eingetrocknet;
Fig. II auf heisser Platte.

In beiden Objecten zeigt sich deutlich die rhomboëdrische Krystallisation des kohlensauren Kalkes, bei der langsamen Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur hat sich der kohlensaure Kalk noch mehrfach in dendritenartigen Formen oder kugelig abgeschieden. Selten erhielt

ich Arragonit-Krystalle, welche dann in spiessigen Nadeln auftraten, namentlich wenn die Flüssigkeit bis zum Sieden gebracht war.

Kohlensaure Talkerde.

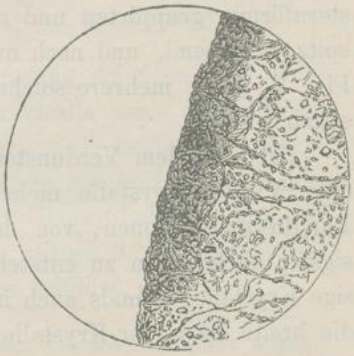
Gleichfalls Lösung von reinem Materiale in kohlensäurehaltigem Wasser.

Obgleich weit leichter löslich, als der kohlensaure Kalk, erhielt man doch selbst bei sehr langsamen Eintrocknen keine erkennbaren Krystalle, sondern stets rundliche Formen, oder hautähnliche Ueberzüge des Objectglases mit verschiedenartigen Rissen durchzogen, wie sie beide Abbildungen wiedergeben.

Fig. III. Kohlens. Talkerde (kalt verdunst.)

230 f. Vergr.

Fig. IV. Kohlens. Talkerde (warm verdunst.)

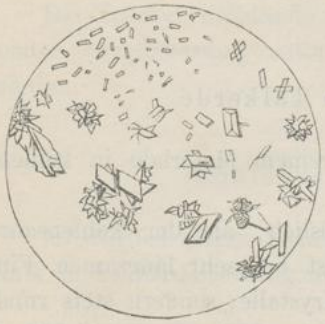


230 f. Vergr.

Schwefelsaurer Kalk, Gyps.

Verdunstet wurden hierbei die einfachen Lösungen von Gyps in Wasser.

Fig. V.
Gyps (kalt verdunstet.)



120 f. Vergr.

Fig. VI.
Gyps (warm verdunstet.)

120 f. Vergr.

Der Gyps ist ein sehr verbreiteter Bestandtheil der Quellwasser, selbst in sehr reinen Vorkommnissen findet sich derselbe regelmässig, wenn auch nur in sehr geringer Menge. Er krystallisirt ungemein leicht in den bekannten schiefen rhombischen Tafeln oder noch häufiger in sternförmig gruppirten und aufgehäuften Nadeln, ziemlich spitz ausgehend, und nach unten sich rasch verbreiternd. Fig. V giebt mehrere solche Ausscheidungen charakteristisch wieder.

Bei schnellem Verdunsten in der Wärme ziehen sich (Fig. VI) die Krystalle mehr zusammen in Bändern oder Randkrystallisationen, von dem äusseren Rande der Flüssigkeit nach Innen zu entstehen jedoch stets wieder spiessige Krystalle, oftmals auch in umgekehrter Form, so dass die breite Basis der Krystalle nach Oben oder Innen gerichtet ist.

Die Gypskrystalle zeichnen sich endlich durch die Beständigkeit aus, so dass, wenn andere Ausscheidungen durch Anziehung von Wasser wieder flüssig werden, z. B. Alkali oder Magnesiasalze, die Gypsausscheidungen wie inselförmig darin verbleiben.

Schwefelsaure Magnesia.

Man muss äusserst verdünnte wässrige Lösung zur Verdunstung wählen.

Fig. VII.
Schwefels. Magnesia (kalt verdunst.)

230. f. Vergr.

Fig. VIII.
Schwefels. Magnesia (warm verd.)

230 f. Vergr.

Bei der langsamen Verdunstung scheiden sich wohl erkennbare, besonders breite Krystalle aus, die isolirten Krystallisationen des Gypses wurden nie beobachtet; warm eingetrocknet sind zwar vom Rande aus noch einige spiessige Krystalle sichtbar, allein im Ganzen hat sich eine der kohlensauren Magnesia ähnliche, jedoch dichtere Haut mit vielgestalteten Rissen durchzogen gebildet.

Von den Alkalisalzen wurden, des Vorkommens wegen, nur 2 für diese Prüfungen ausgewählt.

Chlornatrium.

Aus sehr verdünnter Lösung, kalt verdunstet.

Fig. IX.
Chlornatrium (kalt verdunstet.)

350 f. Vergr

Es sind hier sehr deutlich die verschiedenen Formen sichtbar, in denen das Kochsalz in Würfel- und Octaëderform, und in den verschiedensten Ansätzen dazu auszukrystallisiren pflegt. Weil nicht zerfliesslich, so bleiben diese Krystallisationen sehr häufig lange Zeit sichtbar und erkennbar. Bei einiger Maassen salzreicherer Lösung werden die Krystalle für mikroskopische Untersuchung zu gross.

Salpetersaures Kali.

Fig. X.
Salpetersaures Kali (warm verd.)

120 f. Vergr.

Das Object ist durch Eindunsten einer Lösung von 1 Th. Salpeter in 1000 Theile Wasser in der Wärme erhalten, und zeigt die bekannten spiessigen und rhombischen Krystallformen des Salpeters sehr gut. Namentlich in sehr verunreinigtem Wasser von Pumpbrunnen treten derartige Abscheidungen oft in Massen hervor; jedoch ist die Anwesenheit der Salpetersäure, wie oben schon besprochen, qualitativ zu constatiren.

Salpetersaures Natron.

Bei der leichten Zerfliesslichkeit dieses Salzes erhält man Krystalle nur im trockenen Raume, über Chlorcalcium

und dergl., sie verschwinden sehr bald wieder, und können ebenso wieder hervorgerufen werden, zeigen sich dann aber als völlig durchsichtige, schöne Rhomboëder.

Untersuchung der Wasser.

Wenn man auf sämmtliche bekannte, oder berechnete Salze Rücksicht nehmen wollte, wie sie die Analysen von Wasser aufführen, so könnte noch eine grössere Zahl dieser mikroskopischen Bilder vorgeführt werden, jedoch möchte ich einmal das Gebiet nicht zu umfangreich machen, da ja keineswegs ein Ersatz der chemischen Analyse in Aussicht genommen werden kann, sondern nur eine rasch ausführbare Probe geboten, sodann würde aber auch die Gefahr naheliegen, Irrthümer zu veranlassen, indem diese Krystallisationen oft bei ziemlich fremden Substanzen nahe übereinstimmen oder doch sehr schwer unterschieden werden können.

Das Verhalten der warm oder kalt erhaltenen Abdampfrückstände ist keineswegs gleich und da man bald zu dieser oder jener Weise, je nachdem passend, greifen wird, so wurde der Vergleich bei den besonders wichtigen Stoffen stets geboten.

Noch eine einfache Operation ist jedoch bei derartigen Prüfungen zu empfehlen, — die Entfernung des kohlensauren Kalkes und grossentheils der kohlensauren Talkerde durch einige Minuten langes Kochen.

Verdunstet man zunächst einen Tropfen des Wassers für sich und prüft den Rückstand mikroskopisch, so hat man die fast stets vorwaltenden kohlensauren Salze von Kalk und Talkerde sehr reichlich vertreten. Entfernt man dieselben hierauf durch etwas längeres Kochen, so treten bei dem Eindunsten des Filtrates um so besser die gelöst bleibenden Salze der Alkalien, sowie Gyps, Bittersalz u. s.

w. deutlich hervor und erhält man eine zweite, sehr leicht ausführbare und sehr erwünschte Prüfung des Wassers.

Besonders bei verunreinigtem Wasser finden sich salpetersaurer Kalk und salpeters. Magnesia, sowie die Chloride dieser alkalischen Erden vor; sie zeichnen sich stets durch die flüssige Form aus, da es nur sehr schwer und nur auf Augenblicke gelingt, Krystallisationen zu erhalten. Man sieht dann stets den Rand der Objecte mit ölartiger Flüssigkeit umgeben und schwimmen sehr häufig die Krystalle von Gyps, kohlensaurem Kalk, auch Kochsalz u. s. w. darin. Alkalisalze, auch Chlornatrium, besonders aber salpetersaures Kali oder Natron, krystallisiren oft erst in schöneren Krystallen aus, wenn man das Object im trockenen Raume noch weiter verdunstet, während vorher auch hier immer flüssig bleibende Theile wahrzunehmen waren.

Verschiedene Probeobjecte werden die Sachlage aufklären.

Zunächst wurde das Wasser der hiesigen laufenden Brunnen, Kalkformation, gewählt und folgende Resultate erhalten.

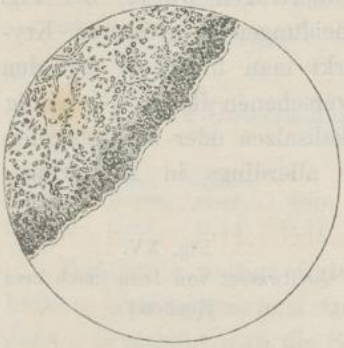
Jenaer fliessendes Quellwasser.

Die chemische Untersuchung hatte für 100,000 Theile Wasser ergeben:

Abdampfrückst.	Org. Subst.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
39,2	0,89	0,16	0,54	1,60	14,0	3,0	18,2

Demnach ein hartes Kalkwasser mit wenig Gyps, noch weniger Chloriden und sonstigen gewöhnlichen Bestandtheilen.

Fig. XI.
Quellwasser von Jena
(warm verdunst.)



350 f. Vergr.

Fig. XII.
Quellwasser von Jena
(kalt verdunst.)

350 f. Vergr.

Fig. XI zeigt den bei Verdunstung in der Wärme erhaltenen Rückstand, XII denj. in der Kälte; beide zeigen eine Menge rundlicher bis krystallinischer Abscheidungen, theils länglich, mehr den Arragonitformen zugehörend, theils die rhomboëdrischen Gestalten das Kalkspathes, erstere treten besonders an den Wandungen von Fig. XI hervor, demnach nach Verdunstung bei höherer Temperatur.

Fig. XIII rührt von dem ganz gleichen Wasser her, welches sehr heiss eingetrocknet worden und ergiebt nun sehr schön die spiessigen Aggregate des Arragonites, sie sind unter dem Mikroskope leicht von dem mehr glänzenden und durchsichtigen Gypskrystallen zu unterscheiden.

Fig. XIII.
Quellwasser von Jena (Arragonit.)

350 f. Vergr.

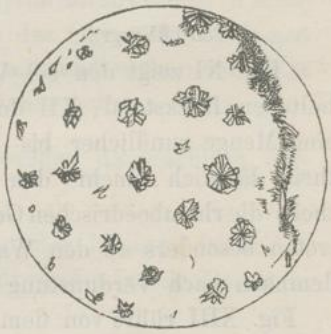
Fig. XI und XII beweisen übrigens deutlich die grosse Menge der kohlensauren alka-

lischen Erden, da die Masse der Abscheidungen das Gesichtsfeld deckt, so weit der Rückstand des eingetrockneten Tropfens auf die Zeichnung übertragen wurde; bei Fig. XIII sind diese kleinen Ausscheidungen zu grösseren Krystallhaufen vereint und bemerkt man hier sehr gut den mit rundlichen Anhäufungen versehenen Rand, der häufig noch flüssig ist, von den Alkalisalzen oder zerfliessenden Chloriden und Nitraten, hier allerdings in zu geringer Menge vertreten.

Fig. XIV.
Quellwasser von Jena (nach dem Kochen.)

350 f. Vergr.

Fig. XV.
Quellwasser von Jena (nach dem Kochen.)



120 f. Vergr.

Fig. XIV und XV sind nun Rückstände von demselben Quellwasser, nach längerem Kochen filtrirt, erhalten. Es sind hier noch mehrere Krystallgruppen zusammengezeichnet, um die Eigenthümlichkeit derselben besser wiederzugeben. Die einzelnen Krystalle sind Gyps, welche vorher bei der Masse der kohlensauren Salze nicht hervortraten, einzeln sind auch öfters Kochsalzwürfel zu finden, doch enthält dieses Quellwasser zu wenig davon. Weit charakteristischer tritt aber der theilweise zerrissene oder mit rundlichen Körpern versehene äussere Rand der Verdunstungsfläche hervor.

Gypsquellen.

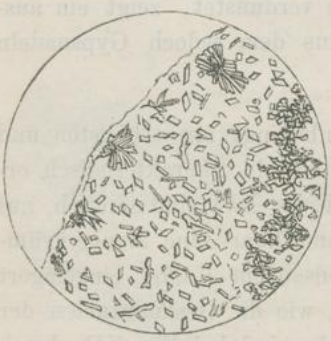
Da dieselben in unserer Muschelkalkformation nicht selten zu Tage treten, wurde die in unmittelbarer Nähe von Weimar entspringende „Lottenquelle“ zum Vergleiche gewählt.

Die frühere Untersuchung hatte für 100,000 Th. Wasser ergeben:

Abdampfrückstand.	Organ. Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk	Talkerde	Härte.
214,75	0,87	0,14	0,37	120,8	73,8	10,4	88,4

Welcher gewaltige Unterschied mit dem wohl auch harten, aber gypsarmen Quellwasser aus der Nähe von Jena. Berechnet man die Schwefelsäure auf schwefelsauren Kalk, so entsprechen diese 120,8 Th. Säure 205,3 Th. wasserleeren schwefelsauren Kalk oder circa 2 pro Tausend Theile Wasser, demgemäss eine völlig gesättigte Gypslösung; jedoch ist ein wesentlicher Theil auch als Bittersalz vorhanden. Die Mengen von Chlor, Salpetersäure, auch organischer Substanz sind sonst völlig normal, wie bei reinen Quellen.

Fig. XVI.
Gypsquelle (kalt verdunst.)



120 f. Vergr.

Fig. XVII.
Gypsquelle (kalt verdunst.)

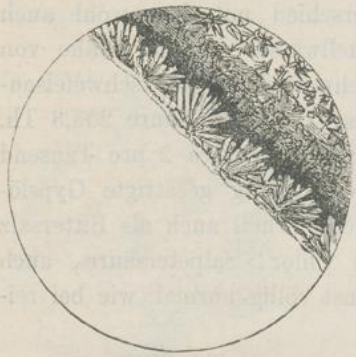
350 f. Vergr.

Fig. XVI und XVII geben die Ansichten des bei ge-

wöhnlicher Temperatur erhaltenen Abdampfrückstandes wieder bei verschiedener Vergrösserung und in sehr verschiedener Gruppirung.

Auch bei diesen kleinen oder kleinsten Krystallisationsversuchen treten in der Art der Abscheidung der Krystalle die mannigfachsten Formen hervor, jedoch ist auch schon im Bilde der Gyps unverkennbar.

Fig. XVIII.
Gypsquelle (warm verdunstet.)



350 f. Vergr.

Fig. XIX.
Gypsquelle (nach dem Kochen verdunstet.)

120 f. Vergr.

Fig. XVIII, in der Wärme verdunstet, zeigt ein äusserst verworrenes Gemisch, aus dem jedoch Gypsnadeln wiederum hervorstechen.

Fig. XIX endlich giebt unbedingt am schönsten und reinsten die Gypskrystalle, je einzeln charakteristisch erkennbar. Sowohl in Fig. XVII wie XVI sind nämlich, auf dem Bilde nicht oder wenig bemerkbar, eine Menge krümlicher Abscheidung von kohlensaurem Kalke eingelagert und trüben die Krystallhaufen, wie die Gesammtmasse der Krystalle. Die kohlensauren Salze sind bei Fig. XIX durch Kochen vorher abgeschieden, gleichzeitig tritt eine Umränderung des Rückstandes hervor, auch in Fig. XVI bemerk-

bar, gar nicht bei XVII; es sind dies, wie schon wiederholt bemerkt, gewöhnlich die Alkalisalze.

Pumpbrunnen aus Jena.

Es mag dieser in der Betrachtung vorangestellt werden, des Vergleiches wegen mit den hier vorkommenden reinen Quellen, von denen Fig. XI—XV das Wasser der Jenaer laufenden Brunnen betreffen.

Der fragliche Pumpbrunnen war in einem Garten in nächster Lage der Saale gegraben worden und man hätte um so weicheres, dem fliessenden nahe kommendes Wasser erwarten sollen. Allein der Geschmack erwies etwas Anderes und die chemischen Reactionen desgleichen sehr viel Chlor, Schwefelsäure und Salpetersäure. Die weitere Erörterung der Sache ergab endlich, dass vor mehr als 100 Jahren hier der Begräbnissplatz der im Kranken-, Pestilenz-, Hause Verstorbenen gewesen, deren Reste nun im Wasser dieses Brunnens mit genossen werden sollten.

Fig. XX.
Pumpbrunnen aus Jena
(kalt eingedunstet.)

350 f. Vergr.

Fig. XXI.
Pumpbrunnen aus Jena
(warm eingeed.)

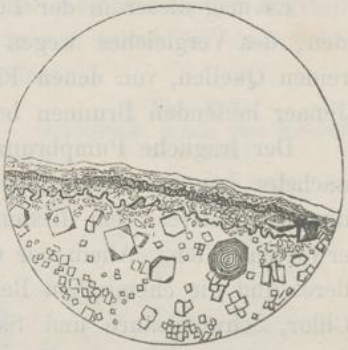
350 f. Vergr.

Fig. XX giebt den Rückstand bei gewöhnlicher Tem-

peratur verdunstet wieder, XXI warm eingedunstet, XXII nach dem Kochen und Filtriren.

Bei dem in der Wärme eingetrockneten Rückstande sind die Krystalle zu sehr gehäuft, im Allgemeinen bemerkt man Massen von Salzen, kuglige und nierenförmige Abscheidungen jedenfalls kohlensaurer Salze, Gyps oder Bittersalzkrystalle, Chlornatrium, Kalisalpeter; weit deutlicher geschieden treten dieselben Körper bei Fig. XX auf, wo die langsame Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur benutzt wurde.

Fig. XXII.
Pumpbrunnen aus Jena
(nach dem Kochen.)



350 f. Vergr.

Ein völlig geändertes Bild giebt nun Fig. XXII, worin die Alkalisalze sehr deutlich hervortreten, die Würfel und octaëdrischen Combinationen des Kochsalzes, die Säulen des Salpeters und endlich in sehr bedeutender Stärke der dicke eingetrocknete Rand, allem Anschein nach aus schwefelsaurer Talkerde bestehend.

Pumpbrunnen aus Weimar.

Es wurde ein sehr verunreinigter zur Prüfung gewählt; die früher ausgeführte chemische Untersuchung hatte folgende Bestandtheile in 100,000 Th. Wasser erwiesen:

Abdampfrückstand.	Organische Substanz.	Salpetersäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Kalk.	Talkerde.	Härte.
258,75	4,0	41,2	34,5	23,5	28,9	18,2	54,4.
Quelle bei Weimar.							
34,5	1,5	0,25	Spur	1,5	12,4	6,5	21,5.

Die Untersuchungsresultate einer bei Weimar zu Tage

tretenden reinen Quelle sollen nur einen Einblick in die Verunreinigungen gewähren, welche in bewohnten Districten den Pumpbrunnen zufliessen, einen Einblick in die Sachlage, was für verschiedene Mischungen wir als Trinkwasser benutzen.

Fig. XXIII.
Pumpbrunnen aus Weimar (kalt verdunst.)

350 f. Vergr.

Fig. XXIV.
Pumpbrunnen aus Weimar (kalt verdunstet.)

120 f. Vergr.

Fig. XXIII und XXIV sind die Abbildungen der bei gewöhnlicher Temperatur erhaltenen Abdampfrückstände von 2 verschiedenen Proben, Die krümlichen Abscheidungen sind jedenfalls wieder kohlensaure Salze, welche bei Fig. XXV, nach dem Kochen erhalten, gänzlich fehlen. Dass bei dem einen Objecte die Krystalle grösser sind, wie bei dem zweiten, so dass sogar geringere Vergrösserung gebraucht werden konnte, liegt in den gewöhnlichen, zufälligen Verschiedenheiten begründet, jedoch treten Gypskrystalle deutlich hervor und jedenfalls auch Kalisalpeter Weit deutlicher und reiner giebt dies allerdings Fig. XXV wieder, Kochsalzkrystalle fehlen, dagegen ist ein starker, verschwommener Rand, jedenfalls zerfliesslicher Chloride, vorhanden, wenigstens konnte derselbe niemals trocken erhalten werden.

Fig. XXV.
Pumpbrunnen aus Weimar (nach dem Kochen.)

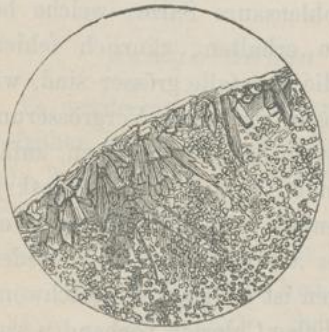
120 f. Vergr.

Sehr schön sichtbar zeigen sich einzelne Rhomboëder von salpetersaurem Natron, welche nach längerem Liegen über Schwefelsäure ausgezeichnet ausgeprägt und durchsichtig erschienen und bei einigem Liegen an der Luft wieder verschwanden, d. h. sich lösten.

Für salzreichere Quellen mögen nur die folgenden 2 Beispiele Anhalt geben.

Pyrmonter Wasser.

Fig. XXVI.
(kalt verdunstet.)



120 f. Vergr.

Fig. XXVII.
(warm verdunstet.)

120 f. Vergr.

Fig. XXVI und XXVII geben Abbildungen der kalt oder warm bereiteten Abdampfrückstände vom Pyrmonter Stahlbrunnen. Das Eisen war schon vorher vollständig abgeschieden.

Vichy-Wasser.

Fig. XXVIII.
(kalt verdunstet.)

120 f. Vergr.

Fig. XXIX.
(warm verdunstet.)

120 f. Vergr.

Fig. XXVIII und XXIX betreffen gleiche Rückstände von Wasser von Vichy grande Grille.

Ersteres Wasser von Pyrmont enthält namentlich schwefelsaure Kalk- und Talkerde, letzteres von Vichy schwefelsaures Natron, kohlensaures Natron. Bei beiden Wasserproben lassen sich diese Bestandtheile sehr gut wahrnehmen. Die spiessige, nadelförmige Krystallisation des Gypses und Bittersalzes tritt bei XXVI und XXVII deutlich hervor, die tafelartigen Krystallisationen der Natronsalze bei XXVIII, sie wurden bei warmem Verdunsten geändert, XXIX, und zeigen sich nunmehr vielfach die Würfel des Kochsalzes. In beiden Wässern sind noch ansehnliche Mengen kohlensaurer alkalischer Erden — Kalk und Talkerde, — allein diese scheiden sich bei Gegenwart so vieler leicht löslicher Salze meistens körnig aus und lagern in und an den grösseren Krystallen an.

Bei der leichten Ausführbarkeit dieser Proben sind dieselben als Vorprüfung ohne chemische Hilfsmittel sehr zu empfehlen, namentlich denjenigen, welche chemische Reagentien nicht sofort zur Hand haben oder dieselben nur ungern gebrauchen, so namentlich den Aerzten; jedoch sind diese mikroskopischen Untersuchungen auch geübten Chemikern nicht ohne Interesse und sollen diese wenigen Beispiele mehr anregend wirken. Ein Jeder, der solche Proben anstellt, ist in wenigen Minuten oder Stunden der eigene Lehrmeister, namentlich wenn er gleichzeitig eine reine, fliessende Quelle der Umgebung mit prüft und sich so ein örtlich sehr wichtiges Normalmaass schafft.

Organische Substanz, Chloride, schwefelsaure Salze, salpetersaure finden sich in reinem Quellwasser nur in sog. Spuren, d. h. Chlor- und Schwefelsäure werden durch Silber- oder Barytlösung in angesäuerter Flüssigkeit nur als Trübungen sich zeigen, Salpetersäure durch Brucinlösung nicht kennbar sein u. s. w.

Selbst bei sehr weichem Wasser kann man dennoch den Satz festhalten, dass der Menge nach unter den festen Bestandtheilen der reinen Trinkquellen die kohlensauren Salze der Erdalkalien — des Kalkes und der Talkerde — vorwalten; diese sind aber, wie oben ausgeführt, durch Kochen abscheidbar und so giebt der Abdampfrückstand vor und nach dem Kochen und Filtriren sofort einen sehr brauchbaren Vergleich. In den aufgeführten Zeichnungen ist vielfach mehr zusammengedrängt der Inhalt wieder gegeben worden, um der Beobachtung mehr Material der Formenbildung zu bieten. Bei den kalkreichen, harten Quellen der Umgegend von Jena ist beispielsweise der Unterschied ein höchst auffallender. Die direct gewonnenen Abdampfrückstände sind über und über mit Krystallisationen bedeckt; nach dem Kochen treten sodann nur sehr einzelne Krystallgruppen auf, deutlich als Gyps, Kochsalz

u. s. w. erkennbar. Bei unreinem Wasser steigern sich die auch nach dem Kochen in Lösung bleibenden Theile mehr und mehr.

Die Nachweisung der Salpetersäure durch Brucinlösung ist eine so difficile und dennoch leicht ausführbare, dass ein Jeder, der sich zu Wasserprüfungen veranlasst findet, die wenigen Reagentien und Utensilien zur Hand haben müsste.

Die organische Substanz zeigt sich aber äusserst scharf bei langsam gesteigerten Glühen einer grösseren Menge Abdampfrückstandes durch Schwärzung, Abscheidung von Kohle.

Nimmt man diese beiden letzten Reactionen auf Salpetersäure und organische Substanz gleichzeitig mit der mikroskopischen Prüfung des Abdampfrückstandes vor, so wird man stets unreines Wasser von reinem unterscheiden können und unter Umständen in ganz kurzer Zeit im Stande sein, Wasser als Genusswasser zu verwerfen oder zu empfehlen, oder bei zweifelhaften Fällen der allein genau Aufschluss gebenden chemischen Untersuchung zuzuweisen.

Wärme der Quellen.

Für die Be-, resp. Verurtheilung eines Wassers als Genusswasser giebt die einmalige chemische Prüfung im Vergleiche mit reinem Quellwasser vollständig genügend Anhalt, wiederholte Untersuchungen ein und desselben Wassers haben jedoch sowohl wissenschaftlichen Werth, da sie den Wechsel der Einflüsse und Zuflüsse festzustellen im Stande sind, wie auch ein allgemeines, meistentheils local erhöhtes Interesse. Zu den weiteren Prüfungen von Quellen, Brunnen u. s. w. sind auch die Bestimmungen der Temperatur als sehr wichtig zu rechnen. Die Wärmegrade bei Quellen in ein und derselben Gegend, Gebirgs-

formation und Höhe sind fast durchgängig völlig gleich, so dass Abweichungen sofort auf äussere Einwirkung oder tieferen Ursprung hindeuten. Quellen, welche nicht gar zu nahe der Oberfläche entspringen, besitzen regelmässig in den verschiedenen Jahreszeiten völlig gleiche Temperatur und Schwankungen derselben deuten demnach mit grosser Bestimmtheit auf ungenügende Fassung, oder auf die erwähnten Umstände des Ursprunges der Quellen hin, sind somit sehr oft die einfachsten und brauchbarsten Fingerzeige für einzuleitende Verbesserungen.

Quellen um Jena zeigen constant die Temperatur von 10° C., die beobachteten Schwankungen bei stark laufenden Quellen betragen kaum mehr als 0,1°, Quellen bei Weimar ergaben 9° C., auf Höhen 10° C. und sehr leicht liessen sich Abweichungen auf locale, ungeeignete Zuflüsse zurückführen.

Die oben zur Vergleichung gewählten Beispiele von Quell- und Flusswasser wurden gleichfalls hinsichtlich der Temperatur geprüft und gefunden:

Tag der Beobachtung.

1872 29/6. 30/7. 27/8. 2/10. 3/11. 4/12. 1873 1/1. 1/2. 28/2. 1/4. 3/5. 26/5.

Lufttemperatur (nach Celsius).

20°,8 16°,2 20°,0 18°,4 ? 2°,4 5°,1 3°,4 8°,0 14°,5 14°,4 15°,1

Quelle.

10°,4 10°,6 10°,8 10°,5 10°,6 10°,2 10°,2 ? 10°,4 10°,3 10°,0 9°,5

Wasser der Saale.

17°,2 18°,9 15°,5 14°,2 10°,4 4°,8 1°,4 ? 2°,6 9°,0 10°,6 9°,0

Pumpbrunnen.

9°,4 10°,0 10°,0 11°,0 10°,6 9°,2 7°,6 ? 6°,4 9°,5 8°,8 8°,7

Die Schwankungen sind dabei folgende:

Temperatur.

	höchste	niedrigste	Differenz	Mittelzahl
Quelle	10°,8 d. 27/8	9°,5 d. 26/5	1°,3	10°,3.
Flusswasser	18°,9 d. 30/7	1°,4 d. 1/1	17°,5	10°,3.
Pumpbrunnen	11°,0 d. 2/10	6°,4 d. 28/2	3°,6	9°,02.

Der in der Niederung gelegene Pumpbrunnen ist auch den Temperaturschwankungen ausgesetzt, die Quelle zeigt fast durchgehend gleichbleibende Verhältnisse und kann diese Beobachtung, wie schon an anderen Orten von mir hervorgehoben, sehr gut zur Characteristik gleichbleibender Quellen dienen, während das fliessende Wasser ein Spiegelbild der waltenden Tagestemperatur abgiebt.

Von Wichtigkeit ist die Wärme des Wassers noch dadurch, dass mit den Schwankungen auch die chemischen Zersetzungsprocesse verschiedenen Verlauf nehmen und die Sommertemperatur demnach Zersetzung und Umänderung der vorhandenen angreifbaren Stoffe wesentlich erleichtert.

Die Beständigkeit der Wärmegrade eines Trinkwassers berechtigt zu dem Schlusse, dass auch die chemischen Beziehungen innerhalb der gelösten Stoffe gleiche bleiben.

III.

Prüfung des Wassers.

A. Specifisches Gewicht.

Quellen von gewöhnlicher Mischung, welche von 100,000 Th. Wasser 4—50 Theile festen Rückstand ergeben, besitzen in der Regel ein specifisches Gewicht von 1, die Differenzen, Erhöhungen, beginnen erst in der 4. Decimalstelle mit 1—3—5, so dass man ohne erheblichen Fehler bei den Bestimmungen von Kalk, Talkerde, Schwefelsäure annehmen kann, dass 1 Cub. Cent. Wasser = 1 grm. sei, d. h. also das Wiegen umgehen. Salzreichere Quellen, wo der Gehalt an festen Stoffen auf 2—300 Theile steigt, zeigen die Erhöhungen gegenüber der Einheit schon in der 3. Decimalstelle an und müssen demnach besonders berücksichtigt werden.

B. Abdampfrückstand.

Man verdunstet 200 Cub. Cent. — 200 grm. — Wasser in Platin oder Porzellan zur Trockne und setzt den Trockenrückstand längere Zeit einer Temperatur von 110—120° C. aus, bis zu constantem Gewicht, lässt ihn im trocknen Raume erkalten und wiegt.

Die Ermittelung des Trockenrückstandes hat im Ganzen untergeordnete Bedeutung, bei sehr bedeutenden Differenzen oder bei Quellen aus unmittelbarer Nähe oder sehr ähnlichen Verhältnissen stammend, erhält man jedoch sehr oft einen brauchbaren Vergleich.

So enthalten reine Gebirgsquellen in 100,000 Th. Wasser oft nur 2—6 Theile Rückstand, harte Kalkquellen 40—50 Th., gyps- oder salzreiche 128,5—206,5—300,0 u. s. w. So bedeutende Differenzen können demnach sofort zur Unterscheidung dienen. Besonders bei gypshaltigem Wasser bleibt in dem Rückstande gewöhnlich eine grössere Menge chemisch gebundenes Wasser zurück, welches entweder erst durch höhere, auch anderweite Zersetzungen bewirkende, Temperatur entfernt werden könnte, oder durch sehr lange anhaltendes Trocknen. Bei unreinen Brunnen kommen auch Chlormagnium und Chlorcalcium in erheblicher Menge vor, so dass oft während der Wägung eine rasch steigende Gewichtsvermehrung stattfindet.

Glühverlust.

Nach der Gewichtsbestimmung des Trockenrückstandes glüht man letzteren sofort schwach, bis keine weitere Veränderung mehr wahrnehmbar ist, lässt erkalten, befeuchtet mit etwas Lösung von kohlensaurem Ammoniak und glüht nach dem Eintrocknen nochmals sehr schwach. Nach dem Erkalten im trocknen Raume ergiebt die Wägung die

Differenz mit der ersten Bestimmung des Trockenrückstandes, den Glühverlust.

Der Glühverlust kann sowohl durch organische Substanz entstehen, wie durch chemisch gebundenes Wasser und Kohlensäure, sowie Salpetersäure, welche ganz oder theilweise zersetzt oder unzersetzt entweichen. Bei stark salpeterhaltigen Brunnen habe ich die dunkelrothen Dämpfe der Untersalpetersäure in grösster Menge auftreten sehen.

Sobald die organischen Substanzen 1—4—5 Th. pro 100,000 Th. Wasser betragen, beobachtet man bei dem Glühen des Trockenrückstandes schon sehr gut Bräunung oder Verkohlung und kann bei einigermaassen wiederholten Versuchen die Menge der organischen Substanz darnach annähernd erkennen.

Enthalten die Wasser zufällig viel Talkerde, so wird dieselbe trotz der Anwendung von kohlensaurem Ammoniak als Talkerde hinterbleiben.

Die Bestimmung des Glühverlustes, so äusserst leicht ausführbar, betrachte ich mehr als einen brauchbaren Versuch für den ausführenden Chemiker, der bei genauer Beobachtung das Verkohlen und Verbrennen der organischen Substanz, Auftreten saurer Dämpfe, von salpetersauren Salzen oder leicht zersetzbaren Chloriden herrührend, bemerken kann. Die Glühhitze darf nur annähernde Rothgluth erreichen, bei höherer Temperatur verflüchtigen sich schon mehr Chloride und treten auch sonst Zersetzungen ein.

Gänzlich falsch würde es sein, den Glühverlust als organische Substanz zu characterisiren, wie aus den bisherigen Angaben schon genügend hervorgehen dürfte.

I. 100,000 Th. Wasser ergaben 206,5 Th. Trockenrückstand (gypshaltiges Wasser); Glühverlust 27,0; organische Substanz 1,2. Die organische Substanz war durch

übermangansaures Kali ermittelt worden und war bei der sehr bedeutenden Stärke der Quelle, welche direct einen kleinen Bach abgiebt, nicht anzunehmen, dass mehr davon zugegen sei, bei dem Glühen auch nichts zu beobachten.

II. Trockenrückstand = 33,5; Glühverlust = 5,8; organische Substanz = 1,9.

III. Trockenrückstand = 139,0; Glühverlust = 17,3; organische Substanz = 16,4. Die Quelle enthielt weniger Gyps, aber sehr viel Chloride.

C. Organische Substanz.

Die Bestimmung führe ich bis jetzt nach dem zuletzt von Kubel[1]) modificirten Verfahren mit übermangansaurem Kali in schwefelsäurehaltigem Wasser aus. Man verfertigt sich zuerst die Normalflüssigkeiten:

Schwefelsäure. Auf 100 Cub. Cent. Wasser werden 30 grm. reine concentrirte Säure verwendet und diese verdünnte Säure vorräthig gehalten.

Oxalsäure. 0,398 grm. reiner krystallisirter Oxalsäure werden in Wasser gelöst und die Lösung auf 1 Liter Flüssigkeit gebracht.

Uebermangansaures Kali. Man löst 0,5—1,0 grm. reines übermangansaures Kali in 1 Liter Wasser auf oder kann jede beliebige Chamäleonlösung gebrauchen zur folgenden Titrestellung.

In einem etwa 500 Cub. Cent. fassenden Kolben werden 10 Cub. verdünnter Schwefelsäure und 100 Cub. Cent. Wasser zum Sieden erhitzt, vom Feuer entfernt 3—4 Cub. Cent. der vorhandenen Chamäleonlösung zugefügt, dann 5 Minuten gekocht und wiederum vom Feuer entfernt aus

1) W. Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunschweig 1866. S. 23.

einer $^1/_{10}$ Cub. Cent. zeigenden Burette noch Chamäleonlösung zugegeben bis zur schwachen, bleibenden Röthung.

Hierauf setzt man 10 C. C. Oxalsäure zu und Manganlösung bis zur abermaligen bleibenden Röthnng.

10 Cub. Cent. Oxalsäurelösung entsprechen 0,002 grm. übermangansauren Kalis und demgemäss auch die in Summa dazu verbrauchten Cub. Cent. Chamäleonlösung. Man verdünnt die letztere so weit, dass etwa 5—6 Cub. Cent. zu 10 Cub. Cent. Oxalsäurelösung nöthig sind und bemerkt das Titre.

2 grm. übermangansaures Kali sind = 0,505 grm. disponiblen Sauerstoff oder 0,002 grm. = 0,000505 grm. Sauerstoff; nach den wiederholten Versuchen von Wood und Kubel entspricht 1 Th. übermangansaures Kali 5 Theilen sog. organischer Substanz.

Prüfung.

100 Cub. Cent.[1]) des zu prüfenden Wassers werden bis etwa $^2/_3$ eingekocht, um den kohlensauren Kalk abzuscheiden und gleichzeitig Ammoniak zu entfernen, dann ersetzt man annähernd den Verlust durch reines Wasser, fügt 10 Cub. Cent. der verdünnten Schwefelsäure zu und kocht noch einige Minuten, worauf man Chamäleonlösung bis zur starken Röthung zugiebt, welche auch nach 5 Minuten langem Kochen nicht mehr schwinden darf. Hierauf lässt man 10 Cub. Cent. Oxalsäurelösung zufliessen und titrirt die farblos gewordene Flüssigkeit bis zur schwachen Röthung mit Chamäleon.

Der Ueberschuss an verbrauchter Chamäleonlösung, nach Abzug der zu 10 Cub. Oxalsäurelösung nöthigen Menge, wird auf organische Substanz berechnet. Z. B. (nach Kubel) betrug diese zu 10 Cub. Cent. Oxalsäure-

1) Bei sehr wenig organischer Substanz lasse ich den Versuch mit 500 Cub. Cent. Wasser zur Controle wiederholen.

lösung nöthige Quantität Chamäleonlösung 5,6 Cub. Cent., verbraucht wurden 6,8 Cub. Cent.

6,8 — 5,6 = 1,2 Cub. Cent., welche zu der vorhandenen organischen Substanz verbraucht wurden.

$\frac{2}{5,6} \times 1,2 = 0,428$ Milligr. übermangans. Kali.

$0,428 \times 5 = 2,14$ Milligr. organische Substanz.

100 Cub. Cent. = 100,000 Milligr., demnach 2,14 Th. organische Substanz in 100,000 Th. Wasser.

Controlversuche ergeben gewöhnlich übereinstimmende Resultate.

Die Lösungen der Oxalsäure wie des übermangansauren Kalis zersetzen sich mit der Zeit, halten sich jedoch weit besser, wenn sie vor der Einwirkung des Lichtes geschützt sind. Oeftere Controlversuche sind desshalb bei den Titrirflüssigkeiten zu empfehlen und die Oxalsäure von Zeit zu Zeit zu erneuen, worauf dann sehr leicht auch das Titre der Chamäleonlösung neu festgestellt wird.

In der neuesten Auflage von Kubel und Tiemann (Braunschweig 1874) ist das Titre der Oxalsäure anders gestellt, übereinstimmend mit Schulze auf $^1/_{100}$ Norm. Oxalsäure, und ändert sich dann die Bereitung der Flüssigkeit folgend:

$^1/_{100}$ Normal-Oxalsäure.

0,63 grm. reine krystallisirte Oxalsäure ($C^2 H^2 O^4 + {}_2H^2O$) werden in 1 Liter destillirten Wassers gelöst.

Uebermangansaures Kali.

0,32—0,34 grm. der reinen Krystalle werden in 1 Liter reinen destillirten Wassers gelöst. Hierauf bestimmt man, wie oben unter Zusatz von nur 5 Cub. Cent. der Schwefelsäure, wie viel Cub. Cent. der Lösung des

übermangansauren Kalis zu 10 Cub. Cent. der $^1/_{100}$ Normal. Oxalsäure gebraucht werden. Die verbrauchte Menge entspricht dann 6,3 Milligr. Oxalsäure oder 3,16 Milligr. übermangans. Kalis oder 0,8 Milligr. verfügbaren Sauerstoffs oder 15,8 Milligr. der sog. organischen Substanz.

Einen grossen Unterschied erhält man bei der Untersuchung von klarem oder trübem Wasser, da die aufgeschwemmten Theile sehr häufig gleichfalls aus leicht zersetzbaren organischen Materien bestehen; im vorkommenden Falle ist dies zu beachten. Ein Bunnenwasser, klar abgegossen, erwies in 100,000 Th. Wasser 16,2 Th. organische Substanz, das trübe Wasser des Restes 23,9 Th.

Das verbrauchte übermangansaure Kali repräsentirt natürlich nur die bestimmte Menge Sauerstoff, welcher zur Oxydation der vorhandenen, leicht oxydirbaren Substanzen diente, gleichviel ob direct organischen Ursprunges oder nicht. In sanitätlicher Beziehung ist jedenfalls festzuhalten, dass so leicht oxydirbare Stoffe überhaupt schädlich sein müssen, und darum ist das Resultat dieser Bestimmung immer nützlich.

Durch das Kochen mit Schwefelsäure wird etwa vorhandene salpetrige Säure entfernt und diese Fehlerquelle möglichst vermieden, jedoch können bei weiterem Kochen auch organische Substanzen verflüchtigt werden.

Das oben erwähnte Brunnenwasser, welches im trüben Zustande 23,9 Th. organische Substanz ergab, wurde bis zur Trockne destillirt und das Destillat mit Schwefelsäure nach Vorschrift versetzt, sowie mit übermangansaurem Kali auf oxydirbare Substanzen geprüft. Gefunden wurden 11,2 Th. organische Substanz; eine Verflüchtigung von Säuren bei dem Kochen mit Schwefelsäure hatte nicht stattgefunden, wie genau controlirt worden war.

Der Versuch geschah wegen des bedeutenden Unter-

schiedes von Glühverlust und durch Chamäleon bestimmte organische Substanz, ersterer betrug (auf 100,000 Th. Wasser berechnet) 11,5 Th., letztere, wie oben angegeben, 23,9 Th.; durch Verflüchtigung bei der Destillation bis fast zur Trockne wurden wieder 11,2 Th. erhalten, was mit dem Glühverlust vereint nahezu das Resultat der ersten Bestimmung der organischen Substanz erreicht, 22,7 : 23,9. Das Brunnenwasser war aus einer von Typhus heimgesuchten Gegend, aus unmittelbarster Nähe eines fauligen Teiches.

Häufig treten diese Verflüchtigungen bei dem Eintrocknen erst bei höherer Temperatur, 120—150°, auf.

D. Salpetersäure.

Nach der mir gewordenen Einsicht ist für die Beurtheilung der Reinheit des Wassers und Brauchbarkeit desselben als Nahrungsmittel die Bestimmung der Salpetersäure von entscheidendem Werthe, jedoch kann in sehr vielen Fällen die qualitative Prüfung nach der folgenden Methode schon völlig genügenden Aufschluss geben.

Qualitative Prüfung.

Brucinlösung. Man schüttelt Brucin mit Wasser, so dass noch wenig Brucin ungelöst bleibt. 1 Th. Brucin löst sich in circa 800 Th. Wasser.

Concentrirte Schwefelsäure. Es genügt dazu die gewöhnliche englische Säure, jedoch muss dieselbe frei sein von salpetriger Säure, d. h. mit Brucinlösung nicht schon an und für sich die Reaction erzeugen. Sollte dies der Fall sein, wie ich es namentlich bei sog. chemisch reiner Säure gefunden habe, so genügt in der Regel ein ein- oder mehrmaliges Erhitzen derselben bis zum Sieden mit

sehr wenig Schwefel, um die betreffende Stickstoffverbindung zu zersetzen und zu entfernen. Die in einem Kochröhrchen erhitzte Menge Säure reicht für viele Reactionen. Nach dem Erkalten darf diese Schwefelsäure mit Brucin keine Salpetersäurereaction erzeugen.

Versuch[1]). Man nimmt mitttelst Glasstabes einen halben Tropfen des zu prüfenden Wassers auf ein weisses Porzellanschälchen, fügt, vielleicht mittelst eines dünnen Glasröhrchens gehoben, 2 Tropfen Brucinlösung zu, mischt durch ein wenig Hin- und Herbewegen und tröpfelt nun 1—6—10 Tropfen Schwefelsäure zu. Bei viel Salpetersäure, z. B. 20—40 pro 100,000 Wasser, erscheint die intensive Röthung und Rosafärbung schon bei dem ersten Tropfen äusserst lebhaft. 5 Tropfen Schwefelsäure genügen fast stets und tritt dann keine Reaction ein, so ist weniger Salpetersäure zugegen als 2—3 Th. pro 100,000 Th. Wasser.

Im Falle die Reaction nicht eintritt, kann man sie dadurch noch unendlich erweitern, dass man 1 Cub. Cent. des betreffenden Wassers zur Trockne verdunstet und nun unmittelbar mit Brucinlösung und Schwefelsäure den Rückstand prüft. Selbst bei 0,0675 Salpetersäure pro 100,000 Th. Wasser, der geringsten Menge, welche ich bis jetzt gefunden habe, erscheint sodann noch deutliche, wenn auch schwache Reaction.

Nach den gegebenen Verhältnissen beweist demnach die sofort mit 1—10 Tropfen Schwefelsäure eintretende Reaction, dass erheblich mehr Salpetersäure zugegen ist, als die gestattete Grenzzahl von 0,4 Th. pro 100,000 Th. Wasser angiebt. Sehr leicht kann man bei einiger Uebung direct, wie nach dem Abdampfen von 1 Cub. Cent. Was-

1) Vergleiche auch Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie 1870. Hft. II, S. 214.

ser, annähernde Mengenbestimmungen ausführen, welche in wenigen Minuten einen Einblick in diese wichtigen Theile zur Beurtheilung von Trinkwasser gestatten, bei eintretender Reaction sogar unmittelbar die Verwerfung ermöglichen.

Die Brucinreaction tritt gleichmässig bei NO^3 u. NO^5 auf, jedoch kann ich für jetzt der Unterscheidung dieser beiden in Beziehung auf diese Wasseruntersuchungen kein Gewicht beilegen.

Quantitative Bestimmung.

500 Cub. Cent. Wasser genügen gewöhnlich; man verdunstet dieselben, mit etwas Baryt bis zur alkalischen Reaction versetzt, im Wasserbade bis fast zur Trockne oder zur Trockne und laugt den Rückstand mit wenig Wasser aus, das Filtrat enthält die salpetersauren Salze.

I. Bestimmung als Ammoniak.

Die erhaltene Flüssigkeit wird mit salpetersäurefreiem Kali in dem zuletzt von Siewert modificirten Apparat (siehe die beiliegende Abbildung) behandelt. Auf 0,54 grm. Salpetersäure (es würde dieselbe auf 500 Cub. Cent. Wasser bezogen 108 Th. pro 100,000 Th. Wasser ergeben) werden 4 grm. Eisen- und 8—10 grm. Zinkfeile, 16 grm. festes Aetzkali und 100 Cub. Cent. Alcohol verwendet und in den 3—400 Cub. Cent. fassenden Kolben A gegeben, woselbst sie nach Schluss des Apparates $^1/_2$—1 Stunde ruhig verbleiben; sehr bald tritt eine ziemlich lebhafte Entwickelung von Wasserstoffgas ein.

Aus den Kolben A (Fig. I) geht eine gewöhnliche, rechtwinkelig gebogene Gasleitungsröhre a, welche bei b durch Cautchoukschlauch mit den beiden etwa gleich gros-

sen Kolben B und C verbunden wird. Die die Verbindung bewerkstelligende Röhre c geht durch den doppelt durchbohrten Kork von B und ragt nur wenige Linien unter denselben in das Gefäss, B und C werden durch eine zweischenkelige, rechtwinkelig gebogene Röhre verbunden, deren gleich lange Schenkel fast den Boden beider Gefässe berühren. Bei C ist in der zweiten Durchbohrung des Korkes noch ein Stückchen beiderseitig offenes Glasrohr zur Communication mit der Luft und um Reagenspapier einzuschalten, zur Prüfung etwa entweichender Dämpfe. In diese Gefässe giebt man eine Säure, Salzsäure oder titrirte Schwefelsäure, um das Ammoniak zu bestimmen, entweder durch Platinchlorid oder durch Titre.

Für gewöhnlich werden obige Mengen Kali, Eisen und Zink ausreichen, bei sehr salpeterhaltigem Wasser ist jedoch die doppelte Menge Kali und Metall zu verwenden.

Sobald nach etwa $^1/_2$—1 Stunde die Wasserstoffentwickelung ruhig und langsam geht, erhitzt man am Besten im Paraffinbade und destillirt den Alcohol ab, wobei die vorgeschlagene Säure hin- und herwandert und nur aufzuachten ist, dass nicht einmal bei zu stürmischem Kochen oder Schäumen die Flüssigkeit aus A übersteige. Bemerkt man etwas Derartiges, so kann man durch Zudrücken des Cautchoukschlauches bei b, mit dem Finger nur für wenige Augenblicke, den Schaum zurückdrängen; bei der gleichmässigen Erwärmung im Paraffinbade tritt das Schäumen jedoch sehr selten auf.

Nach Beendigung der ersten Destillation entfernt man die vorgeschlagene Säure und erneut dieselbe, sowie den Alcohol in Flasche A und wiederholt die Destillation so oft, als die Säure noch Ammoniak ergiebt. Gewöhnlich sind nur 2—3 Destillationen nothwendig.

Die Resultate sind äusserst genau:

0,422 grm. Salpeter = 0,236 grm. Salpetersäure gaben

genau wieder 0,236 grm. Salpetersäure, nach Titrirmethode bestimmt. 0,5 grm. KNO^3 = 0,269 grm. NO^5 gaben nach gleichem Verfahren 0,270 grm. NO^5 = 100,4 Proc.

II. Als Stickoxydgas.

Dieses Verfahren gestattet schnellere Operation, verlangt jedoch etwas Uebung und gründet sich auf die Umwandlung der Salpetersäure durch Eisenoxydullösung in Stickoxydgas; die Methode gab zuerst Schlösing. Die Zeichnung des Apparats findet sich auf der anhängenden Tafel als Fig. II.

Ein circa 200 Cub. Cent. haltendes Kochglas A wird mit zweifach durchbohrtem Cautchoukkorke versehen. Beide Durchbohrungen enthalten kurze umgebogene Glasröhren, die eine (a) derselben ragt etwa 2 Linien unter dem Korke hervor, die andere (b) schneidet unmittelbar ab und wird mit dem später beschriebenen Apparate verbunden. a erhält ein kurzes Stück Cautchoukrohr mit Quetschhahn und einem kleinen Stückchen an beiden Seiten offener Glasröhre. Beide in dem Korke befindliche Röhren sind etwas spitzwinkelig gebogen, so dass die aussen befindlichen Theile sich etwas neigen.

B besteht aus einer grossen Kochflasche, verschlossen durch einen dreifach durchbohrten Cautchoukkork, 2 Oeffnungen desselben enthalten 2 gleich beschaffene, rechtwinkelig gebogene Glasröhren (c u. d) deren innere Enden fast bis an den Boden des Gefässes reichen, die äusseren brauchen nur kurz zu sein. An beiden äusseren Theilen befindet sich ein Stückchen Cautchoukrohr mit Quetschhahn, e und f; die dritte Oeffnung des Korkes enthält ein kurzes Stück etwas aufrecht, stumpfwinkelig, gebogene Glasröhre g, welche abermals Cautchoukrohr, Quetschhahn und ein kurzes Stückchen Glasrohr aussen erhält. Innen

reicht diese Röhre genau nur bis an die untere Fläche des Korkes.

C ist eine grössere Flasche mit zweifach durchbohrtem Cautchoukpfropfen, die eine Oeffnung enthält Röhre h, genau wie c oder d beschaffen, die zweite einen geeigneten kleinen Apparat i, gefüllt mit Stückchen von Aetzkali oder Natron, um äussere Einflüsse möglichst zu verhüten.

D ist eine wiederum circa 200 Cub. Cent. fassende Kochflasche mit einfach durchbohrtem Cautchoukkorke, in dessen Oeffnung eine etwas aufrecht gebogene Röhre k eingepasst ist, welche aussen mit einem Stückchen Cautchoukrohr, Glasröhre und Quetschhahn versehen ist. Die Zeichnung wird den Apparat leicht versinnlichen.

B und C werden mit einer Natronlauge von circa 10 Proc. Gehalt gefüllt, so dass in C etwa die Hälfte leer bleibt, um das Zurücksteigen aus B zu ermöglichen; Röhre h wird mit f in Verbindung gebracht und der hier, für etwa eintretende Fälle, vorhandene Quetschhahn zur Reserve auf die Röhre geklemmt, so dass die Communication zwischen B und C stets ungehindert bleibt.

Durch Saugen bei g füllt man leicht B mit Lauge an, vermeidet aber auf das Sorgfältigste eine Ueberführung von Lauge bis in diese Röhre, sondern füllt nur bis an den Gummikork. Sollte einmal etwas Lauge mit in die Röhre g gelangt sein, so muss man sie sofort von der Mündung aus durch Spülen mit Wasser wieder entfernen. Ebenso wird durch vorsichtiges Saugen Röhre C mit Lauge gefüllt, so dass nunmehr der ganze Apparat B voll ist und bleibt, nur die Verbindung mit C ist offen.

Da es bei dem Verfahren nach Schlösing vor Allem darauf ankommt, jede Luft, Sauerstoff, abzuschliessen, so muss die wenige Luft in B noch durch Wasserstoff ersetzt werden. Zu diesem Behufe bringt man bei c eine Wasser-

stoffentwickelung an, welche nur langsam Gas abgiebt, und bei g einen Sauger[1]); sobald man etwas Wasserstoff in den Apparat gebracht hat, saugt man denselben bei g auf und wiederholt diese Procedur 3—5 Mal, um die Gewissheit zu erlangen, dass nur Wasserstoffgas in den flüssigkeitsleeren Theilen des Apparates sei. Die Wasserstoffentwickelung wird bei den folgenden Versuchen gebraucht und ist desshalb stets vorräthig, die äusseren offenen Theile der Röhren c und g werden sogleich vorsichtig mit Wasser gefüllt, durch Spritzen, um jeden Zutritt der Luft zu umgehen.

Ferner gebraucht man eine möglichst concentrirte Lösung von Eisenchlorür und concentrirte Salzsäure.

500 Cub. Cent. des zu untersuchenden Wasser werden im Wasserbade mit wenig überschüssigem Barytwasser zur Trockne oder fast zur Trockne verdunstet, hierauf der Rückstand mit Wasser erwärmt, filtrirt und mit möglichst wenig Wasser nachgewaschen. Das Filtrat giesst man in Kochflasche A und kocht hier die Flüssigkeit bis auf wenig Rückstand ein, wobei der Kork nebst beiden offenen Röhren stets aufgesetzt ist. Sehr bald ist das Gefäss luftleer und verbindet man b mit e, indem man letzteres vollständig mit Wasser gefüllt über b fest aufschiebt; sollte später etwas Luft durch die Spannung eintreten, so genügt gewöhnlich ein Tropfen Wasser zwischen Cautchoukrohr und Glasröhre, um den Schluss zu verdichten. Mittlerweile entweichen die Dämpfe der stets kochenden Flüssigkeit durch a, bis man endlich nur noch sehr wenig Rückstand hat, worauf man die Flamme entfernt und sofort auch a in ein Gläschen mit circa 20—30 Cub. Cent. der Eisenchlorürlösung eintaucht, den Quetschhahn in die Hand

1) Man kann hierzu sehr zweckmässig eine Flasche mit Wasser, welche einen Heber und Saugrohr im Korke enthält, benutzen, letzteres wird mit g in Verbindung gebracht.

nehmend, um jeden Augenblick das Cautchoukrohr schliessen zu können. Man lässt nun fast die sämmtliche Flüssigkeit einsaugen, schliesst jedoch sofort den Quetschhahn und das Cautchoukrohr, bevor Luft in das Röhrchen eindringt, so dass dies stets mit Flüssigkeit gefüllt bleibt; hierauf lässt man ferner noch etwa ebenso viel concentrirte Salzsäure durch die Oeffnung des Quetschhahnes vorsichtig einsaugen.

Flasche A enthält jetzt die nöthigen Reagentien, Eisenchlorür und Salzsäure und die auf Salpetersäure zu prüfende Substanz, man giebt zuerst sehr schwaches Feuer, etwa das Wasserbad ersetzend und erhält dies circa 6—8 Minuten oder so lange bis das Aufschwellen der Cautchoukröhre von a und e anzeigt, dass die Gasentwickelung beginnt, worauf man den Quetschhahn bei e öffnet und etwas stärker erhitzt. Das sich entwickelnde Stickoxydgas tritt nunmehr nach B über, zuletzt kocht man stark, um sämmtliches Gas überzutreiben, die Flüssigkeit in B wird siedend heiss, worauf man Quetschhahn a öffnet, das Feuer entfernt und Quetschhahn e schliesst, von b das Cautchoukrohr löst und das offene Ende sofort wiederum mit Wasser vollspritzt.

Der Versuch ist soweit beendet und kann sogleich eine neue Einkochung in A stattfinden u. s. w.

Hierauf giebt man in Kochflasche D wenig Wasser, setzt den Cautchoukkork mit offener Röhre auf, kocht einige Minuten bis die Luft völlig ausgetrieben ist und verbindet sogleich das Cautchoukrohr von k mit dem äusseren, mit Wasser erfüllten Glasröhrchen von g. In wenigen Augenblicken tritt eine starke Spannung in D ein, welche durch das Zusammenziehen der Cautchoukröhre sichtbar; man öffnet vorsichtig den Quetschhahn von g und lässt langsam das Gas in B nach D einsaugen, sodann durch e wieder einige Blasen Wasserstoffgas eintreten,

welche wieder durch g nach D eingesaugt werden und wiederholt diese Procedur 3—5 Mal, um sicher alles Stickoxydgas in D zu erhalten.

Hierauf schliesst man die Quetschhähne von e, g und i, entfernt so geschlossen D und spritzt sofort die äussern Theile von e und g voll Wasser, wodurch B gleichfalls für den folgenden Versuch wieder fertig ist.

Flasche D verbindet man nun mit einem Reservoir von Sauerstoff, entweder im Gasometer oder einem ähnlichen kleinen Gefässe, und lässt durch Oeffnen des Quetschhahnes etwas einsaugen. Bei Anwesenheit von Stickoxydgas entstehen sofort die rothen Dämpfe der Untersalpetersäure, man giebt noch ein oder zwei Mal Sauerstoff zu, bis keine weitere Färbung mehr eintritt, lässt dann Flasche D circa 25 Minuten ruhig stehen und titrirt zuletzt die Säure. Das verbrauchte Alkali wird unmittelbar auf die äquivalente Menge Salpetersäure berechnet.

Die Resultate ergeben bei nur einiger Uebung stets 96—98 Proc., bei genauer Arbeit 99—100 Proc. der vorhandenen Salpetersäure, somit ist die Methode zu den genauesten zu zählen. Die Ausführung ist leicht, sobald man den Apparat verstanden hat und in kürzester Zeit zu bewerkstelligen, so dass diese letztere Methode am meisten empfehlenswerth sein dürfte.

Die Salpetersäure erhält für das Kriterium des Wassers dadurch eine so grosse Bedeutung, weil sie stets nur als Product der Zersetzung organischer Substanzen angesehen werden kann. Normal enthalten die Quellen äusserst wenig, diejenigen der Kalkformation aus leicht erklärlichen Ursachen etwas mehr. Die angenommene Grenze von 4 Th. Salpetersäure in 1 Million Theilen Wasser oder 0,4 für 100,000 ist festzuhalten; steigert sich irgend die Menge derselben, so sind jedenfalls äussere Einflüsse der nächsten Umgebung als Ursache zu bezeichnen.

Von zwei Quellen in der unmittelbaren Nähe von Weimar auf einer ansteigenden Fläche gelegen, war die eine gefasst, die andere lag offen den äusseren Einflüssen preisgegeben. Sie ergaben in 100,000 Theilen

	offen	überbaut
Organ. Substanz .	9,0	0,8
Salpetersäure . .	0,8	0,4

Hier tritt die organische Substanz stärker hervor, dennoch dürfte der Salpetersäure mehr Bedeutung beizulegen sein, da sie das bleibende Zersetzungsproduct der organischen Substanzen ist und letztere verhältnissmässig sehr wenig Stickstoff enthalten.

Sehr häufig findet man desshalb äusserst wenig oder wenigstens verhältnissmässig wenig organische Substanz, so dass die Salpetersäure den alleinigen Anhalt gewährt, die Einflüsse von Aussen zu erkennen, zu erweisen und das Wasser selbst zu verurtheilen.

Pumpbrunnen in Weimar ergaben in 100,000 Theilen Wasser an

	I.	II.	III.	IV.
Organ. Substanz . .	2,3	3,0	4,0	0,7
Salpetersäure . . .	3,34	5,0	41,2	3,34

Sämmtliche Brunnen stammen aus Gegenden der Stadt, wo epidemische Krankheiten sehr häufig auftreten, vor einigen Jahren auch die Cholera; die organische Substanz übersteigt hier niemals die gestattete Grenze, die Salpetersäure dagegen erweist untrüglich die ganz bedeutenden Einflüsse der verdorbenen, nächsten Umgebung. Nr. III mit 412 Th. Salpetersäure auf 1 Million Theile Wasser reiht sich vollständig den bekannten Resultaten von Berlin, Leipzig u. s. w. an. Bei dem Glühen des Abdampfrückstandes von diesem Wasser entwichen Mengen von Dämpfen der Untersalpetersäure.

Aus diesen leicht ersichtlichen Gründen halte ich die

Prüfung auf Salpetersäure für das wichtigste Moment bei der Beurtheilung eines Wassers für Zwecke der Gesundheitspflege. Weder Chemiker noch Mediciner sind bis jetzt im Stande, die offenbar nachtheiligen Einflüsse des Wassers bei der Verbreitung ansteckender Krankheiten genügend zu erklären, demnach kann es jetzt nur darauf ankommen, das Abnorme von der örtlich verschiedenen Zusammensetzung der Quellen festzustellen und Vergleiche mit reinen Quellen derselben Formation oder Gegend zu erlangen. Für die organischen Substanzen und der in dem Boden angehäuften Zersetzungsproducte derselben wird aber die Salpetersäure stets das entscheidende Material abgeben.

Eine Unterscheidung der salpetrigen Säure und Salpetersäure unterlasse ich bis jetzt, weil mir keine Beobachtungen oder Beweise bekannt sind, welche für diese zweifachen Bestimmungen sprechen, und für die Zwecke der Beurtheilung möglichst einfache Gesichtspunkte zu wählen sind, wozu für jetzt die Ermittelung der Salpetersäure völlig genügt. Gegen die Methoden der Bestimmung der salpetrigen Säure lassen sich ausserdem noch sehr gewichtige Einwürfe aufstellen, während dieselbe hier als Salpetersäure mit in Rechnung gelangt.

E. Ammoniak.

Qualitative Prüfung. Sie geschieht am geeignetsten nach Nessler.

Man löst[1]) 2 grm. Jodkalium in 5 Cub. Cent. Wasser auf und fügt der Lösung unter Erwärmen so viel Quecksilberjodid zu, dass zuletzt etwas ungelöst hinterbleibt. Nach dem Erkalten wird die Lösung mit 20 Cub. Cent.

1) S. Kubel S. 28.

Wasser verdünnt, nach einiger Zeit filtrirt und auf 20 Cub. Cent. des Filtrates 30 Cub. Cent. concentrirte Kalilauge (etwa 1 Th. Aetzkali in 2 Th. Wasser) zugesetzt. „Nach dem etwa nöthigen Absetzen und Filtriren giesst man die klare Flüssigkeit in ein besonders gut zu verschliessendes Gefäss, dessen Glasstöpsel mit Paraffin bestrichen ist, um das feste Anheften zu verhüten.“

Mit dem zu prüfenden Wasser füllt man 2 längere Röhren und fügt zu jeder Probe einige Tropfen Natron bis zum starken Vorwalten, hierauf zu der einen circa 20—30 Tropfen der beschriebenen Quecksilberjodidjodkaliumlösung, schüttelt um und beobachtet, ob die mit Reagens versehene Probe eine merkbare dunklere, röthliche oder rothe Färbung, bis Niederschlag erzeugt, was die Gegenwart von Ammoniak anzeigen würde.

Gewöhnlich ist die Reaction gleich null, sollte jedoch eine Bestimmung des Ammoniaks nöthig werden, so verfährt man wie folgt.

Quantitative Bestimmung.

500 Cub. Cent. Wasser werden mit wenigen Tropfen Schwefelsäure angesäuert im Wasserbade zur Trockne oder fast zur Trockne verdunstet und der Rückstand in denselben Apparat gegeben, wie bei Salpetersäurebestimmung I genau beschrieben wurde. Das weitere Verfahren ist ebenfalls völlig gleich, nur unterlässt man den Zusatz von Eisen- und Zinkfeile, giebt demnach nur Aetzkali und Alkohol zu und destillirt sofort. Eine zweimalige Destillation genügt regelmässig; das entweichende Ammoniak leitet man entweder in titrirte Säure oder in Salzsäure, um die Bestimmung als Ammoniumplatinchlorid auszuführen.

F. Chlor und Schwefelsäure.

100 Cub. Cent. Wasser werden mit Salpetersäure angesäuert und Silberlösung im Ueberschuss zugefügt, nach einigem Rühren oder Erwärmen kann sofort filtrirt werden und das Chlorsilber, wie bekannt, bestimmt.

100 Cub. Cent. Wasser werden mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert und durch Chlorbaryum gefällt, nach Erwärmen und mehrstündigem Stehen kann man die grösste Menge Flüssigkeit von dem am Boden lagernden schwefelsauren Baryt abgiessen, sammelt hierauf letzteren und bestimmt, wie gewöhnlich.

Sehr häufig sind beide Bestimmungen unnöthig, wenn sich nur Spuren der Säuren durch Trübung der Flüssigkeit nach Zusatz der Reagentien zeigen. Gewöhnlich enthalten salpetersäurereichere Quellen auch mehr Chloride und schwefelsaure Salze, jedoch keineswegs immer, so dass ein rückwirkender Schluss nicht gemacht werden kann.

Sollte nur wenig Wasser zu Gebote stehen, so können beide Bestimmungen in einer Probe vorgenommen werden, indem man zuerst das Chlor abscheidet, dann das im Ueberschuss zugefügte Silber aus dem Filtrate durch Salzsäure entfernt und nun die Schwefelsäure ermittelt.

Die Gewichtsanalyse ziehe ich bis jetzt vor, da dieselbe bei beiden Substanzen sehr leicht und genau ausgeführt werden kann. Bei Chlor kann sonst auch die Bestimmung durch titrirte Silberlösung geschehen.

G. Kalk und Talkerde.

100 Cub. Cent. Wasser versetzt man direct mit einem Uebermaass von oxalsaurem Ammoniak und lässt nach Umrühren mehrere Stunden ruhig stehen, worauf der oxal-

saure Kalk abfiltrirt, mit ammoniakalischem Wasser gewaschen, dann getrocknet und schwach geglüht wird. Bei vorsichtigem schwachen Glühen ist die Bestimmung völlig genau, durch nochmalige Behandlung mit wenig kohlensaurem Ammoniak und wiederholtem schwachem Glühen kann etwa erzeugter Aetzkalk wieder in kohlensauren verwandelt werden.

Das Filtrat vom Kalk wird mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak bis zum starken Vorwalten versetzt und nach Umrühren 12 Stunden der Ruhe überlassen. Die abgeschiedene phosphorsaure Ammoniak-Talkerde wird sodann gesammelt, mit Ammoniak haltendem Wasser gewaschen, getrocknet und geglüht, es hinterbleibt $Mg^2P^2O^7$.

Für den Vergleich mit der oben angegebenen Grenze des Kalkgehaltes muss die Talkerde auf Kalk umgerechnet werden, durch Multiplication mit 1,4.

H. Härte.

Die Härte berechnet sich, wie schon früher erwähnt, aus den ermittelten Mengen Kalk und Talkerde, indem die Zahl der letzteren durch Multiplication mit 1,4 auf Kalk erhoben wird und der Quantität des ersteren zugezählt.

Fig. I.

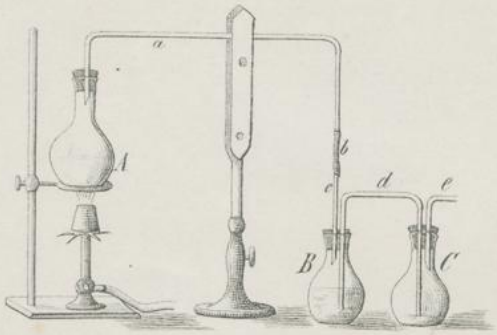
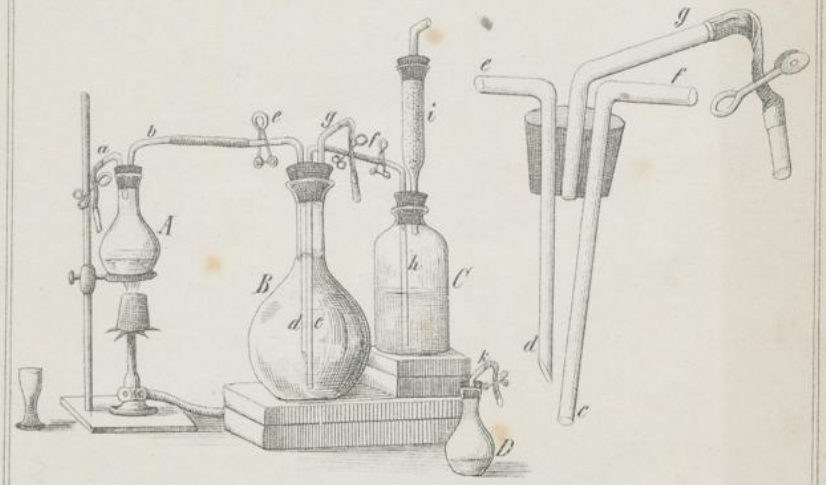


Fig. II.



Obige Arbeitszeit ist [illegible]

[illegible] am [illegible] 1870 [illegible] 12 Uhr zu beginnen.

Obige Instruction ist durch [illegible] à Bogen pro Dtzd. 12 Sgr. zu beziehen.

Instruction 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 $^1/_3$ 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, wie das Datum der Füllung.

2. Ursprung der Quelle mit Berücksichtigung der Gebirgsformation.

3. Einfluss der Jahreszeit oder des Wetters auf die [illegible]

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 oder sonstige Beschaffenheit des Wassers.

Obige Instruction ist durch die Buchhandlung von Fr. Mauke in Jena pro Dtzd. 12 Sgr. zu beziehen.