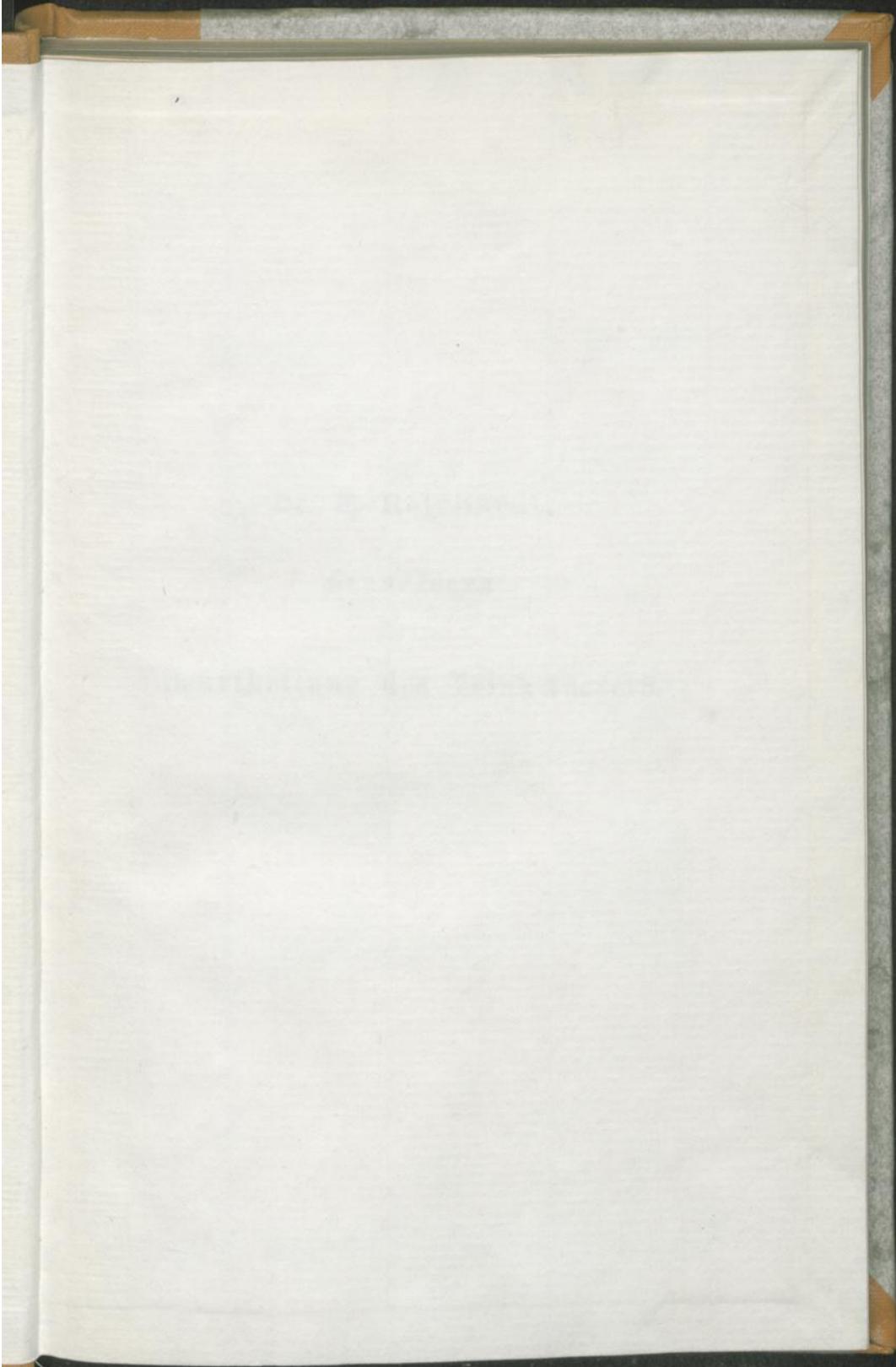
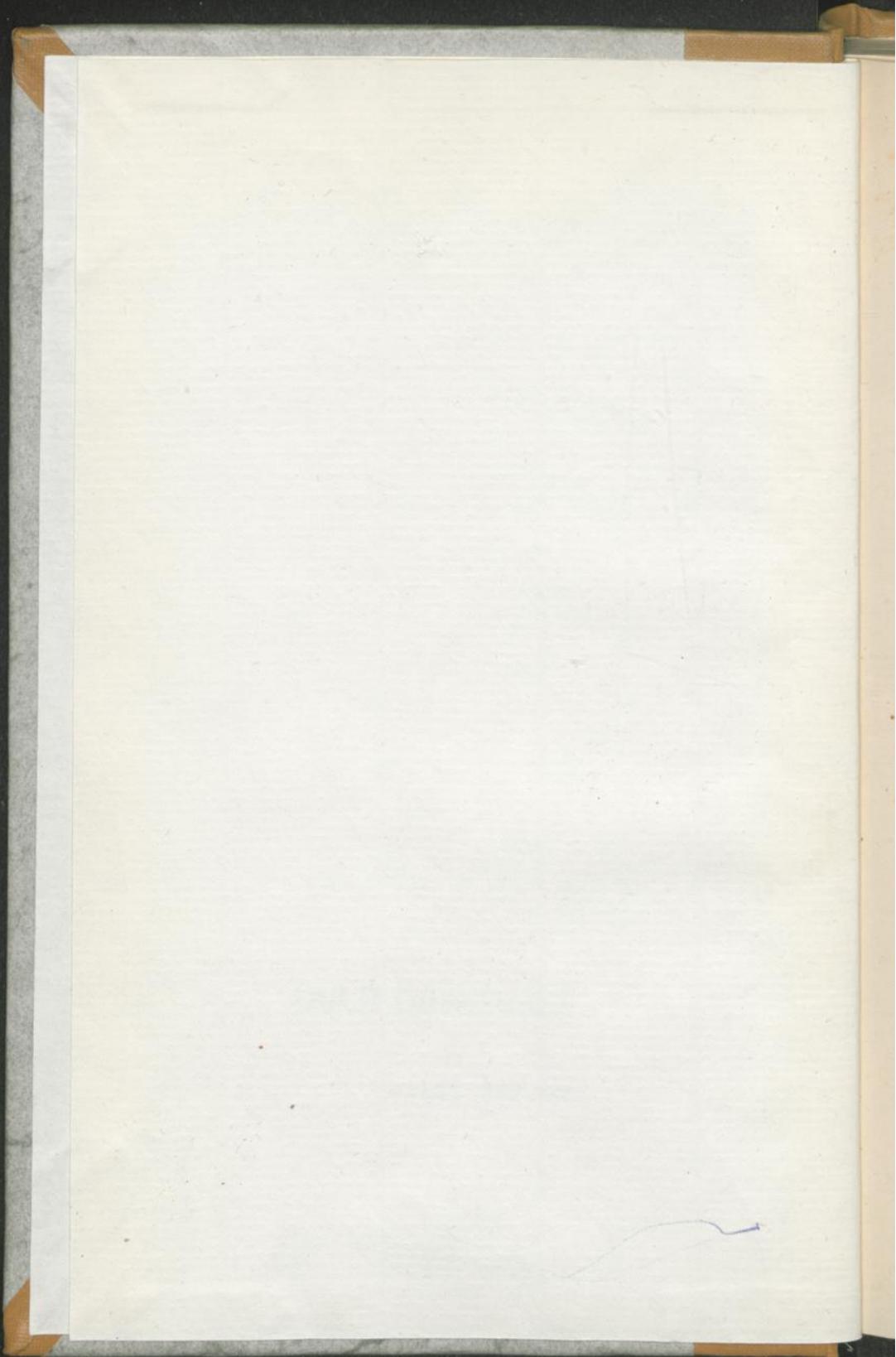




**UuLB Düsseldorf**

+4159 994 01





Dr. E. Reichardt,  
Grundlagen  
zur  
Beurtheilung des Trinkwassers.

---

Dr. E. Reichardt,

Verfasser

Beantwortung des Trinkwassers

# Grundlagen

zur

## Beurtheilung des Trinkwassers

zugleich mit

Berücksichtigung der Brauchbarkeit für gewerbliche Zwecke  
und der Reinigung von Abfallwasser

nebst

Anleitung zur Prüfung des Wassers.

Für Behörden, Aerzte, Apotheker und Techniker

veröffentlicht

von

**Dr. E. Reichardt,**

Professor in Jena.

---

Vierte, sehr vermehrte und ergänzte Auflage.  
Mit 33 Holzschnitten und 2 lithogr. Tafeln.

---

Dv 4249<sup>4</sup>

Halle a. S.,

Verlag der Buchhandlung des Waisenhauses.

1880.

Grundlagen

# Beurteilung des Trinkwassers

Beurteilung der Reinheit der gewöhnlichen Wasser-  
und der Leitung von Trinkwasser

Leitung des Trinkwassers

Die Bedeutung der Wasser- und Luftanalyse

Dr. E. Reichardt

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK - Nat. Hist. Mus. - DÜSSELDORF V4780
--

## V o r w o r t.

---

In wechselseitiger, aner kennenswerther Regsamkeit sind Aerzte und Chemiker bemüht, den nachtheiligen Einfluss von unreinem Wasser auf die Gesundheit festzustellen. Die ersteren waren im Stande, bei einer grossen Anzahl epidemischer Krankheiten den Ansteckungs herd auf das Trinkwasser zurückzuführen, die letzteren sind ununterbrochen beschäftigt, durch chemische Prüfungen 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 Umgestaltung, 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 Wasseruntersuchun-

gen 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 Prüfung 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.**

### Vorwort zur vierten Auflage.

Die schon längere Zeit nothwendig gewordene neue Auflage verzögerte sich namentlich durch die in einigen Theilen für wichtig erachtete Umarbeitung und Vermehrung der besprochenen und zu besprechenden Gegenstände, wodurch sich der Umfang über die Hälfte vergrößerte. Die Absicht, einen möglichst kurzen Einblick in die für die Gesundheitspflege nicht unwichtige Frage zu gewähren, war hierbei auch jetzt noch ununterbrochen das zu erstrebende Ziel.

Jena, im Juli, 1880.

Dr. E. Reichardt.

## Inhalts - Verzeichniss.

	Seite
I. Wahl des Materiales . . . . .	1
A. Quellwasser . . . . .	1
B. Trink- und Flusswasser . . . . .	2
II. Gang der Untersuchung . . . . .	2
A. Füllung des Wassers . . . . .	2
B. Chemische Untersuchung . . . . .	4
III. Quellen und Brunnen . . . . .	32
IV. Veränderungen des Wassers der Quellen und Flüsse in ver- schiedenen Zeiten des Jahres . . . . .	45
A. Wasser der Wasserleitung von Jena (1872/73) . . . . .	46
B. Wasser der Saale . . . . .	53
C. Wasser eines Pumpbrunnen in der Zwätzengasse . . . . .	54
V. Mikroskopische Prüfung des Wassers und Abdampfdruckstandes . . . . .	64
VI. Verunreinigungen der Pumpbrunnen durch Todtenacker . . . . .	83
VII. Wärme der Quellen . . . . .	88
VIII. Wasser zu Wasserleitungen . . . . .	90
IX. Röhren zu Wasserleitungen . . . . .	105
X. Reinigung des Abfallwassers . . . . .	108
XI. Prüfung des Wassers . . . . .	135
Sachregister . . . . .	166

Inhalts-Verzeichnis

I	Einleitung	1
II	Die Geschichte der Wissenschaften	10
III	Die Geschichte der Philosophie	15
IV	Die Geschichte der Naturwissenschaften	20
V	Die Geschichte der Medizin	25
VI	Die Geschichte der Kunst	30
VII	Die Geschichte der Literatur	35
VIII	Die Geschichte der Religion	40
IX	Die Geschichte der Politik	45
X	Die Geschichte der Ethik	50
XI	Die Geschichte der Pädagogik	55
XII	Die Geschichte der Psychologie	60
XIII	Die Geschichte der Soziologie	65
XIV	Die Geschichte der Anthropologie	70
XV	Die Geschichte der Biologie	75
XVI	Die Geschichte der Geologie	80
XVII	Die Geschichte der Astronomie	85
XVIII	Die Geschichte der Physik	90
XIX	Die Geschichte der Chemie	95
XX	Die Geschichte der Meteorologie	100
XXI	Die Geschichte der Botanik	105
XXII	Die Geschichte der Zoologie	110
XXIII	Die Geschichte der Anatomie	115
XXIV	Die Geschichte der Physiologie	120
XXV	Die Geschichte der Pathologie	125
XXVI	Die Geschichte der Pharmazie	130
XXVII	Die Geschichte der Chirurgie	135
XXVIII	Die Geschichte der Heilkunde	140
XXIX	Die Geschichte der Fehlsicht	145
XXX	Die Geschichte der Taubheit	150
XXXI	Die Geschichte der Blinde	155
XXXII	Die Geschichte der Stummheit	160
XXXIII	Die Geschichte der Geisteskrankheiten	165
XXXIV	Die Geschichte der Nervenkrankheiten	170
XXXV	Die Geschichte der Geistesstörungen	175
XXXVI	Die Geschichte der Schizophrenie	180
XXXVII	Die Geschichte der Manie	185
XXXVIII	Die Geschichte der Melancholie	190
XXXIX	Die Geschichte der Dementia	195
XL	Die Geschichte der Epilepsie	200
XLI	Die Geschichte der Hysterie	205
XLII	Die Geschichte der Neurose	210
XLIII	Die Geschichte der Psychose	215
XLIV	Die Geschichte der Paranoia	220
XLV	Die Geschichte der Wahnvorstellungen	225
XLVI	Die Geschichte der Halluzinationen	230
XLVII	Die Geschichte der Delirien	235
XLVIII	Die Geschichte der Trübungen	240
XLIX	Die Geschichte der Verwirrungen	245
L	Die Geschichte der Amnesie	250
LII	Die Geschichte der Konfabulationen	255
LIII	Die Geschichte der Fugien	260
LIV	Die Geschichte der Selbstmorde	265
LVI	Die Geschichte der Suizide	270
LVII	Die Geschichte der Verbrechen	275
LXIII	Die Geschichte der Strafrechtswissenschaften	285
LXIV	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	290
LXV	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	295
LXVI	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	300
LXVII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	305
LXVIII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	310
LXIX	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	315
LXX	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	320
LXXI	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	325
LXXII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	330
LXXIII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	335
LXXIV	Die Geschichte der Kriminalmedizin	340
LXXV	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	345
LXXVI	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	350
LXXVII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	355
LXXVIII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	360
LXXIX	Die Geschichte der Kriminalstatistik	365
LXXX	Die Geschichte der Kriminalmedizin	370
LXXXI	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	375
LXXXII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	380
LXXXIII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	385
LXXXIV	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	390
LXXXV	Die Geschichte der Kriminalstatistik	395
LXXXVI	Die Geschichte der Kriminalmedizin	400
LXXXVII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	405
LXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	410
LXXXIX	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	415
LXXXX	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	420
LXXXXI	Die Geschichte der Kriminalstatistik	425
LXXXXII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	430
LXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	435
LXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	440
LXXXXV	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	445
LXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	450
LXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	455
LXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	460
LXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	465
LXXXXX	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	470
LXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	475
LXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	480
LXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	485
LXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalmedizin	490
LXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	495
LXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	500
LXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	505
LXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	510
LXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalstatistik	515
LXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalmedizin	520
LXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	525
LXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	530
LXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	535
LXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	540
LXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalstatistik	545
LXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalmedizin	550
LXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	555
LXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	560
LXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	565
LXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	570
LXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalstatistik	575
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	580
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	585
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	590
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	595
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	600
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	605
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	610
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	615
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	620
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	625
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	630
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	635
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalmedizin	640
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	645
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	650
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	655
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	660
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalstatistik	665
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalmedizin	670
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	675
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	680
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	685
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	690
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalstatistik	695
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalmedizin	700
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	705
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	710
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	715
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	720
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalstatistik	725
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	730
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	735
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	740
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	745
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	750
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	755
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	760
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	765
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	770
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	775
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	780
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	785
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalmedizin	790
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	795
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	800
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	805
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	810
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalstatistik	815
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalmedizin	820
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	825
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	830
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	835
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	840
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalstatistik	845
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalmedizin	850
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	855
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	860
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	865
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	870
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalstatistik	875
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	880
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	885
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	890
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	895
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	900
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	905
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalmedizin	910
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	915
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	920
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	925
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	930
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalstatistik	935
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalmedizin	940
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	945
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	950
LXXXXXXXVII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	955
LXXXXXXXVIII	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	960
LXXXXXXXIX	Die Geschichte der Kriminalstatistik	965
LXXXXXXXX	Die Geschichte der Kriminalmedizin	970
LXXXXXXXXI	Die Geschichte der Kriminalpsychiatrie	975
LXXXXXXXII	Die Geschichte der Kriminalpsychologie	980
LXXXXXXXIII	Die Geschichte der Kriminalanthropologie	985
LXXXXXXXIV	Die Geschichte der Kriminalsoziologie	990
LXXXXXXXV	Die Geschichte der Kriminalstatistik	995
LXXXXXXXVI	Die Geschichte der Kriminalmedizin	1000

## 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 gesundheitsschädliche 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 auszuspielen und dann erst zu füllen. Nach der Füllung werden sie mit dem Physicats- oder Ortssiegel verschlossen.

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

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

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

#### Anweisung zur Füllung der Wasserproben.

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

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

Nur ganz reine Flaschen dürfen zur Füllung verwendet werden.

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

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

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

### B. Chemische Untersuchung.

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

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

Die Wiener Wasserversorgungscommission sprach im Jahre 1864 die Schlussfolgerungen ihrer Arbeiten in folgenden Anforderungen an ein „gesundes Wasser“ aus<sup>1)</sup>:

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 gm. Kalk im Liter.)
4. Die für sich in Wasser löslichen Körper dürfen nur einen kleinen Bruchtheil der gesammten Wassermenge betragen, besonders dürfen keine grösseren Mengen von Nitraten und Sulfaten vorkommen.
5. Der chemische Bestand, so wie die Temperatur soll in den verschiedenen Jahreszeiten nur innerhalb enger Grenzen schwanken.
6. Verunreinigende Zuflüsse jeder Art sollen fern gehalten werden.

---

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

1) Weltzien, Karlsruher Brunnen. S. 10.

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

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

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

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

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

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

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

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

Die festen Bestandtheile eines Wassers sind durch Bestimmung des Trockenrückstandes zu ermitteln; die Trockentemperatur darf nicht unter  $100^{\circ}$  und nicht über  $150^{\circ}$  C. betragen.\*)

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

\*) Vergleiche die spätere Bestimmung.

Der Brüsseler Sanitätscongress <sup>1)</sup> nahm an, dass ein Wasser nicht mehr gesund sei, wenn es mehr als 5 Theile festen Rückstand für 10,000 Theile Wasser ergibt (0,5 im Liter), jedenfalls ist dieser Anhaltspunct zu gebrauchen, wenn auch nicht als entscheidendes Urtheil.

In 10 Brunnen Leipzigs fand Langbein <sup>2)</sup> 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 <sup>3)</sup> findet in einer grossen Zahl der Berliner Brunnen 0,426—2,757 Trockenrückstand (bei 120° C.).

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

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

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

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

1) Weltzien S. 10.

2) Untersuchung der Wasser Leipzigs 1868.

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

Wasser, welche nur 0,1—0,2 grm. festen Rückstand pro Liter ergeben, oder noch weniger (Gebirgswasser), sind als sehr rein zu bezeichnen und wenn namentlich die Prüfung auf organische Substanz das gleich günstige Urtheil ergibt, 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 Gesichtspunkte zu unterscheiden. Die sog. Grenzzahlen gestatten im Allgemeinen eine Verurtheilung der Wasser bei Ueberschreitung derselben und sind für diesen Zweck unentbehrlich, müssen jedoch den fortschreitenden Untersuchungen entsprechend wiederholt der Prüfung und Sichtung unterworfen werden.

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

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

Hinsichtlich des Abdampfrückstandes fand ich in Mittelzahlen bei Quellen

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

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

#### Organische Substanz.

Durch Glühen des Trockenrückstandes nach wiederholtem Befeuchten mit kohlen-saurem 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<sup>1)</sup> 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<sup>2)</sup> gestattet höchstens 3—4 Th. organische Substanz.

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

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

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

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

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

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

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

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

Kubel fand an organischer Substanz<sup>1)</sup> in 100,000 Th. Wasser:

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

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

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

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

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

Die Anwendung des übermangansauren Kalis ist jedoch auch mit grossen Bedenken behaftet, wie namentlich Frankland<sup>2)</sup> 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<sup>3)</sup> der Anwendung von übermangansaurem Kali in schwefelsäurehaltigem kochenden Wasser, wodurch die etwa vorhandene salpetrige Säure entfernt wird und sehr übereinstimmende Resultate erhalten werden. Der einzige Zusatz, welchen ich für wesentlich erachte,

1) Kubel, Anleitung S. 25.

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

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

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

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

Weltzien<sup>1)</sup> bestimmte die organischen Substanzen durch Elementaranalyse, unter Abdampfen mit etwas Schwefelsäure, E. Peligot schlägt die organische Substanz durch Eisenchlorid, basisches essigsäures Bleioxyd u. s. w. nieder und bestimmt sie im Niederschlage, F. Schulze wendet übermangansaures Kali<sup>2)</sup> in alkalischer Lösung an u. s. w. Ohne auf die weiter eingreifende Kritik einzugehen, will ich nur bemerken, dass durch Abdampfen mit Schwefelsäure gerade bei den vorhandenen organischen Substanzen sehr bedeutende Umänderungen und Verflüchtigungen eintreten müssen, dass die Methode von Peligot z. B. den Kohlensäuregehalt des Eisenoxydhydrats nicht in Rechnung zieht und dass bei Zusatz von Alkali (F. Schulze) auch organische Kalk- u. s. w. Verbindungen mit niedergeschlagen werden müssen.

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

1) Die Brunnenwasser Carlsruhe's.

2) Die Rostocker Brunnenwasser.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Wackenroder,  
Arch. d. Pharm.  
Bd. 72, S. 9.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure.

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

Die gewöhnlich vorkommenden Mengen von Chlor im Quell- und Flusswasser schwanken circa zwischen  $0,2$ — $0,8$  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 (Porphyry und Thonschiefer) . . . . .	0,7 — 2,9
„ von Rudolstadt, nachtheilig bei Brauerei . . . . .	9,90
Gypsquelle von Orlamünda, desgl. . . . .	36,2 — 81,4

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

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

#### Salpetersäure.

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

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

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

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

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

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

---

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

2) O. Reich S. 65.

## Salpetersäure in 1 Million Theilen Wasser.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5 englische Härtegrade sind gleich 4 deutschen

100 französische „ „ „ 56 „

In England bezeichnet man Wasser als

weich bei 3—5 Graden = deutsche Grade 2,5—4  
ziemlich hart „ 6—10 „ = „ „ 5—8

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

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

Man unterscheidet ferner permanente Härte von absoluter  
 und temporärer.

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

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

Sehr häufig beruht die bleibende Härte auf dem schwefel-  
 sauren Kalke allein, was aus der weiteren Constitution des  
 Wassers leicht ersehen werden kann, wenn z. B. nur die gewöhn-  
 lichen Spuren Chlor vorhanden sind und der Kalk im reichlichsten  
 Maasse. Z. B. enthielt die äusserst starke, 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 vor-  
 kommenden Kalkquellen gegenüber in auffallender Masse vor.  
 Bei diesem häufigen Vorkommen kann man die bleibende Härte  
 unmittelbar aus der Schwefelsäure berechnen, indem man die  
 Menge der letzteren mit 0,7 multiplicirt, die erhaltene Zahl  
 entspricht der äquivalenten Menge Kalk = Härte.

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

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

Weltzien fand in Carlsruher Brunnen 12,8—33,08 absolute Härte und 3<sup>o</sup>,3—12<sup>o</sup>,9 permanente Härte.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

In 100,000 Theilen Wasser sind enthalten:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Bei 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, auf-

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

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

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

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

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

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

#### Werth und Gebrauch der Grenzzahlen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Es ergaben in 100,000 Th. Wasser:

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

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

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

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

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

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

## III.

## Quellen und Brunnen.

## 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 Normahlzahlen, 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 daher 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 örtlich 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 erhaltene, Mittelzahlen anzeigen:

100,000 Theile Quellwasser enthielten:

Abdampf- rückstand.	Organ. Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
Granitformation:							
A. Thüringen.							
2,44	1,57	0	0,33	0,39	0,97	0,25	1,27
B. Desgleichen.							
7,0	0,4	0	0,12	0,34	3,08	0,91	4,35
C. Schlesien.							
21,0	0,47	0	Spur	1,03	4,48	2,10	7,42
Melaphyr:							
16,0	1,92	0	0,84	1,71	6,16	2,25	9,31
Basalt:							
15,0	0,18	0	Spur	0,34	3,16	2,80	6,08
Thonsteinporphyr:							
2,50	0,80	0	0	0,34	0,56	0,18	0,81

Reichardt, Grundl. z. Beurthlg. d. Trinkw. 4. Aufl.

3

Abdampf- rückstand.	Organ. Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
Thonschiefer:							
A. Steben.							
12,0	0	0,05	0,25	2,40	5,04	0,73	6,06
B. Aus Sachsen.							
6,0	1,73	0	0,88	0,17	0,28	0,36	0,78
C. Greiz.							
7,0	1,70	Spur	0,20	0,50	0,56	0,18	0,80
Desgleichen.							
18,0	2,10	Spur	1,06	1,0	4,4	1,08	5,91
Bunter Sandstein:							
12,5- 22,5	1,38	Spur- 0,98	0,42	0,88	7,30	4,8	13,96
Desgleichen bei Meiningen.							
30,0	0,91	0,40	0,32	0,34	9,52	0,72	10,50
Desgleichen bei Gotha.							
19,0	0,40	Spur	0,89	2,75	3,92	2,80	7,84
Desgleichen bei Rudolstadt.							
9,0	0,26	0	0,75	0	1,00	0,36	1,5
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:							
10-50,0	1-5,0	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 Sand-

steinformation 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 Abfluss 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 Vergleich mit derjenigen der Quelle 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:

Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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
						3*	

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 Th. Wasser ergaben:

Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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 Untersuchung 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:

	Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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:

	Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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:

Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
gefasste Quelle:							
43,75	0,8	0,4	Spur	2,1	14,3	5,8	22,4
ungefasste:							
46,25	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:

Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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 und 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:

Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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 Abdampfrückstände, 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

Ogleich 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. Ogleich 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 deshalb 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 Einnischungen 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:

Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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 Untersuchungsergebnissen 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 Kosten-

punkt dürfte dabei stets zurückzustellen 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 Abzugsanäle 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.

Wie die Verunreinigungen sehr bald eintreten und fortschreiten, wird nachstehendes Beispiel beweisen können.

Bei der Anlage einer grösseren stark bewohnten Anstalt wurde mit allen Vorsichtsmaassregeln ein Pumpbrunnen gegraben und gefasst. Derselbe war circa 30 Meter tief und lag dabei 10 Meter in breitem Sandstein der Kalkformation; weiter oben wurde

er ausgemauert und aussen wasserdicht gemacht, jedoch genügte hierzu schon der an und für sich lehmige und thonige Boden.

Die chemische Untersuchung erwies bald nach Beendigung der Anlage folgende Bestandtheile.

100,000 Th. Wasser ergaben:

Abdampf- rückstand.	Organ. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.	Bleib. Härte.
1874.								
55,0	1,36	0,86	2,48	3,78	15,12	4,68	21,76	2,64
1876.								
38,0	1,46	Spur	Spur	4,97	11,76	4,68	18,31	3,65
1879, Juli.								
65,5	1,40	13,5	1,47	3,08	12,88	6,50	21,98	2,16
1879, October.								
71,5	Spur	6,00	1,71	3,08	11,48	6,20	20,16	2,16

Bei der ersten Aufgrabung war das Wasser weniger rein, als 2 Jahre darauf, wo dasselbe etwa die Zusammensetzung einer reinen Quelle dieser Gebirgsformation erwies; zuerst waren wohl noch die nächstliegenden Bodenbestandtheile ausgelaugt worden, später trat die eigentliche Quelle rein hervor. Der Sandstein in dieser Gegend ist mit dolomitischem Bindemittel versehen, daher das harte, namentlich auch mehr Talkerde haltende Wasser.

Endlich tritt auch sehr allgemein etwas Gyps zu, da dieser unmittelbar über dem Sandstein vorzukommen pflegt. Die Mengen der organischen Substanz, die nur spurweise nachweisbaren Salpetersäure und Chlor bewiesen 1867 die Reinheit der stehenden Quelle ganz deutlich. Dass die Bestandtheile der Pumpbrunnen grossem Wechsel unterworfen sind, ist wohl selbstverständlich, findet sich aber auch in den später folgenden Untersuchungen derartiger Wasser in den verschiedenen Jahreszeiten erwiesen. Allein die 1879 auftretende ganz bedeutende Steigerung der Salpetersäure, sowie der fast gleichzeitig sich mehrenden Talkerde bewiesen nunmehr starke Verunreinigungen.

Die Erklärung konnte unschwer geliefert werden. In der Anstalt selbst war Alles so gut geordnet, dass hier größere Verunreinigungen wohl ausgeschlossen waren, allein in der Entfernung

von etwa 30—50 M. waren verschiedene bewohnte Gebäude entstanden und über der Anstalt ein Bahnhof angelegt worden, dessen Einrichtungen starke Bodenverunreinigungen recht gut gestatteten. Diese Zuflüsse waren jedenfalls in den durchlassenden Sandstein gelangt, hier in der Wanderung oxydirt worden und gaben nunmehr zu reichlicher Steigerung der Salpetersäure, wie zur Lösung der Talkerde den Anlass, trotz der gewiss schon tiefen Anlage des Brunnens.

## IV.

### 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 Wassergüsse 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 der 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.

#### A. Wasser der Wasserleitung von Jena (1872/73).

##### a) Quelle im Mühlthale.

Datum 1872.	Ab- dampf- rückst.	Org. Sub- stanz.	Salpe- ter- säure.	Chlor.	Schwe- fel- säure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
29/6.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44
30/7.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32
27/8.	38,5	0,65	Spur	Spur	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44
2/10.	40,9	0,37	"	"	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49
3/11.	47,0	1,26	"	"	Spur	35,34	13,05	3,17	17,48
4/12.	35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14
1873.									
1/1.	35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40
1/2.	35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28
28/2.	36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37
1/4.	34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49
3/5.	29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59
26/5.	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.

Datum 1872.	Ab- dampf- rückst.	Org. Sub- stanz.	Salpe- ter- säure.	Chlor.	Schwe- fel- säure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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 Bedeutung sein. Die Temperatur der eigentlichen Quelle am Orte des Zutage-

trebens 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  $9^{\circ},5$  C., der höchste am 27. Aug. mit  $10^{\circ},8$ , die grösste Differenz beträgt demnach  $1^{\circ},3$  C., die mittlere Temperatur circa  $10^{\circ}$  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  $5^{\circ},6$  bei einer Luftwärme von  $8^{\circ}$ , die höchste Wärme des Wassers ergab sich dagegen am 30. Juli mit  $15^{\circ},5$  C., die Differenz beträgt demnach circa  $10^{\circ}$  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  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{3}{4}$  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.						
Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	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
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

	Abdampf- rückst.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
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
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 den 3. Mai und 47,0 den 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 den 3. Nov.; Differenz = 1,10.  
B. 0,31 — „ „ „ „ 1,48 „ „ Mai; „ = 1,17.

Die Grenzzahl für den Gehalt der Trinkwasser an sogen. 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.

Steigen und Sinken der organischen Substanz zeigen 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; dies lässt auf eine damalige Beschädigung der Leitung schliessen.

Härte. Am Besten ist der Jahreseinfluss der Witterung in der Härte — dem Gesamtausdruck 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 Frühjahr 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 Ermittlungen 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 Brunnens = 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 meist auch schwefelsaure Alkalien zu.

Kohlensäure. Die Bestimmung der Gesamtmenge 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 letzterem 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.

### B. 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 Monats 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- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	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.
Abdampfrückstand:	8,0 — 31,2, Differenz = 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.	

### C. Wasser eines Pumpbrunnens in der Zwätzengasse.

Dasselbe enthielt in 100,000 Theilen:

Dat.	Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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:

			Mittelzahl.
Abdampfrückstand:	160,0—241,0,	Differenz = 81,00	= 189,1.
Organ. Substanz:	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 sämtlichen ange-  
stellten Versuche.

Die Schwankungen des Abdampfrückstandes bei dem Wasser  
des Pumpbrunnens betragen mehr als das Doppelte des Abdampf-

rückstandes 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.	Schwe- felsäure.	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	10,11
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
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

	Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
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 abzuschneidenden kohlen-sauren 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 müssen.

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 wassereichen 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 Mittelzahl 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 gewissermassen 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 organischer Substanz 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.

Die erstere 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 Gyglager und 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 ergibt 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 Zuführen aus nächster Umgebung.

Die Bestimmung des Abdampfdruckstandes 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 Ermittlung 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 betragen 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 Th.
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 Th.
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 Th.
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 Th.
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 Th.
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	9,39	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 stärksten 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 Nachteile, 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 unlängbar, und somit scheint es eine unabweisbare Forderung der Zeit, reines Quellwasser allein als Nahrungsmittel zu verwenden.

#### V. Mikroskopische Prüfung des Wassers und Abdampfückstandes.

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 Entwicklung niedriger Organismen bemerkt.

Bei Wasserproben, welche unmittelbar während des Verlaufes von Epidemien entnommen waren und thatsächlich verwerflich in chemischer Beziehung sich zeigten, wurden jedoch meistens 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 Amöben, Monaden in den verschiedenen Uebergängen und mit möglichst lebhaften Bewegungserscheinungen, sehr häufig in ebenso mannigfaltiger Vervielfältigung zu beobachten. Seltener habe ich hefeähnliche Zellen, Bacterien und Vibrionen beobachtet, dagegen häufiger Diatomeen von sehr verschiedener Form, runde 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 Quellwasser 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 kohlen-saure 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 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 erkennen, 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 trockenem Zustande beobachtet werden kann. Dies ist der Fall bei salpetersaurem Kalk und salpeter-

\* Reichardt, Grundl. z. Beurthlg. d. Trinkw. 4. Aufl.

saurer Talkerde, auch dem Natronsalpeter, wogegen das entsprechende Kalisalz allerdings sehr leicht und haltbar kristallisiert.

Zur Nachweisung der Salpetersäure dient die gleichfalls mit mikroskopischer Genauigkeit mögliche Prüfung mit Brucinlösung, wozu 1 Tropfen des betreffenden Wassers vollständig genügt.<sup>1)</sup> Tritt die Reaction einigermaßen 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 unter einer Glocke, vor Staub geschützt, geschehen, hat man Chlorecalcium oder conc. Schwefelsäure u. dergl. darunter, so beschleunigen diese natürlich das Austrocknen.

Das Verdunsten mit Hilfe der Wärme kann auf warmer Unterlage — Ofenplatte — geschehen, oder auch durch directes vorsichtiges Erwärmen.

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

#### Kohlensaurer Kalk.

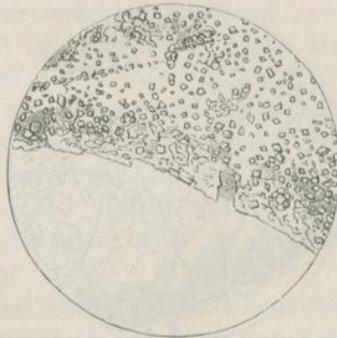
Es wurden hierzu Lösungen von reinem kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser benutzt.

1) Vergl. Die später folgende Untersuchung auf Salpetersäure.

Fig. I. Kohlensaurer Kalk (kalt verdunst.)      Fig. II. Kohlensaurer Kalk (warm verdunst.)



357 f. Vergr.



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.

Obleich 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.

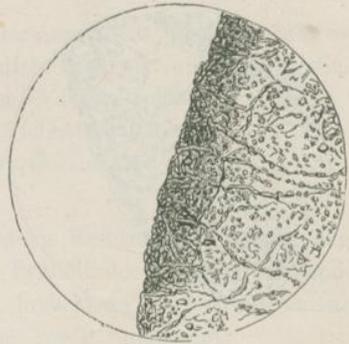
Kohlens. Talkerde (kalt verdunst.)



230 f. Vergr.

Fig. IV.

Kohlens. Talkerde (warm verdunst.)



230 f. Vergr.

## Schwefelsaurer Kalk, Gyps.

Verdunstet wurden hierbei die einfachen Lösungen von Gyps im Wasser.

Fig. V.

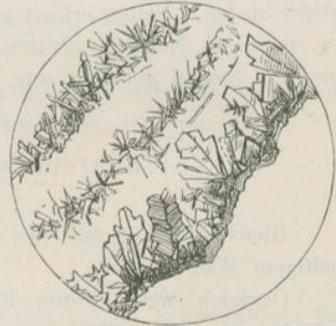
Gyps (kalt verdunstet).



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.

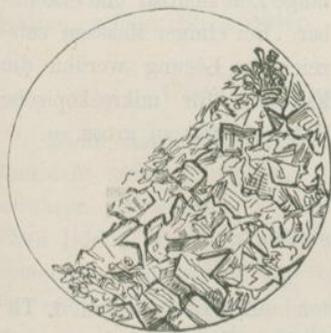
Die Gypskrystalle zeichnen sich endlich durch die Beständigkeit aus, so dass, wenn andere Ausscheidungen durch Anziehung von Wasser wieder flüssig werden, z. B. Alkali- oder Magnesia-salze, die Gypsausscheidungen wie inselförmig darin verbleiben.

#### 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 verdunst.)



230 f. Vergr.

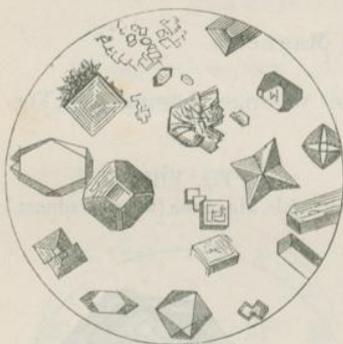
Bei der langsamen Verdunstung scheiden sich wohl erkennbare, besonders breite Krystalle aus, die isolirten Krystallisationen des Gypses wurden nie beobachtet; warm eingetrocknet sind zwar vom Rande aus noch einige spiessige Krystalle sichtbar, allein im Ganzen hat sich eine der kohlsauren Magnesia ähnliche, 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).



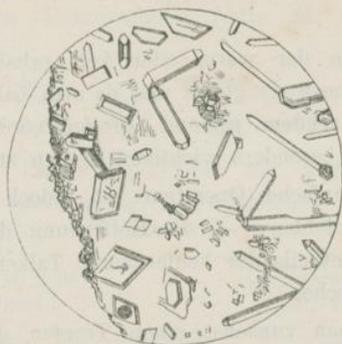
350 f. Vergr.

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.

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

Fig. X.  
Salpetersaures Kali (warm verd.)



120 f. Verg.

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 sämtliche 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, Kalkformationen, gewählt und folgende Resultate erhalten.

## Jenaer fliessendes Quellwasser.

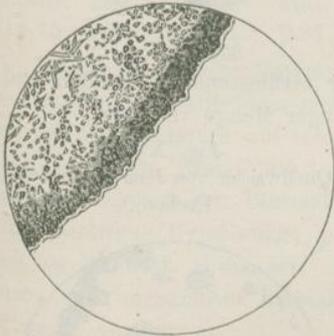
Die chemische Untersuchung hatte für 100,000 Theile Wasser ergeben:

Abdampf- rückst.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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.

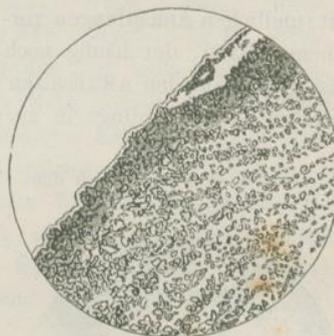
Quellwasser von Jena  
(warm verdunst.)



350 f. Vergr.

Fig. XII.

Quellwasser von Jena  
(kalt verdunst.)



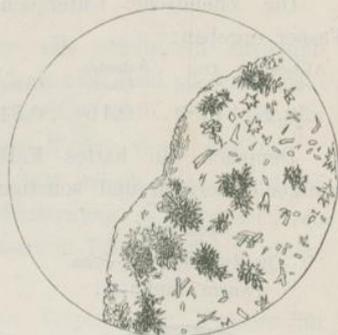
350 f. Vergr.

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 des 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 den mehr glänzenden und durchsichtigen Gypskrystallen zu unterscheiden.

Fig. XI und XII beweisen übrigens deutlich die grosse Menge der kohlensauren alkalischen 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. XIII.  
Quellwasser von Jena (Arragonit).



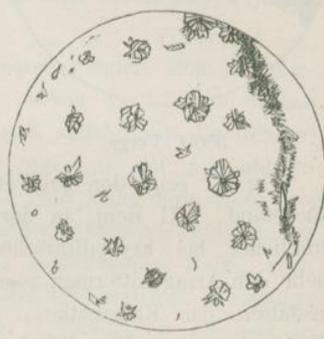
350 f. Vergr.

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 kohlen-

sauren 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.

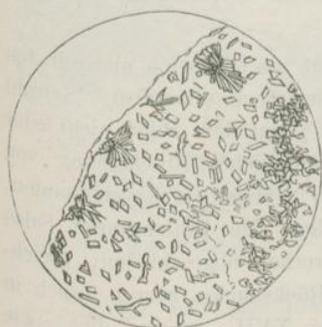
Die frühere Untersuchung hatte für 100,000 Th. Wasser ergeben:

Abdampf- rückstand.	Organ. Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	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.)



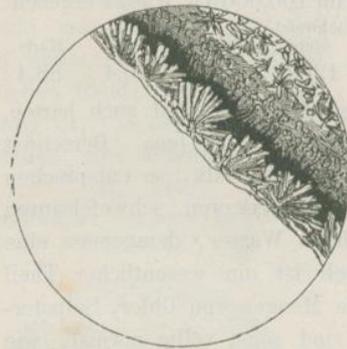
350 f. Vergr.

Fig. XVI und XVII geben die Ansichten des bei gewöhnlicher Temperatur erhaltenen Abdampfdruckstandes wieder bei verschiedener Vergrößerung und in sehr verschiedener Gruppierung.

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.

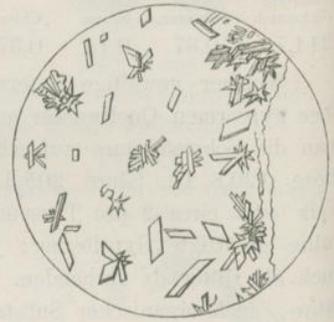
Gypsquelle (warm verdunstet).



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 krümmlicher Abscheidung von kohlensaurem Kalke eingelagert und trüben die Krystallhaufen, wie die Gesamtmasse der Krystalle. Die kohlensauren Salze sind bei Fig. XIX durch Kochen vorher abgeschieden, gleichzeitig tritt eine Umänderung des Rückstandes hervor, auch in Fig. XVI bemerkbar, 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.

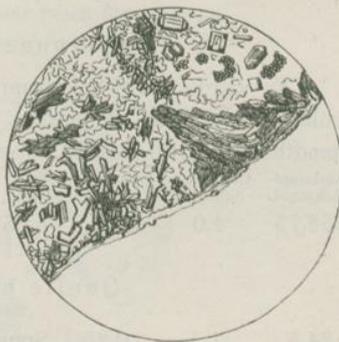
Der fragliche Pumpbrunnen war in einem Garten in nächster Lage der Saale gegraben worden und man hätte um so weicherer, dem fließenden nahe kommendes Wasser erwarten sollen. Allein der Geschmack erwies etwas Anderes und die chemischen Reactionen desgleichen sehr viel Chlor, Schwefelsäure und Salpetersäure. Die weitere Erörterung der Sache ergab endlich, dass vor mehr als 100 Jahren hier der Begräbnisplatz 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 eingedunstet).



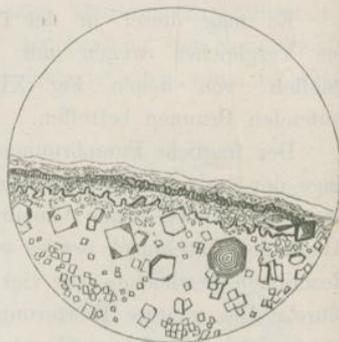
350 f. Vergr.

Fig. XX giebt den Rückstand bei gewöhnlicher Temperatur 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, Chlor-natrium, Kalisalpete; weit deutlicher geschieden treten dieselben Körper bei Fig. XX auf, wo die langsame Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur benutzt wurde.

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.

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



350 f. Vergr.

#### 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:

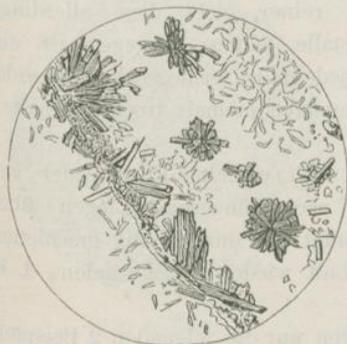
Abdampf- rückstand.	Organische Substanz.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwefel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
258,75	4,0	41,2	34,5	33,5	28,9	18,2	54,4.

#### Quelle bei Weimar.

34,5	1,5	0,25	Spur	1,5	12,4	6,5	21,5.
------	-----	------	------	-----	------	-----	-------

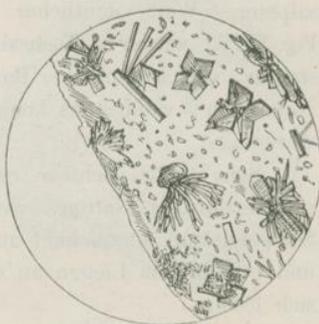
Die Untersuchungsergebnisse einer bei Weimar zu Tage tretenden reinen Quelle sollen nur einen Einblick in die Verunreinigungen gewähren, welche in bewohnten Districten den Pumpbrunnen zufließen, einen Einblick in die Sachlage, was für verschiedene Mischungen wir als Trinkwasser benutzen.

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



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 krümmlichen Abscheidungen sind jedenfalls

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



120 f. Vergr.

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

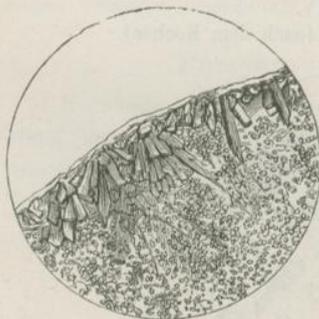
geringere Vergrößerung gebraucht werden konnte, liegt in den gewöhnlichen, zufälligen Verschiedenheiten begründet, jedoch treten Gypskristalle deutlich hervor und jedenfalls auch Kalisalpeter. Weit deutlicher und reiner giebt dies allerdings Fig. XXV wieder, Kochsalzkristalle fehlen, dagegen ist ein starker, verschwommener Rand, jedenfalls zerfliesslicher Chloride, vorhanden, wenigstens konnte derselbe niemals trocken erhalten werden.

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 Abdampfückstände vom Pyrmont Stahlbrunnen. Das Eisen war schon vorher vollständig abgeschieden.

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

## Vichy - Wasser.

Fig. XXVIII.  
(kalt verdunstet).

120 f. Vergr.

Fig. XXIX.  
(warm verdunstet).

120 f. Vergr.

Ersteres Wasser von Pymont 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 kohlen-sauren Salze der Erdalkalien — des Kalkes und der Talkerde — vorwalten; diese sind aber, wie oben ausgeführt, durch Kochen abcheidbar und so giebt der Abdampfrückstand vor und nach dem Kochen und Filtriren sofort einen sehr brauchbaren Vergleich. In den aufgeführten Zeichnungen ist vielfach 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.

## VI. Verunreinigung der Pumpbrunnen durch Todtenacker.

Obgleich es leicht ersichtlich ist, dass Pumpbrunnen vermöge ihrer Anlage zugleich Sammelorte sind oder werden für alle Verunreinigungen der umgebenden Bodenschichten, so dürfte es doch nicht unwesentlich sein, einige bestimmte Beispiele für derartige Beeinflussungen vor Augen zu führen.

Nach alter Gewohnheit sind die Todtenacker am häufigsten an den erhöhten Orten der Gegend eingerichtet worden, oft ausgezeichnet durch schöne Lage aber auch derartig, dass alle von hier aus sich verbreitenden Zersetzungsproducte in die bewohnten Gegenden der Stadt oder des Dorfes gelangen müssen.

Wiederholte Untersuchungen ergaben das Wasser der auf dem Gottesacker selbst belegenen Pumpbrunnen oft als rein, d. h. den örtlich reinen Quellen entsprechend; die verunreinigenden Zersetzungsstoffe wandern weiter, seitlich oder tieferen Erdschichten zu.

In einer kleinen Stadt lag der Gottesacker fern von der Stadt, und einzelne Häuser lagen nahe unterhalb desselben. Der Acker selbst liegt an einem Abhange eines Berges und die Ausläufe gelangen unterhalb der Stadt allmählich in den vorbeifliessenden, grösseren Fluss. Da die Lage des Gottesackers unterhalb der Stadt, dem Flusslaufe folgend, war, so konnte auch der ganz entsprechenden Berglage wegen keinerlei Verunreinigung die Stadt selbst treffen; jedoch legte eine in der Nähe erst entstandene Fabrik einen Pumpbrunnen an und liess das Wasser untersuchen, um die Verwendbarkeit für den Dampfkessel, wie als Genusswasser kennen zu lernen.

Die Untersuchung ergab in 100,000 Th. Wasser:

Abdampf- rückst.	Org. Sub- stanz.	Salpe- ter- säure.	Chlor.	Schwe- fel- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.	Blei- bende Härte.
Pumpbrunnen unterhalb nahe dem Gottesacker.								
419,0	2,16	9,18	63,33	46,80	50,40	9,90	64,26	?
Laufende Quelle der Gegend.								
47,0	17,33	0,32	Spur	2,23	8,68	0,72	9,68	1,6

Die laufende Quelle war wenig oder gar nicht gefasst, erhielt jedenfalls Zuflüsse der nächsten Felder und enthielt deshalb so bedeutend organische Substanz, was durch bessere Fassung auch gehoben wurde. Die Verunreinigungen des Wassers vom Pumpbrunnen können in diesem Falle, der örtlichen Lage wegen, von nichts Anderem als dem Todtenacker herrühren und geben deshalb eine ganz bestimmte Unterlage für derartige Fälle.

Hier in Jena war es jedoch auch möglich, den Einfluss der Begräbnisstätte auf Pumpbrunnen zu verfolgen und zu beweisen. Der bisher gebrauchte Gottesacker liegt abermals über der Stadt in einem wenig durchlassenden, thonigen Boden mit der herrlichsten Rundschau über das Thal. Jena selbst besitzt ausser der neuen Quellwasserleitung schon längst eine Anzahl Brunnen mit laufendem Quellwasser aus der hiesigen Kalkformation stammend. Auf die Höhe, wo der alte Gottesacker liegt, war jedoch die städtische Leitung nicht zu bringen und hier waren namentlich 2 Pumpbrunnen in unmittelbarer Nähe des Gottesackers angelegt, a, in der Grossherzogl. Thierarzneischule, b, bei dem Bürger H. Diese Brunnen sind sehr tief gegraben, so dass dieselben mit unter der Sohle des Gottesackers Wasser entnehmen. Das von dieser Seite des Gottesackers abfließende Wasser nimmt den Weg den Berg herunter nach der etwas entfernten Saale unterhalb der älteren Stadt, jetzt jedoch gleichfalls theilweise bebaut. In der am Thalrande belegenen Ziegelei befand sich abermals ein Pumpbrunnen, dessen Zusammenhang im Steigen und Fallen des Wassers mit den oben am Gottesacker gelegenen Brunnen b, dem Besitzer schon bekannt war. Endlich wurde d, ein neuer Pumpbrunnen bei einem neuerbauten Hause mehr seitlich am Thalrande

angelegt. Ferner gelangte ein Pumpbrunnen e, zur Untersuchung, welcher in einem Garten auf der entgegengesetzten Seite unterhalb des Gottesackers schon früher angelegt war. Die Ergebnisse der Untersuchung waren folgende:

100,000 Th. Wasser enthalten:

Abdampf- rückst.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte	Bleibende Härte.
---------------------	----------------	---------------------	--------	---------------------	-------	----------------	-------	---------------------

a. Pumpbrunnen der Thierarzneischule.

185,0	4,30	11,90	8,64	23,67	35,56	5,51	43,3	16,7
-------	------	-------	------	-------	-------	------	------	------

b. desgl. Bei Bürger H.

105,0	3,84	5,90	4,60	23,66	21,28	7,92	32,7	16,7
-------	------	------	------	-------	-------	------	------	------

c. desgl. in der Ziegelei.

118,5	3,42	6,50	5,30	25,23	29,68	6,30	38,5	17,7
-------	------	------	------	-------	-------	------	------	------

d. desgl. seitlich neu erbaut.

147,5	0,50	1,40	8,10	34,16	32,48	4,14	38,3	23,9
-------	------	------	------	-------	-------	------	------	------

e. desgl. auf entgegengesetzter Seite gelegen.

143,0	3,40	6,10	4,20	23,25	29,12	6,12	37,7	16,3
-------	------	------	------	-------	-------	------	------	------

Jenaer ältere Quellenleitung.

39,2	0,89	0,16	0,54	1,58	14,0	2,95	18,1	1,1
------	------	------	------	------	------	------	------	-----

Jenaer neue Wasserleitung.

38,0	Spur	Spur	0,49	2,02	8,96	3,24	13,5	1,4
------	------	------	------	------	------	------	------	-----

Grenzzahlen.

10-50	1-5,0	0,4	0,2-0,8	0,2-6,3			18.	
-------	-------	-----	---------	---------	--	--	-----	--

Diese Vergleiche bieten lehrreiches Material für die Beeinflussung des Bodens durch örtliche Anhäufung in Zersetzung begriffener thierischer Reste. Die sehr auffällige Steigerung der Schwefelsäure kann unter der hiesigen Gebirgsformation theilweise mit daher rühren, dass gypsführende Schichten berührt werden, allein die Mengen des Chlors und der Salpetersäure sind so auffällig gegenüber den reinen Quellen der Leitungen aus dem nahen Kalkgebirge, dass hier die unleugbaren Kennzeichen der Ergebnisse der Verwesung der Leichen und der sonst dabei auftretenden Salze vor Augen stehen.

Gleichzeitig wurde sowohl in der Thierarzneischule, wie bei Bürger H. die unmittelbar gesundheitsschädliche Wirkung des Wassers dieser Pumpbrunnen auf Thiere beobachtet. Als Genusswasser für Menschen waren diese Brunnen überhaupt wenig oder gar nicht im Gebrauche, als jedoch in der Thierarzneischule Einrichtungen getroffen wurden, Pferde und andere Thiere in längerer Behandlung zu behalten, wurde sofort bei einem völlig gesunden Pferde die nachtheiligste Wirkung bewiesen, welche nach dem Gebrauche anderen Wassers der laufenden Brunnen der Stadt beseitigt war. Bürger H. hatte aber schon längere Zeit mit Krankheiten seiner Pferde zu kämpfen gehabt, welche ebenfalls nach Wechsel des Trinkwassers in kürzester Zeit verschwanden.

Mikroskopisch ergab der Abdampfrückstand dieser Pumpbrunnen sehr reichlich schwefelsaure Magnesia, schwefelsauren Kalk, salpetersaures Kali und Chlornatrium und liess sich schon aus diesen einfachsten Proben recht gut die stark abführende Wirkung erklären.

In einem Dorfe bei W. wurden wiederholt und erst in jüngster Zeit Typhuserkrankungen und namentlich die Verbreitung dieser Krankheit auf Brunnen zurückgeführt, welche stehendes Wasser in der nächsten Lage unter dem Gottesacker enthielten.

Der hierdurch gebotene Versuch, den Einfluss eines Todtenackers auf benachbarte Brunnen zu kennzeichnen, oder was ja das Gleiche ist, auf die benachbarten Bodenschichten zeigt aber von Neuem an, mit welcher Sorgfalt man bei der Anlage von Begräbnisstätten verfahren sollte. Diese Ergebnisse der chemischen Untersuchung von Wasserproben beweisen zunächst ganz bestimmt, dass die Producte der Zersetzung hier recht wohl verfolgt werden können. Sind diese letzteren in vollendeter Umsetzung vorhanden, so werden sie die verhältnissmässig gewiss weniger gefährlichen Wirkungen der Chloride oder schwefelsauren oder salpetersauren Salze äussern; dass diese jedoch auch gesundheitsnachtheilig sein können, erlaubte ich mir, in den hier beobachteten Beispielen hervorzuheben. Für die Zwecke oder Lehre der Gesundheitspflege liegt aber der weit wichtigere Beweis vor, dass überhaupt Zuflüsse dieser Zersetzungsorgänge zu dem

als Nahrung zu verwendenden Wasser vorliegen und Niemand kann sich der Schlussfolgerung entziehen, dass dieselben von Zeit zu Zeit ganz anders, stärker gesundheitsschädlich wirken können, da es längst erkannt ist, dass in dem Verlaufe solcher Zersetzungen wie häufig Heerd und Verbreitung ansteckender Krankheiten sich entwickeln.

Todtenacker oder überhaupt Stätten für Einführung todtler Thiere in die Erde müssen deshalb in gemessener Entfernung von menschlichen Wohnungen sich befinden, so gelegen, dass man örtlich die Ueberzeugung gewinnt, dass weder benachbarte Brunnen noch Wohnungen dadurch schädlich beeinflusst werden. Desshalb ist darauf zu sehen, dass der stets eintretende Abfluss in die nahe gelegenen Erdtheile von dem Orte abweise, demnach dem Wasserlaufe folgend unterhalb des Ortes stattfinde.

Entgegen den bisherigen Anschauungen, dass man möglichst wasserhaltende Erdschichten aufsuche, ist das Erdreich um so geeigneter, je lockerer und poröser es sich zeigt und je trockener, damit die Fäulniss möglichst rasch in Verwesung übergehe und so in kürzester Zeit die Zerstörung alles Organischen bewirke. Die Lage der Stelle muss der Sonne möglichst ausgesetzt sein, da diese die Zersetzungen, namentlich in den oberen Bodenschichten wesentlich beschleunigt. Jedenfalls werde der Boden bepflanzt, da das natürliche Reinigungsmittel für die Oberfläche des Bodens und für die Luft die Pflanzenwelt abgibt, welche die Erzeugnisse von Verwesung und theilweise der Fäulniss sofort als Nahrung verwendet. Endlich ist auch die örtlich herrschende Windesrichtung in Obacht zu nehmen; dieselbe soll die gasförmigen Producte solcher Anhäufungen faulender Thiersubstanzen von den nahe gelegenen bewohnten Orten wegziehen, nicht zuführen. Gewiss werden an vielen Orten, bei der Lage im Thale u. s. w. vielfache Schwierigkeiten sich zeigen, dies kann aber gewiss nicht die einfachen Grundlagen für Gesundheitspflege bei Aufhäufung leicht zersetzbarer organischer Substanzen ändern.

## VII. 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 bezeichnen. Die Wärmegrade bei Quellen in ein und derselben Gegend, Gebirgsformation 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  $10^{\circ}$  C., die beobachteten Schwankungen bei stark laufenden Quellen betragen kaum mehr als  $0,1^{\circ}$ ; Quellen bei Weimar ergaben  $9^{\circ}$  C., auf Höhen  $10^{\circ}$  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 13°,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 95°,0

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.

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 andern Orten von mir hervorgehoben, sehr gut zur Charakteristik gleichbleibender Quellen dienen, während das fließende Wasser ein Spiegelbild der waltenden Tagestemperatur abgibt.

Von Wichtigkeit ist die Wärme des Wassers noch dadurch, dass mit den Schwankungen auch die chemischen Zersetzungsprozesse 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.

Die Bestimmung der Wärmegrade darf jedoch nicht oberflächlich geschehen, d. h. ohne die Ueberzeugung, dass die Probe auch wirklich die waltende Wärme der vorhandenen grösseren Wassermasse entspricht, als Thermometer ist ein in  $\frac{1}{10}$  Grad getheiltes zu wählen. Bei Leitungen ist daher nie die Wärme des zuerst bei dem Oeffnen herauslaufenden Wassers als Massstab zu gebrauchen, sondern erst die nach längerem Laufen des Wassers sich zeigende, wobei immerhin die zuerst beobachteten Grade, sowie die etwa eintretenden Aenderungen für die Beurtheilung der Leitung dienen können. In einer von mir häufig

beobachteten Leitung eines offen zu Tage laufenden Brunnen betrug die Wärme der etwa 2 Kilometer entfernten starken Quelle gleichbleibend  $10^{\circ}5$  C., den hiesigen Verhältnissen völlig entsprechend, dagegen konnten im warmen Sommer in dem Orte  $15 - 17^{\circ}$  C. am Auslauf der einzelnen Brunnen gefunden werden, was die viel zu hohe Lage der Rohrleitung erwies. Es ist durchaus nicht zu viel gefordert, dass die Grade zwischen Quelle und Ausfluss der Leitung nur wenig verschieden sein sollen, wenn nicht örtliche Verhältnisse die tiefere und dadurch geschütztere Legung der Rohre verhindern.

Bei Pumpbrunnen ist durch anhaltendes Pumpen erst das Wasser der Pumpenröhre zu beseitigen und dann am besten ein grösseres Gefäss (Eimer) zu füllen, jedoch kann die Bestimmung auch durch ununterbrochenes Pumpen des Wassers und Einhalten des Thermometers bis zu gleichbleibendem Stande geschehen, worin man leicht Uebung erhält.

Bei einigermaßen wichtigeren Fragen über den Ursprung und die Beständigkeit der Quellen liefern oft und in verschiedenen Jahreszeiten wiederholte Wärmeermittelungen sehr brauchbaren Anhalt.

### VIII. Wasser zu Wasserleitungen.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche mit vollstem Rechte in neuester Zeit der Versorgung der Orte mit Wasser durch Leitungen zuertheilt wird, ist es wohl angezeigt, eine besondere Betrachtung über diesen Gegenstand anzustellen, da die gestellte Aufgabe gleichzeitig auch die gewerblichen Zwecke berührt.

In den verschiedenen Besprechungen war es wiederholt Gegenstand der Erörterung, wie Pumpbrunnen in gewisser Hinsicht als Sammelpuncte unterirdischer Verunreinigungen angesehen werden müssen, welche ihren Ursprung auf der Oberfläche der Erde haben und bei bewohntem Boden überhaupt nicht zu vermeiden sind. Hat man bisher ohne jedes Bedenken dem

Boden die mannigfachsten Abfallstoffe überwiesen, so tragen das jetzige und die künftigen Geschlechter vielfach Vergehen der Vorfahren, welche in einer länger bewohnten und länger Verunreinigungen zugänglichen Lage überhaupt kein reines Wasser erwarten lassen, wenn nicht zufällig örtliche Strömungen bessere Verhältnisse bieten oder Tiefbohrungen endlich gestatten, von den Verunreinigungen der oberflächlichen Erdschichten frei zu werden.

Daher ist gesundheitlich bestimmt zu fordern, dass man durch bessere Abführung des Tageswassers und jeder zu beseitigenden Verunreinigung diese ungehörigen Zuflüsse des Bodens fern halte, indem durch geeignete Canalisation, geeignete Einrichtung für Abfallstoffe der früher nicht erkannte oder absichtlich gelassene Uebelstand vermieden wird. Es ist völlig zweifellos, dass derartige Bodenverunreinigungen gesundheitsnachtheilig sind, förderlich allen den Uebelständen, welche bei epidemischen Krankheiten als besonders nachtheilig wirkend erkannt sind.

Für die Beschaffung von Trinkwasser hat es sich wohl überall ergeben, dass Pumpbrunnen innerhalb bewohnten Landes völlig verwerflich sind, da sie die stärksten Verunreinigungen enthalten. Der Einwand, dass diese nachzuweisenden salpetersauren Salze oder die stärker auftretende Chloride, die organische Substanz u. s. w. unmittelbar nicht schädlich wirkten, besagt gar nichts, da die Anwesenheit dieser Stoffe in ungewöhnlicher Menge den sicheren Beweis liefert, dass Zuflüsse vorhanden sind, welche nur auf die bekannten Bodenverunreinigungen zurückgeführt werden können und jeden Augenblick eine gesundheitsnachtheilige Beschaffenheit eintreten kann, wie es so oft schon erwiesen wurde.

Ist Flusswasser Trinkwasser im Sinne der Gesundheitspflege?

Die Einrichtung einer Wasserleitung nach den jetzt gewonnenen Erfahrungen muss, wenn irgend möglich, eine Hochdruckleitung sein, um jedem Hause die Annehmlichkeiten, in jedem Raume, zu bieten, Wasser als unentbehrliches Nahrungs- und Reinigungsmittel zur Verfügung zu haben. Gleichzeitig sind die Einrichtungen in Beziehung auf Feuersgefahr gewiss nicht zu

unterschätzen; sie bieten eine Sicherheit, wie sie durch die sonstigen, gebräuchlichen Vorkehrungen nicht zu erlangen ist.

Diese Forderung schliesst aber eine sehr bedeutende Vertheuerung der Anlage in sich, schon in der Verzweigung der Rohrleitung in der Stadt, der Widerstandsfähigkeit der Rohre selbst gegen stärkeren Druck u. s. w. In den meisten Fällen endlich muss diese Art Wasserversorgung ebenso den Zwecken des Genusses, wie des Gewerbes genügen; demnach verlangt jede solche Anlage wiederholte und vorsichtige Erörterung der Wahl des Wassers selbst.

Die Forderung der Gesundheitspflege ist gleichfalls zweierlei Art, einmal ist unbedingt und in erster Linie ein möglichst reines Wasser zu verlangen, entsprechend den bekannten Eigenschaften eines guten Trinkwassers, sodann aber noch eine weit grössere Menge für die Reinlichkeitspflege zu beschaffen, da diese ein ebenso unentbehrlicher Theil für die Erhaltung der Gesundheit und Bekämpfung von Krankheiten ist.

In sehr grossen Städten, oder wo überhaupt die Kostenfrage nicht die massgebende ist, dürfte es sich wiederholt empfehlen, 2 Leitungen einzurichten, deren eine das in geringerer Menge nothwendige Trinkwasser liefert, die andere das Nutzwasser für Haus und Gewerbe.

Die Untersuchungen über das geeignete Trinkwasser haben ganz bestimmte Anhaltspunkte zur Beurtheilung gegeben, welche bei Beginn dieses Werkes in den bekannten Folgerungen der Wiener Commission enthalten sind. Hierin wird sowohl zu hartes Wasser verworfen, und dies stimmt mit den gewerblichen Forderungen überein, wie überhaupt örtlich verunreinigtes. Diese letztere Anforderung ist mit gleicher Bestimmtheit zu stellen und fest zu halten, wie z. B. jeder Mensch es verlangt, gutes Brot, gesundes Fleisch als Nahrung zu erhalten. Es ist bestimmt erwiesen, dass trichinöses Fleisch völlig unschädlich ist, wenn die Trichinen durch anhaltendes Kochen getödtet werden, und dennoch bestraft man die Fleischer, die Fleisch beschauen, wenn sie trichinöses Fleisch zum Verkauf bringen oder bringen lassen,

bestraft sogar die Unterlassung der wissenschaftlichen Prüfung, bestraft den Bäcker für weniger gut ausgebackenes Brot. Sollte es aber nun gar vorkommen, dass ein Bäcker verunreinigtes Mehl zur Bereitung des Brotes verwendet habe, so folgt die härteste Strafe und wohl mit vollem Rechte.

Ganz dieselben Forderungen sind an die Beschaffung des gleich unentbehrlichen Wassers zu stellen, an solches, welches als Nahrungsmittel Verwendung haben soll, und zwar mit gleicher Strenge, wie trichinöses Fleisch verboten ist; auch hier kann erst genauere, wissenschaftliche Prüfung eine Beurtheilung ermöglichen, auch hier ist die schädliche Mischung dem Laien unkenntlich! Die Epidemien, welche durch Brunnen befördert und verbreitet worden sind, sind wohl noch weit bedeutender als die Erkrankungen und Todesfälle durch trichinöses Fleisch! Diese Betrachtungen mögen der völlig unumgänglichen Forderung eines möglichst reinen Trinkwassers von Seiten der Gesundheitspflege Unterlagen bieten.

Oertlich erleiden diese Forderungen allerdings eine Beschränkung dadurch, weil das Wasser nicht beliebig weit entnommen werden kann und demnach mehr an den Ort gebunden ist, als die Beschaffung von Fleisch und Brot; dennoch ist mit gleicher Bestimmtheit die Prüfung und Beurtheilung von Genusswasser zu verlangen und mit möglichster Umsicht die Frage der Wasserleitung vom Standpunkte der Gesundheitspflege zu erörtern.

Der in Danzig 1874 versammelte Verein für Gesundheitspflege fasste diese Forderungen kurz dahin zusammen: „Für Anlagen von Wasserversorgungen sind in erster Linie geeignete Quellen, natürliche oder künstlich erschlossene, in Aussicht zu nehmen, und es erscheint nicht eher zulässig, sich mit minder gutem Wasser zu begnügen, bis die Erstellung einer Quellwasserleitung als unmöglich nachgewiesen ist.“

Dies drückt auch noch heute den Standpunct der wissenschaftlichen Forschungen aus und ist unter allen Umständen fest zu halten.

Die natürlich vorkommenden Quellen finden sich keineswegs zu selten, sind allerdings reichlicher und mächtiger in Gebirgsgegenden vertreten, weshalb schon die alten Römer fern gelegene Quellen der Gebirge zur städtischen Wasserversorgung wählten, gewiss nicht weniger kostspielig in der Anlage als heute! Allein auch in der Ebene finden sich Quellen, zu Tage tretend oder durch Bohrung zu erlangen, nur ist es dann unbedingt nothwendig, durch längere Beobachtungen die Beschaffenheit des Wassers, die Menge desselben, Wärmegrade u. s. w. festzustellen. Endlich ist unter allen Umständen zu verlangen, die Quellen nicht in unmittelbarer Nähe des bewohnten Landes zu suchen und sie stets so zu fassen, dass die möglichste Sicherheit gewonnen würde, von äusseren Zuflüssen der oberen Erdschichten frei zu bleiben.

Dem gegenüber steht das so oft befolgte Verfahren, das sog. Grundwasser in der Nähe eines Flusses oder sonst besonders gelegen sofort als geeignet zu erklären. Die mit dieser so raschen Wahl verbundenen Uebelstände sind oft schwer wiegender Natur und haben viele, den guten Verbesserungen sonst freundlich Gesinnte entfremdet.

Die Flüsse und Bäche sind die natürlich entstandenen Wasserläufe, deren Entstehung auf Quellen zurückführt, desshalb zeigen dieselben ebenso bestimmt auf den Ursprung und die Lage der Quellen selbst hin. In der Nähe ausgehende Quellen steigern die Zuflüsse, allein hier sollten unter allen Umständen erst Bohrungen angestellt und Wasserproben wiederholt geprüft werden, ob thatsächlich unterirdisch ausgehende Quellläufe vorhanden sind oder nur sog. Grundwasser, oft nichts als filtrirtes Flusswasser der nächsten Lage, vorliegt.

Abgesehen von natürlichen Quellen mit nicht gewöhnlicher Mischung, z. B. Gypsquellen, Soolquellen, Heilquellen mit stärkerer Wirkung behaftet, geben die der herrschenden Gebirgsformation zugehörigen Quellen die Gewissheit der örtlich reinsten Wasserergüsse. Die von dem Regenwasser durchdrungenen Gebirge reinigen und läutern sehr bald das Wasser so, dass die Einflüsse der oberen Erdschichten verschwinden, dafür werden allerdings

die lösbaren Theile des Gebirges selbst aufgenommen, welche aber innerhalb des Gebietes desselben nicht zu vermeiden sind.

Die Abhandlung über Quelle und Gebirgsformation (III) hat desshalb grossen Werth, weil sie einen bestimmten Einblick in diese Beziehungen gestattet. So grossartige Reinigungsvorrichtungen, wie die Natur sie bei der Bildung der Quellen verwendet, sind wir nicht im Stande, künstlich zu schaffen und zu erhalten, um so weniger, wenn es sich um grosse Wassermassen handelt.

Im Flachlande wird die Auffindung reiner und starker Quellen vielleicht grössere Schwierigkeiten bieten, aber die Ansammlung des Wassers zu Quellen findet auch hier statt; es fällt vielleicht ebenso viel und noch mehr Wasser auf das Land, wie auf das Gebirge. Die weniger bewohnten Lagen sind gemeinlich die Wälder, welche auch hier den darauffallenden Regen dem Boden erhalten, und soweit es mir zu beobachten möglich war, treten in der Nähe oder innerhalb derselben ebenso Quellen zu Tage, die nur erschlossen werden müssen, um geeignete Verwendung zu finden; allerdings sind dieselben gewöhnlich tiefer zu suchen und bis an die Oberfläche herangehend zu fassen, um die anliegenden Erdschichten der oberen Lage fern zu halten, d. h. die Verunreinigungen derselben zu vermeiden. Gleiche Anforderungen bezüglich der möglichst guten Fassung sind übrigens an alle Quellen und Brunnen zu stellen, deren Wasser für Genusszwecke Verwendung finden soll.

Die ununterbrochen laufenden Quellen, wie sie sich im Gebirge oder am Rande desselben oft in grosser Mächtigkeit zeigen, haben allerdings den Vortheil, dass sie von jeher reiner sind, zugehende Verunreinigungen laufen alsbald mit ab, bei stehendem Wasser weilt ein Zufluss vielleicht lange in dem Quelllager und kann erst langsam in der Berührung mit den benachbarten Erdtheilen abgegeben oder verändert werden. Daher bedarf, wie schon erwähnt, jedes stehende Wasser, welches zum Genuss verwendet werden soll, eine um so sachverständigere Fassung.

Die laufenden, natürlichen Quellen haben sich ferner in der Regel schon längst gefestigt und umhüllt, ebenso die Zuleitungen, so dass nur bei ungewöhnlichem Zufusse eine Trübung oder

sonst nicht gewöhnliche Mischung eintritt; die stehenden Quellen im Flachlande, welche übrigens öfters bei starkem Wasserzufluss dennoch zeitweilig zu Tage treten, werden bei der Verwendung ihrer Wassermasse erst in ungewöhnliche Bewegung gesetzt. Dies hat sehr häufig zur Folge, dass nun erst benachbarte und entferntere Erdschichten ausgelaugt werden, wesshalb dann Eisengehalt, Humusstoffe und dergl. sich einmischen und je nach der Lage bleiben oder wieder schwinden, namentlich, wenn die Fassung nicht genügend von den Zuflüssen aus den oberen Erdschichten schützt, nicht tief oder nicht dicht genug ausgeführt ist. Während man bei laufenden Quellen ganz allgemein nach seitlichen Verbindungen sucht und nur prüft, ob dieselben Wasser von gleicher Beschaffenheit liefern, ist bei stehenden Quellen umgekehrt darauf zu achten, dass das Wasser mehr aus den tieferen Erdschichten stamme, um diese gleichfalls als Reinigungsmaterial zu gebrauchen, die seitlichen, nach oben verlaufenden Verzweigungen sind zu verschliessen, um Verunreinigungen von Oben möglichst fern zu halten.

Diese Andeutungen mögen die Aufmerksamkeit auf diesen bedeutsamen Unterschied lenken; dass örtlich ebenso grosse Verschiedenheiten auftreten werden und zu berücksichtigen sind, ist eben nur örtlich zu ermesen.

Die stärkeren Wasserläufe, wie Bäche und Flüsse, liegen meistentheils in einem vollständig mit Wasser erfüllten Boden, welcher sein Wasser ebenso gut von beiden Seiten erhalten kann, wie auch durch den Fluss selbst, nach beiden Seiten Wasser abgebend, bis der Boden damit gesättigt ist. Gräbt man in dieser Nähe in den Boden ein, so findet man alsbald in nicht zu grosser Tiefe Wasser, Grundwasser, welches eben so gut von dort entstandenen Ansammlungen herrühren kann, auch von hier erbohrten Quellen, wie von dem näher oder entfernter gelegenen grösseren Wasserläufe. Jedenfalls ist dieses so erschlossene Wasser durch den Boden filtrirt und gereinigt, wie weit, können nur anhaltende, oft zu wiederholende Untersuchungen und Vergleiche beweisen. Sehr oft und namentlich sehr nahe dem Flusse erhält man das Wasser des letzteren in kaum verändertem Zustande; eben so häufig wird Wasser erschlossen, welches im Grunde Flusswasser ist,

aber die Verunreinigungen der nächsten Umgebung, der nahe gelegenen Stadt mit enthält, da in der Regel diese Abflüsse naturgemäss dem Flusse zugehen. In mehr, wie einem Falle gelang es mir, den Nachweis zu liefern, dass unmittelbar neben dem Flusse Quellen oder Quellwasser erbohrt worden war; allerdings waren diese Bohrversuche schon stundenweit entlegen von einer grossen Stadt angelegt worden und an Stellen, auf welche die Stadt selbst keinerlei Einfluss haben konnte, d. h. oberhalb derselben, dem Flusslaufe entsprechend. Der Beweis, dass tatsächlich Quellwasser vorlag, wurde durch mehrere Jahre hindurch fortgesetzte Untersuchungen erbracht; dieselben wurden stets mit dem nahen Flusswasser verglichen und stimmten durchaus nicht mit diesem überein, sondern entsprachen den etwas entfernter liegenden Gebirgshöhen. In Folge dieser Beweise wurden weitere Beobachtungen angestellt, welche sehr bald ergaben, dass bei wasserreicher Zeit sogar diese Quellen unmittelbar neben dem Flusse zu Tage treten.

Bei der Leichtigkeit, mit welcher man nicht tief gehende Bohrversuche, nach der sog. amerikanischen Weise anstellen kann, sollten dieselben niemals unterlassen werden, wo nach brauchbarem Trinkwasser ausgegangen wird. Sind es entlegene oder näher liegende Quellen, so besitzen dieselben auch diejenigen Wärmegrade, welche der betreffenden Gegend bei tiefer entspringenden Quellen zukommen, allein auch schon das sog. Grundwasser zeigt meistens gleich bleibende Wärmegrade, die aber sehr häufig später schwanken, wenn die reichere Wasserentnahme die Zuflüsse ändert und vielleicht unmittelbar Verbindungen mit dem Flusse oder See u. s. w. herbeiführt.

Man sollte meinen, dass bei einigermaßen Ueberlegung, wo es sich hier um Beschaffung eines wichtigen und unentbehrlichen Nahrungsmittels handelt, Flusswasser schon an und für sich als ungeeignet bezeichnet werden müsse. In unsern stark bewohnten Ländern werden die öffentlichen Wasser, leider nur zu oft wissentlich, bedeutend verunreinigt; schon der Gedanke, so Verunreinigungen ausgesetzte Nahrung als geeignet hinzustellen, ist nicht annehmbar! Eine bekannte Thatsache ist es allerdings,

dass die natürliche Reinigung in den fließenden oder stehenden Gewässern sehr rasch verläuft und oft bei grössern Flüssen kaum ein Unterschied bemerkbar oder chemisch nachweisbar wird, vor dem Eintreten in das stark bewohnte Gebiet, die Stadt, und nach dem Verlassen desselben. Wo aber die Wahl bleibt, fließendes Wasser der Bäche, Flüsse oder Quellen zu geniessen, wendet man sich stets dem letztern zu, und verschmäht die Kost des öffentlichen Verunreinigungen zugänglichen Stoffes, allein auch die natürlich erfolgende Reinigung ist nicht derart, dass man sich vom Standpunkte der Gesundheitspflege aus befriedigt erklären kann. Man braucht nur daran zu erinnern, wie in Folge der Verunglückung eines arsenbeladenen Schiffes in dem Rheine alle hier Wasser entnehmenden Orte ängstlich nach dem Ergebnisse der chemischen Prüfung sich umschaute! Das sind grelle Schlaglichter, welche bei Benutzung von fließendem, öffentlichem Wasser in der oder jener Form sich wiederholen werden.

Die bei dem früher gestellten Vergleiche zwischen Quelle, Pumpbrunnen und Flusswasser ergaben folgende Zahlen:

Wärme in Graden nach Celsius:

	höchste	niedrigste	Unterschied
Quelle . . . . .	10 <sup>o</sup> ,8	9 <sup>o</sup> ,5	1 <sup>o</sup> ,3
Flusswasser . . . . .	18 <sup>o</sup> ,9	1 <sup>o</sup> ,4	17 <sup>o</sup> ,5
Pumpbrunnen . . . . .	11 <sup>o</sup> ,0	6 <sup>o</sup> ,4	4 <sup>o</sup> ,6

Organische Substanz.

Quelle . . . . .	0,16	1,26	1,10
Flusswasser . . . . .	0,93	4,10	3,17
Pumpbrunnen . . . . .	1,78	6,30	4,52

Das Quellwasser wurde ungefasst entnommen.

Chlor.

Quelle . . . . .	0,52	1,15	0,63
Flusswasser . . . . .	0,57	2,17	1,60
Pumpbrunnen . . . . .	8,28	17,74	2,46

Härte.

Quelle . . . . .	13,59	18,49	4,90
Flusswasser . . . . .	2,30	11,69	9,39
Pumpbrunnen . . . . .	45,20	60,42	15,22

Die Untersuchungen betrafen das Saalwasser vor der Stadt Jena entnommen; dieser kleine Fluss hat hier überall ein starkes Gefälle, wesshalb örtliche Verunreinigungen rasch entfernt werden müssen und dennoch diese auffälligen Schwankungen. Die Quelle stammt ebenfalls aus der hiesigen Kalkformation und entsprechen die Härtegrade diesem Gebirge.

Gilbert und Wibel fanden im Elbwasser bei Hamburg:

	19. Juli	31. Aug.	3. Dec.
Chlor . . . . .	3,55	5,46	2,03
Schwefelsäure . . . . .	3,90	2,95	3,50
Organische Substanz . . . . .	2,10	3,32	13,60

Ich fand 1870 im Elbwasser von dort 2,97 Chlor, 2,40 Schwefelsäure und 17,45 organische Substanz.

Wiederholt wurden Bäche und Flüsse als die Verbreiter ansteckender Krankheiten erwiesen, je kleiner, je ruhiger der Lauf, je grösser die Verunreinigungen, um so stärker die Gefahr.

Nachdem man in neuerer Zeit diese, beziehungsweise schädlichen Wirkungen des Wassers erkannt hat, ist es unabweisbare Pflicht, dieselben zu vermeiden und, so weit es möglich, sie zu verhindern, dies erschwert die Wahl des Genusswassers und ist keineswegs mit den Forderungen für Gewerbe und Reinigung übereinstimmend. Es genügt wohl, auf die früher schon ausführlich besprochenen Anforderungen der Wiener Commission zu verweisen, man muss dieselben Schritt für Schritt verfolgen und kann bei der wechselnden Mischung des Flusswassers zuerst zu keinem andern Ergebniss kommen, als dasselbe ebenfalls für ungeeignet zum Genuss zu erklären.

Die Wahl des Wassers zu Wasserleitungen ist gewiss in erster Linie gemäss der Anforderung der Gesundheitspflege und hier wiederum der Forderung als Nahrungsmittel zu leiten. In dieser Beziehung muss ein Material verlangt werden, welches möglichst rein sei, völlig frei von Verunreinigungen der Zuflüsse von Oben, gleichbleibend in Wärme und Mischung. Diesen Forderungen genügt nur Quellwasser, welches einen bleibenden Nachhalt aus grösserem Gebiete erhält und in der Regel fern von stark bewohntem Lande gesucht und gefasst werden muss.

Bei dem sog. Grundwasser treten alsbald die jedenfalls wesentlichen Einwände der Verunreinigung von Oben oder der Seite hinzu, wesshalb auch hier als Ziel hinzustellen ist, wirkliche Quellen zu erschliessen, wie sie fast überall auftreten werden, jedoch anhaltendere Vorarbeiten beanspruchen, als die jetzt meist unmittelbar neben dem Bedürfnissorte ausgeführte Entnahme.

Das Flusswasser ist dagegen ganz offen den örtlich zugehenden Verunreinigungen ausgesetzt, wie auch ohne Schutz den Witterungsverhältnissen gegenüber, welche wie oft völlig trübes und unbrauchbares Wasser herbeiführen.

Um aber Flusswasser dennoch annehmbar zu machen, sind bekanntlich eine grosse Reihe verschiedenster Filtrirvorrichtungen in Anwendung gebracht worden, wodurch man allerdings ein klares, farbloses Wasser bereiten kann, d. h. frei von den trübenden, schwebenden Theilen. Von einer bedeutenden Reinigung von gelösten Stoffen kann eigentlich keine Rede sein; die von mir ausgeführten und schon früher besprochenen Untersuchungen, z. B. des Elbwassers in Hamburg, haben fast völlig gleiche Mischung hinsichtlich der Chloride, der Salpetersäure u. s. w. ergeben, dagegen scheidet sich leicht etwas Kalk aus, auch schwefelsaurer Kalk, bleiben schwebend organische Substanzen zurück u. s. w. Am Ausgedehntesten sind Versuche derart in Amerika ausgeführt worden, wo man sogar noch darauf Rücksicht genommen, dem stehenden oder fliessenden Wasser wie der Luft zu zuführen, unter Umständen, namentlich für die Haltbarkeit des Wassers, gewiss von Bedeutung. Bei anderer Gelegenheit erlaubte ich mir,<sup>\*)</sup> darauf hinzuweisen, dass bei diesen Versuchen zweierlei Ausgangspunkte sich berühren und vermischen. Die Wasserleitung soll den betreffenden Ort mit Wasser versehen, reichlich, so dass in jeder Wohnung, jedem Theile des Hauses genügend geboten werde für jeden Bedarf, während das Bedürfniss an Wasser zur Nahrung ein weit geringeres ist. So überwiegt örtlich die Frage nach der Menge des Wassers und wird namentlich von den ausführenden Bauverständigen voran-

<sup>\*)</sup> Archiv der Pharm., Bd. 209. S. 289 u. s. w. 1876.

gestellt, während gerade diese Seite für die Würdigung der Reinheit und Güte der Nahrung nicht die entscheidende sein darf. Auf die verschiedenen, oft äusserst sinnreichen Anlagen zur Entfernung der schwebenden und treibenden Theile näher einzugehen, liegt mir jetzt fern. Klares Wasser für Gewerbe und zur Reinigung zu beschaffen ist nicht schwer erreichbar und sind gerade in neuester Zeit werthvolle Fortschritte darin gemacht worden. Man darf nur auf die umfassenden Untersuchungen und geplanten Ausführungen in Hamburg verweisen, um einen Einblick zu erhalten, mit wie grosser Sorgfalt hier vorgegangen wurde.

Von Seiten der Bauausführenden hat man namentlich auch darauf hingewiesen, dass man durchaus nicht wisse, was endlich gesundheitsnachtheilig im fliessenden Wasser wirke und Chemiker von Fach haben wiederholt angegeben, dass die Chemie nicht im Stande sei, Substanzen in solcher Form und Menge nachzuweisen, dass dieselben als schädlich bezeichnet werden müssten. Dies verrückt nur zu häufig den Ruhepunkt, welcher zum Ausgang der Grundlagen der Gesundheitspflege allein dienen kann — das Verlangen nach möglichst reiner und gleichbleibender Nahrung, nach haltbarem, gut gegohrenem Bier, ausgegohrenem, unverfälschtem Wein, nach reinem Brod, Fleisch u. s. w. Oder soll das Wasser, was doch namentlich zur Nahrung unserer Kinder, des nachkommenden Geschlechtes dienen muss, mit weniger Gewissenhaftigkeit erwogen werden?

Dass die wissenschaftliche Prüfung noch nicht im Stande ist, die der Gesundheit schädlich wirkenden Stoffe stets zu beweisen, erschwert die Lage wesentlich, kann aber unmöglich als erleichternd oder bedeutungslos hingestellt werden. Es ist völlig richtig, dass Niemand voraussagen kann, das Wasser der Elbe oder Themse ist als Nahrungsmittel zu verwerfen, aber nach der heutigen Kenntniss der Beschaffenheit der reinen Quellen sind öffentlichen Verunreinigungen ausgesetzte Wasser oder nachweislich verunreinigte auch nicht mehr zu empfehlen.

Der einfache Vergleich in der Haltbarkeit von reinem Quellwasser und fließendem Wasser zeigt die weit schnellere Umsetzung des letzteren, Uebergang in fäulnissartige Gährung, hervorgerufen durch die stets grössere Menge leicht zersetzbarer pflanzlicher oder thierischer Reste, von sog. organischer Substanz.

Sehr häufig lässt sich unschwer beiden Forderungen bei der Anlage einer Wasserleitung gerecht werden und dies ist das allerdings zunächst zu erstrebende Ziel. Das Gewerbe braucht ein nicht zu hartes, namentlich nicht bleibend hartes Wasser; dies stimmt völlig mit den Erfahrungen über Trinkwasser überein.

Die bleibende Härte wird namentlich durch Gyps, Bittersalz oder die Chloride derselben Metalle bewirkt und diese üben in grösserer Menge sofort nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit aus, rühren sehr häufig von den örtlichen, durch Abfallstoffe bewirkten Verunreinigungen her. Ein einigermaßen stärkerer Gehalt an Eisen untersagt die Verwendung des Wassers zu Wäsche, ebenso bei stark getrübttem Wasser, stark mit organischen Stoffen behaftetem u. s. w.

Für das Gewerbe wird allerdings in sehr vielen Fällen fließendes Wasser vorzuziehen sein, aber keineswegs in allen, selbst nicht bei hartem, aber sonst reinem Wasser, wenn die Härte nur vorübergehend, d. h. durch Kochen zu beseitigen ist. Als Beispiel diene das hiesige Vorkommen der sehr harten Wasser der Kalkformation, verglichen mit dem Flusswasser der Saale.

#### Härte.

	niedrigste-	höchste Zahl	Unterschied
Quelle . . . . .	13,59	18,49	4,90
Flusswasser . . . . .	2,30	11,69	9,39
Pumpbrunnen . . . . .	45,20	60,42	15,22

#### Bleibende Härte.

Quelle . . . . .	0,72	1,90	1,18
Flusswasser . . . . .	0,50	4,44	3,94
Pumpbrunnen . . . . .	20,21	51,17	30,96

Die Mittelzahl für bleibende Härte ist, aus allen Versuchen gezogen, bei Quelle 1,2, bei dem Flusswasser 2,9. Nimmt man bei dem Flusswasser noch die häufig eintretenden Trübungen

in Rechnung, so erklärt es sich wohl sehr gut, warum hier immer mehr das Quellwasser auch für Gewerbe dem Flusswasser vorgezogen wird; in den meisten Fällen, wo es auf Härte und bleibende Härte des Wassers ankommt, muss oder kann das Wasser vor der Verwendung gekocht werden und dann ist das Ergebniss bei dem Quellwasser unter allen Umständen ein sicheres und besseres, weil nur den geringsten Schwankungen unterworfen.

Es wurde bei diesen Vergleichen, dem hiesigen Gebirgs-vorkommen entsprechend, nur der Gyps als Grundlage der bleibenden Härte angenommen, in andern Fällen sind es auch Chloride oder salpetersaure Salze des Kalkes und der Magnesia und die bleibende Härte des in Vergleich gezogenen Pumpbrunnens dürfte weit höher liegen; allein das Wasser des letzteren ist ebenso gut für Genuss wie Gewerbe zu verwerfen.

Bei Anlage von Wasserleitung für Genuss- und Gewerbewasser ist es demnach unbedingt in den Vordergrund zu stellen und nie aus dem Auge zu lassen, reines Quellwasser, beiden Ansprüchen genügend, zu erlangen. Gelingt es auf nahe oder entfernter gelegenen Höhen dies zu erreichen, so fällt namentlich auch die so äusserst kostspielige Hebung und man kann in der Regel eine schon weit entlegene, mit natürlichem Druck versehene Quelle herleiten für die Kosten der sonst nöthigen Hebung und der ununterbrochenen Erhaltung der letzteren.

Die unter allen Umständen grossen Anlagekosten sollten abermals zu um so sorgfältigeren Vorarbeiten auffordern, keineswegs aber abschrecken. Wasser ist noch weit nothwendiger, als z. B. das in der Anlage damit zu vergleichende Gas und wirft die Entnahme desselben stets eine so ansehnliche Rente ab, dass die Wasserleitungen zu den rentirenden Anlagen zählen, ganz abgesehen von der Nothwendigkeit und der Annehmlichkeit derselben in vielfältiger Gestalt. Desshalb empfiehlt es sich auch überall, nach Quellen, selbst weit entlegenen zu suchen, da sie allein die Gewähr leisten, sofort und bleibend Abhilfe zu erlangen.

Die schon früher angeregte Frage nach der nothwendigen Menge an Wasser für Zwecke der Reinhaltung und Gewerbe veranlasst nur zu häufig, die beste Beschaffenheit des Wassers zurückzustellen oder mit andern Worten, das Wasser als Nahrungsmittel erst in zweiter Linie zu berücksichtigen! Hiermit kann man sich vom Stande der Gesundheitspflege nicht einverstanden erklären.

So sicher jeder Einsichtige es zugestehen wird, dass bei Noth auch fließendes Wasser zum Genuss verwendet werden wird und muss, so ist bei Anlage einer Wasserleitung, welche gleichzeitig die Nahrungsfrage mit decken soll, dies nur als Nothlage zu bezeichnen und dann sofort in Aussicht zu nehmen, ob es nicht angemessener sei, noch eine zweite Leitung für Trinkwasser anzulegen, welche keineswegs eine Hochdruckleitung zu sein braucht und dann weit billiger für öffentliche Brunnen eingerichtet werden kann. Mehr wie einmal habe ich es an grösseren Orten beobachtet, dass neben der Flusswasserleitung Quellwasser in Tonnen zur Stadt gebracht und zu hohem Preise verwerthet wurde; ein sicherer Beweis für den Vorzug des letzteren. Eben so oft ist es mir vorgekommen, in Städten, welche die Anlage einer Wasserleitung beabsichtigen, diejenigen Leitungen als abschreckend hingestellt zu hören, wo Flusswasser, oder Grundwasser unmittelbar neben dem Flusse entnommen, was wohl meist dasselbe sein wird, verwendet wurde, namentlich mit dem Einwande versehen, dass dieses Wasser ja überhaupt nicht getrunken werden könne!

Die wichtigen Fortschritte in der Art der Klaerung des Wassers sind mir keineswegs unbekannt, sie betreffen aber im Wesentlichen nur die schwebenden und trübenden Theile des Wassers; die möglichst vollständig entfernt werden, ebenso kann mit fast gleichem Grade der Reinheit versehen, Wasser zur Leitung dienen von Gebirgsflüssen, die aus unbewohnten und uncultivirten Gegenden kommen, wie sehr häufig in Amerika der Fall, theilweise auch in England, Schottland, aber in allen diesen Fällen sind die Voruntersuchungen und länger andauernden Prüfungen mit um so grösserer Vorsicht auszuführen. In unseren

überall bewohnten und von Industrie erfüllten Ländern sind derartige Vorkommnisse wohl kaum zu erwarten. Die leichte Verderbniss von stehendem und fliessendem Wasser innerhalb der Leitung, abhängig von der grösseren Menge gelöster organischer Stoffe und der dadurch bald hervorgerufenen Entwicklung niedrigster Thier- und Pflanzenformen, Algen, Diatomaceen u. s. w., alle diese Nachtheile bestätigen die Befürwortung möglichst reiner Quellen für die Errichtung von Wasserleitungen; unsere heutige Kenntniss der Verunreinigungen des Wassers verlangt auch hier als Genusswasser möglichst reinste und gleichbleibende Nahrung.

### IX. Röhren zu Wasserleitungen.

Die für Wasserleitung ohne Druck früher allein gebräuchliche Verwendung von Holnröhren verbietet sich von selbst durch den Preis des Holzes und bei Anwendung von Druck durch die geringe Widerstandsfähigkeit. Der Gebrauch von Cement- oder namentlich stark gebrannten Thonröhren empfiehlt sich wohl als passender Ersatz, allein auch hier muss bei stärkerem Drucke ein haltbareres Material gewählt werden; wesshalb für die grossen Röhren der öffentlichen Leitung Eisen allein nutzbar wird, namentlich da bei stärkerem Drucke auch widerstandfähigeres Metall gefertigt werden kann. Das Eisen ist jedoch dem Roste ausgesetzt und so zeigt es sich fast überall, dass in der ersten Zeit der Benutzung Rost erzeugt und wieder ab gespült wird, wodurch das Wasser, namentlich an ruhigeren, weniger benutzten Stellen oder höher gelegenen mehr oder weniger mit Ocker verunreinigt wird. In meist kurzer Zeit,  $\frac{1}{2}$  — 2 Jahren hat sich dann in den eisernen Röhren genügend Kruste angesetzt, von Kalk u. s. w., um den weiteren Angriff des Eisens zu hindern, wesshalb dieser Uebelstand als ein vorübergehender, in den meisten Fällen, zu bezeichnen ist. Verschiedene Versuche, das Eisen zu schützen, durch Theerüberzug, Galvanisiren u. dergl.

haben keineswegs das Ziel erreicht, da doch stets einige Stellen des Eisens bloß liegen werden und von hier beginnt dann der Angriff, bis ein genügender Schutz sich auf natürlichem Wege gebildet hat.

Für die Leitungen im Hause sind fast durchgehends Bleiröhren im Gebrauche. Blei gehört zwar zu den sehr leicht angreifbaren Metallen, allein die Versuche, Ersatz zu bieten, sind bis jetzt erfolglos geblieben und Untersuchungen über die Abnutzung der Bleiröhren, durch Lösung des Metalles, haben sehr beruhigende Ergebnisse gerade für Wasserleitung mit Hochdruck ergeben.

Als Ersatz versuchte man Bleiröhren mit innerer Zinneinlage, allein hierdurch leidet wesentlich die Haltbarkeit der Röhren. Zinn und Blei dehnen sich sehr verschieden aus, Zinn ist brüchig und so kommen bald undichte Stellen des letzteren vor, welche dann sowohl den Schutz des Bleies aufheben, wie auch den Halt nur noch dem Bleimantel zuweisen. Die schon wiederholt an sehr verschiedenen Orten ausgeführten Untersuchungen haben aber auch erwiesen, dass bei Wasser der gewöhnlichen Quellen ein Angriff auf Blei überhaupt nicht statt findet, wenn dieselben gänzlich mit Wasser erfüllt sind.\*) Vorsichtsmassregeln in Form eines Ueberzuges des inneren Bleirohres, z. B. mit Schwefelblei, haben mir ebenfalls kein besseres Ergebniss geliefert, da auch hier wieder die kleinste Beschädigung hinreicht, das Blei bloßzulegen und jeden weiteren Angriffen auszusetzen.

Meine bezüglichen Versuche wurden mit einem grossen Stücke starker Bleiröhre unternommen, deren Oeffnungsdurchmesser circa  $2\frac{1}{2}$  Cm. betrug. Dieselbe war sogar innen mit einem dünnen Ueberzuge von Schwefelblei versehen und wurde dieselbe zunächst mit destillirtem Wasser wiederholt gereinigt, bis das ablaufende Wasser keine Bleireaction mehr zeigte.

Destillirtes Wasser mehrere Tage darin aufbewahrt, so dass die Röhre vollständig damit erfüllt war und mit Stopfen verschlossen, gab eine sehr starke Reaction mit Schwefelwasserstoff auf Blei. Die Röhre wurde hierauf wieder vollständig gereinigt und dann abermals mit destillirtem Wasser völlig

\*) Vergl. Archiv d. Pharmacie, Bd. 215 S. 54.

angefüllt 7 Tage stehen lassen: Das entleerte Wasser enthielt im Liter 0,0689 Blei.

Wiederum gereinigt und mit destillirtem Wasser erfüllt wurde dies nun einen Monat der Ruhe überlassen. Das dann entnommene Wasser enthielt im Liter 0,0459 Blei; der innere, versuchte Schutz mit Schwefelblei hinderte demnach den Angriff durch destillirtes Wasser nicht.

Hierauf wurde eine Reihe von Versuchen auf völlig gleiche Weise mit hiesigem Quellwasser angestellt (Kalkformation); es stand das Wasser 3, 6 Tage, endlich 6 Wochen und enthielt dann niemals eine Spur Blei.

Es wird angenommen, ohne eigentlich erwiesen zu sein, dass bei kalkführendem Wasser sich allmählich ein Kalküberzug, von kohlensaurem Kalke, bilde, desshalb wurde gewechselt und nach diesen Versuchen mit Quellwasser wiederum destillirtes Wasser angewendet, welches nunmehr allerdings kein Blei aufnahm, selbst bei Einwirkung von 1, 2 Wochen und zwölf Tagen. Hierauf wurde das destillirte Wasser durch Einleiten von Kohlensäure damit gesättigt, nunmehr löste dasselbe binnen 3 Tagen wieder Blei und enthielt das entleerte Wasser 0,0069 Blei im Liter.

Die natürlich vorkommenden Quell- Bach- oder Flusswasser enthalten in der Regel keine freie Kohlensäure, oft kaum so viel, als die Berechnung der 2fach kohlen-sauren Salze der alkalischen Erden bedarf, da die Magnesia auch als einfach kohlen-saures Salz in Lösung übergeht und besonders verstärkt durch, wenn auch nur sehr wenig, Alkalisalze, namentlich durch Chlornatrium. Dies erklärt es wohl, dass Blei erst bei überschüssiger Kohlensäure oder auch gänzlichem Mangel an stärkeren Basen in Lösung gelangt, und demnach bei dem gewöhnlichen Vorkommen des Wassers der Wasserleitungen ohne Bedenken angewendet werden kann. Uebrigens würde in der Hausleitung es immerhin als Vorsicht zu bezeichnen sein, wenn man bei Verwendung des Wassers zur Nahrung erst etwas ablaufen lässt, worauf dann alsbald Wasser aus der tiefer gelegenen, eisernen Hauptleitung erhalten wird.

Das Blei ist ferner sehr leicht oxydirbar, bei vollständiger Füllung des Rohres mit Wasser und dem immer auflastenden Druck ist die der Lösung doch vorangehende Oxydation wesentlich erschwert, wenn nicht unmöglich, anders sofort bei nicht erfüllten Röhren, wo sogar der Wasserstand in Berührung mit Luft die Oxydation wesentlich erleichtert. Deshalb sind Bleiröhren unter solchen Verhältnissen, z. B. bei Pumpbrunnen u. dergl., stets zu meiden und zu verwerfen. In solchen Fällen sind Holzzöhren oder eiserne zu verwenden. Ein Angriff des Eisens ist entweder durch den sich abscheidenden Ocker sofort bemerkbar oder der Uebergang desselben in Lösung kennzeichnet sich alsbald durch auffälligen, bald den Genuss untersagenden Geschmack, abgesehen davon, dass Eisensalze weit weniger giftig wirken, als diejenigen von Blei.

Eine Bleiröhre der Wasserleitung von Andernach, welche 300 Jahre daselbst zur Leitung gedient hatte, besass einen äusserst dünnen Ueberzug im Innern. Die Röhre selbst, Theil der Hauptleitung, hatte einen Durchmesser von 8 Cm., innere Weite 6,5 — 7 Cm., das Bleirohr war 7 — 8 Mm. dick und der innere Ueberzug nur selten 0,5 Mm. Das durchlaufende Wasser war sehr weich — Härte = 5,25 — und rein, enthielt nur etwas mehr als gewöhnlich Alkalisalze und der in so langer Zeit und so äusserst dünn erzeugte Ueberzug bestand aus basischem phosphorsaurem Bleioxyd mit Chlorblei, äusserst ähnlich der bekannten Mischung des Buntbleierz. Jedes natürliche Quellwasser wird diese Spuren von Phosphorsäure enthalten, um einen derartigen Ueberzug zu ermöglichen.

## X. Reinigung des Abfallwassers.

Man kann wohl kaum über Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers und desjenigen für Gewerbe schreiben, ohne die Ursache der Verunreinigung des Wassers zu erörtern und im

innigsten Zusammenhange damit steht die weitere Frage der Reinigung von unreinem Wasser, sowie die Verhütung von irgend zu vermeidenden nachtheiligen Zuflüssen. Der jetzige Zustand ist ein unhaltbarer, gegenüber den Erfahrungen über die Folgen solcher ungehemmten Verunreinigungen von Boden und Wasser, unhaltbar gegenüber den jetzigen Kenntnissen der Gesundheitspflege, unhaltbar gegenüber der Erwägung, dass das stets fortschreitende Gewerbe schliesslich alle öffentlichen Gewässer mit Abfällen der mannigfaltigsten Art versehen wird, welche die weitere Benutzung mehr und mehr erschweren müssen. Nimmt man dabei ferner noch in Betracht, dass in früherer Zeit Bäche, Flüsse und Teiche reiche Quellen der Fleischnahrung waren, dass die darin lebenden Fische aber mehr und mehr schwinden, weil die Verunreinigungen des Wassers das Leben derselben unmöglich machen, so ist es wohl ausser aller Frage, dass auch von dieser Seite der Beschaffung von werthvollster Fleischnahrung es unumgänglich geboten erscheint, den jetzt ohne jedes Bedenken den öffentlichen Wässern zugeführten örtlichen Abflüssen entgegen zu treten und zu scheiden, ob statthaft oder unstatthaft.

Die gewiss von allen Seiten warm zu unterstützenden Bestrebungen der Hebung der Fischzucht sind im Grunde genommen wesentlich davon abhängig, wie weit es gelingen wird, die Zufuhr schädlicher Abfallstoffe zu dem Wasser zu hindern.

Man soll aber das Gewerbe nicht beeinträchtigen, von Alters her war die Ausnutzung öffentlicher Gewässer dem Gewerbe frei gegeben. Aber die Gewerbe von sonst sind zum Glück nicht mehr die jetzigen, ihr gewaltiger Fortschritt lässt den früheren, kleinlichen Zustand kaum noch ahnen; auch heute wird gewiss Niemand etwas gegen die Gerbereien einwenden, wenn sie allein die Felle im Wasser erweichen würden und dadurch den Fischen sogar Nahrung in den Abfällen geben, wo aber jetzt Mengen von Arsenik als Enthaarungsmittel dienen und diese dann dem der Öffentlichkeit gebotenen Wasser zufließen sollen, muss sich jeder Einsichtige wehren, mit allen Mitteln und Kräften. Derartige Abfälle sind Gifte, gemeinschädliche Stoffe, deren Verkauf sogar harten Beschränkungen unterworfen ist und hier sollte unge-

strafft ein, jedem Anwohner offenstehendes Wasser damit vermischt werden dürfen!

In W. hatte sich in der Nähe eines wasser- und fischreichen Baches, welcher sich bald in einen kleinen, ebenso fischreichen Fluss ergiesst, eine grosse Gerberei angebaut und entliess nun Tag aus und Tag ein arsenhaltige Abfälle in den Bach, wodurch, nach Angabe von Augenzeugen, die Fische oft massenhaft getödtet wurden und im Sommer an den Uferrändern faulten. Derselbe Ort besass noch manche Gerberei nach altem Styl, deren Abfälle ohne jeden Nachtheil in das Flüsschen gelangten. In dem ersteren Falle werden aber Gifte abgegeben und gewiss ist es eine unerlaubte Nachsicht von Seiten der Aufsichtsbehörden, derartige Missstände überhaupt zu dulden, während andere Leute harte Strafen erleiden müssen, wenn sie z. B. des Nachbars Hühner vergiften, wenn sie als lästige Gäste in den eigenen Garten kamen, kurz, wo man sonst sofort mit Strafen eingreift, sobald nur der Name Gift eine unerlaubte Verwendung ahnen lässt. Darf der Grossgewerbetreibende überhaupt ein solches Vorrecht beanspruchen, Thiere nach Willkür zu vergiften, Wasser zu verunreinigen, was ihm gar nicht gehört! Gewiss nicht.

In E. befanden sich seit Jahren grosse Gerbereien, die in dem nicht starken Bach die Abfälle entlassen. Der Bach durchläuft in der Entfernung von  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde Mühle und Dorf; plötzlich tauchen hier wiederholt Erkrankungen von Thieren auf, welche bei dem Rindvieh erst als Milzbrand galten, aber die eigenthümlichen Erscheinungen bei der Section stimmten damit nicht überein; endlich sollte das Wasser daran Schuld tragen, bis es mir gelang, Arsen nachzuweisen. Dasselbe fand sich reichlich genug in dem Schlamm des Baches und namentlich in dem der Mühle gehörenden Sammelteiche. Hier war auch schon beobachtet worden, dass Enten, welche den Schlamm aufwühlten, plötzlich erkrankten und unter zweifellosen Erscheinungen von Vergiftung starben. Kaum erkannt, so stimmten auch alle sonstigen Erscheinungen der Krankheit bei Kühen und Kälbern mit Arsenikvergiftung überein und es gelang, mehrere

Thiere noch zu retten durch Eisenoxydhydrat, Magnesia u. s. w., kurz durch die Gegenmittel für Arsenik.

Die Gerbereien hatten aber bei ihrer sehr anerkennenswerthen und erfreulichen Vergrößerung auch Arsenikgemische und immer mehr und mehr davon verbraucht und harmlos den Abfall dem öffentlichen Wasser übergeben.

Die chemische Untersuchung wurde namentlich auf die schlammigen Ablagerungen im Bach und Teich ausgedehnt, da hier die bleibende Stätte der sich abscheidenden Stoffe ist, so lange, bis nicht eine stärkere Bewegung, stärkeres Wasser, sie wieder von Neuem in gefährliche Wanderung treibt.

Die eine Untersuchung ergab bei Schlamm, etwa 100 Schritt vom Einfluss der Abfälle aus der nahe gelegenen Gerberei entnommen, gegen 0,6 Procent Arsenik in der bei 100° getrockneten Masse.

In dem zweiten Falle, wo die giftige Wirkung erst in der Entfernung von  $\frac{1}{2}$  — 1 Stunde von den Gerbereien bemerkt wurde, enthielt trockener Schlamm (bei 100° C. getrocknet) vom Teiche 0,014 Procent Arsenik und desgleichen aus dem Bache noch entfernter entnommen 0,013 Procent. So erklärt es sich recht gut, warum die den Schlamm aufwühlenden Enten sich vergifteten.

Aus der Nähe von Anilinfabriken schrieb mir einmal ein früherer Schüler, jetzt Fabriksdirigent: „Ich habe hier eine ganze Reihe Brunnen untersucht und überall das Arsen im Wasser leicht nachweisen können!!!“ Bei Anilinfabriken ist ja auch schon wiederholt gesetzlich eingeschritten worden, um das Uebel zu beseitigen, allein eine ganze Reihe anderer grosser oder auch kleiner Gewerbe lassen unbeachtet oder ohne alle Scheu ihre gesundheitsgefährlichen Abfälle in die öffentlichen Wasser ab; selten genug wird die Gefährlichkeit auf den Ort der Zufuhr zurückgeführt und so recht eigentlich heimlich gesündigt.

Durch Bergwerke, durch Abbau grosser Massen von Gesteinen, werden oft Thon oder sonstige trübende Theile dem öffentlichen Bache oder kleinem Flusse in grosser Menge zugeführt, oft auch gefährlichere Salze, wie Eisenvitriol,

durch Verwitterung der Kiese entstanden. In einer schönen, romantischen Gegend, welche durch den Reichthum an Fischen, an Forellen, bekannt war, richtete sich eine Schieferabbaugesellschaft ein und begann bald ihr fabrikmässiges Gewerbe. Die ablaufenden Wasser gelangten in den fischreichen klaren Gebirgsbach und seit dieser Zeit leben nur Sumpftiere, Frösche und Moleche, in der Nähe des gänzlich von Fischen entleerten Wassers, da in so trübem, schlammigem Kothe diese wichtigen und werthvollen Geschöpfe nicht ferner sich entwickeln können.

Unbestritten ist es wohl, dass ohne Wahl und ohne Scheu den öffentlichen Gewässern Abfallstoffe zufließen, welche theils gesundheitsnachtheilig, theils werthvolle Düngestoffe sind, und so der Landwirthschaft entgehen, theils endlich auch noch die werthvolle Fleischnahrung der Bewohner des Wassers dem Menschen entziehen, indem der Fischreichthum mehr und mehr schwindet und endlich verunreinigte Wässer, Bäche und Flüsse entstehen, welche weiteres Leben der Fische geradezu hindern.

Gänzlich unrichtig ist der oft geführte Einwand, dass diese Lage von Alters her so gewesen sei und demnach gewissermaassen durch Verjährung eine Berechtigung erhalten habe. Es ist dies meistentheils nicht einmal für länger bestehende Fabrikeinrichtungen richtig, weil die Fortschritte der Gewerbe, allerdings namentlich bewirkt durch Fortschritte der chemischen Wissenschaft, eine ganze Reihe von schädlichen und gesundheitsnachtheiligen Stoffen verwenden lassen und als Abfall dem öffentlichen Wasser zuführen. Unmöglich kann ein solches, allerdings noch fragliches, ererbtes Privilegium dahin gedeutet werden, dass Neuerungen jeglicher Art inbegriffen seien, welche früher gar nicht bekannt waren.

Jeder Mensch muss für den Schaden einstehen, der durch seine Thätigkeit dem öffentlichen Gemeingute zu Theil wird.

Wird dieser Satz mit oft so grosser Strenge bei Strassenreinigung u. s. w. gehandhabt, warum nicht bei dem öffentlichen Gemeingute des Wassers, im Bach, Fluss und Teich? Haben Aenderungen in dem Bereiche der Gewerbe, sei es auch nur in

der Vergrößerung des Betriebes, allgemein nachtheilige Einflüsse im Gefolge, so ist jederzeit zu verlangen, dass diese neu oder verstärkt auftretenden Nachtheile beseitigt werden.

Allein die Chemie steht hier nicht nur als einflussreiche Beförderin des Gewerbes da, sondern ihr fällt sicher wieder die Aufgabe zu, die dadurch bewirkten öffentlichen Schäden zu heben und vor Allem ist auch das Augenmerk darauf zu richten, dass die chemischen Kenntnisse nicht nur einseitig für das einzelne Gewerbe ausgenutzt werden, sondern die möglichst vollständige Verwerthung der Abfallstoffe allseitig zu erstreben sei.

Dass die Natur im Grossen die mannichfaltigsten Abfallstoffe derart beseitigt, so dass unsere tiefer entspringenden Quellen von denselben nicht berührt werden, ist eine überall zu beobachtende Thatsache, d. h. die oberen Erd- und Gesteinschichten nehmen die Abfallstoffe auf, verändern dieselben oder binden sie derart, dass nur selten tiefere Erdschichten davon noch etwas enthalten. Dieses in so grossem Maassstabe stattfindende Reinigungsverfahren ist ebensowohl mechanischer, wie chemischer Natur und bietet gewiss den nächsten und einfachsten Anhalt zur Beurtheilung der Lage.

#### Reinigung der Abfallwasser durch Ruhe.

Wie weit diese Reinigung von schwebenden Stoffen im Grossen gelingt, beweisen am deutlichsten die Gletscherwasser mit ihren näher oder ferner gelegenen Absatzbecken der Seen. Wie trübe und milchig eilt das eisige Wasser von den Gebirgen zur Ebene, wo plötzlich ein Sammelbecken in den Weg tritt, oft von sehr bedeutender Tiefe und Grösse, und obgleich das Wasser in gleicher Stärke den See wieder verlässt und noch manche Strecke bis zu dem Flachlande durchheilt, so fliesst es doch meistens aus dem See als krystallklare Flüssigkeit, so klar, dass es das Auge des Beschauers in Bewunderung anstaunt! Allmählich treten auch diese Ablagerungen im See zu Tage und lange Sand- und Thonbänke bezeichnen den Eintritt des trüben Gletscherwassers. Auch bei den Fluthen der Flüsse lässt sich die gleiche Beobachtung oft anstellen; während bei starker Fluth die leichteren und

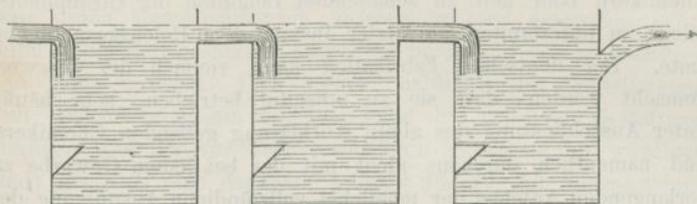
schwereren schwebenden Theile, Thon und Sand, weit mit weggerissen werden, sammeln sich dieselben im ruhigen Laufe sehr bald im Flussbette an, oder an den Ufern, gleichzeitig unter Klärung der getrüben Fluth. Im kleineren Maassstabe sieht ein aufmerksames Auge dasselbe bei jedem Bache; wo eine Einbuchtung desselben den eiligen Lauf des Wassers hemmt, sammeln sich Schlammtheile in reichem Maasse an und entfernen die trübenden, das Leben der Fische benachtheiligenden Stoffe. Diese leicht zu erreichende Klärung durch Ruhe oder Stauung von fliessendem Wasser lässt sich künstlich auf einfachste Weise erzielen und ist überall zu verlangen, wo bleibend oder längere Zeit trübe Wasser die öffentlichen Läufe desselben verunreinigen.

Es findet dies namentlich statt bei Bergwerken, Steinbrüchen, Fabriken, z. B. Zuckerfabriken durch das Waschen der Rüben u. s. w. Die Anlage von Schlammfängen oder Teichen, durch welche das trübe Wasser geleitet wird, genügt stets, um trübe Wasser wieder zu klären. Sind es selbst starke Wassergüsse, kleine Bäche, wie sie oft Bergwerken entströmen, so müssen nöthigenfalls 2—3 Teiche, die unmittelbar aneinander liegen können, eingerichtet werden, um so tiefer gegraben, je mehr trübende Theile vorhanden sind. Man Sorge für die Entwicklung von Wasserpflanzen, Anlage von Weidenpflanzungen, Schilf, schwimmenden Pflanzen u. dgl., da diese nicht nur das Wasser noch weit mehr stauen, sondern auch durch ihr eigenes Nahrungsbedürfniss wesentlich reinigen. Wie oft habe ich, bei Verfolgung dieser Aufgabe, beobachtet, dass ein einziger Teich genügt, um einen undurchsichtigen Wasserabfluss aus einem Stollen vollständig zu klären! In dem Teiche selbst wurden übrigens schon weniger zarte Fische, jedoch auch Karpfen mit bestem Nutzen gezogen.

Von Zeit zu Zeit gab der Teich eine grosse Menge Schlamm, welcher bei Reinigung desselben als werthvolles Düngemittel für die Landwirthschaft Verwendung fand.

Bei kleinen Abläufen von trübem Wasser genügt es sehr häufig, nur wasserdichte, etwas tiefe Gruben anzulegen, 2—3

unmittelbar nebeneinander, und mag nachstehende Zeichnung einen Anhalt zur Einrichtung gewähren:



Die gemauerten, cementirten oder mit Lehm wasserdicht gemachten Gruben erhalten das trübe Wasser durch die Einlaufrohre (aus gebranntem Thon), welche etwas nach unten umgebogen sind, der Strahl des einlaufenden Wasser wird aber durch den unter demselben angebrachten Stein gebrochen, so dass unter letzterem die Flüssigkeit möglichst ruhig steht. Der Ablauf der letzten Grube ist mit einer etwas nach aufwärts gebogenen Röhre versehen, um dadurch auf dem Wasser aufschwebende Theile, Oel u. dgl., in der Grube zu behalten, wo dieselben gelegentlich entfernt werden, jedenfalls aber nicht mit in die öffentlichen Wasserläufe gelangen. Diese aufschwimmenden Theile sind namentlich desshalb den Fischen so schädlich, weil diese Thiere nach allem auf dem Wasser Schwimmenden zu schnappen pflegen, und so können die Theeröle, Petroleum, Solaröl u. dgl., in gesteigertem Maasse giftig wirken.

Durch eigene Anschauung habe ich mich wiederholt überzeugen können, dass selbst leichtere, organische Stoffe, welche in dem Ablaufwasser schwebten, vollständig abgelagert wurden und aus der 2. oder 3. Grube völlig klares Wasser abging.

#### Reinigung der Abfallwässer auf chemischem Wege.

Diese Reinigung wird örtlich und allgemein wesentlich geändert oder beeinflusst werden nach dem gegebenen Falle.

Zunächst ist wohl das Verbot zu erlassen, überhaupt schädliche Stoffe dem öffentlichen Wasser zuzuführen, und dürfte es geboten erscheinen, dass die jetzt eingeführten Fabrikinspectoren

gleichzeitig ihr Augenmerk auf diese Abfälle richten müssten. Sobald ein zweifelhafter Fall vorliegt, ist derselbe sachverständigen Chemikern oder den zu schaffenden Behörden der Gesundheitspflege zu unterbreiten, in letzter Instanz dem Reichsgesundheitsamte. Der deutschen Fabrikation kann vielfach der Vorwurf gemacht werden, dass sie zu einseitig betrieben, sehr häufig unter Ausschliessung des allein Aufklärung gebenden Chemikers, und namentlich durchaus nicht mit der bei jedem Gewerbe zu verlangenden Aufgabe der möglichst vollständigen Ausnutzung der Abfälle.

Sehr oft ist es thatsächlich die Unkenntniss der Gewerbetreibenden, welche, so tüchtig sie auch das Gewerbe gross oder klein betreiben, doch Alles vermeiden, was ausserhalb ihrer engbegrenzten Thätigkeit zu liegen scheint, und desshalb ist es um so mehr behördliche Aufgabe, hierauf zu achten und belehrend und anordnend einzugreifen.

Dass bei selbst grossen Fabriken die Abfälle der Seife von dem Waschen der Wolle u. dgl. einfach dem nahen Flusse zugeleitet werden, wie ich es wiederholt beobachtete, dürfte in England schwerlich vorkommen, wo man längst die Erfahrung würdigt, die Fette mit Nutzen wieder zu gewinnen, und von Neuem zur Seifebereitung verwendet oder Leuchtgas daraus darstellt u. s. w. Das Verlangen, seifenhaltige Wässer in grösserem Maassstabe nicht öffentlich ablaufen zu lassen, liegt daher ebenso im Interesse der Reinhaltung öffentlicher Wässer, wie des Gewerbes selbst.

Sobald man der Frage der Abfallwässer bei dem Gewerbe nahe tritt, ist überhaupt zu verlangen, dass jeder Gewerbetreibende, welcher grössere Mengen Wasser verwendet, zuerst die stark verunreinigten Abfallwässer von demjenigen scheidet, welches unschädlich dem Bache oder Flusse wieder zulaufen kann. Das zum Betriebe der Maschinen verwendete Wasser ist beispielsweise fern zu halten von demjenigen, was bei Reinigung gefärbter Stoffe die überschüssigen Farben aufnimmt; letzteres Wasser muss noch gereinigt werden, ersteres kann ohne jeden Nachtheil wieder dem Ursprunge zueilen.

Ferner würde leicht darauf zu achten sein, dass nicht völlig überflüssige, grosse Wassermengen verunreinigt werden, wo man jetzt durch Maschinenbetrieb äusserst sparend eingreifen kann, durch Schleudermaschinen, künstliche Bewegung der zu waschenden Stoffe u. dergl. Dies können natürlich nur Andeutungen sein, welche bei jedem einzelnen Falle ihre besondere Gestaltung erlangen und nur von Sachverständigen genügend zu würdigen sind; abermals eine dankbare Aufgabe für die Fabrikinspectoren!

Kein Gewerbe darf Abfallwasser dem öffentlichen Wasser zulaufen lassen, welches freie Säure oder freies Alkali enthält, jedenfalls sind diese chemisch so stark wirkenden Stoffe erst in die Form der weit weniger schädlichen Salze zu verwandeln. Bei den Laugen liegt abermals der Fall vor, dass dieselben meistens mit Nutzen wieder verwerthet werden können, namentlich, wenn man die ersten, starken Laugen sofort wieder verarbeitet.

Als einfachstes, billiges und überall unschwer zu erreichendes Reinigungsmittel hat sich schon sehr ausgebreitet der Kalk bewährt, den man, je nach dem Falle, als gelöschten Kalk oder Kreide verwendet.

Die Natur gebraucht Kalk und Magnesia als die auch hier allverbreiteten Bindemittel für die Verunreinigungen der Erdoberfläche. Organische Substanz wird gebunden, eisenhaltige Wässer verlieren das Eisen und so findet man alsbald die eindringenden Bodenwässer wieder rein, wie früher, nur gesättigt mit den in Lösung überführten Bestandtheilen des Gebirges. Allein die reinigende Wirkung des Kalkes erhöht sich noch dadurch, dass eine Menge von Farbstoffen nicht nur von dem Kalk, sondern auch durch kohlen sauren Kalk unlöslich gebunden werden. Diese Verbindungen finden schon seit langer Zeit als sogen. Lacke oder Lackfarben Verwendung; die Wirkung des Kalkes ist deshalb keineswegs beendet mit der chemischen Bindung der Säuren, sondern dauert selbst in der Form von kohlen saurem Kalk fort, wesshalb namentlich für Farbstoff haltende Abfallwässer die Kalkscheidung eine Bedeutung erhält. Endlich scheidet der Kalk auch Eiweissstoffe unlöslich ab und entfernt

dadurch diejenigen Stoffe, welche sehr ausgebreitet die Veranlassung zu Fäulniss geben. Gleichzeitig mit dem Kalk ist vielfach etwas Alaun verwendet worden, jedoch dürften die weiteren Zusätze wiederum mehr örtliche Bedeutung haben, d. h. für den einzelnen Fall erwogen und in Gebrauch gezogen werden.

Die Anwendung des Kalkes geschieht in denselben Gruben, wie oben angegeben. In die erste Grube gelangt der gelöschte Kalk, soviel, dass ein Uebermaass zugegen ist, was ja leicht durch die Reaction erkannt werden kann. Wird die Grube mit Abfallwasser gefüllt, so rührt man einige Male um und dann klärt sich das Wasser in kürzester Zeit, so dass der Ablauf in die zweite Grube schon sehr oft klar und wenig gefärbt erscheint u. s. w.; das endlich aus der dritten Grube ablaufende Wasser ist meist so rein, dass es nur noch das Uebermaass des Kalkes und die durch denselben gebildeten, löslichen Kalksalze enthält.

Das Uebermaass des Kalkes ist gering, da Kalk sich erst in 500 Thln. Wasser löst, würde aber nichtsdestoweniger den Fischen sehr nachtheilig werden. Desshalb ist es nöthig, das Ablaufwasser in offenen Gräben abzuleiten, da der Kalk sehr rasch aus der Luft oder der nahen Umgebung Kohlensäure aufnimmt und nun scheiden sich kohlenaurer Kalk ab, sowie, wenn noch zugegen, die letzten Reste der Farbstoffverbindungen. Der Fluss erhält das Ablaufwasser gewöhnlich völlig rein, und zwar ist es durchaus nicht nöthig, eine grosse Strecke das Ablaufwasser so zu leiten. Man hat ferner vorgeschlagen, die Leitung in den Fluss derart einzurichten, dass die einleitende Röhre in der Mitte des Flusses von unten auf münde, so dass das Abfallwasser sich hier sofort mit einer grossen Menge Flusswasser mische und dadurch noch weniger etwaige nachtheilige Wirkungen möglich werden.

In den bei Weitem meisten Fällen genügt diese Kalkscheidung, um eine wesentliche Reinigung zu erzielen; in den später folgenden Betrachtungen werden einzelne Scheidungen besprochen werden, welche jetzt nur andeutungsweise hier erwähnt werden, z. B. die Scheidung der Seifen und Fette, wo abermals Kalk als Trennungsmittel empfohlen wird; dies sind

jedoch besondere Fälle, welche an betreffendem Orte besonders beleuchtet werden, um eben die Ausnutzung und Verwerthung zu kennzeichnen. Aber auch diese für gewöhnlich erhaltenen Kalkablagerungen sind meist noch brauchbare, sogar werthvolle Düngemittel, so dass, namentlich nach den in England gemachten Beobachtungen, die Kosten des Verfahrens reichlich gedeckt werden. Die Einrichtung, wie Ausführung des Verfahrens sind wenig kostspielig und einmal eingeführt, bedarf es nur guten Willen und einige Aufmerksamkeit, um thatsächlich nutzbringend zu werden. Sehr häufig genügen schon 2 Gruben, um die Reinigung genügend zu erhalten.

Später werden noch besonders angestellte Versuche besprochen werden.

Im Königreich Sachsen sind behördlich Untersuchungen darüber angestellt worden,\* wie viele Verunreinigungen von Wasserläufen Klagen herbeigeführt hätten? Im Jahre 1877 konnten 140 Stellen bestimmt werden, welche auf 273 Verunreinigungsquellen zurückgeführt wurden. Die Hälfte aller Fälle betraf die Gewebgewerke, namentlich Färberei, Bleicherei und Wollengewebe, sodann betraf die Bereitung von Papier 9 Proc., von Leder 8 Proc., den Bergbau 8 Proc., Bereitung von Nahrungs- und Genussmitteln 6 Proc., chemische Fabriken 2 Proc. Von den 626 Brauereien Sachsens wurden nur 6 beschuldigt, öffentliche Wässer stark zu verunreinigen.

Bei den Brauereien habe ich gefunden, dass schon mannichfach freiwillig die Ablagerungsgruben eingeführt wurden und zwar mit bestem Erfolge, da der erhaltene Schlamm werthvollstes Düngemittel ist. In einem Falle war es mir möglich, genaueren Einblick zu erhalten und Hülfe zu gewähren.

Eine grössere Brauerei wurde beschuldigt, durch das Ablaufwasser einen sehr grossen Teich so zu verunreinigen, dass das Wasser des letzteren bei dem Einlaufe des Abfallwassers faulig werde und dadurch erheblicher Nachtheil für die Anwohner, wie für den Teich selbst erwachse. Die chemische Untersuchung des

\*) Günther, Berliner klinische Wochenschrift 1879. No. 8.

Abfallwassers der Brauerei, wie dasselbe in trübster Mischung von Zeit zu Zeit auftrat, ergab reichlich Eiweissstoffe, überhaupt sog. stickstoffhaltige Substanzen, die Probe auf organische Substanz erwies, mit übermangansaurem Kali ausgeführt, 1000 Thle. in 100 000 Thln. Wasser, d. h. 1 Procent. Die nunmehr eingerichtete Scheidung mit 2 Ablagerungsgruben, wie oben, die erstere mit Kalkzusatz, ergab bei dem Ablauf der zweiten Grube völlig klares Wasser, wie Quellwasser, Stickstoff nur noch in Spuren und nur 5 Thle. organische Substanz in 100 000 Thln. Wasser. Ueberhaupt unterschied sich die Mischung des Ablaufwassers sehr wenig von derjenigen des ursprünglich verwendeten Quellwassers, nur eine geringe Steigerung des Kalkes war bemerkbar; der Erfolg der Kalkscheidung war ein die Erwartungen übertreffender. In nicht weiter Entfernung gelangte das gereinigte Abfallwasser in den Teich.

In England ist man der Frage schon früher näher getreten. Ein Fachmann hat der Society of arts\* darüber Bericht erstattet und giebt an, dass er einen Theil des von ihm zu brauchenden Flusses in ein Reservoir leite und hier sich klären lasse, hierauf wird filtrirt, täglich 10—15 Millionen Liter, und auf diese Weise ist das Wasser wieder farblos geworden, obgleich oberhalb der Fabrik Schwarzdruckereien und Bleichereien ihre Abfälle an dasselbe abgeben. Das sodann in der Fabrik gebrauchte Wasser wird gesammelt und in 3 verschiedene Reservoirs geleitet. Das eine Reservoir nimmt alle Farbflüssigkeiten, von Krapp herrührend, auf, Alizarin u. dergl., weil diese für sich gesammelt höhere Werthe besitzen. Der 2. Behälter nimmt alle Seifenflüssigkeiten auf und ist in 2 Theile getheilt, jeder fasst 115 Cub.-Meter, soviel von diesen täglich etwa erzeugt wird. Die gefärbte Seifenflüssigkeit wird mit Kalk und Chlorcalcium versetzt, wodurch alle färbenden, fettigen oder faserigen Theile niedergeschlagen werden. Ueber Nacht klärt sich das Ganze und wird des anderen Tages die Flüssigkeit abgelassen, der Absatz gesammelt und mit Salzsäure die Kalkseife zersetzt; die sich abscheidenden Fett-

\*) Chem. Centralbl. 1875 S. 304 u. f.

säuren werden auf ein Tuch gebracht und dann später verkauft. In das 3. Reservoir gelangen alle anderen Flüssigkeiten, welche sich entweder selbst neutralisiren oder mit Salzsäure oder Soda neutralisirt werden. Hierdurch scheiden sich die Farbstoffe aus und das ablaufende Wasser ist in Zollhöhe bei hellem Tageslicht farblos und weicher als das ursprüngliche Flusswasser. Das bei der Kalkseife durch Salzsäure gewonnene Chlorcalcium wird wieder zu neuer Scheidung verwendet, in dem Ablaufwasser verbleibt schliesslich nur ein wenig Chlornatrium, auf 5 Liter etwa  $1\frac{1}{2}$  Gran.

Ein Bekannter des Berichterstatters befand sich in gleicher Lage und befürchtete Reclamationen des Publicum's wegen der Verunreinigung des öffentlichen Wassers. Derselbe führte ebenso das angegebene Verfahren ein und schrieb etwa nach Jahresfrist: „Es gereicht mir zum grossen Vergnügen, Ihnen mittheilen zu können, dass der von Ihnen gegebene Plan zur Verhütung der Verunreinigung des Wassers mir ganz vorzügliche Dienste leistet. Die Kosten sind kaum nennenswerth und werden durch den Verkauf der Rückstände mehr als gedeckt werden. Das gebrauchte Wasser verlässt mein Etablissement reiner als ich es erhalten habe.“\*

Diese ausführlichere Mittheilung beweist, dass die Reinigung und Ausnutzung von derartigem Abfallwasser sehr gut möglich, dem Gewerbe keineswegs ungehörige Kosten auflegt und ebenso wenig etwa grosse Landflächen in Anspruch nimmt; sie müssen nur sachverständig eingerichtet und ausgeführt werden.

Sehr richtig hat der englische Fabrikant die Art der künstlichen Reinigung geschieden, sowohl nach der Verwerthung der einzelnen Stoffe, wie endlich auch namentlich nach der Verschiedenheit derselben in der schädlichen Wirkung.

Man könnte die Grundlage für die Reinigung der Abfallwässer auch so darlegen, dass man ganz analog der Ablagerung schwebender, unlöslicher Stoffe, die gelösten in abzuschheidende, unlösliche Formen zu überführen

\*) Musterzeitung 24. 73.

sucht und dies ist unbedingt eine, gewiss nicht zu schwierige, Aufgabe für den Chemiker. Wie auch bei dem oben angeführten Beispiele ersichtlich, bleiben zuletzt die leichtlöslichen und darum nicht abscheidbaren Alkalisalze, namentlich das unschädliche Chlornatrium, in dem abfließenden, gereinigten Wasser in so geringer Menge, dass eine nachtheilige Wirkung in keiner Weise erwartet werden kann. Nur bei grossen Massen solcher leicht löslicher Salze, wie sie bei Salzwerken oder ähnlich beschäftigten chemischen Fabriken vorkommen können, sind auch diese den öffentlichen Wässern fern zu halten.

Die Farbstoffe werden fast durchgehend von Kalk gebunden oder bei Abscheidung eines Niederschlags unlöslich mit niedrigerissen, jedoch war es nöthig, einige darauf zielende chemische Versuche vorzunehmen.

Dieselben richteten sich sowohl auf die Abscheidung des Arsen's, wie verschiedener Farbstoffe, z. B. Indigo, Anilinfarbstoff, Fernambuc, Campecheholz u. s. w. Bei Arsen wurden sowohl arsenige Säure, wie Arsensäure gewählt.

Die Mittel zur Abscheidung dieser Substanzen mussten natürlich auch in der Reihe der billigen gesucht werden, hoher Preis würde die Anwendung im Grossen verhindern. Da nicht wenige der Farbstoffe oft wie mechanisch gebunden mit niedrigerissen werden, so wurden auch dahingehende Versuche unternommen. Die hierbei naheliegende Verwendung der Kohlen-Pflanzen- oder Thierkohle wurden wiederum des Preises wegen nicht mit in den Bereich gezogen, auch ist das Verhalten dieser und namentlich der Thierkohle schon völlig bekannt.

Thon. Die Aufnahme von Farbstoffen durch denselben ist bekannt, und wurde zu diesen Versuchen reiner, feinsten Thon, d. h. frei von in Salzsäure löslichen Substanzen verwendet.

Arsenik, wie Farbstoff, wurden nur wenig gebunden und im Allgemeinen war auch die Ablagerung eine zu langsame, so dass dieses Mittel als ungeeignet für diesen Zweck bezeichnet werden muss.

Thonerde. Hierzu diente Thonerdehydrat, wie es jetzt unschwer durch den Grosshandel aus der Kryolith-Soda-Fabri-

cation erhalten werden könnte. Das Verhalten war ähnlich dem Thon hinsichtlich der Farbstoffe; Arsen wurde in beiderlei Formen nur unvollständig gebunden; die Ablagerung verlief ziemlich rasch, in der Flüssigkeit war jedoch noch Arsen reichlich nachzuweisen, auch nach tagelangem Stehen und oft wiederholter Mischung von Flüssigkeit und fester Substanz, demnach nicht empfehlenswerth.

Eisenoxyd. Es wurde hierzu selbstverständlich das Hydrat verwendet und könnte bei Empfehlung desselben leicht der etwas hohe Preis entgegenstehen.

Sowohl Arsensäure, wie arsenige Säure wurden rasch so gebunden, sodass im Filtrat kein Arsen mehr nachweisbar war (durch  $H^2S$ ), jedoch lagerte sich das Eisenoxydhydrat nur langsam und unvollständig ab und blieb die Flüssigkeit selbst nach 24 Stunden noch getrübt.

Indigolösung wurde nicht verändert, ebensowenig Fuchsin; Fernambuc und Campechefarbstoff wurden ziemlich schnell gefällt, jedoch lagert sich auch hier der Niederschlag nicht so rasch ab.

Kreide. Hierbei wurde die käufliche sogen. Schlämmkreide verwendet, namentlich auch um die etwaige Wirkung von feinertheiltem kohlen saurem Kalk kennen zu lernen, jedoch waren die Ergebnisse ebenso ungenügend, wie bei Thon, mit welchem im Allgemeinen das Verhalten übereinstimmte; nur Farbstoffe werden, wie schon erwähnt, oft rasch niedergeschlagen.

Hiermit wurde die Reihe der festen, unlöslichen Substanzen geschlossen, nur das Eisenoxydhydrat hatte brauchbare, jedoch längst bekannte Resultate ergeben, aber auch nur für Arsen. Zunächst gelangten nunmehr entsprechende Salze zur Prüfung und zwar

Alaunlösung. Arsenige, wie Arsensäure wurden sofort und rasch sich absetzend gefällt, jedoch ergab das Filtrat noch starke Reaction auf Arsen, dasselbe war, jedenfalls wegen der freiwerdenden Schwefelsäure, nur unvollständig ausgeschieden worden. Dass Alaun Farbstoff fällt und mit niederreißt, ist bekannt, jedoch auch nur vollständig, wenn durch Entfernung freier Säure

die Thonerde frisch als Hydrat gefällt wird; endlich ist Alaun auch nicht zu den billigen Materialien zu zählen.

**Eisenchlorid.** Obgleich zu theuer, wurde dasselbe dennoch als Beispiel eines Eisenoxydsalzes in Rechnung gezogen. Arsen in beiderlei Formen wurde nur gefällt, wenn Eisenchlorid in geringer, noch unzureichender Menge verwendet wurde, eine grössere Menge des Fällungsmittels löste die Niederschläge wieder völlig auf; die Anwendung dieser Salze würde demnach nur mit gleichzeitigem Zusatz eines neutralisirenden, auch an und für sich schon Eisenoxyd fällenden Mittels geschehen können.

**Eisenvitriol.** Das Verhalten dieses weit billigeren und leicht zu beschaffenden Eisensalzes war eigentlich ziemlich gleich dem Eisenchlorid. Für sich gab die Lösung des Eisenvitrioles in Wasser sofortige Fällung mit arseniger Säure, wie Arsensäure, die völlige Abscheidung trat jedoch erst, aber dann sofort, ein bei Zusatz von etwas Alkali, Zusatz von Ammoniak oder etwas Kalk. Durch letzteren Zusatz, auch nur in sehr geringer Menge, wurden auch die Farbstoffe, und zwar in kürzester Zeit mit niedergerissen.

Diese Metallsalze geben demnach wohl geeignete Abscheidungen, jedoch namentlich erst bei Zusatz von Alkali, also Fällung der in Wasser unlöslichen Oxyde und führt dies Verhalten zu der Prüfung der alkalischen Erden, der Hydrate, wie der verwendbaren Salze.

**Gyps.** Derselbe empfiehlt sich gleichfalls durch billigen Preis, wie leichte Beschaffung, ebenso sind aber auch die weiteren Kalk- und Magnesiasalze, wie

Bittersalz, Chlorcalcium und Chlormagnium entweder als Abfall bei chemischer Fabrication, namentlich aus Stassfurt, billigst zu beziehen.

Die Reactionen dieser Salze sind zu bekannt, als dass sie weiterer Besprechung bedürfen, weder arsenige, noch Arsensäure werden direct gefällt, wohl aber die Salze dieser Säuren oder diese selbst nach Zusatz von Alkali, ebensowenig kann eine Abscheidung von Farbstoff erwartet werden; jedoch haben diese Salze von Kalk und Talkerde immerhin Bedeutung wegen der

Umsetzung mit anderen Salzen, wodurch leicht die betreffenden Kalk- und Magnesiaverbindungen erhalten und abgeschieden werden können.

Wurde bei Arsen in der Form einer der beiden Säuren desselben Chlorcalcium oder Chlormagnium und nur soviel Kalk noch zugefügt, dass ein wenig alkalische Reaction blieb, so fiel dasselbe sofort vollständig aus, so dass wenigstens im Filtrate kein Arsen mehr durch Schwefelwasserstoff nachgewiesen werden konnte, ebenso setzte sich der Niederschlag in kürzester Zeit ab.

Das gleiche Verhalten zeigten die Farbstoffe. Sobald etwas Kalk zu den Chloriden noch zugefügt war, fielen dieselben entweder sogleich mit nieder oder sicher nach einigen Stunden.

Kalk und Magnesia. Schon die eben erwähnten Reactionen zeigen auf die so günstige Wirkung von Kalk und Magnesia hin und in der That bestätigten dies die weiteren Versuche vollständig.

Zunächst wurde das Verhalten des Kalkes gegenüber arseniger Säure und der Arsensäure geprüft. Die betreffenden Lösungen der Säuren wurden mit Kalkhydrat bis zur deutlich hervortretenden alkalischen Reaction versetzt; sehr rasch setzte sich der Niederschlag mit dem Ueberschuss von Kalk ab und das Filtrat gab bei keiner von beiden Säuren noch die mehrerwähnte Reaction auf Arsen.

Eine ganz gleiche, ebenso rasche oder fast noch schnellere Fällung der Arsensäuren bewirkte Magnesia. Nach einigem Umschütteln der Flüssigkeit mit überschüssiger gebrannter Magnesia war sämtliche arsenige oder Arsensäure gefällt.

Bei der Prüfung des Verhaltens der Farbstoffe zeigte sich auf Zusatz von Kalk sofort eine Farbstoff enthaltende Fällung, ferner trat die alkalische Reaction auf den etwa dafür empfindlichen Farbstoff hervor. Namentlich bei den Pflanzenfarben, aber auch bei Indigo blieb im Anfang die überstehende Flüssigkeit noch gefärbt, allein bei längerem Stehen, etwa nach 24 Stunden oder wenig mehr, lagerte sich der Farbstoff mit Kalk verbunden völlig ab und die überstehende Flüssigkeit enthielt nur etwas Kalk gelöst, war aber farblos. Oefteres Rühren oder

Schütteln der mit Kalk versetzten Farbstofflösung beförderte die Abscheidung wesentlich und ergab das Endresultat in weit kürzerer Zeit.

Somit bestätigen diese Versuche wiederum die zur Reinigung des Wassers äusserst brauchbare Verwendung des Kalkes, wie sie schon früher so oft empfohlen wurde. Der leicht abscheidbare, nur mit Kohlensäure gebundene und durch dieselbe Säure gelöste Kalk bindet jede andere Säure, welche eine stärkere Verbindung mit ihm eingeht, schlägt sich bei weiterem Laufe des Wassers unter Verlust der freien Kohlensäure nieder und reisst hierbei organische Substanz, Farbstoffe und dergleichen mit in unlöslichem Zustande zu Boden.

Der Kalk löst sich in 700—1000 Theilen Wasser, so dass man bei der Verwendung von 1—1,5 Grm. gebrannten Kalkes auf 1 Liter Wasser schon eine gesättigte Lösung erhält. Sehr leicht und rasch zieht der Kalk und namentlich in Lösung Kohlensäure aus der Luft an und scheidet sich dann als kohlen-saurer Kalk ab. Dieses Verhalten ist insofern für die verfolgten Zwecke von Wichtigkeit, als der etwa gelöst bleibende freie Kalk sehr bald gebunden an Kohlensäure abgeschieden oder in unschädliche Form überführt wird, weshalb schon oben der Ablauf in offenen Graben empfohlen wurde.

Die reine Magnesia löst sich erst in mehr als 50 000 Th. Wasser auf, kann aber hier überhaupt nicht mit dem Kalke in Vergleich kommen wegen des äusserst billigen Preises des letzteren; nach den erhaltenen Resultaten scheint aber die Magnesia Arsen und Farbstoff ebenso rasch und fast noch leichter abzuscheiden, als Kalk.

Die Kalk- und Magnesiasalze haben dagegen Bedeutung für die Umsetzung in dem Wasser etwa vorhandener Salze z. B. bei Seife, wo freier Kalk zwar auch die Fett- oder Harzsäure niederschlägt, dafür würde aber das weit stärkere Alkali, Natron oder Kali, frei werden und endlich selbst diese Reaction hemmen, jedenfalls in vieler Beziehung nachtheilig wirken, da stark alkalische Lösungen entstehen, die keineswegs, wie bei Kalk, durch die Schwerlöslichkeit beschränkt werden. Aus den früher

besprochenen Versuchen geht hervor, dass bei Arsen, wie den Farbstoffen Kalk- oder Magnesiasalze nicht scheiden, wohl aber nach Zusatz von Kalkhydrat, so dass, wenn Salze überhaupt nöthig, eine Mischung von Kalk- oder Magnesiasalzen mit Kalk angewendet werden müsste.

Lösliche Magnesiasalze wirken den Kalksalzen völlig entsprechend.

Sollte es angezeigt sein, Eisensalze gleichfalls zu verwenden, so wäre der billigste Eisenvitriol zu empfehlen, jedoch ebenso mit späterem Zusatz von Kalk, um so das Eisen selbst wieder mit auszuscheiden.

Alle diese Feststellungen sind keineswegs neu, sondern werden hier nur für den besondern Zweck ausgebeutet.

Die Chinesen reinigten schon seit langer Zeit das Wasser durch Zusatz von Alaun, die sich abscheidende Thonerde reisst die meisten Farbstoffe mit nieder, auch Arsen, letzteres jedoch nur vollständig, wenn keine freie Säure vorhanden ist. Alaun würde gewiss in sehr vieler Beziehung empfehlenswerth erscheinen, aber da dasselbe Ziel durch den weit billigeren Kalk erreicht wird, ist dieser vorzuziehen.

Die sog. Süvern'sche Masse zur Reinigung und Desinfection von Abfallwasser besteht aus einer Mischung von Kalk und Chlormagnesium, demnach völlig entsprechend den obigen Erfahrungen, und enthält ausserdem noch etwas theerige Stoffe, rohe Carbonsäure, um der Fäulniss entgegen zu treten.

Unbedingt geht aber aus Allem hervor, dass durch höchst einfache und billige Mittel eine Reinigung der Abfallwässer erreicht werden kann, welcher bis jetzt unser Grossgewerbe noch aus dem Wege geht, denn bekannt sind die Grundlagen schon längst.

Das früher aus England herbeigezogene Beispiel ergab, dass man mit Vortheil derartige Reinigung von Abfallwasser auch im grössten Massstabe ausführen kann, allein in den meisten Fällen stellt sich die Sachlage noch weit einfacher, wenn man das an und für sich noch rein abfallende Wasser

von der gewöhnlich weit geringeren Menge des verunreinigten scheidet.

Wie schon genügend hervorgehoben, handelt es sich aber auch nicht allein um Reinigung des Abfallwassers, sondern namentlich um fernere Verwerthung des Abgeschiedenen, was in sehr vielen Fällen sogar die aufgewendeten Kosten reichlich decken wird; jedoch bedingt dies bei zusammengesetzteren Gewerben eine Trennung der einzelnen Scheidungen.

#### Ausführung der Scheidung.

In erster Linie gehen die in neuerer Zeit empfohlenen Mittel und auch hier dieses Verfahren darauf hinaus, Kalk bis zum bleibenden Vorwalten dem Abfallwasser zuzufügen. Hierzu dient der gelöschte Kalk und genügt in der Regel sehr wenig, so dass in den meisten Fällen zu viel zugefügt wird.

Das Abfallwasser wird in eine in der Grösse der Menge desselben entsprechende wasserdichte Grube geleitet, welche entweder schon mit etwas Kalk versehen ist oder nach der Füllung denselben erhält. Eine meistentheils nothwendige zweite Grube nimmt alsdann das weitere Abfallwasser auf, wenn die erste gefüllt und gereinigt wird. Die Klärung erfolgt fast immer in wenigen Stunden, in seltenen Fällen sind 1—2 Tage nothwendig. Mehrfaches Umrühren begünstigt die Scheidung. Das geklärte, nun mehr Kalk im Uebermass haltende Wasser leitet man entweder in einen passend angelegten kleinen Teich, sehr oft genügt jedoch auch nur etwas längerer Lauf, um den Kalk abzulagern und dann ist die Reinigung vollzogen. Bei grossen Flüssen ist es gar oft völlig unschädlich, das Kalk enthaltende Wasser direct zulaufen zu lassen, da sofort bei Berührung mit dem Kohlensäure haltenden Flusswasser der Kalk abgeschieden wird.

Um die möglichst rasche Vermischung herbeizuführen, hat man vorgeschlagen, diesen Ablauf in der Mitte des Flusses von unten herauf ausfliessen zu lassen.

Die Nachweisung des Uebermasses von Kalk geschieht einfach durch die alkalische Reaction, durch Bläuung des gerötheten

Lacmuspapieres; ich habe mich davon genügend überzeugt, dass einfache Fabrikarbeiter diese Manipulation sehr bald ganz sachgemäß ausführten.

#### Scheidung des Seifenwassers.

Bei dem hohen Werthe der Fettstoffe empfiehlt es sich unter allen Umständen, diese Zersetzung für sich vorzunehmen. Landolt und Stahlschmidt führen die Umsetzung der Seifenwässer nur mit Kalk (Kalkmilch) aus, das oben besprochene englische Verfahren nimmt Chlorcalcium und Kalk und letztere Mischung ist die geeigneterere, weil bei einfachem Zusatze von Kalk das Alkali der Seife, Natron oder Kali, frei wird, während bei dem Zusatze von Chlorcalcium auch dieses in die unschädliche Form der Chloride verwandelt wird. An Stelle des Chlorcalciums kann auch Chlormagnium treten,<sup>1</sup> nur ist es nöthig, stets noch Kalk bis zum schwachen Vorwalten zuzufügen. Die Scheidung ist fast augenblicklich beendet.

Die für die Ansammlung des Seifenwassers dienende Grube ist in 2 Theile getheilt, damit der eine schon geschiedene Theil sich klären kann, während der andere die unterdessen abfallenden Seifenwässer aufnimmt; bei kleinem Betriebe können dazu grosse Fässer dienen. Sobald dieses eine Gefäss fast erfüllt ist, fügt man die Lösung von rohem Chlorcalcium oder Chlormagnium in Wasser zu und gleichzeitig etwas Kalkmilch, rührt um, wobei sich die erzeugte Kalkseife sofort stückig abscheidet, so dass man sehr leicht das Ende der Fällung beobachten kann.

Die sich bildende Kalkseife ballt sich zusammen, nimmt etwa vorhandene Farbstoffe mit auf und lagert sich bald zu Boden, so dass die klare Flüssigkeit dann in die den Ablauf aufnehmende Grube oder sonst abgelassen werden kann. Den dicken Seiffenniederschlag sammelt man in einem anderen Fasse, um ihn dort zu zersetzen oder lässt denselben einfach austrock-

1) Leicht aus den Stassfurter chemischen Fabriken als Abfall zu beziehen.

nen, um ihn sodann mit als Heizmaterial, Zusatz zu den Kohlen, zu verwenden, oder bei vorhandener Gasanstalt zur Bereitung des Gases zu verbrauchen.

Versetzt man jedoch den Seifenniederschlag mit etwas warmem Wasser und dann mit Salzsäure, bis zum schwachen Vorwalten der letzteren, d. h. also bis zur bleibenden, sauren Reaction, so entsteht wieder in Wasser lösliches Chlorcalcium, welches wiederum, im Gemische mit Kalk, zur Seifenscheidung verwendet wird, und die Fettsäuren scheiden sich auf der Oberfläche der wässrigen Flüssigkeiten aus. Nach völligem Erkalten sammelt man die Fettsäuren auf einem Tuche, indem man sie vom Wasser abhebt und letzteres endlich noch durch das Tuch giesst. Die so geschiedenen Fettsäuren sind wieder neues Material zur Darstellung von Seife und besitzen denselben, oder noch etwas höheren Werth, als Fett.

#### Arsenhaltende Flüssigkeiten.

Dieselben müssen des Giftes wegen unbedingt für sich aufgefangen und vom Arsen befreit werden; sie treten sowohl bei der Färberei, wie bei der Gerberei auf, oft auch in Farbenfabriken und bedürfen stets der sorgfältigsten Aufsicht, auch der polizeilichen. Die Scheidung gelingt leicht durch Kalk, wie die früheren Versuche bewiesen haben, jedoch gelingt sie in noch kürzerer Zeit, wenn man gleichzeitig etwas Eisensalz zufügt.

Die betreffenden arsenhaltenden Flüssigkeiten werden, sobald das Ansammlungsgefäß fast gefüllt ist, mit Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction versetzt und dann noch etwas Eisenvitriol, welcher vorher in Wasser gelöst wurde, zugefügt, jedoch muss die Flüssigkeit noch vorwaltend Kalk enthalten, im anderen Falle wird letzterer noch weiter zugegeben, bis keine Abscheidung mehr stattfindet. Nach etwa 24 Stunden hat sich die Masse völlig geklärt und kann die Flüssigkeit vorsichtig abgelassen und entfernt werden, so dass vom Bodensatz nichts mit wegschlemmt. Dieser Bodensatz wird dann bei geeigneter Ansammlung gleichfalls entfernt und an einem von der Gesundheitsbehörde (Medi-

einalpolizei, Physicatsarzt und Apotheker) genehmigten Orte eingegraben, um so die Gemeenschädlichkeit zu beseitigen.

Häufig werden arsenhaltige Abfälle erhalten, welche schon Kalk im Ueberschuss mit sich führen; es genügt dann einfach eine längere Ruhe im Sammelgefäße, um die nur schwebenden Theile der Kalkverbindung abzulagern, ein Zusatz von nur wenig Eisenvitriol beschleunigt auch hier die Scheidung.

Bei dem im Ganzen geringeren Werthe des Arsens würde für jetzt eine Ausnutzung des arsenhaltigen Schlammes nicht lohnen, ob dies bei weiterem Fortschreiten der chemischen Technik nicht auch noch möglich wird, muss die Zeit entscheiden.

#### Giftige Abfälle im Allgemeinen.

Häufig gelangen chromsaure Salze, Kupfersalze, Bleisalze oder Metallsalze überhaupt, wenn auch gewöhnlich nur in geringerer Menge in die Abfallflüssigkeiten. Dieselben werden hier gemeinsam unter obiger Aufschrift zusammengefasst, um hervorzuheben, dass diese Stoffe durchaus keine andere Scheidung beanspruchen. Sollen diese Abfallstoffe nicht für sich gesammelt werden, so können dieselben gemeinsam mit Arsen der gleichen Behandlung mit Kalk, eventuell etwas Eisenvitriol unterzogen werden; die Metalloxyde werden unlöslich niedergeschlagen und die meisten der hier in Betracht kommenden Säuren bilden bei Ueberschuss von Kalk leicht abscheidbare Verbindungen. In besonderen Fällen hat jedoch der mit der Technik vertraute Chemiker den entscheidenden Rath zu ertheilen.

#### Pflanzen-Farbstoffe.

Auch hier bewirkt ein Uebermass von Kalk, welcher in der Form von Kalkmilch zugesetzt wird, bald Abscheidung, entweder fällt der gesammte Farbstoff sofort mit nieder oder erst nach etwas Umrühren oder nach einigem Stehen an der Luft, indem der sich noch abscheidende kohlensaure Kalk dann die Farbstoffe mit niederreisst. In der Regel genügen 12—24 Stunden

zur völligen Entfärbung, so dass man das überstehende, fast farblose, nur noch wenig Kalk haltende Wasser ablassen kann. Bei grossem Betriebe würden wiederum Wechselgruben zu empfehlen sein.

Sollte jedoch der Fall vorkommen, dass das die Farbstoffe enthaltende Abfallwasser schon für sich alkalisch ist, so genügt sehr häufig ein Zusatz von roher Salzsäure bis zum Verwalten, um den Farbstoff zu scheiden und, wenn nöthig, dann noch weiterer Zusatz von Kalk; auch der Zusatz von etwas Eisenvitriollösung befördert oft die Abscheidung. Immerhin ist festzuhalten, dass schliesslich wieder der Kalk schwach vorwalte.

Bei werthvollen Farbstoffen lohnt es sich reichlich, sie für sich zu scheiden und den Absatz wieder zur chemischen Scheidung zu bieten, wie in dem vorangehenden Berichte aus England auch erwähnt wurde. Schliesslich sei nochmals hervorgehoben, dass man auch bei dem Zusatze von Kalk vorsichtig sein sollte, gewöhnlich genügen schon äusserst geringe Mengen zur Scheidung und das Mehr ist in jeder Beziehung wenigstens unnöthig.

Die sämtlichen Scheidungen solcher Abfallflüssigkeiten gehen demnach darauf hinaus, die in der Natur namentlich mit den kohlensauen Salzen vorgenommene Klärung und Reinigung des Wassers durch das noch rascher wirkende Kunstproduct des gelöschten Kalkes zu bewerkstelligen, wobei dann schliesslich stets eine überschüssigen Kalk enthaltende, sonst aber verhältnissmässig schon reine Wassermasse erhalten wird.

Erwähnt wurde schon früher, dass bei grossen Mengen des nur Kalk im Uebermass enthaltenden Wassers ein Sammelbecken, kleiner Teich, zuerst es aufnehmen sollte, um hier die sehr bald eintretende Ablagerung von kohlensaurem Kalk zu bewirken, dass aber auch schon ein etwas weiterer Lauf bis zum öffentlichen, fliessenden Wasser die Abscheidung bewirkt. Jedenfalls ist zu verlangen, dass das ablaufende Wasser klar, ohne trübende Theile, sei, da es ja gerade darauf ankommt, diese unlöslich abgeschiedenen Theile abzulagern und sofort zu beseitigen.

## Salzführendes Abfallwasser.

Es sind hier namentlich Abfälle der Salinen u. dergl. zu verstehen. Sind es nicht besonders auffallende Mengen von Salzen, namentlich von Kochsalz in Lösung, und das in der Nähe befindliche fließende Wasser nicht zu klein, so ist gegen den directen Zufluss wenig einzuwenden, da hierdurch die Mischung wenig geändert wird und keinerlei Nachtheil für den gewerblichen Gebrauch entsteht. Grosse Massen sind natürlich auch zu verwerfen, und namentlich Abfälle von Chlormagnesium, Chlorcalcium, d. h. sogenannter Mutterlaugensalze. Letztere machen das Wasser hart und unbrauchbar für die meisten Gewerbe und wirken namentlich auch nachtheilig den Süßwasserfischen.

Solche Abfälle zu scheiden oder zu verwerthen, würde Aufgabe der chemischen Fabriken sein, geben diese sie jedoch selbst ab, d. h. als für sie nicht nutzbar, so muss unbedingt verlangt werden, dass sie in Sickerteiche gelangen, d. h. in, der Menge des Abfalles entsprechend grossen Sammelbasins mit durchlassenden Boden, so dass die Salze zwar hier in den Boden gelangen, die Nachtheile aber dadurch eben örtlich beschränkt und der Schaden ebenso örtlich bemessen und gedeckt werden kann.

Wenn man hierbei abermals dasjenige Abfallwasser scheidet, was nicht salzführend ist, wird sich die Masse des in die Sammelteiche einzuführenden wesentlich verringern, und je grösser die Industrie, desto grösser werden auch die Forderungen für solche Verbesserungen sein müssen.

Vergleicht man diese hier und anderwärts gemachten Erfahrungen mit den Zuständen in Fabrikdistricten an kleinen Bächen und Flüssen, so ist der Ausspruch wohl nicht zu umgehen, dass bis jetzt sehr wenig oder nichts gethan wird, um den Verunreinigungen öffentlicher Gewässer entgegen zu treten. Diese soeben besprochenen Fälle der Reinigung und Scheidung der Abfallwasser stehen noch völlig vereinzelt da und dennoch sind die zuerst zu empfehlenden Einrichtungen zur Reinigung weder kostspielig noch schwer, auch in der Unterhaltung.

Es ist anzuerkennen, dass auch in Deutschland mehr und mehr Aufmerksamkeit der Entvölkerung des Fischwassers zugewendet wird, dass man an vielen Orten zweckmässige Anordnungen über Schonzeit, wie bei der Jagd, versuchsweise oder bleibend eingeführt hat, aber ein sehr wichtiger, der Fischzucht entgegentretender Uebelstand liegt in den Verunreinigungen der Flüsse durch Abfallstoffe der mannichfachsten Art, deren Verwendung für Zwecke der Düngung oder wiederum im Gewerbe sogar nationalökonomisch gefordert werden muss! Allgemein gültige Regeln hier aufzustellen, ist vielleicht schwer, aber bis jetzt geschieht auch fast gar nichts dagegen, und diesem Zustande muss in der kürzesten Zeit auch gesetzgeberisch entgegen getreten werden.

Die Grundlagen dürften sich wohl in den folgenden Punkten vereinen lassen:

Verunreinigungen irgend nachtheiliger Art dürfen öffentlichem Wasser nicht zufließen.

Bei den verschiedensten Gewerben ist eine Scheidung der eigentlich verunreinigten Wasser von dem einfachen Spülwasser zu verlangen, das erstere aber Reinigungsverfahren zu unterwerfen und zwar entweder

auf mechanische Weise durch einfache Ablagerung der schwebenden Stoffe oder gleichzeitig auch auf chemische Weise.

Beide Reinigungsweisen bedürfen der Begütachtung und Beobachtung durch die Gesundheitsbehörden, die Veranlassung und erste Einleitung der Untersuchung ist am Geeignetsten durch die Fabrikinspectoren zu bewirken.

Das Waschen gefärbter Gegenstände in öffentlichem Wasser ist überhaupt zu untersagen, da es weit geeigneter und mit weit weniger Wasser durch bessere Vorrichtungen bewirkt werden kann, wobei das Abfallwasser dann weiterer Reinigung zu unterziehen ist.

In den meisten Fällen genügt die Kalkscheidung und ist auf eine weitere Verwendung der Ablagerungsstoffe hinzuwirken.

Esenso wenig gehören die Abfallstoffe der Aborte in die öffentlichen Wässer, da dieselben einen viel zu hohen Düngewerth besitzen und weit geeigneter für diese Zwecke Verwendung finden.

## XI. Prüfung des Wassers.

### Specificsches Gewicht.

Quellen von gewöhnlicher Mischung, welche von 100,000 Th. Wasser 4—50 Theile festen Rückstand ergeben, besitzen in der Regel ein specificsches 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.

### Farbe, Geruch, Geschmack des Wassers und schwebende Stoffe.

Bei der Verwendung von Quellwasser ist meistens diese Prüfung unnöthig, da weder Färbung, noch Trübung u. dergl. zu bemerken sind. Bei verunreinigtem Wasser, sei es durch die nächstliegende Umgebung oder durch jeweilige Zuflüsse anderer Natur, vielleicht nur vorübergehend, wird aber eine weitere Untersuchung in dieser Beziehung oft angezeigt.

Die gleich anfangs besprochene Forderung der Wiener Commission verlangt, dass das Trinkwasser klar, farb-, geruch- und geschmacklos sein solle und gewiss sind diese Forderungen vollständig richtig.

Bei Fäulniss oder dem Zuflusse der Erzeugnisse derselben tritt namentlich der Geruch nach Schwefelwasserstoff auf, welcher

schon in der kleinsten Menge auch einen höchst unangenehmen Geschmack bewirkt. Hierbei ist es sehr häufig nicht möglich, den Schwefelwasserstoff allein zu erkennen; es tritt ein Geruch von gemischten Gasen auf, vielleicht mit Kohlenwasserstoff, Phosphorwasserstoff in Spuren gemengt, jedenfalls fehlt der frische Geschmack, so dass Geruch und Geschmack diese Art Umsetzung gleichzeitig kennzeichnen. Enthält Wasser schwefelsaure Salze in nur etwas grösserer Menge und organische Substanz, so entsteht sehr leicht Schwefelwasserstoff, oft schon durch den Kork veranlasst; noch leichter tritt diese Umsetzung ein, wenn gleichzeitig Eisenoxydsalze zugegen sind.

Versetzt man derartiges Wasser mit wenigen Tropfen Bleizuckerlösung, sodann mit Salpetersäure bis zum Vorwalten, so scheidet sich alsbald schwarzes Schwefelblei aus; bei Spuren von Schwefelwasserstoff oder alkalischen Sulfiden tritt hierbei nur dunkle Färbung ein. Frei vorhandenen Schwefelwasserstoff kann man durch Aufdecken von Papier, welches mit etwas Bleizuckerlösung getränkt ist, sehr leicht und sicher nachweisen, wiederum durch Schwärzung des Bleisalzes. Man kann auch einen Streifen derartigen Papiere in den noch ungefüllten oberen Raum der Flasche, welche das zu prüfende Wasser enthält, einhängen und nach längerer Zeit die Färbung bemerken; ebenso hängt man solche Papierstreifen in Pumpbrunnen ein, in Quellenräume und beobachtet hierdurch sehr scharf dieses allgemeine Erzeugniss der Fäulniss.

Um die Klarheit und Farblosigkeit eines Wassers zu ermitteln bedient man sich sehr geeignet etwa 60 Centimeter langer und 2—3 Centimeter weiter Glasröhren, welche unten möglichst eben zugeschmolzen sind. Reines Quellwasser zeigt sich dabei fast ohne jede Färbung und völlig klar, während schon geringe Färbungen sofort deutlich hervortreten.

Schwebende und trübende Theile im Wasser lagern sich bei Ruhe ab, jedoch ist es nöthig, dass man nicht zu wenig, etwa 2000 C. C. Wasser nimmt, selbst starke Trübungen bis zur völligen Unklarheit beruhen meist nur auf äusserst geringen Mengen schwebender Stoffe, sodass behufs weiterer Bestimmung

und mikroskopischer Prüfung eine etwas grössere Menge derselben sehr erwünscht ist. Hiesiges Flusswasser in völlig trübem Zustande, vom aufgeschwemmten Thon und Sand roth aussehend, brauchte zur Klärung über 3 Wochen Zeit, jedoch opalisirte das Wasser auch dann noch. Die Menge der trübenden Theile betrug dabei nur 0,3 in 100,000 Th. Wasser.

Wesentlich beschleunigt wird die Ablagerung der schwebenden Stoffe durch die von Finkelnburg in Anwendung gebrachten spitz zulaufenden Gläser von gleichem Inhalte.

Nach genügender, möglichst vollständiger Klärung wird das Abgelagerte auf gewogenem Filter gesammelt und nach dem Trocknen bei 100° das Gewicht ermittelt. Die verbrennliche, organische Substanz ergibt sich sodann als Glühverlust; es hinterbleiben gewöhnlich Thon und Sand, jedoch auch sehr häufig die Kieselgerüste der Diatomaceen, welche mikroskopisch bestimmt werden können; wenn nöthig, beseitigt man erst die in Salzsäure löslichen Theile, um diese Kieselgerüste um so reiner zu haben.

Selbst sehr reines Quellwasser enthält in den trübenden Theilen leicht Diatomaceen und ähnliche Pflanzenformen, so dass die Anwesenheit dieser Organismen keineswegs vorerst als auffällige Verunreinigung zu bezeichnen ist. Sobald das Wasser reicher ist an zersetzbaren Stoffen, treten allerdings die niedrigsten, lebenden Wesen pflanzlicher oder thierischer Natur in bedeutend verstärkter Masse auf. Bekannt ist es ferner, dass selbst in reinstem Wasser nach einigem Stehen, oft begünstigt durch Einwirkung des Lichtes, Organismen entstehen, deren Keime entweder schon in dem Wasser vorhanden waren oder namentlich aus dem Staube der Luft entstammen, in welchem man stets dieselben beobachten kann.

Von bekannten Diatomaceen habe ich häufiger die in Fig. XVII.—XXIII. gegebenen, nach Rabenhorst gezeichneten Algen beobachtet, welche oft in wirklich in Zersetzung begriffenem Wasser vorzukommen pflegen, meist mit Diatomaceen vereint und oft mit Gallerte umhüllt.

### Abdampfrückstand.

Man verdunstet 100—200 Cub. Cent. = grm. — Wasser in Platin oder Porzellan zur Trockne und setzt den Trockenrückstand längere Zeit einer Temperatur von 100° C. aus, bis zu constantem Gewicht, lässt ihn im trocknen Raume erkalten und wiegt.

Die Ermittlung 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 kohlen saurem 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.

**Organische Substanz.**

Die Bestimmung führe ich bis jetzt nach dem zuletzt von Kubel<sup>1</sup> 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 vorrätzig gehalten.

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

**Ueermangansaures 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 einer  $\frac{1}{10}$  Cub. Cent. zeigenden Bürette noch Chamäleonlösung zugegeben bis zur schwachen, bleibenden Röthung.

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

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

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

und Kubel entspricht 1 Th. übermangansaures Kali  
5 Theilen sog. organischer Substanz.

### Prüfung.

100 Cub. Cent.<sup>1</sup> des zu prüfenden Wassers werden bis etwa  $\frac{2}{3}$  eingekocht, um den kohlelsauren 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 titirt 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. Oxalsäurelösung 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.

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

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

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

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

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  $\frac{1}{100}$  Norm. Oxalsäure, und ändert sich dann die Bereitung der Flüssigkeit folgend:

#### $\frac{1}{100}$ Normal-Oxalsäure.

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

#### Uebermangansaures Kali.

0,32—0,34 gm. 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  $\frac{1}{100}$  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 Brunnenwasser, 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 Unterschiedes von Glühverlust und durch Chamäleon bestimmter organischer Substanz, ersterer betrug (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 unmittelbarer Nähe eines fauligen Teiches.

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

#### 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.

**Bruceinlösung.** Man schüttelt Brucein mit Wasser, so dass noch wenig Brucein ungelöst bleibt. 1 Th. Brucein 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.<sup>1</sup> Man nimmt mittelst 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 in 100,000 Wasser, erscheint die intensive Röthung und Rosa-färbung 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. für 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 in 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. in 100,000 Th. Wasser angiebt. Sehr

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

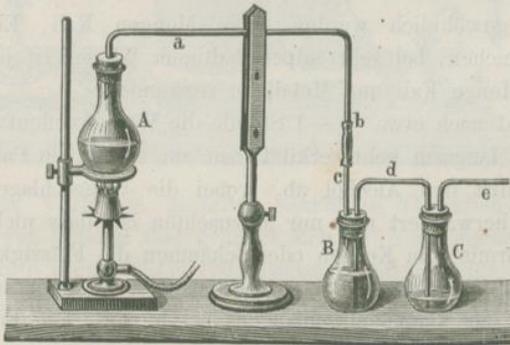
leicht kann man bei einiger Uebung direct, wie nach dem Abdampfen von 1 Cub. Cent. Wasser, annähernde Mengenbestimmungen ausführen, welche in wenigen Minuten einen Einblick in diese wichtigen Theile zur Beurtheilung von Trinkwasser gestatten, bei eintretender Reaction sogar unmittelbar die Verwerfung ermöglichen.

Die Brucinreaction tritt gleichmässig bei  $N^2O^3$  u.  $N^2O^5$  auf, jedoch kann ich für jetzt der Unterscheidung dieser beiden in Beziehung auf diese Wasseruntersuchungen kein grosses 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 behandelt. Auf 0,54 gm. 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  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde ruhig verbleiben; sehr bald tritt eine ziemlich lebhaft entwickelte Entwicklung von Wasserstoffgas ein.

Aus den Kolben A geht eine gewöhnliche, rechtwinkelig gebogene Gasleitungsröhre a, welche bei b durch Cautchoukschlauch mit den beiden etwa gleich grossen Kolben B und C verbunden wird. Die die Verbindung bewerkstellende 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 zweischenkellige, 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  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde die Wasserstoffentwicklung 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.

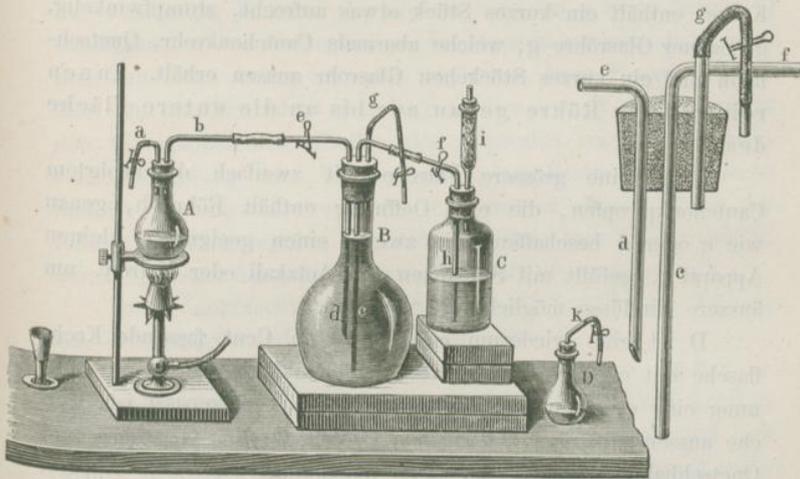
Nach Beendigung der ersten Destillation entfernt man die vorgeschlagene Säure und erneut dieselbe, sowie den Alcohol in

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 Titirmethode bestimmt.  
0,5 grm.  $\text{KNO}^3$  = 0,269 grm.  $\text{N}^2\text{O}^5$  gaben nach gleichem Verfahren 0,270 grm.  $\text{N}^2\text{O}^5$  = 100 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.

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, gebogener 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 Wasserstoffentwicklung an, welche nur langsam Gas abgibt, und bei g einen Sauger;\*) 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 Wasserstoffentwicklung wird bei den folgenden Versuchen gebraucht und ist deshalb stets vorrätbig, 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 Wassers 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,

\*) 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.

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 nehmend, um jeden Augenblick das Cautchoukrohr schliessen zu können. Man lässt nun fast die sämtliche 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 Gasentwicklung 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 sämtliches 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 titirt 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 Theilen Salpetersäure auf 1 Million Theile Wasser reiht sich vollständig den bekannnten Resultaten von Berlin, Leipzig u. s. w. an. Bei dem Glühen des Abdampfrückstandes von diesem Wasser entweichen 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 ver-

schiedenen 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.

Beide Methoden der Bestimmung der Salpetersäure als Ammoniak, wie als Stickoxydgas sind sehr genau und betreffen thatsächlich nur die Salpetersäure oder salpetrige Säure, welche hierbei gleichzeitig ermittelt und als Salpetersäure in Rechnung gestellt wird. Am Genauesten ist unbedingt die Bestimmung der Salpetersäure als Ammoniak, während die Methode als Stickoxydgas sich namentlich dann eignet, wenn man zahlreiche Versuche in rascher Folge ausführen will.

Die Methode mit Indigolösung giebt bei Controlversuchen mit reiner salpetersaurer Salzlösung gleichfalls sehr übereinstimmende und richtige Zahlen; bei der wiederholten Prüfung natürlicher Gemenge, wie hier bei verunreinigtem Wasser sie vorkommen, habe ich jedoch grosse Verschiedenheiten beobachtet, so dass beispielsweise ein und dieselbe Wasserprobe ganz andere Zahlen bei sonst gleicher Ausführung des Versuches, lieferte.

Für gewöhnlich dürfte, wie schon früher hervorgehoben, es dann genügen, vergleichende Versuche mit Brucinlösung anzustellen; sehr leicht eignet man sich die Sicherheit der Probe zu, dass man nach der Färbung auch eine annähernde Mengenbestimmung aussprechen kann, namentlich wenn man gleichzeitig Salpeterlösung von bestimmtem Gehalte als Gegenprobe wählt und sorgsam darauf achtet, dass die Tropfen vom Wasser gleich gross genommen werden, ebenso die Zahl der Schwefelsäuretropfen u. s. w., d. h. man übt sich entsprechend in der möglichst gleichmässigen Anstellung der Proben.

#### Salpetrige Säure.

Qualitative Prüfung. 100—1000 C.C. Wasser werden mit reiner, concentrirter Schwefelsäure angesäuert und sodann Jodzink-Probeklösung oder Jodkaliumstärke zugefügt. Bei Anwesenheit salpetriger Säure entsteht nach kurzer Zeit Bläuung der Stärke.

Die Jodzink-Stärke­lösung wird bereitet, indem man überschüssiges Zink mit Jod und Wasser bis zur Farblosigkeit digerirt, filtrirt und dem Filtrat etwas Stärke (1 Th. Stärke, 10—12 Th. Jodzink) zufügt. Bei gelinder Digestion löst sich allmählich die Stärke. Einfacher ist die Vermischung von etwa 1 Th. Jodkalium mit 10—20 Th. Stärke, man kann mit Wasser zur Kleisterbildung erwärmen und damit Papier überstreichen, welches dann vor Licht geschützt aufzubewahren ist. In die, mit Schwefelsäure versetzte, angesäuerte Flüssigkeit giebt man sodann ein Stückchen Jodkaliumstärkepapier oder rührt etwas Jodkaliumstärke ein; bei Anwesenheit von salpetriger Säure entsteht sofort oder nach einigen Minuten Bläuung der Stärke.

Bei der oben angegebenen einfachen Probe auf salpetrige Säure wurden 100—1000 Cub. Cent. Wasser vorgeschrieben wegen der oft sehr geringen Menge derselben. Da Chlor, Brom, überhaupt leicht veränderliche Substanzen gleichfalls die Jodstärke­reaction hervorrufen können, ist das Eintreten derselben nicht sofort auf salpetrige Säure zu beziehen, jedenfalls aber ein unverkennbares Zeichen, dass eben so leicht Zersetzungen bewirkende Stoffe vorhanden sind, welche der Gesundheit nur nachtheilig sein können.

Schon die qualitative Nachweisung der salpetrigen Säure ist daher entscheidend, das betreffende Wasser als völlig ungeeignet für den Genuss zu bezeichnen. Eine quantitative Bestimmung halte ich bis jetzt für völlig unnöthig, da die Methoden dazu in derartigen, hier vorliegenden Gemischen keineswegs den sicheren Schluss gestatten, dass die Bestimmung auch wirklich salpetrige Säure betrifft und dieselbe stets mit als Salpetersäure ermittelt wird.

#### Ammoniak.

Qualitative Prüfung. Sie geschieht am geeignetsten nach Nessler.

Man löst\*) 2 grm. Jodkalium in 5 Cub. Cent. Wasser auf und fügt der Lösung unter Erwärmen so viel Quecksilberjodid

\*) S. Kubel S. 28.

zu, dass zuletzt etwas ungelöst hinterbleibt. Nach dem Erkalten wird die Lösung mit 20 Cub. Cent. 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 ca. 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.

Sollte hierbei in dem Wasser schon durch Zusatz der Natronlauge ein stärkerer Niederschlag entstehen, wie es bei stark verunreinigtem Wasser leicht vorkommt, so ist es besser, vor dem Zusatz des Nessler'schen Reagens zu filtriren und dann erst zu der einen Probe letzteres zuzufügen. Diese Prüfung lässt die kleinsten Mengen Ammoniak noch deutlichst erkennen.

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

#### Quantitative Bestimmung.

500 Cb. 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.

Die mehrfach eingeführte Scheidung des in dem Wasser vorhandenen Stickstoffes als organischen und anorganischen, letzterer in der Form von Ammoniak und Salpetersäure vorhanden, ersterer als Eiweisstoff u. s. w., kann ich vorläufig noch nicht für nothwendig erachten. Einmal lassen sich gegen die Bestimmungsweisen noch gewichtige Einwendungen machen; nicht gegen die Ermittlung der Salpetersäure oder des Ammoniaks, denn, wer genaue Ergebnisse erzielen will, gebraucht die genauesten Untersuchungsweisen und gebraucht derselbe sie nicht, so sind ja die Einwände gegen weitere Folgerungen noch mehr berechtigt. Die Annahme, dass die meist unendlich kleinen Verschiedenheiten bei einem Mehrgehalte an Stickstoff, nach Art der Elementaranalyse ermittelt, auf Eiweiss zu berechnen seien, albuminoide Stoffe u. dergl. mehr, ist nicht nur sehr anzuzweifeln, sondern fördert die Kenntniss der Lage auch nicht und verlangt nur mehr und mehr Versuche, während es die Aufgabe sein und bleiben muss, mit möglichst wenigen, aber sicheren Untersuchungen ein Urtheil zu begründen.

Findet sich Ammoniak überhaupt als Bestandtheil des Wassers in mehr wie millionenfacher Verdünnung, so sind faulende, Ammoniak liefernde Stoffe zugegen und das Wasser jedenfalls gesundheitlich zu verwerfen. Der Nachweis des Ammoniaks ist leicht und sicher und die Folgerung daraus desgleichen.

#### 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.

Für die letztere Bestimmung des Chlors gebraucht man  $\frac{1}{10}$  Normalsilberlösung, welche durch Lösung von 17,0 G.  $\text{AgNO}_3$  in 1 Liter Wasser bereitet wird oder von 10,8 G. chemisch reinem Silber in Salpetersäure, Verdunsten der freien Säure und Lösen des Rückstandes in gleichfalls in oder bis auf 1 Liter Wasser.

Zur Erkennung der Reaction gebraucht man neutrales chromsaures Kali, 1 Th. zu etwa 20 Th. Wasser.

Man nimmt 50 Cub. Cent. des zu prüfenden Wassers, fügt einige Tropfen der Lösung des chromsauren Kali's zu und tropft sodann so lange von der Silberlösung bis der Niederschlag anfängt sich röthlich zu färben, d. h. bleibend auch beim Umrühren der Flüssigkeit. Einige Proben verleihen sehr bald Gewandtheit und grosse Genauigkeit der Bestimmung.

Vervielfältigt man die Anzahl der verbrauchten C. C. Silberlösung mit 7,1, so ergiebt dies den Gehalt an Chlor in 100,000 Theilen Wasser, oder mit 11,7 das vorhandene Chlornatrium, da fast stets das Chlor in diesem Salze gebunden vorkommt; jedoch findet sich in mehr verunreinigtem Wasser oder sehr chloridhaltigem auch oft Chlorcalcium oder Chlormagnium.

Bei der Bestimmung der Schwefelsäure ziehe ich bis jetzt die Fällung des schwefelsauren Baryts vor, sie ist unbedingt die genaueste und schliesst unter den hier gegebenen Verhältnissen Fehler überhaupt aus.

**Kalk und Talkerde.**

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

1 Th. kohlensaurer Kalk —  $\text{CaCO}_3$  — entspricht 0,56 Th. Kalk = CaO.

Das Filtrat von 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  $\text{Mg}^2\text{P}^2\text{O}^7$ . 1 Th. derselben entspricht 0,363 Th. Magnesia = MgO.

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

**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.

Bei der äusserst leichten und doch mit sicheren Ergebnissen verbundenen Bestimmungsweise von Kalk und Talkerde durch die Fällung ziehe ich es stets vor, diese derart zu ermitteln.

Die Bestimmung der Härte durch Seifenlösung führt zwar bei Uebung und sorgfältiger Ueberwachung oft auch zu genauen Ermittlungen, allein einmal verlangt dieselbe in der That mehr Uebung in derartigen Aufgaben und dann werden die Ergebnisse

um so ungenauer, je härter das Wasser ist und namentlich je mehr Talkerde neben Kalk sich vorfindet. Die dann vorgeschriebene Verdünnung hebt diese Uebelstände keineswegs auf. Bei einigemassen wichtigeren Fällen müssen Vergleichsversuche angestellt werden und diese haben mir wiederholt sehr andere Zahlen geliefert, als die Seifenlösung sie ergeben. Die Titrirung durch Seifenlösung hat jedoch den gern anerkannten Vortheil, zwei Bestimmungen — Kalk und Talkerde — auf eine zu beschränken und als Titriranalyse hier jede Wägung, Glühung u. s. w. zu beseitigen, demnach ein Ergebniss in wenigen Minuten zu liefern, was ausserdem erst nach weit längerer Zeit, allerdings weit sicherer, zu erlangen ist.

Bei der, namentlich für technische Zwecke sehr eingebürgerten Bestimmungsweise halte ich die auch von Kubel und Tiemann anerkannte Vorschrift von Clark, mit der Tabelle von Faisst und Krauss für die geeignetste.

#### Titrirflüssigkeiten.

**Kaliseife.** 150 Th. Bleipflaster werden auf dem Wasserbade erweicht\* und mit 40 Th. reinen kohlen-sauren Kali's verrieben, bis eine völlige gleichförmige Masse entstanden ist. Man zieht dieselbe mit starkem Alcohol aus, lässt absetzen, filtrirt die Flüssigkeit, wenn sie nicht vollständig klar ist, destillirt von dem Filtrate den Alcohol ab und trocknet die zurückbleibende Seife im Wasserbade.

**Lösung von Chlorbaryum.** 0,523 g. reine trockne Chlorbaryumkrystalle —  $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  — werden in destillirtem Wasser gelöst und bis auf 1 Liter genau aufgefüllt; 100 C. C. dieser Lösung enthalten die 0,012 g. CaO oder 12 deutschen Härtegraden entsprechende Menge Baryum.

**Titrirte Seifenlösung.** 20 Th. der oben angegebenen Kaliseife werden in 1000 Th. Alcohol von 56° Tr. (Volumprocent) gelöst.

\*) Aus Kubel und Tiemann, Anleitung zur Untersuchung von Wasser, entnommen.

Hierauf nimmt man ein ziemlich enges und dadurch hohes Glas mit gutem Glasstöpsel von circa 200 C. C. Inhalt, giebt 100 C. C. der Chlorbaryumlösung in dasselbe und lässt nun die alcoholische Seifenlösung aus einer circa 50 C. C. Burette, welche in  $\frac{1}{10}$  C. C. getheilt ist, zutropfen, unter öfterem Unterbrechen und Umschütteln der Flüssigkeit im Glase. Man beobachtet scharf, ob ein bleibender Schaum entsteht; derselbe soll mindestens 5 Minuten fast völlig unverändert sich halten. Wenige Wiederholungen des Versuches schaffen die nothwendige Uebung und sobald das bestimmte Ergebniss erzielt ist, wozu etwas weniger als 45 C. C. der Seifenlösung nöthig werden, verdünnt man die letztere mit Alcohol von 56° Tr. soweit, dass 45 C. C. der verdünnten Flüssigkeit genau 100 C. C. der Chlorbaryumlösung entsprechen, d. h. dass erst dann haltbarer Schaum entsteht.

Als Beispiel diene, dass die Probeversuche 15 C. C. der bereiteten Seifenlösung zu 100 C. C. Chlorbaryumlösung verbrauchten, so müssen je 15 C. C. mit noch 30 C. C. des Alcohol von 56° Tr. verdünnt werden, um die erwünschte Stärke des Titres zu erlangen.

#### Gesamthärte.

100 C. C. des Wassers werden in dem oben erwähnten cylindrischen Schüttelglas von circa 200 C. C. Inhalt mit titrirter Seifenlösung allmählich und so lange versetzt, bis 5 Minuten lang haltender, bleibender Schaum oben entsteht. 45 C. C. der Seifenlösung entsprechen 12 Th. Gesamtkalk oder 12 deutschen Härtegraden in 100,000 Th. Wasser.

Verbraucht man zu 100 C. C. Wasser mehr als 45 C. C. Seifenlösung, so kann durch die 12 Grade übersteigende Härte leicht eine grössere Ungenauigkeit in die Bestimmung kommen; man verdünnt dann die Wasserprobe so, dass 45 C. C. Seifenlösung mindestens reichen oder nicht verbraucht werden; nimmt demnach nur 10—20—30—50 C. C. des zu prüfenden Wassers und verdünnt dasselbe mit 90—80—70 C. C. destillirten Wassers auf 100 C. C.; hierauf wird erst mit Seifenlösung titirt und dies Ergebniss durch 2 oder 3 Versuche gesichert. Die Wieder-

holungsversuche werden dadurch weit schärfer, dass man die durch die vorhergegangene Prüfung schon ziemlich genau bekannte Menge der Seifenlösung in einzelnen Abtheilungen zufließen lässt, jedesmal schüttelnd und endlich bei dem Zusatze der letzten C. C. tropfenweise vorgeht, um die Grenze der bleibenden Schaumbildung möglichst genau zu erkennen.

Faisst und Krauss stellten jedoch fest, dass, wenn auch das Titre der Seifenlösung derartig ist, dass 45 C. C. derselben 12 deutschen Härtegraden = 12 Th. CaO entsprechen, verdünnere Kalklösungen nicht ganz entsprechende Mengen verbrauchen bis zur bleibenden Schaumbildung. Sie haben desshalb eine Tabelle, die Versuche wiedergebend, veröffentlicht, welche diesen nicht sehr bedeutenden Unterschieden noch Rechnung trägt.

Die Seifenlösung entspricht Härtegraden:

3.4 C. C. = 0.5	26.2 C. C. = 6.5
5.4 „ = 1.0	28.0 „ = 7.0
7.4 „ = 1.5	29.8 „ = 7.5
9.4 „ = 2.0	31.6 „ = 8.0
11.3 „ = 2.5	33.3 „ = 8.5
13.2 „ = 3.0	35.0 „ = 9.0
15.1 „ = 3.5	36.7 „ = 9.5
17.0 „ = 4.0	38.4 „ = 10.0
18.9 „ = 4.5	40.1 „ = 10.5
20.8 „ = 5.0	41.8 „ = 11.0
22.6 „ = 5.5	43.3 „ = 11.5
24.4 „ = 6.0	45.0 „ = 12.0

Diese Uebersicht steigt um 0.5 Grad und gestattet schon eine meist hinreichende Genauigkeit, stellt man jedoch den Unterschied der verbrauchten Seifenlösung zwischen diesen Bestimmungen fest, so bezieht sich derselbe überall auf 0.5 Grad und kann auf Zwischentheile durch einfachen Vergleich übertragen werden. Z. B. bei 1 und 1.5 Grad beträgt der Unterschied der verbrauchten Seifenlösung 2 C. C., wurden nun statt 5.4—6 C. C. Seifenlösung verbraucht, so beträgt der Unterschied nur 0.6 C. C.  $2 : 0.5 = 0.6 : x = 0.15$ , dieselben entsprechen demnach 1.15 Härtegraden u. s. w.

Diese Aufstellung bringt in die Bestimmungen der Härte noch grössere Genauigkeit und da härtere Wasser als 12 Grad überhaupt verdünnt werden sollen, genügt sie für alle Fälle.

#### Bleibende Härte.

Dieselbe wird bestimmt, indem man 3—500 C. C. Wasser in einer Kochflasche mindestens  $\frac{1}{2}$  Stunde kocht, sodann das verdunstete Wasser wieder genau ersetzt, in eine Massflasche filtrirt und nun wieder wie oben mit Seifenlösung die Härte ermittelt.

Durch das Kochen sind namentlich die kohlensauren Salze von Kalk und Talkerde gefällt und beseitigt worden; die nun noch vorhandene Härte beruht auf löslich bleibenden Salzen der alkalischen Erden, auf Gyps, schwefelsaurer Talkerde oder den Chloriden und Nitraten derselben.

#### Schwindende Härte.

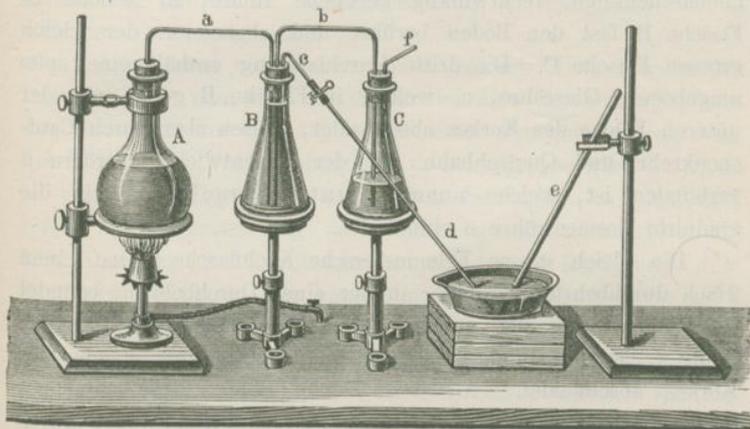
Als solche, oder temporäre, Härte wird der Unterschied bezeichnet zwischen der Gesamt- und der bleibenden Härte.

#### Bestimmung der im Wasser gelösten Gase.

Die Ermittlung der im Wasser gelösten, theilweise auch chemisch gebundenen Gase, wie dieselben durch Kochen des Wassers ausgetrieben werden können, gewinnt immer mehr Bedeutung, weil durch die Mischung derselben andere Verhältnisse weit bestimmter erkannt werden können, als durch die nicht weniger umständliche Ermittlung faulender Stoffe, vorhandener Eiweisskörper (?) u. dergl. mehr. Jedes natürliche Quell- oder Flusswasser hat Gase gelöst, schon durch die Berührung mit der Luft. Es treten ein Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, welche letztere grossentheils in mehr oder minder lockere Verbindung gelangt. Der Sauerstoff dient ferner zur Oxydation und sind leicht oxydirbare Körper in dem Wasser vorhanden; so verbrauchen diese dieses Element, welches dann nicht in der gewöhnlichen Menge mehr auftritt.

Die Lösungsverhältnisse für O und N finden Ausdruck in den sog. Lösungscoefficienten. 1 Liter Wasser von gewöhnlicher Wärme löst etwa 25 C. C. N und 46 C. C. O. Die Versuche Bunsens ergaben das Verhältniss beider, wie etwa 1 : 2 im Wasser; ich habe wiederholt 1 : 2.3 gefunden.

Um derartige Versuche in weiterem Massstabe zu veranlassen, folgt hier noch die von mir befolgte Methode der Ausbreitung und Ermittlung der aus Wasser durch Kochen austreibbaren Gase.



Der dazu nöthige Apparat ist von folgender Einrichtung:\*)

Flasche A enthält das zu untersuchende Wasser; sie fasst 1 Liter oder 100 Cub. Cent., je nach Bedürfniss, oder kann unmittelbar durch die betreffende Flasche Wasser — Sodawasser u. dergl. — ersetzt werden; in letzterem Falle wird die Verbindung mit dem weiteren Apparate durch die bekannten Hähne mit Schraube und Wechselhahn hergestellt. Der Haltbarkeit der Flaschen wegen geschieht dann das Erhitzen im Paraffinbade; für gewöhnlich genügt eine der gebräuchlichen Kochflaschen, vollständig mit Wasser erfüllt, deren Inhalt vor- oder nachher bestimmt wird.

\*) Vergl. Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie 11. Jahrg. Hft. 3.

Flasche B dient als Gasometer und nehme ich jetzt für B und C gleich grosse Erlenmeiersche Kochflaschen, etwa  $\frac{3}{4}$  Liter fassend. In Flasche B befindet sich ein 3fach durchbohrter Kork. In die eine Durchbohrung wird eine Gasentwicklungsröhre, a, eingepasst, deren längerer Schenkel fast bis zum Boden der Flasche B langt, etwa noch 3—4 Centimeter von demselben entfernt endend, der andere kurze endet in einem Korke, welcher auf die das Wasser enthaltende Flasche passt, oder bei Gebrauch des Hahnes auf diesen. Die zweite Durchbohrung enthält eine gleichschenklige, rechtwinklig gebogene Röhre, b, welche in Flasche B fast den Boden berührt und ebenso in der gleich grossen Flasche C. Die dritte Durchbohrung enthält eine spitz umgebogene Glasröhre, c, welche in Flasche B genau mit der unteren Fläche des Korkes abschneidet, aussen aber durch Cautchoukrohr und Quetschhahn mit der Gasentwicklungsröhre d verbunden ist, welche nunmehr unter Quecksilber in die graduirte Gasmessröhre e einmündet.

Die gleich grosse Erlenmeiersche Kochflasche C hat einen 2fach durchbohrten Pfropfen; in der einen Durchbohrung befindet sich Röhre b, in der anderen die etwas nach oben gebogene Röhre f, welche innen wiederum mit der unteren Fläche des Korkes abschneidet. An diese letzte Röhre giebt man zur leichteren Handhabung ein beliebiges Stück Gummiröhre, durch welche dann, wie später folgt, geblasen wird.

Der Gebrauch ist ein verhältnissmässig einfacher, leicht zu handhabender. Flasche A ist mit dem zu prüfenden Wasser gefüllt. Flasche B und auch etwas von C werden mit ausgekochtem, d. h. möglichst luftfreiem Wasser gefüllt, wozu man destillirtes Wasser vielleicht  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Stunden sieden lässt. Bläst man dann bei f, so füllt man leicht Flasche B und die Röhren a und c—d, letztere durch Oeffnen und Schliessen des Quetschhahnes, vollständig mit Wasser und passt so gefüllte Röhre a auf Flasche A fest auf; wenn nöthig, werden die Korke fest auf die Flaschen gebunden. Hierauf fängt man an zu erwärmen.

Die von A austretenden Gase gelangen in das Gasometerglas B und werden hier gesammelt, indem das dadurch verdrängte

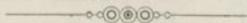
Wasser nach C übergeht. Will man dieses Gas aber nach Röhre e treiben, so öffnet man den Quetschhahn zwischen c und d und bläst bei f, wodurch das Gas, mit dem wenigen Wasser aus c—d, übergetrieben wird. Man hat es völlig in der Hand, nur Theile des Gases zu nehmen oder sämtliches u. s. w.

Zuletzt kocht das Wasser in A und endlich durch die Dämpfe auch in B, wodurch das hier etwa wieder gelöste Gas frei wird. Unterbricht man das Kochen in A, so steigt das Wasser aus B und C zurück und füllt A wieder an, so dass man leicht und sicher beobachten kann, ob hier noch Gas ist oder der Versuch beendet.

Zuletzt misst man das Gas in e und unterwirft dasselbe der Untersuchung; man absorbiert die Kohlensäure durch Kali, sodann den Sauerstoff durch später eingebrachte Pyrogallussäure. War die Kohlensäure völlig gebunden, d. h. keine weitere Abnahme an Gas durch Einwirkung von Kali zu beobachten, so giebt man sofort Pyrogallussäure in diese Kali haltende Flüssigkeit und lässt nunmehr 12—24 Stunden ungehindert in Berührung, d. h. wiederum so lange, bis keine Gasverminderung mehr wahrgenommen wird.

Man erlangt bald genug eine Uebung und verlaufen dann die Versuche rasch und sicher; die Ergebnisse stimmen bei Controlversuchen sehr gut überein und gestatten unschwer auch diese Gemische der Gase festzustellen.

Für gewöhnlich genügt es,  $\text{CO}_2$ , O und als Rückstand der Gase N zu ermitteln, in besonderen Fällen ist auch auf andere Verbindungen, z. B. Kohlenwasserstoffe u. dergl. Vorkommnisse Rücksicht zu nehmen und danach die Untersuchung zu regeln.



## Sachregister.

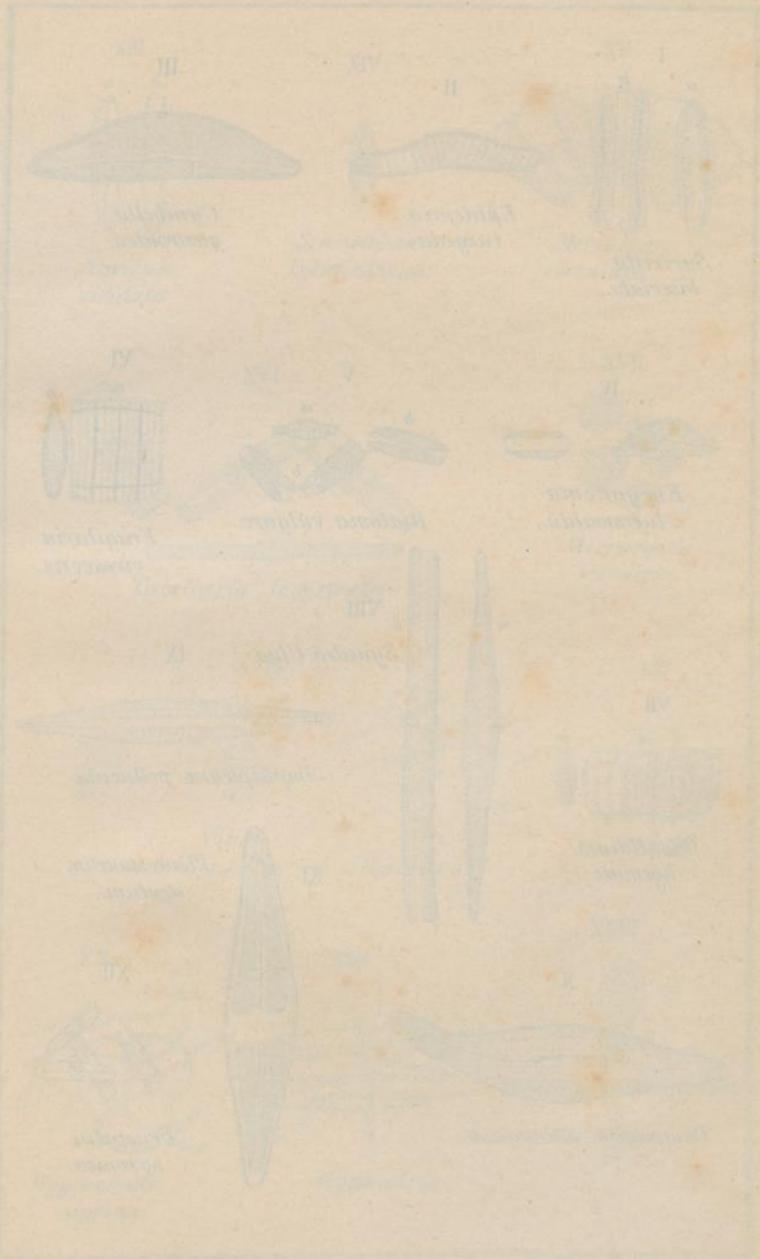
	Seite		Seite
Abdampfdruckstand, Bestimmung	138	Chlorcalcium als Klärmittel	124
„ lösliche Theile . . .	16	Chlormagnium „ „	124
„ mikroskopische Prüfung	64	Chlornatrium, mikroskop. Bild	70
„ Schwankungen b. Fluss-		Chlor, Schwankungen bei Fluss-	
„ „ wasser . . .	62	„ „ wasser . . .	62
„ „ b. Pumpbrunnen	62	„ „ b. Pumpbrunnen	62
„ „ bei Quelle . . .	62	„ „ bei Quelle . . .	62
Abfallwasser chem. Scheidung.	128	Chlor u. Schwefelsäure, Bestim-	
„ Förderung d. Reinigung	117	„ „ mung . . .	156
„ „ der Beseitigung	134	Chlorwasserstoffsäure u. Schwe-	
„ Reinigung . . . . .	108	„ „ felsäure . . .	16
„ „ durch Kalk . . .	128	Codiolum gregarium Fig. XXIII	
„ „ auf chemischem		Cymbella gastroides „ III	
„ „ Wege . . . . .	115	Diatoma vulgare „ V	
„ „ durch Ruhe . . .	113	Eisenchlorid als Klärmittel . .	124
Ablagerungsbecken . . .	113. 115	Eisenoxyd „ „ . . .	124
Alaunlösung zur Reinigung der		Eisenvitriol „ „ . . .	123
„ „ Wassers . . .	123	Encyonema Auerswaldii Fig. IV	
Alkalische Erden, Gehalt . . .	13	Epidemia turgida „ II	
Ammoniak, qualitative Prüfung	154	Farbe, Geruch u. Geschmack des	
„ „ quantitat. Bestimmung	155	„ „ Wassers . . .	135
Amphipleura pellucida Fig. IX		Farbstoffe, Abscheidung aus Ab-	
Arsenhaltige Abfallwasser . . .	110	„ „ fallwasser 117. 131	
„ „ Reinigung	130	Fassung und Quelle . . . . .	37
Basalt, Quellen . . . . .	119	Filtrirtes Wasser . . . . .	25. 100
Bittersalz als Klärmittel . . .	124	Flüsse und Quellen, Verände-	
Bleiröhren, Angreifbarkeit . . .	106	„ „ rungen . . . . .	45
Brauereiabfälle . . . . .	119	Flusswasser u. Triebwasser . 25.	91
Brucinreaction . . . . .	143	„ „ „ Wahl . . .	2
Brunnen, lauf., Veränderungen	47	„ „ Schwankung des Ab-	
„ „ u. Quelle . . . . .	47	„ „ dampfdruckstandes	62
„ „ u. Quellen . . . . .	32	„ „ des Chlors . . .	62

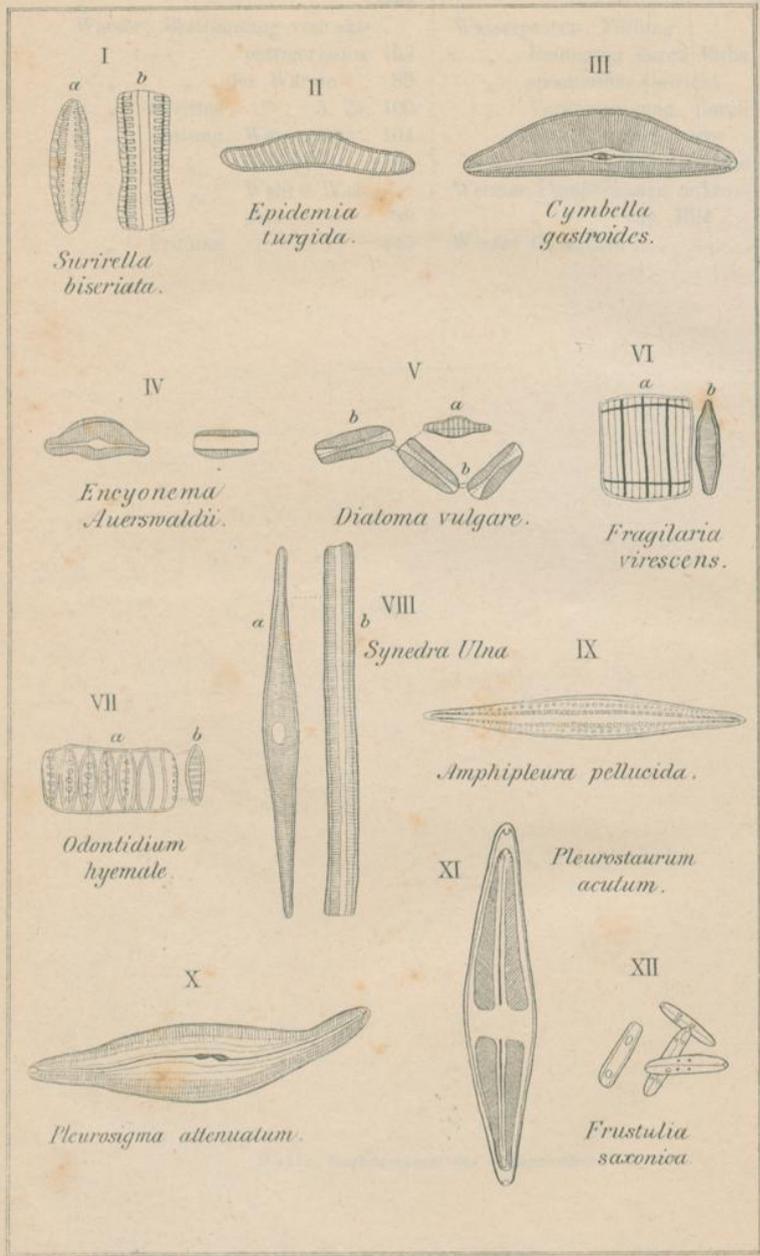
	Seite		Seite
Flusswasser, Schwankung der		Härte -Grade, deutsche, fran-	
Härte . . . . .	63	zösische und	
"    "    der Kohlens. . . . .	62	englische . . . . .	23
"    "    der organ. Sub-		"    der Quellen . . . . .	13
"    "    stanz . . . . .	62	"    Schwankungen bei Fluss-	
"    "    d. Salpetersäure . . . . .	62	"    "    wasser . . . . .	63
"    "    d. Schwefelsäure . . . . .	62	"    "    bei Pumpbrunnen . . . . .	63
"    Veränderungen . . . . .	53	"    "    bei Quellen . . . . .	63
"    Wärme . . . . .	89	Hydrocrocis cuprina Fig. XX	
Fragillaria virescens Fig. VI		Hypheotrix " XXII	
Frustularia saxonica " XII		Jenaer Pumpbrunnen, mikroskop.	
Füllung des Wassers . . . . .	2	Bild . . . . .	77
"    der Wasserproben, An-		"    "    Untersuchung . . . . .	54
"    "    weisung . . . . .	3	"    Wasserleitung, Unter-	
Gase, Bestimmung im Wasser . . . . .	162	"    "    suchung . . . . .	46
Gebirge, Einfluss auf Quellen . . . . .	7. 33	"    "    mikroskop. Bild . . . . .	73
Gebirgsformation und Quellen . . . . .	33	Kalisalpeter, mikroskop. Bild . . . . .	71
Geruch, Farbe und Geschmack		Kalk, kohlensaurer, mikroskop.	
des Wassers . . . . .	135	Bild . . . . .	67
Geschmack, Geruch und Farbe		"    u. Magnesia, Bestimmung . . . . .	158
des Wassers . . . . .	135	"    "    als Reinigungsmittel . . . . .	125
Gewicht, specif. des Wassers . . . . .	135	"    zur Reinigung von Ab-	
Giftige Abfälle, Scheidung . . . . .	131	"    "    fallwasser . . . . .	123
Glühverlust, Bestimmung und		"    schwefelsaurer, mikros-	
Bedeutung . . . . .	138	"    "    cop. Bild . . . . .	68
Gottesacker, Anlage . . . . .	87	Kohlensäure, Schwankung bei	
"    Verunreinigung der		Flusswasser . . . . .	62
"    "    Brunnen . . . . .	83	"    "    Pumpbrunnen . . . . .	62
Granit, Quellen . . . . .	33	"    "    Quelle . . . . .	62
Grenzzahlen . . . . .	28	Kreide als Klärmittel . . . . .	123
"    Werth und Gebrauch . . . . .	28	Laufende Quelle und Pump-	
Grundwasser, Trinkwasser . . . . .	96	"    "    brunnen . . . . .	38
Gyps als Klärmittel für Abfall-		Leitung u. Quelle . . . . .	35
"    "    wasser . . . . .	124	Magnesia, kohlens., mikroskop.	
"    "    mikroskop. Bild . . . . .	68	Bild . . . . .	67
Gypsquellen, mikrosc. Bild . . . . .	76	"    -Kalk, Bestimmung . . . . .	158
Härte, Bestimmung . . . . .	158	"    "    als Klärmittel . . . . .	125
"    "    mit Seifenlösung . . . . .	159	"    "    schwefels., mikroskop.	
"    "    bleibende . . . . .	162	"    "    Bild . . . . .	64
"    "    Gesamt- . . . . .	160	Material, Wahl desselben . . . . .	1
"    "    schwindende . . . . .	162	Melaphyr, Quellen . . . . .	33

	Seite		Seite
Meridion circulare Fig. XV		Pumpbr., Schwank. d. Kohlens.	62
Microcystis olivacea „ XVII		„ „ d. organ. Substanz	62
Mikroskop. Bild v. Chlornatrium	70	„ „ Salpetersäure	62
„ v. Gyps . . . . .	68	„ „ Schwefelsäure	62
„ „ Gypsquellen . . . . .	75	„ Veränderungen . . . . .	54
„ „ kohlens. Kalk . . . . .	67	„ Verunreinigung durch	
„ „ „ Magnesia . . . . .	67	Todtenacker . . . . .	83
„ „ Pumpbrunnen . . . . .	77	„ Wärme ders. . . . .	89
„ „ Quellwasser . . . . .	73	Pyrmonter Wasser, mikroskop.	
„ „ salpeters. Kali . . . . .	71	Bilder . . . . .	80
„ „ schwefelsaur. Kalk . . . . .	68	Quelle, Aufsuchen . . . . .	95
„ „ „ Magnesia . . . . .	69	„ u. Brunnen . . . . .	32
„ Prüfung v. Wasser u.		„ u. Gebirgsformation . . . . .	32
Abdampfdruckstand . . . . .	64, 71	„ Fassung . . . . .	37, 152
Muschelkalkquellen . . . . .	67	„ u. Flüsse, Veränderun-	
Natronsalpeter, mikroskop. Bild	71	gen . . . . .	45
Navicula viridula Fig. XIII		„ u. laufender Brunnen . . . . .	48
Nesslers Reagenz . . . . .	104	„ laufende und Pump-	
Odontidium hyemale Fig. VII		brunnen . . . . .	38
Organ. Substanz . . . . .	8	„ u. Leitung . . . . .	35
„ „ Berechnung . . . . .	12, 140	„ Schwankungen des Ab-	
„ „ Bestimmung . . . . .	140	dampfdruckstandes	62
„ „ Grenzzahl . . . . .	9	„ „ d. Chlors . . . . .	62
„ „ u. Salpetersäure . . . . .	151	„ „ „ Härte . . . . .	62
„ „ Schwankung bei		„ „ „ Kohlensäure . . . . .	62
Flusswasser	62	„ „ „ organ. Substanz	62
„ „ „ bei Pump-		„ „ „ Salpetersäure . . . . .	62
brunnen . . . . .	62	„ „ „ Schwefelsäure . . . . .	62
„ „ „ bei Quell-		„ Wärme ders. . . . .	88
wasser . . . . .	62	Quellwasser, Auswahl . . . . .	1
Pleurosigma attenuatum. Fig. X		„ mikroskop. Bilder . . . . .	73
Pleurostaurum acutum „ XI		„ Trinkwasser . . . . .	22
Porphyrquellen . . . . .	33	„ Veränderungen . . . . .	46
Pumpbrunnen . . . . .	42	Reinigung des Abfallwassers . . . . .	108
„ Anlage . . . . .	43	„ „ Wassersaufche-	
„ u. laufende Quellen . . . . .	38	mischem Wege	115
„ mikroskop. Bilder . . . . .	77	„ „ „ durch Ruhe	113
„ schädliche Wirkung . . . . .	86	Röhren zu Wasserleitungen . . . . .	105
„ Schwankungen des Ab-		„ „ Pumpbrunnen . . . . .	108
dampfdruckstandes	62	Saalwasser, Unters. u. Ver-	
„ „ d. Chlors . . . . .	62	änderung . . . . .	53
„ „ „ Härte . . . . .	62	Salpeter, mikroskop. Bild . . . . .	71



	Seite		Seite
Wasser, Bestimmung von sal-		Wasserproben, Füllung . . .	3
petriger Säure . . . . .	153	„ Reinigung durch Ruhe . . .	113
„ „ der Wärme . . . . .	89	„ spezifisches Gewicht . . .	135
„ filtrirtes . . . . .	5. 25. 100	„ Verunreinigung durch	
„ -leitung, Wasserfrage . . .	104	Bergwerke . . . . .	111
„ „ Röhren . . . . .	105	„ „ durch Gewerbe . . .	110
„ „ Wahl d. Was-		Weimar, Pumpbrunnen, mikros-	
sers . . . . .	89	cop. Bild . . . . .	78
„ Prüfung . . . . .	135	Wiener Gutachten . . . . .	4





XIII



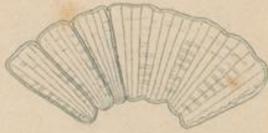
*Navicula viridula.*

XIV



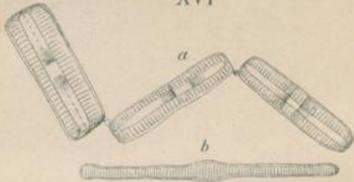
*Schizonema helmentosum.*

XV



*Meridion circulare.*

XVI



*Tabellaria fenestrata.*

XVII



*Microcystis olivacea.*

XVIII



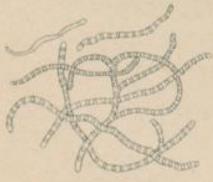
*Vibrio.*  
(*a. et b. Lincola, c. Bacillus*)

XIX



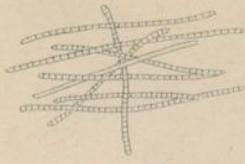
*Spirillum undula.*

XX



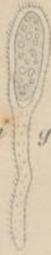
*Hygroecocis cuprina.*

XXII

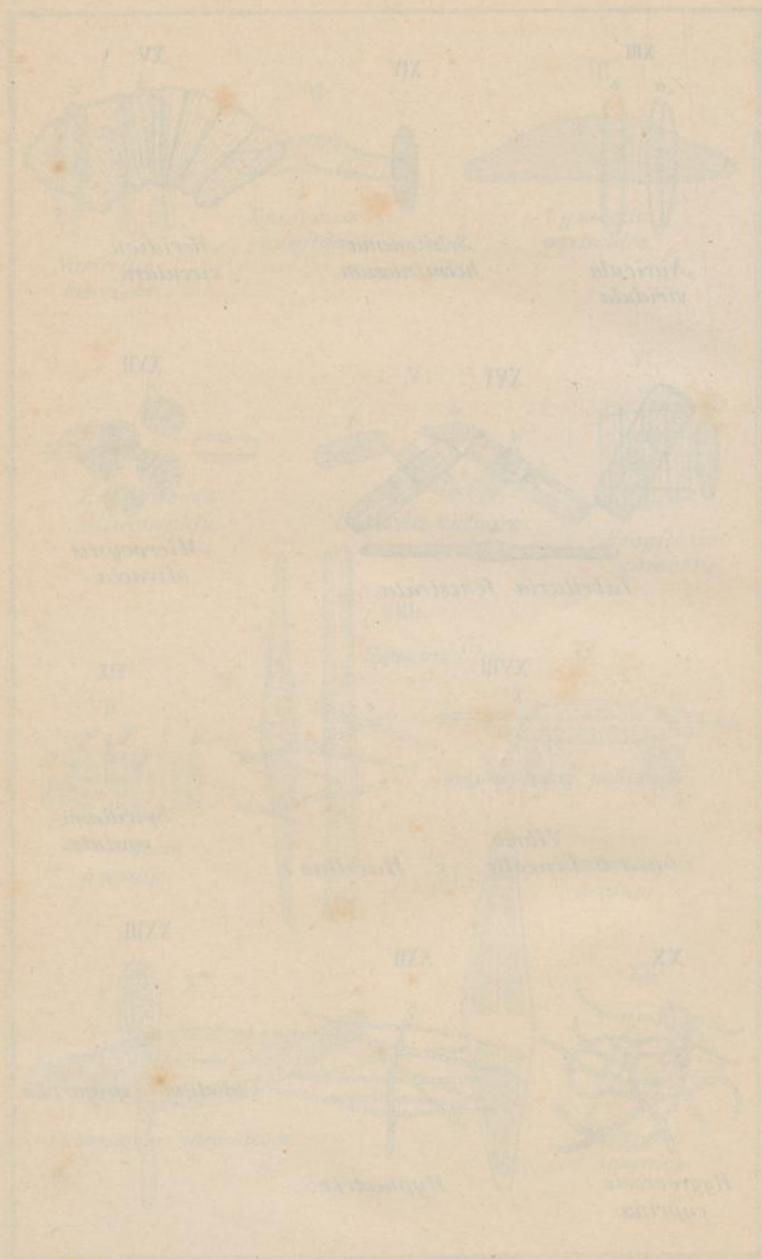


*Hypheotrix.*

XXIII



*Codiolum gregarium.*



Anweisung zur Fällung der Wasserschnecken

## Anweisung zur Füllung der Wasserproben.

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

## Anweisung zur Füllung der Wasserproben.

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

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

Nur ganz reine Flaschen dürfen zur Füllung verwendet werden.

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

1. Bezeichnung des Wassers (Laufrunnen, 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 Stärke und den Stand des Wassers.

4. Schädliche Zufüsse 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, Wärmegrade oder sonstige Beschaffenheit des Wassers.





