

der Aschengehalt größer oder kleiner sein. Deshalb ist der gefundene Aschengehalt auf Kakaomasse mit ca. 50% Fett, oder auf fettfreie Kakaomasse umzurechnen und wird daher der Aschengehalt nach dieser Umrechnung

a) bei nicht mit Alkalien aufgeschlossenem Kakaopulver derselbe sein müssen, wie bei Kakaomasse,

b) bei mit kohlensauren Alkalien aufgeschlossenem Kakao ein größerer sein, doch darf die Zunahme 2% des entölten Pulvers nicht übersteigen.

Der Wassergehalt des käuflichen Kakaopulvers soll nicht über 10% gehen.

4. Schokoladen (auch Couvertüren) enthalten wechselnde Mengen von Zucker und Fett. Ihr Aschengehalt soll nicht unter 1% und nicht über 2.5% betragen; der Wassergehalt normaler Schokolade beträgt höchstens 2%. Zucker und Fett sollen in guter Schokolade zusammen nicht mehr als 85% betragen. Schokoladen, welche Mehl enthalten, müssen mit einer diesen Zusatz anzeigenden, deutlich erkennbaren Bezeichnung versehen sein; auch sollte die Größe des Mehlsatzes angegeben werden.

Siehe auch: Die Beschlüsse des Vereins schweizer. analytischer Chemiker, betr. d. Untersuchung und Beurteilung von Kakao und Schokolade. Hilgers Vierteljahrsschr. 1890. 5, 168. — Den betr. Entwurf für den codex aliment. austriacus, Ztschr. für Nahr.-Unters., Hygiene u. Warenk. 1895. 9, 101. — Das Belgische Gesetz, betr. den Verkehr mit Kakao u. Schokolade. Hilgers Vierteljahrsschr. 1895. 10, 198.

Das Wasser.

Literatur: R. Bunsen, Anleitung zur Untersuchung von Aschen und Mineralwässern. Heidelberg 1874. — F. Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung etc. Berlin 1902; Ders., Chemische Technologie des Wassers. Braunschweig. — E. Frankland, Water Analysis. London 1889. — R. Fresenius, Anleitung zur quantitativen Analyse. Braunschweig 1875. — A. Hilger, Vereinbarungen betr. Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- u. Genußmitteln. Berlin 1885. — J. König, Chemie d. menschl. Nahrungs- und Genußmittel. Berlin; Ders., Die Verunreinigung der Gewässer etc. Berlin 1899. — F. Löffler, Oesten u. R. Sendtner, Wasserversorgung, Wasseruntersuchung und Wasserbeurteilung. Weyls Handb. d. Hygiene. Jena 1896, Bd. I, Abt. II. — C. Mez, Mikroskop. Wasseranalyse. Berlin 1898. — Ohlmüller, Die Unters. des Wassers. Berlin 1897. — E. Reichardt, Grundlagen zur Beurteilung des Wassers. Halle 1880. — Vereinbarungen für das Deutsche Reich. Berlin 1899. — G. Walter, A. Gärtner, Handb. der Untersuchung u. Beurteilung der Wässer. Braunschweig 1895. — J. A. Wanklyn, Analyse des Wassers, übersetzt von H. Borkert. Charlottenburg 1893. — G. Wolffhügel, Wasserversorgung (von Pettenkofer u. von Ziemssen: Handb. d. Hyg. II, 1. Abt. 2. Hälfte. Leipzig 1882).

Röttger, Nahrungsmittelchemie. 2. Aufl.

Das Wasser bildet einen wesentlichen Bestandteil des menschlichen Körpers; es ist nicht nur in den Säften, sondern auch in den Organen des Körpers enthalten und beträgt im Mittel 63⁰/₁₀₀ des Gesamtgewichtes. Der tägliche Wasserverlust des Körpers beträgt nach von Pettenkofer und Voit¹:

	bei Ruhe	bei Arbeit
im Harn	1212	1155
im Kot	110	77
in der Perspiration	931	1727
	2253 g	2259 g

ein nicht geringes Quantum, welches Tag für Tag ersetzt werden muß. Dieser Ersatz geschieht einestheils durch Aufnahme von wasserhaltigen Nahrungsmitteln und Getränken, andererseits durch direkte Aufnahme von Wasser als solchem. Wenn im allgemeinen dem Wasser als Nahrungsmittel nicht so viel Gewicht beigelegt wird, als den übrigen Nährstoffen, so findet das hauptsächlich darin seine Erklärung, daß dasselbe fast überall in genügender Menge zur Verfügung steht und nicht um Geld erworben zu werden braucht, wie Fleisch, Fett etc.; infolgedessen wird auch durchweg an die Qualität desselben nicht die Anforderung gestellt wie an die übrigen Nährstoffe. Die vielfachen Untersuchungen von Brunnenwässern, welche in den letzten Jahren ausgeführt wurden, haben indes unzweifelhaft dargelegt, daß der größte Teil der Brunnen in den Städten und den größeren Orten des Landes in hohem Grade verunreinigt, mit Fäulnisstoffen aller Art infiziert ist. Auch die Tatsache ist nicht zu leugnen, daß das Wasser gelegentlich Infektionsstoffe enthalten kann, und daß diese Stoffe, sei es durch direkten Genuß des derartig verunreinigten Wassers, oder durch Benutzung desselben zum Waschen, Spülen etc., auf den Menschen übertragbar sind.

Mit vollem Rechte wird daher die Beschaffung eines reinen Trink- und Nutzwassers als eine der wichtigsten Aufgaben der Gesundheitspflege angesehen.

Je nach der Herkunft des Wassers ist die Beschaffenheit desselben eine verschiedene; chemisch reines Wasser ist in der Natur nicht vorhanden.

1. **Das Meteorwasser.** Das durch Verdunstung von der Oberfläche unseres Planeten in Dampfform übergegangene, fast chemisch reine Wasser hat bei seiner Rückkehr auf die Erde als Regen, Reif, Tau, Schnee, Hagel bereits beträchtliche Mengen von Verunreinigungen wieder aufgenommen. Zunächst enthält das Meteorwasser die natürlichen Bestandteile der Atmosphäre, die Gase: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure.

E. Reichardt² fand in 1 Liter Regenwasser im Januar bei 4⁰ gesammelt 32.4 ccm, im Juni bei 15⁰ gesammelt 24.9 ccm Gase von folgender Zusammensetzung:

¹ Ztschr. f. Biologie 1886. 2, 490. — ² Arch. Pharm. 1869. 206, 193.

	Januar	Juni
Sauerstoff	31.8 ⁰ / ₀	27.0 ⁰ / ₀
Stickstoff	61.5 „	64.2 „
Kohlensäure	6.7 „	8.8 „

Regenwasser enthält ferner organische Stoffe, Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure.

Die englische Kommission zur Verhütung der Flußverunreinigung¹ fand in 1 Liter Regenwasser

organischen Kohlenstoff	0.27—3.72 mg
„ Stickstoff	0.03—0.66 „
Ammoniak	0.11—0.80 „
Stickstoff als Nitrate	0.03—0.40 „

Nach einer Zusammenstellung von J. König² wurde von verschiedenen Forschern an Ammoniak und Salpetersäure im Meteorwasser gefunden, in 100 000 Teilen:

	Regen	Schnee, Eis, Hagel
Ammoniak	0.004—1.567	0—1.034
Salpetersäure	0.001—1.600	0—0.400
	Tau, Reif	Nebel
Ammoniak	0.102—0.620	0.256—13.785
Salpetersäure	0.005—0.250	0.050—0.183 g

Um zu zeigen, wie die Mengen dieser Bestandteile wechseln, nicht nur je nach dem Orte, sondern auch an ein und demselben Orte je nach der Höhe, in welcher die Proben genommen wurden, wie ferner die zeitlichen Schwankungen dieser Bestandteile sich gestalten, mögen hier folgende Beobachtungen von Bobierre in Nantes³ und von J. Stocklasa in Litterbach⁴ Platz finden.

In 100 000 Teilen wurden gefunden:

	Von Bobierre (1863)			
	Ammoniak		Salpetersäure	
	47 m	7 m	47 m	7 m
Januar	0.523	0.670	0.579	0.320
Februar	0.461	0.590	—	—
März	0.188	0.862	0.712	0.598
April	0.184	0.668	0.231	0.181
Mai	0.075	0.464	0.350	0.200
Juni	0.222	0.397	1.322	1.024
Juli	0.027	0.270	—	—
August	0.026	0.211	1.552	1.600
September	0.143	0.551	1.000	1.572
Oktober	0.169	0.429	0.499	0.320
November	0.059	0.448	0.628	0.557
Dezember	0.318	1.567	0.489	0.310

¹ Rivers Pollut. Comm. VI. Rep.; F. Fischer, Das Wasser etc. 3. — ² Die menschl. Nahr.- u. Genußm. II, 1141. — ³ F. Fischer l. c. 6 — ⁴ Chem.-Ztg. 1888. 12, 339.

	Von Bobierre (1863)		Von Stocklasa (1877)	
	Chlornatrium		Ammoniak	Salpetersäure
	47 m	7 m		
Januar	1.41	0.84	0.933	0.006
Februar	1.51	1.00	0.749	0.026
März	1.61	1.19	0.542	0.044
April	0.73	0.92	0.906	0.152
Mai	0.50	0.94	0.220	0.384
Juni	1.50	1.74	0.068	0.846
Juli	—	—	0.126	0.762
August	1.48	1.93	0.163	0.468
September	1.12	1.48	0.110	0.254
Oktober	1.20	0.90	0.256	0.248
November	2.28	2.61	0.428	0.286
Dezember	2.16	1.63	3.055	0.186

Demnach ist der Ammoniakgehalt des Regenwassers im Sommer geringer als im Winter, wogegen der Salpetersäuregehalt im Sommer ein größerer ist; das in 47 m Höhe aufgefangene Wasser enthält wesentlich weniger Ammoniak als das in 7 m Höhe gesammelte.

Der Ammoniakgehalt der Luft und der Meteorwässer stammt zum größten Teil von den auf der Erdoberfläche stattfindenden Fäulnisprozessen stickstoffhaltiger organischer Substanzen¹, ein geringer Teil entstammt den Rauchgasen. Die Salpetersäure ist ein Oxydationsprodukt von Ammoniak und stickstoffhaltigen organischen Stoffen, ein geringer Teil mag durch elektrische Entladungen entstehen.

Salpetrige Säure wurde von Schönbein stets im Regenwasser nachgewiesen; auch Wasserstoffsperoxyd wurde von G. Meissner, Schönbein, H. Struve, W. Schmid, Fr. Goppelsröder und E. Schöne im Regenwasser sicher festgestellt. Vergl. unter „Luft“.

Außer den sich stets vorfindenden Verunreinigungen nimmt das Regenwasser manchmal Bestandteile auf, deren Anwesenheit in der Luft durch örtliche Verhältnisse bedingt ist.

Kochsalz kann an den Küsten durch Zerstäubung in die Atmosphäre und das Regenwasser gelangen; Dalton fand in Manchester bis zu 13.3 g, die englische Kommission bis 95.0 Kochsalz in 100 000 Teilen.

In Gegenden, welche Steinkohlen als Brennmaterial verwenden, enthält die Luft Ruß, teerige Bestandteile, schweflige Säure bezw. Schwefelsäure. R. Sendtner fand in München in frisch gefallenem Schnee 0.7 g, am 2. Tage 1.76 g, nach 10 Tagen 6.22 g und nach 16 Tagen 9.18 g Gesamtschwefelsäure in 100 000 Teilen.

Auch in der Nähe chemischer Fabriken wird oft viel Schwefelsäure im Regenwasser gefunden; so enthielt Regenwasser in Liverpool 3.5 g,

¹ Boussingault fand in frisch gefallenem Schnee 0.178 g und nach 1 $\frac{1}{2}$ tägigem Liegen auf Gartenerde 1.034 g Ammoniak in 100 000 T. (Ann. de Chim. et de Phys. 39, 257).

in Manchester 5.0 g. in Newcastle am Tyne sogar 43.0 g Schwefelsäure in 100 000 T., größtenteils in freiem Zustande.

Der rote Schnee der Schweiz enthält nach Ehrenberg¹ Passatstaub; der sog. Schwefelregen enthält Blütenstaub.

Auch die in der Luft schwebenden Mikroorganismen werden von dem Meteorwasser mitgerissen; sie verursachen die faulige Zersetzung des Regenwassers. Janowski² fand in frisch gefallenem Schnee aus der Umgebung von Kiew bis zu 463 Bakterien in 1 ccm.

2. Quell- und Brunnenwasser. Das Meteorwasser dringt, soweit es nicht oberflächlich abfließt oder sogleich wieder verdunstet, in den Erdboden ein, sammelt sich als „Grundwasser“ in den unzähligen Spalten und Poren desselben, bewegt sich, von einer undurchlässigen Schicht aufgehalten, auf dieser nach niedriger gelegenen Stellen abwärts und tritt endlich dort, wo die undurchlässige Schicht an die Erdoberfläche kommt, wieder freiwillig als „Quelle“ zu Tage oder wird als „Brunnen“ künstlich erschlossen und mechanisch gehoben. Auf dieser seiner unterirdischen Bahn erleidet das Regenwasser mancherlei Veränderungen. Durch Filtration werden je nach der Feinporigkeit des Bodens mehr oder weniger suspendierte ungelöste Bestandteile, selbst Mikroorganismen des Wassers zurückgehalten; auch gelöste Bestandteile, Ammoniak, gelöste organische Substanzen, Phosphate, Kaliverbindungen werden vom Boden leicht absorbiert.

Der Sauerstoff des Wassers leitet mit dem gleichzeitig zutretenden Sauerstoff der Luft unter weiterer Mitwirkung des porösen Bodens und niederer Organismen einen Oxydations- oder Verwesungsprozeß ein, durch den komplizierte organische Verbindungen in einfachere anorganische (Wasser, Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure etc.) zerlegt werden. Aus den N-haltigen organischen Verbindungen entstehen Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure; Ammoniak und salpetrige Säure gehen unter geeigneten Bedingungen in Salpetersäure über, jedoch kann auch durch Reduktion von Salpetersäure wieder Ammoniak und salpetrige Säure gebildet werden; bei längerem Verweilen in einem reinen Boden werden diese Substanzen aber vollständig zurückgehalten. Die entstandenen Sulfate und Chloride werden in den oberen Erdschichten von den Pflanzenwurzeln absorbiert (Mineralisierung organischer Stoffe).

Der Kohlensäuregehalt des Regenwassers ist ein geringer, allein beim Eindringen in den Erdboden nimmt das Wasser begierig die sich ihm anbietende, den im Boden stattfindenden Zersetzungsprozessen entstammende Kohlensäure der Bodenluft auf; es wird immer kohlensäurereicher und besitzt nun eine große Auflösungs- und Zersetzungsfähigkeit. Die Kohlensäure löst die Karbonate der alkalischen Erden unter Bildung von Bikarbonaten (vorzugsweise Calcium- und Magnesiumkarbonat, seltener Eisen-, Mangan-, Natriumbikarbonat). Der Gehalt der Quell- und Brunnen-

¹ Jahresber. der Chem. 1851, 882. — ² Ctrbl. f. Bakteriologie. 2, Nr. 18.

wasser an freier Kohlensäure ist daher gewöhnlich nur ein geringer. Auch auf Gips und Steinsalz wirkt das Wasser lösend und fortführend. Allgemein ist die Wirkung des Wassers die, daß es entweder direkt Gesteinselemente auflöst (Kochsalz, Kalk), unlösliche in lösliche überführt (Schwefelkies in Eisenvitriol, Anhydrid in Gips) oder endlich unlösliche Verbindungen (Feldspate) so weit zersetzt, daß es wenigstens einen Teil derselben lösen und fortführen kann. Es ist daher die Zusammensetzung des Bodens von größtem Einfluß auf die Zusammensetzung des Quell- und Brunnenwassers. Die ältesten Formationen, das Urgebirge (Granit, Gneis, Silur), liefern die reinsten, die jüngeren Formationen (der Dolomit) das unreinste Wasser.

Verunreinigung des Trinkwassers.

Die Brunnenwässer in Städten und in der Nähe menschlicher Ansiedelungen haben außerordentlich mannigfache Gelegenheit, Verunreinigungen aufzunehmen. Vor allem sind es

a) die Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes, Abgänge aus Aborten und Küchen (Spülicht mit Resten von Nahrungsmitteln, Wasch- und Badewasser), Kadaverinhalt und Blutbestandteile der Schlächtereien etc., welche eine Verunreinigung des Wassers verursachen können.

Nach Wolff und C. G. Lehmann liefern 1000 Personen (37.60 % Männer, 34.63 % Frauen, 14.06 % Knaben, 13.70 % Mädchen) pro Jahr ca. 33 Tonnen (à 1000 kg) Fäces und ca. 430 Tonnen Urin. Nach Pettenkofer gelangten aber in München 0.9 Teile, nach Reich in Berlin vor der Kanalisation 0.7 Teile sämtlicher Exkremente in den Untergrund. Wenn nun diese ungeheuren Mengen in den Boden dringen, zumal in einen nicht bepflanzten, und einer lebhaften Oxydation aus Mangel an Luftzutritt (Höfe der Städte) nicht fähigen, so wird der Boden bald mit organischen Stoffen und deren Zersetzungsprodukten übersättigt, die Absorptionsfähigkeit des Bodens wird erschöpft und der Oxydations- oder Verwesungsprozeß, welcher eine Mineralisierung der organischen Stoffe bedingt, geht in den Fäulnisprozeß über, bei welchem ganz andere, noch wenig bekannte Umsetzungen vor sich gehen. Während bei der Oxydation die organischen Stoffe und das Ammoniak mehr und mehr verschwinden und an ihrer Stelle salpetrige Säure und Salpetersäure auftreten, findet sich bei der Fäulnis noch reichlich unzersetzte organische Substanz und Ammoniak, Salpetersäure dagegen und salpetrige Säure gar nicht oder nur in geringen Mengen.

Gleichzeitig finden sich große Mengen von Umsetzungsprodukten organischer Stoffe vor.

Aus den Eiweißstoffen entstehen Peptone, Säuren der Fettreihe, Amidoderivate derselben, Ammoniak, Schwefelwasserstoff; auch organische Basen, die zum Teil giftige Eigenschaften besitzen, sind unter den

Fäulnisprodukten nachgewiesen (Brieger¹, Bocklisch²); Cellulose zerfällt mit Hilfe von Spaltpilzen in Kohlensäure und Kohlenwasserstoffe (Hoppe-Seyler³); Fette zerfallen in Fettsäuren und Glyzerin. Da nun der Boden diese Stoffe schließlich nicht mehr verarbeiten kann, werden sie von dem durchfließenden Wasser aufgenommen und gelangen in die Quellen und Brunnen. Die große Menge der bei der Fäulnis entstehenden Kohlensäure löst die Karbonate der alkalischen Erden als Bikarbonate, der zu Schwefelsäure oxydierte Schwefel der organischen Substanzen gibt Anlaß zur Bildung von Sulfaten, die Salpetersäure bildet Nitrate.

Ein Wasser, das aus einem mit Fäulnisprodukten beladenen Boden stammt, wird demnach organische Stoffe in größerer Menge enthalten, ferner Ammoniak und salpetrige Säure, wenn die faulige Zersetzung noch andauert, Salpetersäure, das Endprodukt der Oxydation, wenn die Fermentation beendet ist. Es werden in einem solchen Wasser viel Karbonate und Sulfate zugegen sein, schließlich auch diejenigen Mineralstoffe, welche in den faulenden Stoffen schon fertig gebildet enthalten waren: Chloride, Phosphate, Sulfate der Alkalimetalle, besonders Chlornatrium, das hauptsächlich den tierischen Dejektionen entstammt.

Verf. fand bei der Untersuchung von 185 Brunnen der Stadt Würzburg folgende Maximal- und Minimalwerte in 100 000 Teilen:

	Rückst.	Cl	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	NH ₃	SO ₃	CaO	MgO
Maximum	383.6	65.0	126.0	2.0	0.8	96.4	91.6	12.3
Minimum	19.0	1.1	0.4	0	0	1.2	6.6	1.2

b) Verunreinigung durch gewerbliche Anlagen. Auch durch die Abwässer und Rückstände von Fabriken findet oft eine Verunreinigung des Grundwassers statt, indem die ersteren oft in Gruben abgelassen werden und dort versickern, letztere vom Regenwasser ausgelaugt und ihrer löslichen Bestandteile beraubt werden, welche nun in das Grundwasser gelangen. So können Leuchtgasfabriken Ammoniak, Rhodanverbindungen und Teerbestandteile an das Wasser abgeben; chemische Fabriken Salzsäure, Schwefelsäure, Kupfersulfat, Zinksulfat etc.; Salinen Kochsalz; Färbereien Metallsalze; Papierfabriken organische Substanzen, Calciumsulfid, Krankheitskeime aus den Hadern; Gerbereien und Roßhaarspinnereien ebenfalls organische Substanzen und Infektionsstoffe (Milzbrand); auch Schlächtereien, Brauereien, Brennereien, Zuckerfabriken liefern stark verunreinigte, leicht faulende Abwässer.

c) Verunreinigung des Wassers durch Mikroorganismen. Die Luft (besonders Straßenluft), der Boden, vor allem aber die sub 1 besprochenen Abfallstoffe sind stets mit mehr oder weniger Mikroorganismen, mit Eiern und Jugendzuständen von Parasiten behaftet, welche in das Wasser gelangen und dies zum Träger von Infektions-

¹ Über Ptomaine. Berlin 1885. — ² Berl. Ber. 1885. 18, 86. — ³ Ztschr. physiol. Chem. 1886. 10, 401.

stoffen, zum direkten Urheber von ansteckenden Krankheiten machen können.

Daß Eier und Embryonen von Eingeweidewürmern durch verunreinigtes Wasser auf Menschen übertragen werden, unterliegt keinem Zweifel.

Nach Knoch¹ entwickeln die Eier des großen Bandwurms (*Botriocephalus latus*) ihre Embryonen im Wasser; diese können somit durch den Genuß des Wassers in den Darm des Menschen geraten. Nach Griesinger² wird das in Ägypten heimische *Distomum haematobium* durch das Nilwasser übertragen. Mosler³ hat Eier von *Ascaris lumbricoides* im Wasser nachgewiesen.

Nachdem ferner feststeht, daß in den Entleerungen von Kranken Infektionsstoffe sich vorfinden (der Tuberkelbazillus im Sputum Tuberkulöser, der Erreger der Cholera in den Dejektionen Cholera-kranker, Typhoidbazillen in den Entleerungen Typhuskranker), so ist es wohl ebenso zweifellos, daß diese Stoffe auch gelegentlich in die Abwässer des menschlichen Haushaltes, in den Boden und aus diesem in das Trinkwasser gelangen können.

Von Milzbrand und Rotz wird allgemein angenommen, daß sie durch Wasser verbreitet werden. Den Cholera-*bazillus* (Komma-*bazillus*) entdeckte R. Koch⁴ in dem Wasser eines Weihers in Kalkutta. C. Fränkel wies denselben im Hafenwasser von Duisburg am Rhein nach.

Den Erreger des Typhus wollen Moers⁵ (in einem verunreinigten Brunnenwasser bei Mülheim a./Rh.), Michael⁶ (in einem Trinkwasser in Dresden), J. Uffelmann, von Fodor, Finkelnburg u. a.⁷ nachgewiesen haben. Diesen sowie anderen positiven Angaben entgegen konnten G. Gaffky, C. Cramer, F. Hueppe, Löffler, Bruardel und Chantemesse u. a. Typhusbakterien auch in hochverdächtigen Wässern nicht nachweisen, und Emmerich⁸ und C. Cramer⁹ erklären, daß der sichere Nachweis der Typhusbazillen im Wasser zur Zeit überhaupt nicht möglich ist, da die Wachstumseigentümlichkeiten der den Typhusbazillen nahestehenden saprophytischen Bakterien nicht genügend erforscht sind und der Tierversuch nicht herangezogen werden kann. Auch die Möglichkeit des sicheren Nachweises des Choleraerregers wird in neuester Zeit vielfach bezweifelt. Sicherlich sind bei der außerordentlichen Schwierigkeit und Unsicherheit des Nachweises der Mikroben des Typhus und der Cholera im Wasser — in Leichen und Dejekten

¹ Virchows Archiv 24, 453. — ² Arch. f. physiol. Heilkunde 1854, 571; 1866, 381. — ³ Virchows Archiv 18, 248. — ⁴ Ber. über die Tätigkeit der zur Erforschung der Cholera i. J. 1883 entsandten Kommission. Berlin 1887, 182. — ⁵ Ctrbl. f. allgem. Gesundheitspflege II, Ergz.-Heft 144. — ⁶ Fortschr. d. Medizin 1886, 4, 353. — ⁷ Vergl. W. Lösenner, Arb. aus d. Kaiserl. Ges.-Amte 1895, 11, 297; ferner A. Pfeiffer, Typhusepidemien u. Trinkwasser. Jena 1898. — ⁸ Emmerich u. Trillich, Anleitung zu hygien. Untersuchungen 1886, 166. — ⁹ Gutachten über das Leitungswasser in Zürich 1885; Ztschr. angew. Chem. 1889, 503.

von Kranken mögen die wirklichen oder vermeintlichen Urheber der Krankheiten nachgewiesen werden — nach den bisherigen Erfahrungen die seitherigen Angaben über das Vorkommen bezw. den Nachweis von Typhus- und Cholerabakterien im Wasser mit großer Vorsicht aufzunehmen. Für die Praxis der Wasseruntersuchung kann auf den Nachweis der Krankheitserreger, wenigstens zur Zeit noch, verzichtet werden.

Können pathogene Bakterien im gewöhnlichen, brauchbaren Trinkwasser ihren entwicklungsfähigen Zustand auf längere Zeit beibehalten?

Sporenfreie Milzbrandbazillen bleiben nur wenige Tage entwicklungsfähig, Milzbrandsporen dagegen bewahren monatelang ihre Lebensfähigkeit. (Meade Bolton¹, Kraus², Hochstetter³, G. Wolffhügel und Riedel⁴, Uffelmann.⁵) Typhuskeime gehen nach den Untersuchungen von A. Pfeiffer⁶, W. Heraeus⁷, G. Wolffhügel und Riedel (l. c.), O. Griewank⁸, P. Frankland⁹ u. a. in gewöhnlichem, sterilisiertem oder nicht sterilisiertem Wasser meist innerhalb 14 Tagen zu Grunde; unter günstigeren Verhältnissen, bei Anwesenheit zuzugender Nährstoffe können sie auch wochen- und monatelang entwicklungsfähig bleiben (Uffelmann l. c., Hueppe¹⁰). Das Licht übt auf die Typhuskeime einen vernichtenden Einfluß aus. Nach Bolton (l. c.) muß ein Wasser, in welchem Typhuskeime fortkommen sollen, mindestens 6.7 g organische Stoffe, ein Wasser, in dem Kommabazillen leben können, 40 g organische Stoffe in 100 000 T. enthalten.

Karlinsky¹¹ beobachtete, wie absichtlich in ein Brunnenwasser gebrachte Typhusbazillen (500 000 in 1 ccm) nach 2—3 Tagen vollständig verschwunden waren bei gleichzeitiger starker Vermehrung der gemeinen Wasserbakterien.

Das Wachstum der Cholerakeime im Wasser ist nach den bisherigen Beobachtungen ein sehr verschiedenes; oft gehen dieselben in kurzer Zeit zu Grunde, oft auch nehmen sie anfangs ab, vermehren sich aber später, um dann sogar lange Zeit lebensfähig zu bleiben; unter günstigen Umständen sollen dieselben sogar Monate hindurch lebensfähig bleiben (Koch¹², Nikati und Rietsch¹³, A. Pfeiffer¹⁴, O. Riedel¹⁵, J. Karlinski¹⁶, R. Koch¹⁷, Frankland¹⁸, Dunbar¹⁹, W. Kruse²⁰ u. a.).

¹ Ztschr. f. Hygiene 1886. 1, 1. Heft. — ² Archiv f. Hygiene 6, 234. — ³ Arb. aus d. Kaiserl. Ges.-Amte II. Bd. — ⁴ Das. 1886. 1, 455. — ⁵ Wiener mediz. Presse 1888, Nr. 37. — ⁶ Ztschr. f. Hyg. 1886. 1, 398. — ⁷ Das. 1886. 1, 234. — ⁸ O. Griewank, Dauer der Lebensfähigkeit der Typhusbazillen im Brunnenwasser. Inaug.-Diss. Rostock 1892. — ⁹ Ztschr. f. Hyg. 1895. 19, 393. — ¹⁰ Journal für Gas und Wasser 1887. — ¹¹ Arch. f. Hygiene 1889, 432. — ¹² Berl. klin. Wochenschrift 1885 Nr. 37. — ¹³ Rev. d'hygiène 1885 Nr. 5. — ¹⁴ Ztschr. f. Hygiene 1886. 1, 398. — ¹⁵ O. Riedel, Die Cholera, Entstehung, Wesen etc. Berlin 1887. — ¹⁶ Arch. f. Hyg. 1889. 9, 113. 432. — ¹⁷ Ztschr. f. Hyg. 1893. 15, 120. — ¹⁸ Frankland, Microorganisms in water. London, 1894. — ¹⁹ Arbeiten aus dem Kaiserl. Ges.-Amte 1894. 10, Anlage 11, 160. — ²⁰ Ztschr. f. Hyg. 1894. 17, 27.

In direktem Sonnenlichte sterben die Cholerabazillen schon innerhalb einiger Stunden ab (H. Buchner¹). Die Gründe für das verschiedene Verhalten des Kommabazillus sind noch nicht genügend geklärt; ohne Zweifel spielt außer der Beschaffenheit des Wassers (Temperatur, Gehalt an gewissen Salzen etc.) die den einzelnen Keimen innewohnende Lebensenergie in dieser Beziehung eine Rolle.

Siehe noch F. Löffler in Th. Weyls, Handbuch der Hygiene I, 663; ferner J. König, Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin 1899. I, 58.

Über das Verhalten pathogener Bakterien bei Gegenwart von Fäulnisbakterien liegen verschiedene Untersuchungen vor; nach diesen ist anzunehmen, daß die pathogenen Keime einige Zeit neben Fäulnisbakterien bestehen können, daß aber im allgemeinen die verschiedenen Bakterien ungleiche Ansprüche an ihr Nährmaterial stellen, und daß diejenigen Bakterien siegreich aus dem Kampfe ums Dasein hervorgehen, welche in dem betreffenden Medium das geeignetere Nährmaterial vorfinden.

Die Frage der Beteiligung des Trinkwassers an den Infektionskrankheiten, die sog. Trinkwassertheorie, bildet noch immer den Gegenstand heftigen Streites, der auch durch die letzte Choleraepidemie in Hamburg i. J. 1892 keineswegs beendet ist. An der Spitze des Streites stehen in Deutschland zwei wohlbekannte Männer, Robert Koch, der eine Verbreitung von Infektionskrankheiten durch das Wasser annimmt, und Max von Pettenkofer², welcher auf Grund statistischer Erhebungen eine direkte Beteiligung des Wassers bei den Infektionskrankheiten in Abrede stellt. Pettenkofer sagt: Durch den Gebrauch eines Wassers, das pathogene Keime enthält, können diese auf einen günstigen Nährboden im oder am Hause gelangen, sich dort vermehren, an Virulenz zunehmen und dann auf den Menschen übergehen. Der Krankheitskeim (x) erlangt erst unter der Einwirkung der zeitlichen und örtlichen Disposition des Bodens (y) die Qualität eines eigentlichen Krankheitserregers (z). Die örtliche Disposition hängt von der Beschaffenheit des Bodens ab und ist in einem porösen, für Luft und Wasser durchgängigen, mit organischen Stoffen getränkten Boden zu suchen; die zeitliche Disposition hängt mit zeitweisen Schwankungen der Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse des Bodens zusammen. v. Pettenkofer verweist auf die ganze Geschichte der Choleraepidemien, welche zeigt, daß ohne die Anwesenheit der örtlichen und zeitlichen Disposition des Bodens trotz zahlreicher Einschleppungen doch keine Epidemie entstanden sei; es gibt Orte, welche nie eine Epidemie bekommen, weil ihnen die zur Reifung des Keimes notwendige Beschaffenheit fehlt.

M. v. Pettenkofer, auch Soyka und Virchow³ haben nach-

¹ Ctrbl. f. Bakt. 1891. I. 11, 781; Arch. f. Hyg. 1893. 17, 179. — ² Starb am 9. Februar 1901. — ³ W. Prausnitz, Grundzüge der Hygiene. München 1892, 143 u. 168.

gewiesen, daß die Intensitätsschwankungen viel eher mit der Bewegung des Grundwassers zusammenfallen, indem Epidemien beim Fallen desselben am stärksten auftreten, bei Steigen desselben aber nachlassen bzw. erlöschen. Nicht die Einführung reinen Wassers, sondern die fortschreitende Kanalisation ging in München Hand in Hand mit der Abnahme des Typhus.

Ein unreines Wasser kann wie jedes andere verdorbene oder schlechte Nahrungs- und Genußmittel die Verbreitung einer Krankheit befördern; Wasser wie andere Nahrungs- und Genußmittel können die Träger von Infektionsstoffen sein; das Wasser aber stets als alleinige Ursache der Verbreitung von ansteckenden Krankheiten, besonders Typhus und Cholera, ansehen zu wollen, ist nach den bisherigen Erfahrungen keineswegs gerechtfertigt. Auch R. Koch¹ scheint sich seit 1892 dieser Ansicht mehr zuzuneigen.

Die Frage, ob die Fäulnisbakterien für Menschen und Tiere schädlich sind, ist gleichfalls nicht entschieden. Während von einigen Forschern (Billroth, Bergmann, Nägeli, Emmerich u. a.²) die Schädlichkeit derselben bestritten wird, ist von Fodor³ der Ansicht, daß gewisse Bestandteile des Wassers den Körper für die Entfaltung der Wirkung von aufgenommenen Infektionsstoffen empfänglich machen können, sei es dadurch, daß sie seine Widerstandsfähigkeit gegen dieselben schwächen, oder daß sie ihn zu einem der Entwicklung und Vermehrung parasitärer Krankheitskeime günstigen Nährboden vorbereiten.

In neuerer Zeit ist die Frage der schädlichen Wirkung der Fäulnisbakterien auf den menschlichen und tierischen Organismus durch ein eingehenderes Studium der Produkte der Lebenstätigkeit von Fäulnisbakterien wesentlich geklärt, indem Brieger und andere Forscher nachgewiesen haben, daß bei der Fäulnis unter Umständen giftige Alkaloide gebildet werden. Außerdem treten bei Mangel an Sauerstoff anaerobe Spaltpilze auf, welche einerseits auffallend große Mengen von Ptomainen bilden (Henryjean⁴), andererseits den nötigen Sauerstoff den chemischen Verbindungen (Salpetersäure, Schwefelsäure etc.) entnehmen und Reduktionsprodukte (salpetrige Säure, Schwefelwasserstoff etc.) bilden, welche für den tierischen Organismus giftige Eigenschaften besitzen.

Das bezüglich der Beteiligung des Trink- und Nutzwassers an Infektionskrankheiten Gesagte kann man etwa wie folgt zusammenfassen:⁵

Infektionsstoffe (tierische Parasiten, pathogene Organismen) können in die Abwässer des menschlichen Haushaltes, in den Boden und in das Trinkwasser gelangen und sich dort unter günstigen Umständen eine Zeitlang entwicklungsfähig erhalten. Die Epidemiologie hat zwar für die Verbreitung von Infektionskrankheiten durch das Wasser Beweise

¹ Ztschr. f. Hyg. 1893. 14, 394. — ² Wolffhügel, Wasserversorgung 96.

— ³ J. v. Fodor, Boden und Wasser 1882. — ⁴ Ztschr. f. Hyg. 1886. 1, 115.

— ⁵ Vergl. J. König, Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin 1899, 80.

erbracht, allein es ist unrichtig, das Wasser allgemein als alleinige Ursache von ansteckenden Krankheiten anzusehen, vielmehr muß angenommen werden, daß bei der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten lokale Verhältnisse, Bodenverhältnisse etc. eine wesentliche Rolle spielen (Thyphushäuser, Typhusstraßen). Auch durch das Nutzwasser (Putz-, Wasch-, Badewasser) können pathogene Keime Verbreitung erfahren, indem sie durch Wunden etc. in den menschlichen Organismus gelangen oder in Fugen und Ritzen der Stubenböden Nährmaterial zu ihrer Vermehrung finden und von da aus gelegentlich auf den Menschen gelangen.

3. Bach- und Flußwasser. Die oberirdischen Gewässer, die Bäche und Flüsse haben, je nach der Art und Menge der ihnen zufließenden Tagewässer, je nach den geologischen Bodenverhältnissen, nach Jahreszeit und Temperatur, je nach der Zufuhr von Abwässern aus menschlichen Ansiedelungen, aus gewerblichen und industriellen Anlagen die verschiedenste Zusammensetzung. Solange dieselben nur unkultiviertes Terrain durchfließen (Gebirgswässer, Oberlauf der Flüsse), sind sie sehr rein und ist ihre Zusammensetzung denen der Quellen ähnlich; fließen aber Tagewässer aus bebautem Land oder gar Abwässer aus Städten, Dörfern und industriellen Anlagen zu, so wird das Wasser mehr und mehr verändert und verunreinigt. So enthält die Irwell¹

in 100 000 Teilen	in der Nähe d. Quellen	unterhalb Manchester
Feste Bestandteile	7.80	55.80
Organ. Kohlenstoff	0.187	1.173
„ Stickstoff	0.025	0.332
Ammoniak	0.004	0.740
N in Nitraten und Nitriten . .	0.021	0.707
Chlor	1.150	9.630
Gesamthärte	3.72	15.04

Die Größe der Verunreinigung ist, abgesehen von der Art und Menge der zufließenden Abwässer, auch von der Wassermasse und Stromgeschwindigkeit des Flusses wesentlich abhängig. Bei hinreichender Verdünnung und bei genügend raschem Stromlauf ist eine Verunreinigung oft kaum nachweisbar. Der Grund dafür liegt in der sog. „Selbstreinigung der Flüsse“, welche Uffelmann² auf folgende Ursachen zurückführt:

1. Schwebende Bestandteile, organischer und unorganischer Natur, sinken bald rascher, bald langsamer zu Boden und werden dadurch aus dem Wasser abgeschieden; sie bilden den Schlamm und Schlick auf dem Boden des Flußbettes.

¹ Nach den Mitteilungen der englischen Kommission für Verhütung der Flußverunreinigung; Wolffhügel, Wasserversorgung 43. — ² Berliner klin. Wochenschr. 1892, 423.

2. Der Zufluß reinen Wassers aus Nebenflüssen und vom Grundwasser her verdünnt die Unreinigkeiten, welche in den Fluß gelangt sind.

3. Wasserpflanzen jeder Art (auch Algen¹) und Infusorien verzehren gelöste bzw. ungelöste organische Materie und reinigen dadurch das Wasser von ihnen.

4. Mikroorganismen des Wassers zersetzen organische Materie, führen sie in einfache Verbindungen über und reinigen auf diese Weise das Wasser.

5. Beim Fließen tritt infolge der Bewegung eine Lüftung des Wassers ein, dasselbe kommt mit immer neuen Mengen Sauerstoff in Berührung, und dieser oxydiert die organische Materie.

6. Das Sonnenlicht regt die Oxydation der organischen Materie im Wasser an und bringt Mikroben zum Absterben.

7. Es können während des Laufes gewisse unlösliche, unorganische Verbindungen (so Schwefelmetalle) entstehen und ausgefällt, oder Humussubstanzen durch Tone, Aluminiumsulfat, Aluminiumhydroxyd niedergeschlagen werden.

M. von Pettenkofer hält es für unbedenklich, sämtliche Fäkalien und Schmutzwässer einer Stadt in einen Fluß abzuleiten, wenn dessen Wassermenge mindestens das 15 fache von der Menge des Sielwassers beträgt, und seine Geschwindigkeit keine geringere ist, als die des Sielwassers.

J. König² hält eine 15 fache Verdünnung in den meisten Fällen nicht für ausreichend, besonders dann nicht, wenn die Stromgeschwindigkeit (welche für die Isar 1 m pro Sekunde beträgt) eine geringe ist. Die Frage der Flußverunreinigung muß örtlich und zeitlich geprüft werden.

Der deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege hat auf seiner Versammlung im Jahre 1891 ausgesprochen, daß er es als notwendig erachtet, daß für jeden einzelnen Fluß das Selbstreinigungsvermögen desselben zu ermitteln sei.

Selbst wenn aber für einen Fluß nachgewiesen ist, daß nach einem bestimmten Lauf Schmutzstoffe nicht mehr nachweisbar sind, so ist doch noch nicht der Nachweis geliefert, daß auch event. pathogene Organismen nicht mehr vorhanden sind; das Wasser ist immer noch unappetitlich und als Trink- und Nutzwasser, wenigstens direkt, nicht verwendbar.

Über die chemische Zusammensetzung einiger Flußwässer siehe: Wolffhügel, Wasserversorgung. Leipzig 1882, 47.

4. **Leitungswasser.** Zu Wasserversorgungszwecken soll möglichst nur Quell- oder aus genügender Tiefe und gut filtrierendem Boden

¹ Nach O. Löw (Arch. f. Hyg. 12, 261) besonders *Euglena viridis* und alle Fadenalgen. Nach von Pettenkofer (Arch. für Hyg. 12, 269) spielt in der Isar die Alge *Hydrurus* eine große Rolle. Nach Uffelmann können die grünen Fadenalgen und die meisten Diatomeen nur in frischem, wenig verunreinigtem Wasser existieren. — ² l. c. 1147.

stammendes, fließendes Grundwasser verwendet werden, da nur dieses frei von Infektionskeimen ist und eine andauernd gleichmäßige kühle und erfrischende Temperatur besitzt. Offenes Bach- oder Flußwasser (Oberflächenwasser) besitzt eine schwankende Temperatur, eine schwankende Zusammensetzung und ist stets verdächtig, Krankheitskeime zu enthalten; auch bei noch so sorgfältiger Filtration wird nie ein stets keimfreies Wasser erhalten. Rubner sagt mit Recht, es gehöre ein gewisser Mangel an Reinlichkeitssinn dazu, Flußwasser als Trinkwasser zu gebrauchen. Dort, wo sich die Verwendung von Flußwasser für Versorgungsanlagen nicht umgehen läßt, wird dasselbe vorher einer Filtration unterworfen, um es von verunreinigenden suspendierten Bestandteilen, anorganischen und organischen, zu befreien; oft wird das Wasser vor der Filtration noch durchlüftet, um gelöstes Eisenkarbonat, das beim Stehen an der Luft als Hydrat ausfällt, und das Wasser für verschiedene Zwecke unbrauchbar macht, zu entfernen.¹

Als Filtermaterial für größere Anlagen dient rein gewaschener Sand und Kies; für kleinere Anlagen, sog. Hausfilter, werden am besten Tierkohle, Eisenschwamm, gebrannte Infusorienerde verwendet; zu verwerfen sind Apparate, welche als Filtermaterial Filzabfälle, Wolle, Torf etc. enthalten, da diese Materialien leicht in Fäulnis übergehen können. Die Filter müssen häufig gereinigt und gelüftet werden, wenn sie leistungsfähig bleiben sollen. Keimdichte Filter gibt es nicht (F. Fischer²).

Das Material der Leitungen soll so beschaffen sein, daß es dem Wasser weder schädliche noch unangenehme Eigenschaften erteilt, daß es weder vom Wasser, noch von äußeren Einflüssen angegriffen wird, daß es dicht und gegen inneren und äußeren Druck widerstandsfähig ist (Wolffhügel³). Die Zuführung des Wassers zum Verbrauchsorte geschieht bei größeren Anlagen durch gemauerte Kanäle oder Rohrkanele (Cement- oder Tonröhren), bei kleineren Anlagen gewöhnlich durch innen und außen asphaltierte Eisenrohre, seltener noch durch Holzrohre. Für die Anschlüsse in den Gebäuden hat das Bleirohr die meiste Verwendung gefunden, wenngleich man die Erfahrung gemacht hat, daß einige Wässer auf Bleiröhren eine lösende Wirkung ausüben. Nach M. Müller⁴ hängt die Löslichkeit des Bleies in einem Wasser von der gleichzeitigen Gegenwart von Sauerstoff und Kohlensäure ab. Wasser, das nur Sauerstoff und keine Kohlensäure enthält, greift Blei nur wenig an, während durch das Hinzutreten von nur wenig Kohlensäure eine schnelle und weitgehende Korrosion erfolgt. Der stärkste Angriff erfolgt, wenn die Volumina von Kohlensäure und Sauerstoff sich verhalten wie 2:1; großer Überschuß an Kohlensäure schwächt die Wirkung ab, so daß ein Wasser

¹ C. Piefke, Ztschr. angew. Chem. 1890, 712; 1891, 250. — O. Kröhnke, Ztschr. angew. Chem. 1900, 1154. — ² F. Fischer, Das Wasser, seine Verwendung etc. Berlin 1902, 436. — ³ Wasserversorgung p. 228. — ⁴ Jour. f. prakt. Chem. 1887. 36, 317; Hilgers Vierteljahrsschr. 1887. 2, 604.

mit normalem Sauerstoffgehalte und etwa $1\frac{1}{2}$ oder mehr Volumprozenten Kohlensäure nicht mehr angreift.

Versuche, die Bleiröhren im Inneren mit einem schützenden Überzuge von Schwefelblei zu versehen (durch Einwirkung von Na_2S), oder dieselben durch andere Röhren zu ersetzen (innen verzinnzte Bleiröhren, Zinnröhren mit Bleimantel) hatten keinen Erfolg, im Gegenteil kam nicht selten an verletzten Stellen eine galvanische Wechselwirkung zwischen Blei und Zinn zustande, und der Bleigehalt des Wassers wurde nur noch erhöht. Schmiedeeiserne Rohre rosten und sind für die Herstellung von Hausleitungen unbequem, gußeiserne Rohre mit kleinem Durchmesser werden nicht hergestellt. Aus galvanisierten, verzinkten Eisenröhren wird bald Zink aufgenommen, Zinn- und Messingröhren sind zu teuer, Kupferrohre geben an das Wasser Kupfer ab. Aus diesen Gründen ist man bei Hausleitungen im allgemeinen auf die Verwendung von Bleiröhren angewiesen geblieben. Läßt man das im Rohre stehende Wasser vor der Entnahme zum Trinken und Kochen (besonders Morgens) stets eine Zeitlang frei abfließen, dann wird die Gefahr einer Bleivergiftung nicht leicht eintreten können.

Vergl. R. Kersting, Dingl. Journ. 1863. 169, 183 (Wasser in Metallröhren). — E. Reichardt, Das. 1873. 210, 301 (kupferne Leitungen). — M. Pettenkofer, Das. 1865. 175, 283. — F. Fischer (Leitungsröhren), Das. 1876. 219, 454, 522. — C. Heyer, Ursache u. Beseitigung des Bleiangriffes durch Leitungswasser. Dessau 1888. — G. Wolffhügel, Wasserversorgung und Bleivergiftung. Arbeiten aus d. Kaiserl. Ges.-Amte in Hilgers Vierteljahrsschr. 1887. 2, 461. — G. Marquard, Über die hyg. Bedeutung der zur Herstellung v. Wasserleitungsröhren verwendeten Metalle. Ber. üb. d. 5. Vers. bayr. Vertr. d. angew. Chem. in Würzburg 1886. — A. Liebrich, Ztschr. angew. Chem. 1898, 703. — Tergast, Ztschr. f. Medizinalbeamte 1899. 12, 165. — O. Kröhnke, Über die zerstörende Wirkung freier Kohlensäure im H_2O auf Eisen. Gesundheit 1899. 14, 72. — H. E. Davies, Wirkung von Wasser auf Zink u. galvanisiertes Eisen. Journ. Soc. chim. Ind. 1899. 18, 102. — Bissérié, Bull. Sciences Pharmacol 1900. 2, 271 (Wirkung des Wassers auf Blei). — P. Carles, Journ. Pharm. Chim. 1900 [6]. 12, 517 (Blei und Trinkwasser).

5. Brunnenanlagen.

a) Schacht- oder Kesselbrunnen. Dies sind etwa 1 m weite, bis in die wasserführende Schicht gegrabene, ausgemauerte Löcher, denen das Wasser mittels Pumpen, Radaufzügen oder sonstigen Hebevorrichtungen entnommen wird.

Offene Ziehbrunnen sind stets Verunreinigungen ausgesetzt; der Wind trägt Staub und Keime in den Brunnen, auf den schmutzigen Boden oder Brunnenrand gestellte Eimer kommen wieder in das Wasser, am Brunnen wird gewaschen und die Wäsche auf den Brunnenrand gelegt etc.¹

Aber auch bei gedeckten Kesselbrunnen fehlt es meist an genügender Deckung und Schutz gegen Verunreinigung. Dazu sind dieselben vielfach mit Rücksicht auf die Bequemlichkeit des Besitzers an ganz un-

¹ Diese Art Brunnen sind möglichst durch gedeckte zu ersetzen.

geeigneten Plätzen (in schmutzigen Höfen, in der Nähe von Jauchegruben, Stallungen etc.) angelegt.

Bei der Neuanlage von Brunnen ist folgendes zu beachten:¹

1. Brunnen sind so weit als möglich von Senkgruben, Unratsammelstätten u. dergl. anzulegen; außerdem sind die Wände solcher Behälter wasserdicht zu machen.

2. Die ganze Umgebung des Brunnens muß nivelliert sein, so daß alles auffallende Wasser und aller Schmutz durch natürliches Gefälle stets vom Brunnen weg und nie zu ihm hingeführt wird.

3. Die wasserdichte Brunnenwand muß den Erdboden etwas überragen in Form eines mindestens 15 cm hohen Brunnenkranzes *Br K* (Fig. 21).

4. Der Brunnenschacht muß auf dem Brunnenkranz durch in Zement gelegte, mit Falz zusammenstoßende Steinplatten *Pl* oder durch gußeiserne Deckel sicher abgeschlossen sein; diese Deckel müssen den Brunnenkranz mit ableitendem Gefälle überragen. Zur Ermöglichung der Zirkulation der Außenluft mit der Schachtluft müssen die Deckel Öffnungen besitzen. Damit durch diese Öffnungen aber keine Verunreinigung des Kessels erfolgen kann, muß

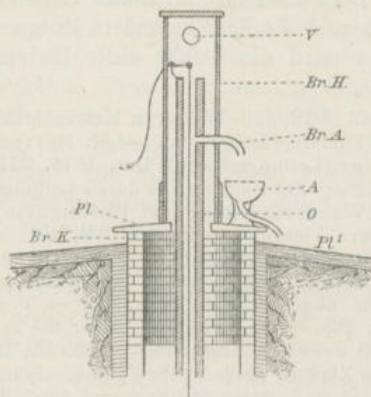


Fig. 21.

5. das Brunnen- oder Pumphaus *Br H* dicht aufgesetzt werden, dessen Innenraum mit der Außenluft durch eine mit einem Drahtgitter verschlossene Ventilationsöffnung *V* in Verbindung steht.

6. Das vom Brunnenauslaufe *Br A* abfließende Wasser muß sicher vom Brunnen weggeführt werden; das aus dem Ausgusse *A* ablaufende Wasser soll daher direkt auf den schräg abfallenden dichten Boden *Pl I* außerhalb des Brunnenkranzes gelangen können.

7. Der Brunnenmantel soll bis in die wasserführende Schicht hinein oder mindestens 6 m tief vom umgebenden Erdboden aus wasserdicht sein und wasserdicht an das umgebende Erdreich, das Aushubterrain, angeschlossen werden. Zu dem Zwecke wird der Brunnenmantel mit in Zement-

oder Traßmörtel gelegten Bruch- oder Ziegelsteinen hergestellt, die Innenwand glatt mit Zementmörtel verputzt und der Zwischenraum zwischen dem Brunnenmantel und dem Aushubterrain mit Lehm, Ton oder Letten ausgestampft.

8. Als Eintrittsstelle für das Wasser diene nur der wasserdurchlässige Boden des Schachtes, der mit einem etwa $1\frac{1}{2}$ m dicken Filter bedeckt wird, das zu unterst aus feinerem Sand, dann aus gröberem Sand, oben aus Kies und Steinen besteht. Alle zwei Jahre ist der Brunnen zu reinigen und die am Boden angesammelte Schlammsschicht zu beseitigen.

9. Die oberirdischen abführenden Kanäle sollen aus Beton, Zement oder mit Zement verbundenen Steinen bestehen, etwa unterirdisch abführende sollen wasserdicht und mit Schlammfängen und syphonartigem Abschluß versehen sein.

10. Hölzerne Pumpstücke müssen von Zeit zu Zeit geprüft werden, ob dieselben nicht morsch und schadhaft geworden sind, ebenso das Brunnenhaus.

Siehe auch M. Gruber, Österr. Sanitätsw. 1898. 10, 57. — Pfuhl, Das. 1898. 10, 61. 70.

¹ Vergl. F. Hueppe, Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1889, 15.

b) Empfehlenswerter als die vorhin besprochenen Brunnen sind die Röhren- oder sog. abessynischen Brunnen. Bei diesen geschieht das Erschließen des Grundwassers durch Eintreiben eiserner Röhren in die wasserführende Schicht. Das zuerst eingetriebene Rohr ist mit einer Stahlspitze versehen und unten durchlocht. Durch Aufschrauben weiterer Rohre kann man in größere Tiefen dringen. Schließlich wird eine Pumpe aufgeschraubt.

Bei der Untersuchung von Wasser aus neu angelegten Röhrenbrunnen ist zu beachten, daß das Wasser anfangs durch die Arbeiten bei der Herstellung des Brunnens verunreinigt sein kann. Eine Verunreinigung solcher Brunnen durch Zuflüsse von oben her ist bei genügender Tiefe (10–15 m) fast ausgeschlossen.

c) Artesische Brunnen erschließen meist tiefgelegenes, zwischen zwei undurchlässigen, muldenförmig geneigten Erdschichten eingeschlossenes Wasser. Wird die obere undurchlässige Schicht durchbohrt, so entströmt das Wasser dem Borloche infolge des auf ihm lastenden Druckes der Wassersäulen.

Chemische Untersuchung des Wassers.

Die **Probeentnahme** muß mit Sorgfalt ausgeführt werden. Die zur Aufnahme der Wasserproben bestimmten, womöglich noch nicht gebrauchten Flaschen (aus Apotheken zu beziehen) — **Krüge dürfen nicht verwendet werden** — sind vor dem Einfüllen sorgfältig durch Schütteln mit grobem Sand und wenig Wasser zu reinigen, dann mit dem zu prüfenden Wasser einige Male auszuspülen, nun erst zu füllen und mit neuen, mit dem gleichen Wasser abgewaschenen, event. mit Paraffin überzogenen — nicht abgebrühten — Korken zu verschließen. Der aus dem Flaschenhalse herausragende Teil des Stopfens wird abgeschnitten und die Flasche versiegelt. (Glasstopfen sind mit Pergamentpapier zu überbinden.) Findet die Wasserentnahme aus Pumpbrunnen statt, so muß zuvor das in dem Pumpenrohr stehende Wasser durch 5 Minuten lang dauerndes Auspumpen von etwa 100 Liter entfernt werden, erst dann sind die Flaschen zu füllen. In besonderen Fällen kann es von Wert sein, auch das zuerst ausgepumpte oder abgelaufene Wasser zur Untersuchung zu bekommen (Vermehrung des Keimgehaltes, Aufnahme von Metallen aus der Leitung). Ist aus einem Flusse, Bache, Weiher etc. Wasser zu entnehmen, so taucht man den Hals der Flasche vollständig unter, vermeide die Oberfläche, aber auch den Grund aufzuwirbeln.

Um aus größerer Tiefe Wasserproben entnehmen zu können, bedient man sich besonderer Schöpfvorrichtungen, die beim Einsenken geschlossen bleiben und erst in der gewünschten Tiefe durch besondere Vorrichtungen geöffnet werden können.

Solche Apparate sind angegeben von: R. Fresenius, *Anl. z. quant. chem. Analyse*, 6. Aufl. II, 189; von Esmarch, B. Fischer in Th. Weyl, *Handb. der Hygiene*, Bd. I S. 572; A. Bujard, *Forschungsb.* 1896. 3, 132; W. Ohlmüller, *Die Untersuchung des Wassers*. Berlin 1896, 6; H. Röttger, *Chem.-Ztg.* 1900. 24, 873; F. C. G. Müller, *Ztschr. angew. Chem.* 1900, 388 u. a.

Von jeder Wasserprobe sind mindestens 2 Liter (= 3 Weinflaschen) zur Untersuchung einzusenden; Korkverschlüsse sind durch Siegel zu sichern.

Jede Flasche erhält auf einer angeklebten, nicht angebundenen Etikette die genaue Bezeichnung des Inhaltes.

In dem beizufügenden Begleitschreiben sind nähere Angaben zu machen über

1. die Veranlassung zu der beantragten Untersuchung;
2. Zeit der Füllung (Datum);
3. Art der Brunnenanlage (Zieh-, Kessel-, Röhrenbrunnen, Schurflöcher; Flach- oder Tiefbrunnen, Entfernung der wasserführenden Schicht von der Erdoberfläche; Vorrichtung zur Wasserhebung, Brunnenstock aus Holz oder Eisen? und in welchem Zustande?; Deckung des Brunnen-schachtes).

Fassung der Quelle, Länge der Leitung, Material der Leitungsröhren.

4. Lage des Brunnens oder der Quelle und Beschaffenheit der Umgebung (Entfernung von menschlichen Niederlassungen oder industriellen Anlagen, von Stallungen, Dunggruben, vorüberziehenden Abzugskanälen etc.

5. Aussehen, Geruch und Geschmack des Wassers bei der Entnahme, Witterungsverhältnisse bei der Entnahme und 8—14 Tage vorher (Regengüsse?), frühere Beschaffenheit des Wassers.

6. Wenn möglich über die Temperatur des Wassers und die Bodenformation, welcher das Wasser entstammt.

In der Regel soll die Probeentnahme durch sachverständige Chemiker betätigt werden, welche sich dann gleichzeitig über vorstehende Punkte unterrichten (Okularinspektion).

Die Probeentnahme für bakteriologische Untersuchungen soll stets von einem Sachverständigen vorgenommen werden. Zur Aufnahme des zu prüfenden Wassers dienen sterilisierte Glasgefäße von verschiedener Größe und Form, welche mit Wattepfropfen oder Glasstopfen verschlossen sind. Sehr praktisch sind auch zu einer Kapillare ausgezogene, sterilisierte, luftleer gemachte und dann zugeschmolzene Röhren von 10 bis 15 ccm Inhalt, welche unter Wasser geöffnet und nach Füllung wieder zugeschmolzen werden. (Vergl. Chem.-Ztg. 1900. 24, 873.)

Wenn irgend möglich, sind die Kulturen an Ort und Stelle anzulegen (Petrische Schalen); ist dies nicht möglich und muß zwischen der Entnahme und der Verarbeitung längere Zeit vergehen, so sind die Proben, um einer etwaigen Veränderung in ihrer bakteriellen Beschaffenheit möglichst entgegenzuwirken, in zweckmäßiger Eisverpackung zu versenden. Die weitere Behandlung der Proben ist dem Bakteriologen zu überlassen.

Kann die chemische Untersuchung eines Wassers nicht sofort in Angriff genommen werden, so ist es ratsam, die Proben kühl und im Dunkeln aufzubewahren, um etwaige Veränderungen möglichst zu vermeiden.

Sobald als möglich sind zu bestimmen die organischen Substanzen, Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak; auch die Vorprüfung auf Geruch, Geschmack etc. ist baldmöglichst vorzunehmen.

Vorprüfung. a) Farbe und Klarheit. Man beobachtet das Wasser in ca. 70 cm langen und ca. 20 mm weiten farblosen Glasröhren, indem man von oben durch die Wasserschicht auf ein untergelegtes weißes Papier sieht.

b) Geruch. Man füllt in eine größere Kochflasche ca. 200 ccm, schüttelt stark und prüft dann den Geruch; vorteilhaft ist Erwärmen auf 40—50° C.

c) Geschmack. Prüfung der 18—20° warmen Probe.

d) Reaktion. Prüfung mit empfindlichem Lackmus- und Curcumpapier, mit Blei- und Jodkaliumstärkepapier.

Für die nun folgenden einzelnen Bestimmungen darf nur klares, event. filtriertes oder, wenn beim Filtrieren ein Kohlensäureverlust und damit Ausscheidung von Kalk- oder Magnesiakarbonat zu befürchten ist, abgehebertes Wasser benutzt werden.

Will man die suspendierten Stoffe bestimmen, so filtriert man sie durch ein bei 100° getrocknetes, gewogenes Filter von bekanntem Aschengehalte ab und wägt nach dem Trocknen bei 100°; man erhält die Totalmenge der suspendierten Stoffe. Durch Verbrennen derselben, Behandeln mit kohlensaurem Ammon, Trocknen bei 150° und nochmaliges Wägen erhält man die Mineralbestandteile, die in den Schwebestoffen enthalten waren. Die Differenz der beiden Wägungen gibt die suspendierten organischen Stoffe.

1. **Trockenrückstand** (Summe der gelösten Bestandteile). Eindampfen von 250, 500 oder 1000 ccm Wasser (bei 15° C. gemessen) in Platinschalen auf dem Wasserbade, nicht über offener Flamme. Zweistündiges Trocknen des Rückstandes bei 100° im Wassertrockenschranke bis zum konstanten Gewichte.¹

2. **Glühverlust.** Schwaches Glühen des Trockenrückstandes. Beobachtung der hierbei auftretenden Erscheinungen: rotbraune Dämpfe von salpetriger Säure, Schwärzung von organischen Substanzen; Geruch nach verbrannten Haaren (organische Verunreinigungen tierischen Ursprunges), oder nach verbranntem Papier (organische Substanzen pflanzlichen Ursprunges). Nach dem Erkalten befeuchtet man den Rückstand mit Ammonkarbonat (um durch das Glühen entstandenen Ätzkalk wieder in Karbonat überzuführen), erhitzt 5—6 Stdn. bei 150° C. und wägt. Die Differenz im Gewichte des geglühten und nicht geglühten Rückstandes wird als „Glühverlust“ bezeichnet. Falsch ist es, den Glühverlust als „organische Substanz“ zu bezeichnen (Reichardt²).

¹ Nach den deutschen Vereinbarungen wird bei 110° im Luftbade getrocknet; jedenfalls ist im Gutachten die eingehaltene Temperatur zu bemerken. — ² Grundlagen zur Beurteilung des Trinkwassers, 139.

der in 100 000 T. Wasser vorhandenen organischen Substanzen verbraucht worden sind. x bezeichnet die cem Chamäleonlösung, welche $10 \text{ cem} \frac{N}{100}$ Oxalsäurelösung entsprechen.

Die Schwefelsäure enthält manchmal reduzierende Substanzen; dieselbe ist daher vor ihrer Verwendung in dieser Richtung zu prüfen, event. mit KMnO_4 bis zur schwachen Rosafärbung zu versetzen. — Eisenoxydul, salpetrige Säure, Schwefelwasserstoff reduzieren gleichfalls Chamäleonlösung; für jeden gefundenen Teil N_2O_3 zieht man 1.66 T. KMnO_4 ab.

Zur Entfernung von Eisenoxydul und Schwefelwasserstoff dampft man das Wasser schnell auf $\frac{2}{3}$ seines Volumens ein, ersetzt das verdampfte Wasser durch destilliertes und verfährt wie gewöhnlich. (Das destillierte Wasser ist selten frei von organischen Substanzen!).

Es sei noch darauf hingewiesen, daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen der verbrauchten Menge Kaliumpermanganat und der Menge der im Wasser vorhandenen organischen Substanz nicht besteht, da gleiche Gewichtsmengen der verschiedenen organischen Verbindungen je nach ihrem Charakter und ihrer Herkunft zu ihrer Mineralisierung auch verschiedene Mengen von Sauerstoff, somit auch von Kaliumpermanganat benötigen. Immer aber wird ein stark unreinigtes Wasser auch stark reduzierend auf Kaliumpermanganat wirken.

Siehe noch E. Rupp, Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1900. 3, 676; Duyk, Annal. chim. analyt. 1901. 6, 121; N. Schmidt, Wratsch 1901; Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1902. 5, 134 (Einfluß des Chlorgehaltes auf die Bestimmung der organischen Substanzen).

Über die Bestimmung des organischen Kohlenstoffes im Wasser siehe J. König, Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1901. 4, 193.

4. Chlor. Zum qualitativen Nachweise von Chloriden säuert man etwa 10 cem Wasser mit chlorfreier Salpetersäure an (um die Fällung von kohlensauen und phosphorsauen Salzen zu verhindern) und versetzt mit einigen Tropfen Silbernitrat. $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$. Chlorsilber ist in Ammoniak löslich.

Zur quantitativen Bestimmung werden nach Mohr 50 cem des zu prüfenden Wassers im Becherglase mit 2—3 Tropfen neutralem Kaliumchromat (kalt gesättigte Lösung) versetzt und mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Silberlösung (17 g AgNO_3 in 1 Liter¹) in bekannter Weise titriert.

$$1 \text{ cem } \frac{1}{10} \text{ Norm.-AgNO}_3 = 0.003545 \text{ Cl} = 0.00585 \text{ NaCl};$$

$$\text{Cl} \times 1.65 = \text{NaCl}.$$

Reagiert das Wasser sauer oder alkalisch, oder enthält es viel organische, Silberlösung reduzierende Stoffe, so ist die gewichtsanalytische Methode der Chlorbestimmung anzuwenden (Fresenius, quant. Analyse § 140 I. a).

Sauer reagierendes Wasser wird mit chlorfreier Natronlauge schwach alkalisch, dann mit Salpetersäure sauer gemacht, alkalisch reagierendes

¹ Die $\frac{1}{10}$ N.- AgNO_3 -Lösung wird mit $\frac{1}{10}$ N.- NaCl -Lösung (5.85 g NaCl im Liter) kontrolliert.

Wasser wird mit Salpetersäure angesäuert und dann mit Silberlösung gefällt. Die organischen Substanzen kann man entfernen, indem man das alkalisch gemachte erhitzte Wasser mit Chamäleon bis zur Rosafärbung versetzt, die abgeschiedenen Manganoxydverbindungen abfiltriert, und nun erst mit Salpetersäure ansäuert und mit Silberlösung fällt.

$$\text{AgCl} \times 0.2472 = \text{Cl.}$$

143.38

35.45

Die Chlorbestimmung nach Mohr liefert etwas zu hohe Zahlen. Vergl. E. Sell, Arb. aus dem Kaiserl. Ges.-Amte 1, 360. — L. W. Winkler, Ztschr. anal. Chem. 1901. 40, 596 (Korrektur).

5. Salpetersäure. Der qualitative Nachweis der Salpetersäure kann durch nachstehende Reaktionen geführt werden:

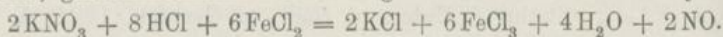
a) Brucin-Reaktion: Man fügt zu 1 ccm des zu prüfenden Wassers in einer Porzellanschale einige Körnchen Brucin und dann 1 ccm reine konz. Schwefelsäure (Rotfärbung).

Brucin wirkt nur auf Salpetersäure, nicht auf salpetrige Säure (G. Lunge und Lwoff, Ztschr. angew. Chem. 1894, 347).

b) Diphenylamin-Reaktion: Zu 1 ccm des zu prüfenden Wassers werden in einer Porzellanschale einige Körnchen Diphenylamin und dann 1 ccm reine konz. Schwefelsäure gegeben (Blaufärbung).

Diese Methode ist nur bei Abwesenheit von salpetriger Säure brauchbar.

Quantitative Bestimmung: a) Methode von Schulze-Tiemann. Prinzip der Methode: Zersetzung der Nitrate mittels Salzsäure und Eisenchlorür; gasvolumetrische Bestimmung des entstandenen Stickoxyds.



Siehe Walter-Gärtner, Die Untersuchung und Beurteilung der Wässer, 1895, 154.

b) Bequemer und ebenso sicher ist die Methode von K. Ulsch¹: 1—2 Liter Wasser werden auf 25—30 ccm eingedampft und in einen $\frac{1}{2}$ Liter-Rundkolben (Kjeldahls Zersetzungskolben) gespült; hierzu setzt man 10 ccm verd. Schwefelsäure (1 Vol. konz. H_2SO_4 + 2 Vol. H_2O ; spez. Gew. 1.35) und 5 g des käuflichen Ferrum hydrogenio reductum. In den Hals des Kolbens hängt man, um Verluste zu vermeiden, eine birnenförmige Glaskugel oder verschließt den Kolben mit dem von Ulsch (Ztschr. analyt. Chem. 1891. 30, 179) vorgeschlagenen Apparate. Man erwärmt vorsichtig mit sehr kleiner Flamme und steigert die Hitze erst, wenn die anfangs stürmische Gasentwicklung nachgelassen hat, so daß die Flüssigkeit ins Sieden gerät; nach etwa $\frac{1}{2}$ Minute langem Sieden ist die Reduktion beendet. Man verdünnt mit 75—100 ccm Wasser, übersättigt mit 25—30 ccm Natronlauge vom spez. Gew. 1.25 und destilliert das gebildete Ammoniak in eine abgemessene Menge $\frac{1}{10}$ Norm.-Schwefelsäure über. Durch Zurücktitrieren der überschüssig vorgelegten

¹ Chem. Ctrbl. 1889. 2, 926; J. König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel 1893. II, 1179.

Schwefelsäure — als Indikator wird Methylorange verwendet — erfährt man die Menge Säure, welche zur Sättigung des aus der Salpetersäure gebildeten Ammoniaks nötig war, und daraus den Gehalt des Wassers an Salpetersäure:

$$1 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ Normalsäure} = 0.006305 \text{ g HNO}_3 \\ = 0.005404 \text{ g N}_2\text{O}_5.$$

Schwefelsäure wie Natronlauge müssen selbstverständlich salpetersäurefrei sein (blinder Versuch).

c) Indigo-Methode von J. Mayrhofer. Modifizierte Marxsche Methode. (Hilger, Vereinb. p. 248.) Zur Ausführung ist eine Indigokarminlösung erforderlich, welche so gestellt sein muß, daß 5 ccm derselben 5 ccm einer Kaliumnitratlösung (0.0962 g KNO_3 im Liter), die mit 5 ccm chemisch reiner konz. Schwefelsäure versetzt sind, eben dauernd blaugrün färben.

Die Titration wird am besten in kleinen Glaskölbchen von 25 bis 30 ccm Inhalt in der Weise vorgenommen, daß man zu 5 ccm reiner konz. Schwefelsäure 5 ccm des zu prüfenden Wassers hinzufügt und dann möglichst schnell in raschem, aber doch noch tropfenweisem Strahl die Indigolösung aus einer Gay-Lussacschen Bürette unter stetem Umschütteln zufließen läßt. Es ist Sorge zu tragen, daß ein momentaner Überschuß der Indigolösung vermieden wird, weil sonst zu niedrige Resultate erhalten werden.

Werden für 5 ccm Wasser mehr als 6 ccm Indigolösung verbraucht, so muß eine Verdünnung des Wassers mit destilliertem Wasser vorgenommen werden.

Tabelle zur Berechnung:¹

Verbr. ccm Indigo	T. HNO_3 in 100 000	T. N_2O_5 in 100 000	Verbr. ccm Indigo	T. HNO_3 in 100 000	T. N_2O_5 in 100 000	Verbr. ccm Indigo	T. HNO_3 in 100 000	T. N_2O_5 in 100 000
0.1	0.30	0.26	1.7	1.80	1.54	3.3	3.57	3.06
0.2	0.40	0.34	1.8	1.90	1.63	3.4	3.72	3.19
0.3	0.50	0.43	1.9	2.00	1.71	3.5	3.86	3.31
0.4	0.58	0.50	2.0	2.10	1.80	3.6	4.00	3.43
0.5	0.67	0.57	2.1	2.20	1.88	3.7	4.14	3.55
0.6	0.75	0.64	2.2	2.30	1.97	3.8	4.29	3.68
0.7	0.83	0.71	2.3	2.40	2.05	3.9	4.43	3.80
0.8	0.92	0.79	2.4	2.50	2.14	4.0	4.6	3.9
0.9	1.00	0.86	2.5	2.60	2.22	4.1	4.7	4.0
1.0	1.10	0.94	2.6	2.70	2.31	4.2	4.9	4.2
1.1	1.20	1.03	2.7	2.80	2.40	4.3	5.0	4.3
1.2	1.30	1.11	2.8	2.90	2.48	4.4	5.1	4.4
1.3	1.40	1.20	2.9	3.00	2.57	4.5	5.3	4.5
1.4	1.50	1.28	3.0	3.14	2.69	4.6	5.4	4.6
1.5	1.60	1.37	3.1	3.29	2.82	4.7	5.6	4.8
1.6	1.70	1.46	3.2	3.43	2.94	4.8	5.7	4.9

¹ L. Medicus, Praktikum für Pharmazeuten 1903, 106.

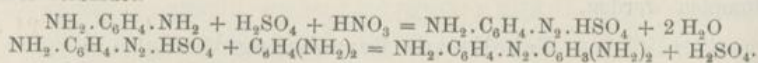
Verbr. ccm Indigo	T. HNO ₃ in 100 000	T. N ₂ O ₅	Verbr. ccm Indigo	T. HNO ₃ in 100 000	T. N ₂ O ₅	Verbr. ccm Indigo	T. HNO ₃ in 100 000	T. N ₂ O ₅
4.9	5.9	5.0	6.0	8.6	7.4	7.0	11.2	9.6
5.0	6.0	5.1	6.1	8.8	7.6	7.1	11.5	9.8
5.1	6.2	5.4	6.2	9.1	7.8	7.2	11.7	10.1
5.2	6.5	5.6	6.3	9.4	8.1	7.3	12.0	10.3
5.3	6.7	5.8	6.4	9.6	8.3	7.4	12.4	10.6
5.4	7.0	6.0	6.5	9.9	8.5	7.5	12.8	11.0
5.5	7.3	6.3	6.6	10.2	8.7	7.6	13.2	11.3
5.6	7.5	6.5	6.7	10.4	8.9	7.7	13.6	11.6
5.7	7.8	6.7	6.8	10.7	9.2	7.8	14.0	12.0
5.8	8.0	6.9	6.9	10.9	9.4	7.9	14.4	12.3
5.9	8.3	7.2						

Siehe noch: N. Kostjamine, Wratsch 1900; Ztschr. f. Unters. d. Nahr. u. Genußm. 1901. 4, 224.

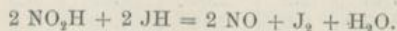
6. Salpetrige Säure. Qualitativer Nachweis:

a) Man gibt zu etwa 50 ccm Wasser in einem Reagenzrohre fünf Tropfen konz. Schwefelsäure und ca. $\frac{1}{2}$ ccm einer farblosen Lösung von schwefelsaurem Metaphenylendiamin (5 g Metaphenylendiamin [Metadiamidobenzol] mit verd. Schwefelsäure bis zur sauren Reaktion versetzt und auf 1 Liter aufgefüllt) — gelbbraune bis rötliche Färbung (Triamidoazobenzol) bei Gegenwart von salpetriger Säure (Gries¹).

Die salpetrige Säure führt das Metaphenylendiamin in Diazoniumsulfat über, das sich dann mit einem weiteren Molekül Metaphenylendiamin zu Triamidoazobenzol verbindet.



b) Man gibt zu 50 ccm Wasser 1 ccm frisch bereiteter Stärkelösung, einige Körnchen Jodkalium und 1 ccm Schwefelsäure (1 + 3). — Das durch salpetrige Säure in Freiheit gesetzte Jod färbt die Stärke blau. Tritt die Blaufärbung nicht innerhalb 5 Minuten auf, so ist salpetrige Säure nicht vorhanden; später eintretende Färbung kann durch Bakterien hervorgerufen sein.



Bei der letzten Methode ist zu berücksichtigen, daß auch Eisenoxydverbindungen und organische Substanzen eine Zersetzung der Jodkalistärke bedingen können; deshalb ist es ratsam, jene Substanzen zuvor durch Fällung mit etwas Natriumkarbonat und Natriumhydrat zu entfernen (siehe bei Ammoniak); auf die erstere Reaktion sind Ferrisalze und organische Substanzen so lange ohne Einfluß, als sie nicht eine Färbung des Wassers verursachen; in diesem Falle muß auch hier eine Fällung vorangehen.

Siehe noch E. Riegler, Ztschr. anal. Chem. 1896. 35, 677; 1897. 36, 377.

¹ Berl. Ber. 1878. 11, 624.

Quantitative Bestimmung: a) Kolorimetrische Bestimmung, gegründet auf die durch salpetrige Säure bewirkte Färbung einer JodkalistärkeLösung (Trommsdorff¹), oder einer Lösung von Metaphenyldiamin (Preusse u. Tiemann²).

Erforderliche Lösungen: 1. Normallösung von salpetriger Säure: 0.4048 g salpetrigsaures Silber (Vermischen von heißen konz. Lösungen von salpetersaurem Silber und salpetrigsaurem Kali, Auswaschen des Niederschlages, Umkristallisieren aus heißem Wasser) werden in ausgekochtem Wasser gelöst, 1 g Kochsalz zugesetzt und auf 1 Liter aufgefüllt. Von dieser Lösung werden 100 ccm auf 1 Liter verdünnt; 1 ccm hiervon = 0.01 mg N_2O_3 .

Statt vorstehender Lösung kann man auch eine Lösung des käuflichen reinen Natriumnitrits verwenden, das zur Zeit genügend rein im Handel ist. Man löst 1.815 g $NaNO_2$ in 1 Liter dest. Wassers, 1 ccm dieser Lösung entspricht 1 mg N_2O_3 . Von dieser stärkeren, vor Tageslicht geschützt aufzubewahrenden Lösung verdünnt man jedesmal vor dem Gebrauche 10 ccm auf 1 Liter, wodurch man eine Lösung erhält, von der 1 ccm = 0.01 mg N_2O_3 entspricht.

2. JodkalistärkeLösung; man hält sich eine lösliche Stärke vorrätig, löst davon in Wasser und gibt einige Körnchen Jodkali zu.

Über Bereitung löslicher Stärke siehe S. 209; ferner Reinhardt, Ztschr. f. analyt. Chem. 1886. 25, 37.

Für die Ausführung der Bestimmung füllt man in einige gleich hohe und weite Zylinder von farblosem Glase je 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 ccm obiger Nitritlösung und füllt mit destilliertem (nitritfreiem³) Wasser auf 100 ccm auf. Neben diese stellt man auf eine Unterlage von weißem Papier ebensolche Zylinder mit je 100 ccm der zu prüfenden, mit Natriumkarbonat und Natriumhydrat gefällten Wasserproben. Dann gibt man in jeden Zylinder 2 ccm JodkalistärkeLösung und 1 ccm Schwefelsäure (1 + 3). Die innerhalb 5 Min. auftretenden Blaufärbungen werden verglichen mit den Färbungen, welche in jenen Gläsern entstanden sind, die bekannte Nitritmengen enthalten.

Manchmal ist es nötig, das zu prüfende Wasser zu verdünnen, d. h. 10, 20, 30 ccm des fraglichen Wassers mit nitritfreiem Wasser auf 100 ccm aufzufüllen, um für die Beobachtung passende Farbentöne zu erhalten.

Verwendet man statt der JodkalistärkeLösung Metaphenyldiaminlösung (je 1 ccm obiger Lösung und 1 ccm H_2SO_4 [1 + 3]), so tritt die Färbung erst nach 20 Minuten auf; sie hält sich bei verschlossenen Zylindern 24 Stunden.

Bei den kolorimetrischen Bestimmungen kann man sich auch des Kolorimeters von J. König bedienen. Chem.-Ztg. 1897. 21, 599.

b) Liegen farblose, wenig organische Stoffe enthaltende, nitritreiche Wasser vor, so kann man die salpetrige Säure nach Feldhaus-Kubel⁴

¹ Ztschr. anal. Chem. 1869. 8, 358; 1870. 11, 168. — ² Berl. Ber. 1878. 11, 627. — ³ Oft ist gewöhnliches Leitungswasser besser als das destillierte. —

⁴ Feldhaus, Ztschr. anal. Chem. 1862. 1, 426; Kubel, Journ. f. prakt. Chem. 102, 229.

mit $\frac{1}{100}$ N.-Chamäleonlösung titrieren. Erforderlich sind hierzu: $\frac{1}{100}$ N.-Chamäleonlösung (0.32—0.34 g im Liter, Einstellung auf $\frac{1}{100}$ N.-Oxalsäurelösung) und $\frac{1}{100}$ N.-Eisenammonsulfatlösung (3.92 g im Liter).

100 ccm Wasser werden mit überschüssiger titrierter Chamäleonlösung (5, 10 etc. ccm) und mit 5 ccm H_2SO_4 (1 + 3) versetzt; der Überschuß an Chamäleon wird sofort durch Zusatz einer der zugegebenen Chamäleonlösung entsprechenden Menge von $\frac{1}{100}$ N.-Eisenammonsulfatlösung zersetzt, und nun titriert man mit Chamäleonlösung bis zu eben eintretender Rotfärbung zurück. — Die Temperatur der Flüssigkeit liege zwischen 15 und 20° C. — Zieht man von der Gesamtmenge der verbrauchten ccm Chamäleonlösung, die zur Oxydation der hinzugesetzten Eisenammonsulfatlösung erforderlichen ccm dieser Lösung ab und multipliziert die Differenz der ccm mit 0.19, so erhält man die in 100 ccm Wasser enthaltenen Milligramme salpetriger Säure.

Siehe noch H. Mennicke, Ztschr. angew. Chem. 1900. 711; hier weitere Literatur.

7. Ammoniak. Dasselbe wird qualitativ mittels des sog. Nesslerischen Reagenses (alkalischer Quecksilberkaliumjodidlösung) nachgewiesen, nach vorgegangener Ausfällung der Kalk- und Magnesiaverbindungen.¹

Enthält ein Wasser Schwefelwasserstoff oder Schwefelalkali, so kann die Reaktion mit Nessler's Reagens auch durch Schwefelquecksilber bedingt sein; in diesem Falle verschwindet die Färbung nach dem Ansäuern nicht; die durch Ammoniak bewirkte Färbung verschwindet nach dem Ansäuern.

Behufs quantitativer Bestimmung wird (nach Frankland und Armstrong²) die in einem Wasser mit Nessler's Reagens entstandene Färbung mit einer Salmiaklösung von bekanntem Gehalt, die ebenfalls mit obigem Reagens versetzt ist, unter gleichen Versuchsbedingungen verglichen.

Hierzu sind erforderlich:

a) Ammonchloridlösung: 3.1359 g bei 100° getrocknetes Ammonchlorid zu 1 Liter Wasser gelöst; 1 ccm = 1 mg NH_3 .³

b) Nessler's Reagens: 50 g Jodkalium werden in ca. 50 ccm heißem destilliertem Wasser gelöst und mit einer konz. heißen Sublimat-(Quecksilberchlorid-)lösung versetzt, bis der dadurch gebildete rote Niederschlag aufhört, sich wieder zu lösen (20—25 g HgCl_2 sind hierzu erforderlich). Man filtriert, vermischt mit einer Auflösung von 150 g Kalihydrat in 300 ccm Wasser, verdünnt auf 1 Liter, fügt noch 5 ccm HgCl_2 -Lösung hinzu, läßt den Niederschlag sich absetzen und dekantiert. (In wohlverschlossenen Flaschen aufzubewahren.)

c) Sodalösung: 1 T. reine krist. Soda in 3 T. dest. Wassers gelöst und auf $\frac{2}{3}$ Vol. eingekocht.

¹ Vergl. Salzer, Ztschr. analyt. Chem. 1881. 20, 225. — ² Chem. News 17, 247; Ztschr. analyt. Chemie 1868. 7, 479 und 1869. 8, 356. — ³ Denn

53.53 : 17.07 = x : 1; x = 3.1359.

NH_4Cl NH_3

d) Natriumhydratlösung: 1 T. reines NaOH in 3 T. dest. Wassers gelöst und auf $\frac{2}{3}$ Vol. eingekocht.

e) Ammoniakfreies dest. Wasser zum Verdünnen. Man kann auch ammoniakfreies mit Natriumhydrat-Karbonatlösung ausgefälltes Leitungswasser benutzen.

300 ccm Wasser werden mit 2 ccm obiger Sodalösung und 1 ccm obiger Natriumhydratlösung ausgefällt; von der über dem Niederschlage stehenden klaren Flüssigkeit werden 100 ccm in einen engen hohen Zylinder von farblosem Glase abgehebert oder pipettiert, mit 1 ccm Nessler's Reagens versetzt und die etwa entstandene Färbung mit den Färbungen verglichen, welche in vier Zylindern entstanden ist, in die 100 ccm destilliertes Wasser, 1 ccm Nessler's Reagens und je 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 ccm einer Salmiaklösung gegeben wurde, von der 1 ccm = 0.05 mg NH_3 = 0.05 g NH_3 in 100 000 T. anzeigt. Zur Herstellung letzterer Lösung werden 5 ccm obiger Salmiaklösung (a) auf 100 ccm verdünnt.

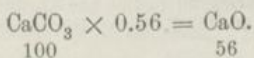
Behufs exakter Bestimmung des Ammoniaks bzw. bei Gegenwart größerer Mengen von Ammoniak werden 1—2 Liter Wasser (die durch Filtration von suspendierter organischer N-haltiger Substanz befreit sind) unter Zusatz von Kalihydrat oder besser Kalkmilch mit vorgelegtem Kühler destilliert, das Destillat in titrierter Schwefelsäure aufgefangen und letztere zurücktitriert, — oder es wird Salzsäure vorgelegt und das Ammoniak als Platinsalmiak bestimmt.

Zur Bestimmung des sog. Albuminoid-Ammoniaks, d.h. des Ammoniaks leicht zersetzlicher organischer Stickstoffverbindungen versetzt man den Rückstand der Destillation mit Kalkmilch (Bestimmung des fertig gebildeten Ammoniaks) mit etwa 100 ccm einer Lösung, die 200 g Kalihydrat und 8 g Kaliumpermanganat im Liter enthält, destilliert das aus den stickstoffhaltigen Substanzen neu gebildete Ammoniak ab und bestimmt es wie oben.

Siehe noch L. W. Winkler, Chem.-Ztg. 1899. 23, 454. 541.

8. **Eisenoxyd und Tonerde, Kalk, Magnesia.** Der Trockenrückstand (von 1.) wird mit verd. Salzsäure aufgenommen event. filtriert, nach Zusatz einiger Körnchen chlorsauren Kalis gekocht und dann Eisen und Tonerde mit wenig Ammoniak gefällt, filtriert, mit heißem Wasser gewaschen, getrocknet, gegläht und als Eisenoxyd + Tonerde ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) gewogen. (Event. Trennung nach den Regeln der quantitativen Analyse unter Berücksichtigung etwa vorhandener Phosphorsäure.)

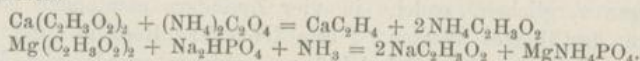
Das Filtrat wird zum Kochen erhitzt und aus demselben nach Zusatz von noch etwas Ammoniak mit oxalsaurem Ammon der Kalk als oxalsaurer Kalk gefällt. Absitzen lassen, Filtrieren etc., Wägen als Calciumoxyd oder Karbonat.



Aus dem Filtrate vom oxalsauren Kalk wird mit Ammoniak und phosphorsaurem Natrium die Magnesia als phosphorsaure Ammonmagnesia gefällt. Abfiltrieren des Niederschlages nach 3—4 Stunden, Auswaschen mit verdünntem Ammoniak (1 + 3). Glühen und Wiegen als pyrophosphorsaure Magnesia.

$$\frac{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7}{222.72} \times 0.3624 = \frac{[\text{MgO}]_2}{80.72}$$

Bei Vernachlässigung des Eisens und der Tonerde engt man etwa 250 bis 500 ccm mit Essigsäure angesäuertes Wasser im Becherglase auf dem Wasserbade ein, filtriert event. entstandene Ausscheidungen ab und füllt den Kalk mit oxalsaurem Ammon.



Geringe Mengen von Eisen werden kolorimetrisch bestimmt.

Ein bestimmtes Volumen des Wassers (200—500 bzw. 1000 ccm) oder besser der ganze Inhalt einer Flasche (welche man, um auch das event. aus $\text{Fe}(\text{CO}_3\text{H})_3$ abgeschiedene $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ zu gewinnen, mit eisenfreier verdünnter Salzsäure ausspült), wird mit einigen Körnchen chloresäuren Kalis und 1 ccm konzentrierter, eisenfreier Salzsäure in einer reinen Porzellanschale eingeeengt, bis das Chlor verschwunden ist, und auf ein bestimmtes Volumen (50 oder 100 ccm) aufgefüllt.

Bei geringem Eisengehalte wird die ganze Flüssigkeit, bei größerem ein bestimmter Teil derselben zur kolorimetrischen Prüfung verwendet.

Als Vergleichsflüssigkeit dient eine Lösung von Eisenaun $[\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}]$, die in 1 ccm 0.1 mg Eisen (Fe) enthält, d. h. eine Lösung von 0.898 g des zwischen Fließpapier von hygroskopischem Wasser befreiten Salzes unter Zusatz von etwas HCl zu 1 Liter.

Von dieser Vergleichsflüssigkeit füllt man 1, 2, 3, 4 ccm in gleichweite Zylinder zu 50 ccm auf und setzt zu diesen, sowie zu der zu prüfenden, wie oben zubereiteten Wasserprobe je 5 ccm frisch bereiteter 5 proz. Rhodanamonlösung (oder je 1 ccm einer blassen, frisch bereiteten Lösung von Ferrocyankalium) und je 0.5 ccm konz. HCl.

Erheblichere Mengen von Eisen kann man auch maßanalytisch mit Kaliumpermanganat bestimmen.

$$\begin{aligned} \text{Fe}_2 \times 1.429 &= \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ 111.8 &159.8 \\ \text{Fe} \times 1.208 &= \text{FeO} \\ 55.9 &71.9 \end{aligned}$$

Siehe auch G. Lunge, Ztschr. angew. Chem. 1896, 3. — A. Seyda, Chem.-Ztg. 1898, 22, 1085.

9. Härte. Unter „deutschen Härtegraden“¹ versteht man die Teile Calciumoxyd in 100 000 T. Wasser, wobei die vorhandene Magnesia in äquivalenter Menge Kalk in Rechnung gebracht wird. $\text{MgO} \times 1.4 = \text{CaO}$.

Die Gesamthärte ist bedingt durch sämtliche im Wasser vorhandenen Salze des Kalkes und der Magnesia.

Unter vorübergehender (temporärer) Härte versteht man den Anteil der Gesamthärte, welcher durch die kohlen-sauren Salze des Wassers bedingt ist.

¹ Ein französischer Härtegrad (Teile CaCO_3 in 100 000 T. H_2O) = 0.4, ein englischer (Teile CaCO_3 in 70 000 T. H_2O ; 1 grain in 1 gallon) = 0.57 deutschen Graden.

Man bestimmt dieselbe, indem man ein bestimmtes Quantum Wasser unter Ersatz des verdunstenden durch destilliertes (sonst event. Gipsausscheidung) $\frac{1}{2}$ Stunde lang im Sieden erhält (Austreiben der die Monokarbonate als Bikarbonate in Lösung haltenden Kohlensäure; Fällung der neutralen Carbonate — $\text{Ca}(\text{CO}_2\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Den Niederschlag filtriert man ab, wäscht ihn aus, löst ihn dann in verd. Salzsäure und bestimmt in der Lösung Kalk und Magnesia.

Man macht keinen großen Fehler, wenn man den Niederschlag direkt trocknet, glüht und als CaO wägt.

Die vorübergehende Härte kann auch ermittelt werden durch Titration mit $\frac{1}{10}$ Normal-Schwefelsäure und Methylorange als Indikator (Bestimmung der festgebundenen Kohlensäure). 1 ccm $\frac{1}{10}$ N.- SO_3 entspricht 0.0028 g CaO bzw. MgO , die als Bikarbonat vorhanden waren.

Als „bleibende permanente Härte“ bezeichnet man die Kalk- bzw. Magnesiasalze, welche nach $\frac{1}{2}$ stündigem Kochen des Wassers noch in Lösung bleiben (Sulfate, Chloride, Nitrate). Differenz der Gesamthärte und der vorübergehenden Härte.

Es ist zu beachten, daß CaCO_3 auch in CO_2 -freiem Wasser nicht völlig unlöslich ist; in 100 ccm Wasser bleiben 3.5 mg CaCO_3 gelöst, welche die bleibende Härte fälschlich um zwei deutsche Grade erhöhen.

Die bleibende Härte ist auch gleich $2 + (70 \times \text{gefundene } \text{SO}_3 \text{ im Liter})$.

Über Weichmachen von hartem Wasser siehe J. König, Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin 1899, 205.

10. Kieselsäure, Schwefelsäure, Kali, Natron. Etwa 2 Liter Wasser (unter Umständen auch noch mehr) werden unter Zusatz von Salzsäure zur Trockne verdampft, der Rückstand zur Abscheidung der Kieselsäure nochmals mit Salzsäure befeuchtet und eingetrocknet (Sand- oder Luftbad), dann mit wenig Salzsäure und Wasser behandelt und die ungelöst gebliebene Kieselsäure abfiltriert. Wegen der Schwerlöslichkeit des Calciumsulfates ist der Rückstand wiederholt mit heißem, salzsäurehaltigem Wasser auszuwaschen. — Der Rückstand wird schließlich getrocknet, geglüht und als SiO_2 gewogen.

Wurde bei Gegenwart größerer Mengen von Nitraten oder von Eisen in einer Platinschale gearbeitet, so kann etwas Platin in Lösung gehen und der abgeschiedenen Kieselsäure durch Reduktionsvorgänge Platin beigemengt sein. In diesem Falle wird die Kieselsäure, nachdem sie gewogen, mit Flußsäure und Schwefelsäure verflüchtigt und der event. verbleibende Rückstand gewogen. In der Regel ist derselbe zu unbedeutend, um eine Korrektur notwendig zu machen.

Beim Arbeiten in Porzellanschalen haftet die Kieselsäure zum Teil sehr fest an der Schalenwand. Man löst diese anhaftende Kieselsäure in wenig heißer, verdünnter, reiner Kalilauge und scheidet sie aus der alkalischen Lösung durch Eindampfen mit Salzsäure in einer Platinschale ab.

Das Filtrat von der Kieselsäure erhitzt man und füllt aus demselben die Schwefelsäure mittels Chlorbaryum. Abfiltrieren des schwefelsauren Baryts, Trocknen, Glühen und Wiegen.

$$\frac{\text{BaSO}_4}{233.46} \times 0.348 \text{ (genau } 0.3429) = \frac{\text{SO}_3}{80.06}$$

$\text{SO}_3 \times 1.7 = \text{CaSO}_4$; $\text{SO}_3 \times 0.7 =$ das zur Bildung von CaSO_4 erforderte CaO .

Bestimmung der Alkalien. Die vom schwefelsauren Baryt abfiltrierte Flüssigkeit wird zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Wasser aufgenommen und die Lösung unter Zusatz von reiner, in geringem Überschuß zugesetzter alkalifreier Kalkmilch oder einer konzentrierten Lösung von Barythydrat gekocht (Fällung des Baryts und der Magnesia). Man filtriert, fällt das Filtrat mit Ammoniak und kohlen-saurem Ammon unter Zusatz von etwas oxalsaurem Ammon, läßt den Niederschlag (Kalk und noch vorhandene Magnesia) absitzen, filtriert und verdampft das Filtrat zur Trockne. Der Rückstand wird zur Verjagung der Ammonsalze gelinde geglüht, der meist etwas geschwärzte Glührückstand mit wenig Wasser aufgenommen und die Abscheidung von immer noch in geringer Menge vorhandener Magnesia in gleicher Weise, aber nur mit geringen Mengen Reagentien wiederholt. Nach abermaligem Filtrieren, Eindampfen des Filtrates unter Zusatz von etwas Salzsäure und Verjagen der Ammonsalze wiegt man die zurückbleibenden Alkalichlormetalle.

Die Trennung des Kaliums vom Natrium kann nun in zweifacher Weise geschehen.

a) Direkte Bestimmung. Man löst die Chlormetalle in wenig Wasser, fügt Platinchlorid zu und verdampft in einer Porzellanschale bis fast zur Trockne. Nach dem Erkalten der breiigen Kristallmasse behandelt man mit 80 proz. Alkohol und filtriert das ungelöst bleibende Kaliumplatinchlorid durch ein bei 100° getrocknetes und gewogenes Filter, wäscht mit Alkohol, schließlich mit Äther aus, trocknet bei 100° und wiegt.

Einfacher ist es, das abfiltrierte, gewaschene Kaliumplatinchlorid nach dem Trocknen (Verdunsten des Alkoholäthers) in heißem Wasser zu lösen, die Lösung in gewogener Platinschale einzudampfen, zu trocknen und zu wiegen.

Die gefundene Menge Kaliumplatinchlorid wird auf Chlorkalium umgerechnet.

$$\frac{\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}}{485.8} \times 0.30557 = \frac{[\text{KCl}]_2}{149.2}$$

Die berechnete Menge Chlorkalium zieht man von der Gesamtmenge der Chloralkalien ab; die Differenz ist Chlornatrium.

Chlorkalium und Chlornatrium werden dann noch auf Kalium- und Natriumoxyd umgerechnet.

$$\frac{[\text{KCl}]_2}{149.2} \times 0.6320 = \text{K}_2\text{O}; \quad \frac{[\text{NaCl}]_2}{117} \times 0.5307 = \text{Na}_2\text{O}.$$

In dem Filtrate vom Kaliumplatinchlorid wird nach Verjagen des Alkohols durch Erwärmen, und Reduktion des Platinchlorids durch Wasserstoff nach dem Abfiltrieren des Platins auf Magnesia geprüft.

b) Indirekte Bestimmung. Wägung der Chloralkalien und Bestimmung des in diesen enthaltenen Chlors. Berechnung nach folgenden Formeln:

$$K = \frac{(S - A) 1.54 - A}{0.63} \quad Na = \frac{A - (S - A) 0.91}{0.63}$$

S = Summe der Chlormetalle; A = das darin enthaltene Chlor.

$$0.63 = \frac{Cl}{Na} - \frac{Cl}{K}; \quad 1.54 = \frac{Cl}{Na}; \quad 0.91 = \frac{Cl}{K}$$

$$K \times 1.9 \text{ (genauer 1.90549)} = KCl; \quad Na \times 2.54 \text{ (genauer 2.5379)} = NaCl.$$

39.15 74.6 23.05 58.5

Oder: Bestimmung der schwefelsauren Alkalien ($= A$) und der in denselben enthaltenen Schwefelsäure ($SO_3 = S$)

$$Na_2SO_4 = \frac{S - (A \times 0.45919)}{0.10419}; \quad K_2SO_4 = A - Na_2SO_4$$

$$Na_2SO_4 \times 0.4368 = Na_2O; \quad K_2SO_4 \times 0.5408 = K_2O.$$

142.16 62.1 174.36 94.3

Bei genügendem Material kann man in einem Teile der wäßrigen Lösung der Chlormetalle das Kalium direkt, in einem andern Teile die Chlormenge bestimmen.

11. Bestimmung des etwa vorhandenen kohlensauren Natrons.¹

Wenn das eingedampfte Wasser gegen Curcumapapier alkalisch reagiert, ist kohlensaures Natron zugegen. — Man dampft dann 1 bis 3 Liter Wasser bis auf einen kleinen Rest ein, filtriert durch ein kleines Filter, wäscht Schale und Filter aus und titriert das Filtrat mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Salzsäure (und Methylorange) oder nach Zugabe eines Säureüberschusses mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Lauge (und Phenolphthalein oder Lackmus).

In der titrierten Flüssigkeit bestimmt man die etwa vorhandene Magnesia — Kalk ist bei Gegenwart von kohlensaurem Natron in bestimmbarer Menge nicht vorhanden — und zieht die der Magnesia entsprechende Säuremenge von obigem Säureverbrauche ab; der Rest ergibt das kohlensaure Natron.

12. Kohlensäure. Dieselbe kommt im Wasser teils als freies Gas, teils an Basen gebunden vor und zwar a) festgebunden an Alkalien, alkalische Erden und Metalle, b) halbgebunden an Erdalkalkarbonat, indem an diese — welche an und für sich in Wasser unlöslich sind — noch für jeden Teil festgebundener Kohlensäure ein gleicher, locker gebundener Teil hinzutritt und diese nun als Bikarbonate in Lösung hält.

a) Nachweis und Bestimmung der freien Kohlensäure. Der qualitative Nachweis freier Kohlensäure bezw. freier Säure überhaupt geschieht nach von Pettenkofer² in folgender Weise: 1 Teil Rosolsäure wird in 500 T. 80 proz. Alkohol gelöst, mit etwas Baryt-

¹ Nach den Vereinb. — ² Ztschr. f. Biologie 11, 308; Ztschr. anal. Chem. 1869. 8, 91.

lauge oder Natronlauge bis zur beginnenden Rötung versetzt und von dieser Lösung auf 50 ccm Wasser $\frac{1}{2}$ ccm zugefügt. Bei Anwesenheit von freier CO_2 wird die Flüssigkeit farblos oder gelblich; sind nur Bikarbonate und keine freie CO_2 vorhanden, so wird die Flüssigkeit rot gefärbt.

Auch eine durch Alkali schwach rot gefärbte Phenolphthaleinlösung wird durch Wasser, das freie Kohlensäure enthält, sofort farblos.

Die Bestimmung der freien Kohlensäure geschieht nach folgenden Methoden:

Titration von 100 ccm Wasser mit Barythydratlösung (und Rosol-säure).

Oder Titration von 100 ccm Wasser mit Sodalösung unter Benutzung von Phenolphthalein (10 Tropfen) als Indikator.

Die erforderliche Sodalösung wird hergestellt durch Lösen von 2.409 g wasserfreier oder 6.502 g wasserhaltiger reiner Soda in 1 Liter. 1 ccm dieser Lösung entspricht 1 mg freier Kohlensäure.

Die Titration ist doppelt auszuführen; beim zweiten Versuche läßt man die beim ersten Versuche ermittelte Menge Sodalösung nahezu auf einmal zulaufen, schüttelt um und titriert dann aus.

Die Gesamtkohlensäure, vermindert um die doppelte Menge der gebundenen Kohlensäure, ebenso die freie und halbgebundene, vermindert um die gebundene Kohlensäure, ergibt die freie Kohlensäure.

b) Bestimmung der Gesamtkohlensäure. Die Kohlensäure wird als Calcium- oder Baryumkarbonat ausgeschieden, dieses durch Salzsäure zersetzt und die dabei freigemachte Kohlensäure in einem gewogenen sog. Liebig'schen Kaliapparate absorbiert, oder in titriertem Barytwasser aufgefangen (Durchleiten durch zwei Pettenkofer'sche Barytröhren) und der Überschuß von Barytlösung mit titrierter Lösung von vierfach oxalsaurem Kali oder Oxalsäure zurückgemessen. Vergl. auch bei „Luft“.

Oder man versetzt 250 ccm Wasser mit 100—200 ccm reinstem, filtriertem Kalkwasser¹, dem (bei Gegenwart von Alkalikarbonaten) noch etwas Chlorealcium zugefügt ist, läßt in dem verschlossenen Kolben mindestens 24 Stdn. stehen, filtriert dann rasch ab, wäscht mit heißem Wasser aus, löst den Rückstand in Essigsäure und bestimmt in dieser Lösung den Kalk durch Fällung mit oxalsaurem Ammon. — $1 \text{ CaO} = 0.786 \text{ g CO}_2$. — $1 \text{ g CO}_2 = 0.5076 \text{ ccm CO}_2$.

R. Bunsen² versetzt die nach dem größeren oder geringeren Kohlen-

¹ Kalkwasser: Frisch gebrannter Kalk wird mit wenig destilliertem Wasser übergossen (gelöscht) und nach dem Zerfallen desselben mit noch so viel Wasser versetzt, daß eine dünne Milch entsteht; diese wird in eine Flasche gegeben, geschüttelt und absitzen gelassen; um möglichst alkalifreies Kalkwasser zu erhalten, wird das überstehende Wasser zwei- bis dreimal entfernt. Nach Aufgießen von frischem Wasser, längerem Stehen und öfterem Umschütteln erhält man ein klares, gesättigtes Kalkwasser. — ² Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwässer. Heidelberg 1874, 20. 62.

säuregehalte sich richtende Menge des in Arbeit zu nehmenden Wassers mit überschüssiger ammoniakalischer Chlorcalciumlösung, einem mindestens 4 Wochen alten Gemische von

1 Teil kristallisiertem Chlorcalcium,

5 Teilen destilliertem Wasser,

10 Teilen Ammoniak vom spez. Gew. 0.96.

1 ccm dieser Lösung bindet 0.0133 CO_2 bzw. füllt 0.0169 CaO.

Die Bestimmung der Gesamtkohlensäure muß sofort nach Entnahme der Wasserprobe an Ort und Stelle eingeleitet werden.

Siehe R. Bunsen l. c., ferner R. Fresenius, quant. Analyse I, 449; II, 191. 211.

c) Bestimmung der fest- oder halbgebundenen Kohlensäure. Diese bestimmt man nach Lunge¹ durch Titration von 50 oder 100 ccm Wasser mit $\frac{1}{10}$ Normal-Schwefelsäure unter Benutzung von Methylorange als Indikator. — 1 ccm $\frac{1}{10}$ Norm.- $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0.0022 \text{ CO}_2$.

Siehe auch: F. Mylius u. F. Förster, Berl. Ber. 1891. 24, 1482 (Titration mit $\frac{1}{100}$ Norm.-Schwefelsäure und Jodeosin).

Berechnung der gebundenen Kohlensäure nach R. Fresenius (l. c.): Man addiert die Mengen SO_3 , welche den gefundenen Basen entsprechen, und zieht von der Summe ab: 1. die direkt gefundene SO_3 , 2. die der gefundenen N_2O_5 , 3. die dem gefundenen Cl äquivalente Menge SO_3 . Der Rest ist äquivalent der mit den Basen zu einfach kohlensauen Salzen verbundenen CO_2 , also 40.03 der übrig gebliebenen $\text{SO}_3 = 22 \text{ CO}_2$.

Zu dieser Berechnung erforderte Verhältnisse: 56.1 CaO, 40.36 MgO, 94.3 K_2O , 62.1 Na_2O : 40.03 SO_3 . — 108.08 N_2O_5 , 35.45 Cl: 40.03 SO_3 .

Berechnung aus der vorübergehenden Härte: Vermehrung der deutschen Grade der vorübergehenden Härte um 2 und Multiplikation der sich ergebenden Zahl mit 0.785.

d) Bestimmung der freien und halbgebundenen Kohlensäure. Dieselbe geschieht nach von Pettenkofer² wie folgt: In einen Kochkolben werden 100 ccm des zu prüfenden Wassers gegeben, dann 3 ccm einer neutralen, fast gesättigten Chlorcalcium- oder Chlorbaryumlösung (um kohlensaure Alkalien in indifferente Alkalichloride und unlösliche Baryumsalze umzusetzen), 2 ccm einer gesättigten Chlorammoniumlösung (um die Abscheidung von Magnesiaverbindungen zu verhindern) und schließlich 45 ccm Barytwasser von bekanntem Gehalte und solcher Konzentration, daß nach Zersetzung der Karbonate noch ein Überschuß verbleibt. Darauf wird der Kolben mit einem Gummistopfen verschlossen, kräftig umgeschüttelt und 12 Stunden der Ruhe überlassen. Nun zieht man 50 ccm der klaren Flüssigkeit ab und titriert mit vierfach oxalsaurem Kali zurück. — Man benötigt zur Ausführung dieser Bestimmung:

a) Lösung von Kaliumperoxalat (3.85 g im Lit.; 1 ccm = 1 mg CO_2).

β) Barythydratlösung von der Konzentration, daß 1 ccm ungefähr 1 ccm der Lösung a) entspricht. Einstellung: 25 ccm Barythydrat werden unter Zusatz von Rosolsäure mit obiger Kaliumperoxalatlösung

¹ Chem. Industrie 1881, 348. — ² Journ. f. prakt. Chem. 1861. 1, 31.

titriert. Die Barytlösung muß mit ausgekochtem destill. Wasser hergestellt werden.

γ) Neutrale, fast gesättigte Chlorbaryum- und gesättigte Chlorammoniumlösung.

Beispiel. 25 ccm Barythydrat = 23.1 ccm Oxalatlösung = 23.1 mg CO_2 , also 45 ccm = 41.58 mg CO_2 . Zu 50 ccm abgeheberter Flüssigkeit wurden gebraucht 9 ccm Oxalatlösung, zu 150 also 27 ccm; der nicht von Kohlensäure gebundene Teil des Barytwassers entsprach also 27 mg CO_2 . In 100 ccm Wasser waren $41.58 - 27 = 14.58$ mg freie und halbgebundene Kohlensäure.

Die von Pettenkofersche Methode liefert zu niedrige Werte, da die konzentrierte Chlorammoniumlösung etwas kohlensaurer Kalk in Lösung hält.

Wolffhügel (Wasseruntersuchung S. 183) wendet daher an Stelle der konzentrierten Chlorbaryum- und Chlorammoniumlösungen 5 ccm einer Mischung an, die in 1 Liter 30 ccm einer gesättigten neutralen Baryumchloridlösung und 20 ccm einer gesättigten Ammoniumchloridlösung enthält. Bei Benutzung dieser Lösung erhält man aber zu hohe Resultate, weil die verdünnte Chlorammoniumlösung ihren Zweck nicht erfüllt, also Magnesiahydrat nicht in Lösung gehalten, sondern ausgeschieden wird; für ein Äquivalent Kohlensäure fällt ein Äquivalent kohlensaurer Baryt und ein Äquivalent Magnesiahydrat, so daß um so viel mehr Kohlensäure erhalten wird, als der gefällten Magnesia entspricht.

Trillich (Ber. über die 8. Vers. bayr. Vertr. d. angew. Chem. in Würzburg. Berlin 1889, 36) läßt daher den Zusatz von Ammonchlorid fort, bestimmt die Magnesia gewichtsanalytisch und zieht die derselben entsprechende Menge Kohlensäure ab.

100 ccm Wasser werden mit 5 ccm BaCl_2 -Lösung (1 : 10) und 45 ccm titrierte Barythydratlösung (7 g Barythydrat + 0.2 g Baryumchlorid im Liter) versetzt, gut geschüttelt und 12 Stunden stehen gelassen. Von der geklärten Flüssigkeit werden zweimal je 50 ccm entnommen und nach Zusatz von Phenolphthalein mit Oxalsäure (2.8636 g im Liter) oder Salzsäure, wovon 1 ccm = 1 mg CO_2 ist, zurücktitriert.

[Zur Herstellung dieser Salzsäure werden 7 ccm HCl vom spez. Gew. 1.124 auf 1 Liter verdünnt, so daß 22 ccm dieser Säure 10 ccm $\frac{1}{10}$ Norm.-Alkali neutralisieren.]

Enthalten 100 ccm Wasser x mg MgO, sind ferner 45 ccm Barythydrat (+ 5 ccm BaCl_2 -Lösung) = a ccm HCl, und gebrauchen 50 ccm der klaren Flüssigkeit b ccm HCl zur Neutralisation, so enthält 1 Liter Wasser

$$(a - 3 \times b - 1.1 \times x) \times 10 \text{ mg freie und halbgebundene } \text{CO}_2.$$

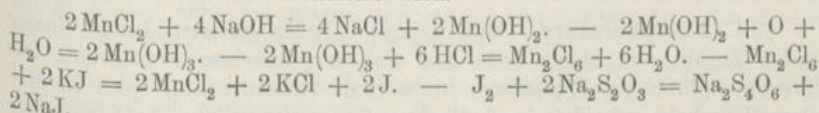
Gleichzeitig kann man die Gesamt- CO_2 bestimmen, indem man die im Absatzglas zurückgebliebenen 50 ccm samt Niederschlag mit Cochenilletinktur versetzt, einen Überschuß von obiger HCl-Lösung zusetzt, er-

wärmt und mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Alkali zurücktitriert. Gebraucht man d ccm HCl, so enthält 1 Liter Wasser

$$(d - b - 1.1 \times x) \times 10 \text{ mg Gesamt-}\text{CO}_2.$$

Vergl. J. W. Ellms und J. C. Beneker, Journ. Amer. Chem. Soc. 1901. 23, 405; Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1902. 5, 134 (Kritik der CO_2 -Bestimmungsmethoden).

13. **Sauerstoff.** Derselbe wird am einfachsten und sichersten nach L. W. Winkler¹ bestimmt. Eine abgemessene Menge des zu prüfenden Wassers wird mit Natronlauge und Manganchlorür im Überschusse versetzt. Das entstandene Manganoxydulhydrat wird im Verhältnisse der Menge des im Wasser gelösten Sauerstoffes zu Manganoxydhydrat oxydiert. Letzteres scheidet beim Ansäuern mit Salzsäure in Gegenwart von Jodkalium eine dem absorbierten Sauerstoffe äquivalente Menge Jod aus, die mit Natriumthiosulfat titriert wird.



Erforderliche Lösungen:

- Manganchlorür ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{aq}$), 80 g zu 100 ccm in Wasser gelöst.
- Jodkalihaltige Natriumhydratlösung. Man bereitet eine annähernd 12 mal normale Lösung von nitritfreiem Natronhydrat und löst in 100 ccm dieser Lösung etwa 15 g JK.
- $\frac{1}{100}$ normale Thiosulfatlösung (2.4764 g Natriumthiosulfat in 1 Liter H_2O) (1 ccm = 0.001265 g Jod = 0.00008 g Sauerstoff = 0.055825 ccm Sauerstoff bei 0° und 760 mm Druck).
- Stärkelösung. Siehe S. 209.
- Reine rauchende Salzsäure.

Ausführung: Starkwandige, mit gut eingeschliffenen Glasstöpseln versehene, ca. 250 ccm fassende Flaschen², deren Inhalt genau bestimmt ist, werden vollständig mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt, indem man dasselbe mittels eines Hebers ruhig einfließen läßt. Dann bringt man sofort mittels einer mit langem, engem Stiele versehenen Pipette von ca. 1 ccm Inhalt, die in das Wasser bis nahe an den Boden der Flasche gesenkt wird, zuerst 1 ccm der jodkalihaltigen Natriumhydroxydlösung, dann 1 ccm der Manganchlorürlösung, und verschließt die Flasche sofort vorsichtig, ohne Luftblasen in ihr zurückzulassen.

¹ Ber. deutsch. chem. Ges. 1888. 21, 2843; 1889. 22, 1764. Vergl. W. Kisch, Ztschr. angew. Chem. 1891, 105; ferner G. W. Chlopin, Arch. f. Hyg. 1896. 27, 18; 1898. 32, 294; F. Zetsche, Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1899. 2, 696; S. Rideal u. C. G. Stewart, Analyst 1901. 26, 141. — Andere Methoden der Sauerstoffbestimmung im Wasser siehe bei Walter-Gärtner l. c. — ² G. Romyn (Ztschr. angew. Chem. 1887, 658) verwendet eine oben und unten mit Glashahn versehene Pipette, welche oben trichterförmigen Ansatz besitzt.

Die ausfließenden ccm Wasser sind bei der Berechnung zu berücksichtigen. Man mischt den Inhalt durch öfteres Umwenden und läßt den flockigen Niederschlag sich absetzen. Sodann öffnet man vorsichtig, ohne den Absatz aufzurühren und bringt mittels einer langstieligen Pipette 5 ccm rauchender Salzsäure auf den Boden der Flasche, verschließt wiederum und mischt. Die ausgetretene Flüssigkeit wird nicht berücksichtigt. Nachdem der Niederschlag sich gelöst hat, wird die Flüssigkeit in ein Becherglas gespült und nach Zusatz von Stärkelösung mit Natriumthiosulfatlösung titriert. Aus den verbrauchten ccm Natriumthiosulfat läßt sich der Sauerstoffgehalt des Wassers leicht berechnen.

Faßt das zur Bestimmung dienende Fläschchen z. B. 253 ccm, nach Zusatz von je 1 ccm NaOH und MnCl_2 -Lösung also nur 251 ccm, und sind zur Titration 29.7 ccm $\frac{1}{100}$ Norm.-Thiosulfatlösung verbraucht, so betrug der Sauerstoffgehalt des Wassers: $0.055825 \times 29.7 = 1.658$ ccm oder pro 1 Liter $\frac{1.658 \times 1000}{251} = 6.65$ ccm.

14. Phosphorsäure. Man dampft 1 oder mehrere Liter Wasser unter Zusatz von etwas Soda und Salpeter in einer Platinschale zur Trockne, glüht den Rückstand, nimmt mit Salzsäure auf, spült in eine Porzellanschale, scheidet durch Eindampfen mit Salzsäure die Kieselsäure ab, filtriert und dampft das Filtrat zur Vertreibung der Salzsäure mehrmals mit Salpetersäure ein. Den Rückstand nimmt man sodann in verdünnter Salpetersäure auf und bestimmt die Phosphorsäure nach dem bekannten Molybdänverfahren.

15. Schwefelwasserstoff. Freier Schwefelwasserstoff wird schon in sehr geringen Mengen durch den Geruch erkannt, außerdem an der Schwarzfärbung eines mit essigsaurem Blei befeuchteten Papiers.

In Wasser gelöster Schwefelwasserstoff, sowie lösliche Schwefelmetalle werden nachgewiesen entweder durch Zusatz von alkalischer Bleilösung (Bleiacetat in Natronlauge, Braunfärbung), von Kupfervitriol (Schwarzfärbung), oder von Nitroprussidnatrium in alkalischer Lösung (Violett färbung¹). Zweckmäßig ist eine vorhergehende Fällung von Kalk und Magnesia mit Natriumkarbonathydratlösung wie bei Ammoniak und salpetriger Säure.

Zur quantitativen Bestimmung gibt man zu 250—500 ccm mit Salzsäure angesäuertem Wasser etwas Stärkelösung und $\frac{1}{100}$ Norm.-Jodlösung bis zur bleibenden Blaufärbung. Auf diese Weise ermittelt man annähernd die erforderliche Menge Jodlösung. Nun wiederholt man den Versuch, indem man fast die ganze erforderliche Jodmenge auf einmal zusetzt und dann genau austitriert.

1 ccm $\frac{1}{100}$ Norm.-Jodlösung = 0.00017 g H_2S .

Zur Hervorrufung einer deutlichen Blaufärbung ist ein gewisser Überschuß an Jodlösung erforderlich; diesen ermittelt man in einem blinden Versuche und bringt ihn in Abzug.

16. Nachweis und Bestimmung von Blei, Kupfer, Zink, Arsen. Ein oder mehrere Liter Wasser werden je nach dem Gehalte unter Ansäuern mit Salzsäure auf ein geringes Volumen eingedampft; in die

¹ Nitroprussidnatrium wird durch freien Schwefelwasserstoff nicht gefärbt.

Lösung wird Schwefelwasserstoff eingeleitet und die Schwefelmetalle in üblicher Weise nachgewiesen bzw. quantitativ bestimmt.

Das Filtrat wird durch Aufkochen vom Schwefelwasserstoffe befreit, mit Salpetersäure oxydiert und durch Fällung mit überschüssigem Ammoniak etwa vorhandenes Eisen abgeschieden; in dem Filtrate prüft man durch Zusatz von Schwefelammon auf Zink.

Bei geringen Mengen der Metalle kann man sich zur quantitativen Bestimmung der kolorimetrischen Methoden bedienen.

Kolorimetrische Bleibestimmung: Man löst 0.16 g Bleinitrat $[Pb(NO_3)_2]$ in 1 Liter destill. Wassers; 1 ccm dieser Lösung enthält 0.0001 g Pb. Man füllt in vier enge Zylinder aus farblosem Glase 99, 98, 97 und 96 ccm destilliertes Wasser und setzt 1, 2, 3 und 4 ccm vorstehender Bleilösung hinzu. In einen gleichen 5. Zylinder gibt man 100 ccm des zu prüfenden Wassers, das mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuert ist. Dann gibt man in jeden Zylinder 20 ccm frisch bereitetes Schwefelwasserstoffwasser, mischt und vergleicht die Intensität der in dem zu prüfenden Wasser entstandenen Braunfärbung mit den in den ersten vier Zylindern entstandenen Farbentönen.

Da viele Wässer geringe Mengen von Eisen enthalten, muß man in der Regel das Blei zunächst als Schwefelblei abscheiden; dies löst man dann in Salpetersäure und verfährt wie oben.

Siehe auch A. Liebrich, Chem.-Ztg. 1898. 22, 225.

Über die kolorimetrische Kupferbestimmung siehe S. 534.

17. Direkter Nachweis von verunreinigenden Zuflüssen (Leuchtgas, Abwässer von Gasfabriken).

Es ist nicht möglich, für alle Fälle gültige Anweisungen zu geben, daher ich mich mit folgenden Andeutungen begnüge.

Sind in einem Brunnenschachte seitliche Zuflüsse (Schmutzstreifen) zu beobachten, so sind diese getrennt aufzufangen und zu prüfen. Auch durch Aufgrabungen oder Bohrungen zwischen dem Brunnenschachte und dem vermutlichen verunreinigenden Gewässer (Abort-, Jauchegruben) können derartige Zuflüsse nachgewiesen werden. Endlich kann man den Zusammenhang mit dem verunreinigenden Zuflusse dadurch nachweisen, daß man diesem einen stark färbenden, riechenden oder schmeckenden oder einen anderen eigenartigen Stoff (Saprol, Fluoreszein, Lithiumsalz etc.) zufügt, der sich, wenn ein Zusammenhang besteht, mehr oder weniger rasch in dem zu beurteilenden Wasser auffinden läßt.

Vergl. H. Nördlinger, Pharm. Ctrh. 1894. 35, 109 (Saprol). — Jehn, Apoth.-Ztg. 1895. 10, 830 (Uraninkali). — Forster, Ztschr. öff. Chem. 1898. 4, 173 (Uraninkali). — A. Trillat, Ann. de l'inst. Pasteur 1899. 13, 444; Chem.-Ztg. 1899. 23, Rep. 180 (Fluoreszein, Säurefuchsin).

Um das Fluoreszein in größeren Verdünnungen zu erkennen, kann man größere Mengen Wasser mit Tierkohle schütteln, die Kohle abfiltrieren, trocknen und ihr mit alkalisch gemachtem Alkohol den Farbstoff wieder entziehen.

Zum Nachweise von Leuchtgas vermischt C. Himly¹ eine größere Probe mit Chlorwasser, setzt kurze Zeit dem Sonnenlichte aus und ent-

¹ Unters. a. d. Univers.-Labor. zu Kiel. Kiel 1877.

fernt das überschüssige Chlor durch Schütteln mit Quecksilberoxyd; läßt sich nun (event. nach teilweiser Destillation) ein Geruch nach Elaylchlorür oder sonstigen Chlorkohlenwasserstoffen nachweisen, so lag Verunreinigung durch Leuchtgas vor.

Abwässer der Gasfabriken enthalten Rhodanverbindungen, auf welche mittels Eisenchlorid (eventuell nach Konzentration des mit Kalilauge versetzten Wassers und Extraktion des Rückstandes mit Alkohol) geprüft wird.

Bei Anwesenheit von Rhodanverbindungen tritt blutrote Färbung des Wassers ein, die auf Zusatz von Salzsäure nicht verschwinden darf und von Äther aufgenommen werden muß.

Siehe: F. Fischer, *Dingl. Journ.* 1874. **211**, 139. — F. Adam, *Österr. Chem.-Ztg.* 1898. **1**, 93. — Bouriez, *Rep. de Pharm.* 1898 (3). **10**, 254; *Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm.* 1898. **1**, 850.

Abwässer von Gasfabriken können auch viel Kalk und Schwefelsäure (von Gaskalk herstammend), sowie erhöhte Mengen Chlor (von Salmiakfabrikation) enthalten.

Aufführung der Ergebnisse der chemischen Untersuchung.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden in Grammen in 100 000 T. Wasser oder in Milligrammen in einem Liter Wasser angegeben. Die Metalle werden als Oxyde, die Säuren als Anhydride angegeben. Die chemischen Formeln sind stets beizufügen.

In manchen Fällen ist auch das benutzte Verfahren mitzuteilen.

Mikroskopische Untersuchung.¹

Dieselbe ist nur dann erforderlich, wenn das Wasser eine sichtbare Trübung oder vereinzelte schwimmende Bestandteile aufweist.

Man läßt die Schwebestoffe entweder in einem Spitzglase, event. unter Bildung eines künstlichen Niederschlages durch Zusatz von etwas Alaunlösung und Ammoniak sich absetzen oder man sammelt sie durch Zentrifugieren.

Besonders zu beachten sind:

1. Verunreinigungen durch Abfallstoffe des menschlichen und tierischen Haushaltes (Fasern von Wolle, Baumwolle, Leinen, Papier, Stärkekörner, pflanzliche Gewebe, Fleischfasern, Reste von Stuhlentleerungen, Eier von Darmwürmern).
2. Sand, Lehm, Humus, Holzteilchen, Rinden- und Gewebsteile, Strohreste, Pollenkörner, Haare, Farbstoffreste, Körperteile von Insekten, Bakterien, Sporen niederer Pflanzen.

3. Lebende Tiere und Pflanzen, Pflanzenreste (Infusorien, Algen, Pilze, Diatomeen, Konferven etc.), aus dem Wasser, der Quelfassung, dem Brunnen-schachte etc. stammend.

¹ Näheres siehe: Eyferth, *Die einfachsten Lebeformen d. Tier- u. Pflanzenreiches.* 1885. — F. Hulwa, *Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasserversorgung der Stadt Breslau.* Bonn 1884. — C. Mez, *Mikroskopische Wasseranalyse.* Berlin 1898. — W. Ohlmüller, *Die Unters. d. Wassers.* Berlin 1896. — G. Schoch, *Die mikroskopischen Tiere des Süßwasser-Aquariums.* 1886. — G. Walter-A. Gärtner, *Unters. u. Beurt. d. Wässer.* Braunschweig 1895.

Bakteriologische Untersuchung.¹

Zur Feststellung der Keimzahl in dem zu prüfenden Wasser sind vier Kulturversuche mit Nährgelatine anzustellen (Petrische Schalen oder Glasplatten). Hierzu sind je nach dem vermuteten Bakteriengehalte 1 ccm oder weniger Wasser zu verwenden; bei stark verunreinigten Wässern wird man zu Verdünnungen mit sterilisiertem Wasser schreiten müssen.

Für die Kulturversuche ist eine Fleischextraktpepton-Nährgelatine ausreichend; dieselbe wird nach folgender Vorschrift hergestellt:

- 2 Teile Fleischextrakt Liebig,
- 2 Teile trocknes Pepton Witte und
- 1 Teil Kochsalz

werden in 200 Teilen Wasser gelöst.

Die Lösung wird ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde im Dampfe erhitzt und nach dem Erkalten und Absetzen filtriert.

Auf 900 T. dieser Flüssigkeit werden 100 T. feinsten weißen Speisegelatine zugefügt; nach dem Quellen und Erweichen der Gelatine wird deren Auflösung durch (höchstens $\frac{1}{2}$ stündiges) Erhitzen im Dampfe bewirkt.

Darauf werden der siedendheißen Flüssigkeit

30 T. Normalnatronlauge oder 4 proz. Natriumhydroxydlösung zugefügt und jetzt tropfenweise so lange von dieser Natronlauge zugegeben, bis eine herausgenommene Probe auf glattem blavioletttem Lackmuspapier neutrale Reaktion zeigt, d. h. die Farbe des Papiers nicht verändert.

Nach $\frac{1}{4}$ stündigem Erhitzen im Dampfe muß die Gelatinelösung nochmals auf ihre Reaktion geprüft und, wenn nötig, die ursprüngliche Reaktion durch einige Tropfen Natronlauge wieder hergestellt werden.

Alsdann wird der so auf den Lackmusblauneutralpunkt eingestellten Gelatine:

$1\frac{1}{2}$ T. kristallisierter, glasblanker (nicht verwitterter) Soda (oder 10 Raumteile Normalsodalösung) zugegeben, die Gelatinelösung durch weiteres $\frac{1}{2}$ bis höchstens $\frac{3}{4}$ stündiges Erhitzen im Dampfe geklärt und darauf durch ein mit heißem Wasser angefeuchtetes, feinporiges Filterpapier filtriert.

Unmittelbar nach dem Filtrieren wird die noch warme Gelatine zweckmäßig mit Hilfe einer Abfüllvorrichtung, z. B. des Treskowschen Trichters, in (durch einstündiges Erhitzen auf 130—150°) sterilisierte Reagenzröhrchen in Mengen von 10 ccm eingefüllt und in diesen Röhrchen durch einmaliges 15—20 Min. langes Erhitzen im Dampfe sterilisiert.

Die Nährgelatine sei klar und von gelblicher Farbe. Sie darf bei Temperaturen unter 26° nicht weich und unter 30° nicht flüssig werden. Blavioletttes Lackmuspapier werde durch verflüssigte Nährgelatine deutlich stärker gebläut; auf Phenolphthalein reagiere sie noch schwach sauer.

¹ Nach den Vereinb.

Die weitere Ausführung, Beobachtung, Zählung etc. geschieht nach F. Hueppe, „Die Methoden der Bakterienforschung“ und den oben angeführten Werken.

Die Feststellung von pathogenen Keimen ist nicht Sache des Nahrungsmittelchemikers; sie kann nur von dem Bakteriologen von Fach ausgeführt werden.

Beurteilung von Trink- und Nutzwasser.

Vor allem ist zu betonen, daß eine Beurteilung von Wasser auf Grund eingesandter Proben nur dann geschehen kann, wenn der chemische Sachverständige die geologischen und hydrologischen Verhältnisse der Gegend, die örtliche Lage des Quellsprunges, der Entnahmestelle genau kennt (Okularinspektion).

Da auch heute noch der sichere Nachweis von Infektionsträgern, speziell des Typhus und der Cholera, aus verschiedenen Gründen zum mindesten als äußerst schwierig, wenn nicht unmöglich angesehen werden muß (Mängel der bakteriologischen Methoden, rasche Überwucherung der pathogenen Keime durch harmlose, zu späte Untersuchung verdächtiger Wasser etc.), so besitzt nach den bisherigen Erfahrungen die chemische Untersuchung eines Wassers im allgemeinen einen größeren Wert für die Beurteilung, als die bakteriologische, da erstere doch imstande ist, event. im Vereine mit der mikroskopischen Untersuchung etwaiger Absätze, zu entscheiden, ob eine Verunreinigung des Wassers mit Abgängen des menschlichen Haushaltes und damit die Möglichkeit einer Infektion besteht oder nicht.

In speziellen Fällen (Kontrolle von Filteranlagen, Leitungen etc.) wird natürlich auch die bakteriologische Methode zu Rate gezogen werden müssen und hier wesentliche Anhaltspunkte für die Beurteilung liefern können.

Vergl.: Plagge und Proskauer, Bericht üb. d. Untersuchung des Berliner Leitungswasser. Ztschr. f. Hyg. 1887. 2, 401. — A. Gärtner, Über die Beurteilung der hygien. Beschaffenheit des Trink- u. Nutzwassers nach d. heutigen Stande der Wissenschaft. Arb. d. hyg. Sektionen für den VI. intern. Kongreß. Wien 1887. Hilgers Vierteljahrsschr. 1887. 2, 601. — F. Hueppe, Der Zusammenhang der Wasserversorgung mit der Entstehung und Ausbreitung von Infektionskrankheiten und die hieraus in hygienischen Beziehungen abzuleitenden Folgerungen. Arb. d. hyg. Sekt. f. d. VI. intern. Kongreß. Wien 1887. Hilgers Vierteljahrsschr. 1887. 2, 603. — M. Gruber, Grundlagen d. hyg. Beurteilung des Wassers. D. Viertelj. f. öff. Gesundheitspflege 1893. 25, 415. — C. Flügge, Hyg. Beurt. v. Trink- u. Nutzwasser. Bericht über die 20. Vers. des deutschen Vereins f. öff. Gesundheitspflege 1895, 210, und dessen „Grundriß der Hygiene“. Leipzig 1894, 200. — Kruse, Ztschr. f. Hyg. 17; Ztschr. öff. Chem. 1897, 511. (Letztere beiden Verf. sind der Ansicht, die chemische Untersuchung des Wassers sei überflüssig, das Wichtigste sei die Lokalinspektion; außerdem habe der Chemiker nur die Analyse auszuführen, der Arzt habe dem Chemiker den einzuschlagenden Weg der Untersuchung anzugeben, und sich selbst die Deutung der Resultate und das eigentliche Gutachten vorzubehalten.!) — Gegen diese Auffassung wenden sich mit Recht: F. Fischer, Ztschr. angew. Chem. 1889, 502; 1894, 120; 1896, 158; Ders., Das Wasser, seine Verwendung etc. — P. Siedler, Ber. pharm.

Ges. 1894. 4, 74. — R. Kayser, Ztschr. öff. Chem. 1897, 541. — R. Sendtner, Die Beurteilung des Trinkwassers in Th. Weyls Handb. d. Hygiene. — Verf. könnte auch über verschiedene total mißglückte Wasserbegutachtungen medizinischer Sachverständiger berichten.

1. Ein gutes, brauchbares Trink- und Nutzwasser soll klar, farb- und geruchlos sein und keinen fremdartigen Geschmack besitzen.

Die Temperatur desselben darf nur innerhalb enger Grenzen schwanken und soll 12°C . nicht übersteigen. In geschlossenen Gefäßen bei $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$. im zerstreuten Tageslichte aufbewahrt, darf es sich innerhalb 8 Tagen nicht verändern, d. h. trüb werden oder einen Bodensatz abscheiden, nachdem es vorher klar war.

Wässer aus schwefeleisenhaltigen Bodenschichten der Braunkohlenformation oder aus Moorböden enthalten beträchtliche Mengen Eisen, als kohlensaures und zum geringeren Teile phosphorsaures Eisenoxydul gelöst. Diese eisenhaltigen Wässer sind oft auch reich an organischen Substanzen (Huminkörpern), welche das Wasser gelb färben und, wenn es ihnen an Sauerstoff fehlt, sauerstoffhaltige Verbindungen, sogar Sulfate reduzieren und Schwefelwasserstoff erzeugen können. Die stickstoffhaltigen Substanzen finden sich dann als Ammoniak in dem Wasser.

Kohlensaures oder humussaures, eisenoxydulhaltiges Wasser wird an der Luft trübe und scheidet einen gelblichen Bodensatz ab, wodurch das Wasser unappetitlich und weniger verwendbar, wenn auch nicht gesundheitsschädlich wird.

Eine geringe Opaleszenz von suspendiertem Ton gibt bei sonst guter Beschaffenheit, und wenn anderes Wasser nicht zu beschaffen ist, keinen Anlaß zur Beanstandung.

Die Entfernung von Eisenoxydul geschieht durch Lüftung und Filtration (Enteisenung). — Über Trübung von Quellen siehe H. Becker, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1887, 433.

2. Der Verbrauch an Kaliumpermanganat für die Oxydation der organischen Substanzen (nicht auch für die Oxydation etwa vorhandener Eisenoxydulsalze, salpetriger Säure etc.) darf 1 g pro 100 000 T. Wasser nicht überschreiten.

Schiefergebirge, auch alte Pumpbrunnen (verwesende Holzteile) liefern manchmal Wasser mit abnorm hohem Gehalte an organischer Substanz.

3. Reines Trinkwasser darf weder freies noch Albuminoid-ammoniak, keine salpetrige Säure, keine Schwefelverbindungen (Schwefelwasserstoff, Schwefelalkalien), sowie keine Phosphorsäure enthalten.

Die vorbenannten Substanzen rühren in der Regel von Fäulnis- oder Reduktionsvorgängen her und beweisen, daß das Wasser Zuflüsse aus Erdschichten erhält, in denen sich infolge Eindringens von menschlichen oder tierischen Abfallstoffen Fäulnisvorgänge abspielen.

Die Menge des im Regenwasser sich vorfindenden Ammoniaks ist nur sehr gering; dasselbe geht bei der Filtration durch den Boden alsbald in Salpetersäure über und kommt nicht in Betracht. Entsteht dasselbe etwa industriellen Abwässern (Gas- und Ammoniakfabriken, Brauereien, Brennereien, Zuckerfabriken), so werden sich auch sonstige Bestandteile der verunreinigenden Abwässer (Schwefelverbindungen etc.) finden lassen.

Salpetrige Säure kann entweder von einer Reduktion der Salpetersäure (durch Mikroorganismen) oder von unvollständiger Oxydation des Ammoniaks herrühren (Mangel an Sauerstoffzutritt zu den vom Wasser durchflossenen Bodenschichten).

Siehe auch Ed. Schaer, Ber. dtsch. chem. Ges. 1900. 33, 1232.

Anwesenheit von Albuminoid-Ammoniak zeigt das Vorhandensein von leicht zersetzungsfähigen organischen Stickstoffverbindungen an.

Auch das Vorkommen von mehr als Spuren von Phosphorsäure deutet auf eine Verunreinigung durch Abgänge des menschlichen oder tierischen Haushaltes.

Die Abwässer (Weichwässer) der Brauereien enthalten ebenfalls Phosphorsäure.

4. Größere Mengen von Salpetersäure neben viel organischen Stoffen, Chloriden und Sulfaten deuten darauf hin, daß das Wasser Zuflüsse aus verunreinigten mit menschlichen und tierischen Abfallstoffen durchsetzten Bodenschichten oder von stickstoffreichen Abwässern erhält. Findet sich in einem solchen Wasser als Stickstoffverbindung nur Salpetersäure, so beweist dies, daß zur Zeit eine vollständige Oxydation dieser Verbindungen stattgefunden hat; allein abgesehen von der Unappetitlichkeit solchen Wassers mit Rücksicht auf seinen Ursprung kann die oxydierende Kraft des Bodens und des Wassers jederzeit nachlassen und die Unschädlichmachung (Oxydation) der stickstoffhaltigen organischen Substanzen aufhören. Derartige Wässer sind als unappetitlich und verunreinigt anzusehen, besonders wenn auch der örtliche Befund (der Vergleich mit benachbarten reinen Wässern) dafür spricht.

Ein einseitiger hoher Gehalt an Nitraten kann aus natürlichen Bodenschichten (Salpetererden) stammen.

Geringe Mengen von Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure können auch auf Zersetzung pflanzlicher Stoffe zurückzuführen sein.

Wässer aus Tiefbrunnen mit geringen Mengen Eisen, größeren Mengen organischer Substanzen und geringer Keimzahl enthalten manchmal ein wenig Ammoniak; dasselbe ist als durch Reduktion entstanden aufzufassen und nicht zu beanstanden.

Auch bei länger gestandenen (übersandten) Proben ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß sich Ammoniak oder salpetrige Säure durch Reduktion gebildet haben, andererseits auch Oxydationsvorgänge das ursprüngliche Bild verändert haben können.

Wässer, welche direkte Zuflüsse aus Aborten haben, enthalten meist sehr viel Ammoniak und salpetrige Säure oder eine dieser Substanzen, dagegen nur wenig Salpetersäure, wohl aber viel Chlor.

5. Ein einseitiger hoher Chlorgehalt eines Wassers kann den natürlichen Bodenschichten entstammen, ein gleichzeitiger hoher Gehalt aber an organischen Substanzen, an Chloriden, Nitraten, Sulfaten und Ammoniak deutet auf eine Verunreinigung durch menschliche oder tierische Abfallstoffe (Harn, Abwässer der Küche und des Haushaltes). Chloride und Nitrate werden vom Boden nicht absorbiert, sie geben daher ein Maß für die Größe der Verunreinigung eines Wassers durch solche Abgänge.

Vergl. J. König, Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1900. 3, 228.

K. B. Lehmann (Die Methoden der praktischen Hygiene 1901, 244) sagt: „Früher wären diese unreinen Brunnen — gemeint sind Brunnen der Stadt Bamberg mit 13–30 T. Chlornatrium, 10–35 T. Salpetersäure, 1.5–5.0 T. Kaliumpermanganatverbrauch in 100 000 T. — ohne weiteres auf ihre chemische Zusammensetzung hin für unbrauchbar erklärt worden. Namentlich hat man vielfach versucht, auf

chemische Untersuchungen hin, welche abnorm hohe Gehalte an Chlor, Salpetersäure etc. ergeben hatten, ein Wasser als ekelhaft verunreinigt zu bezeichnen. Flügge hat mit Recht besonders energisch ausgesprochen, daß dieser Ekel vielfach durchaus künstlich konstruiert erscheint, da unsere Sinne nichts von den Verunreinigungen wahrnehmen (!!). Sicherlich hat Flügge Recht (??), wenn er abrät, einen tadellos konstruierten Brunnen mit hohem Gehalte an Stadtlaugstoffen, aber wohlschmeckendem Wasser zu schließen, weil er ein chemisch ungünstiges Resultat ergeben hat, besonders wenn wir sein Wasser nur durch filtriertes Flußwasser u. dergl. ersetzen können. — Immerhin werden chemisch schlechte Brunnen stets mit doppelter Vorsicht auf ihre hygienische Qualität zu prüfen sein.“

Dieser Auffassung kann ich mich nicht anschließen. Vergl. 618.

6. Die Schwefelsäure ist in aus reinen Bodenschichten stammenden Wässern meist in der Form von Gips, weniger als Bitter- oder Glaubersalz, vorhanden; sie gibt dann Aufschluß über die geologische Formation. In den Braunkohlen- und ähnlichen Formationen ist sie oft das Oxydationsprodukt schwefelhaltiger Verbindungen. Sie kann aber auch von einer Oxydation des Schwefels in fauligen oder fäulnisfähigen Abwässern herrühren (Vergleich mit reinen Wässern derselben Gegend).

Die Abwässer einiger chemischen Industrien (Alaun-, Emaillierwerke, Kupfer- und Zinkhütten) können freie Schwefelsäure enthalten.

7. Freie Kohlensäure soll in größerer Menge in Leitungswasser nicht vorhanden sein (Angriff der Leitungsröhren).

8. Die Menge des freien Sauerstoffes läßt insofern einen Schluß auf die Reinheit eines Wassers zu, als sie in dem Maße geringer wird, in welchem oxydationsfähige Substanzen vorhanden sind.

9. Die Menge des Trockenrückstandes richtet sich nach den geologischen Verhältnissen des Bodens, aus dem das Wasser stammt; durch unreine Zuflüsse erfährt sie eine bedeutende Steigerung. Die bei der Oxydation der organischen Stoffe im Boden gebildete Kohlensäure löst Karbonate der Erdalkalien als Bikarbonate, die entstandene Salpetersäure bildet Nitrate; auch Sulfate, Chloride etc. der Abwässer können den Trockenrückstand beträchtlich erhöhen. Der Trockenrückstand darf bei guter Beschaffenheit des Wassers nicht wesentlich gefärbt sein, besonders aber beim Erhitzen infolge hohen Gehaltes an organischen Substanzen sich nicht schwärzen.

10. Der Gehalt an Kalk und Magnesia soll, auf Härtegrade umgerechnet, tunlichst 10—15 Grade nicht übersteigen. Wenn auch der Verwendung von sogar sehr harten Wässern gesundheitliche Bedenken nicht entgegenstehen, so machen sich doch bei Verwendung eines solchen Übelstände bemerkbar (Kesselsteinbildung, Bildung einer Kalkleguminverbindung beim Kochen von Leguminosen, welche das Weichwerden derselben verhindert, Bildung harter Seifen beim Waschen). — Bei gemeinsamen Wasserversorgungsanlagen sind Wässer von mittlerer Härte — bis 10° — vorzuziehen; doch sind auch härtere Leitungswässer in Gebrauch (in Würzburg mit 35, in Göttingen sogar mit 45°).

11. Der Eisengehalt (Fe) des Trink- und Hausgebrauchswassers soll 0.03 T. in 100 000 T. nicht übersteigen. Wasser, das sich beim Aufbewahren in nicht ganz gefüllter Flasche unter öfterem Schütteln und Lüften innerhalb 48 Stdn. trübt, ist für Leitungen nicht zu verwenden, da in solchem Wasser die *Crenothrix polyspora* gedeiht und zu Verstopfungen des Rohrnetzes führen kann.

Mangan, welches seltener und in geringerer Menge im Wasser vorkommt, soll ebenso wie das Eisen das Wachstum gewisser Algen befördern.

Blei darf in einem für Genußzwecke bestimmten Wasser nicht vorhanden sein.

Geringe Mengen von Zink und Kupfer, die bei Verwendung galvanisierter Eisenröhren oder Kupferröhren zu Hausleitungen in das Wasser gelangen können, dürften zu einer Beanstandung keinen Anlaß geben. Spuren dieser Metalle können auch aus kupfer- und zinkhaltigen Böden in das Wasser gelangen.

12. Grenzzahlen. Im allgemeinen darf ein Urteil über die Zulässigkeit eines Wassers als Trink- oder Nutzwasser nie auf Grund sog. allgemein gültiger Grenzzahlen gefällt werden; es sind vielmehr von Fall zu Fall die Vergleichszahlen für die lokalen Verhältnisse zu ermitteln und zwar auf Grund der geologischen Verhältnisse und der hydrographischen Beschaffenheit des Ortes, von dem das Wasser stammt. Ein brauchbares Wasser soll sich in seiner Zusammensetzung nicht zu sehr von derjenigen eines nicht verunreinigten Wassers derselben Bezugsquelle, derselben Formation und Örtlichkeit entfernen.

Mikroskopisch-bakteriologischer Befund.

Ein Wasser, das neben *Crenothrix* und anderen Pilzfäden, sowie neben Infusorien viel Diatomeen enthält, hat Zuflüsse von mehr pflanzlichen Zersetzungsherden; ein solches Wasser ist unrein und unappetitlich, braucht aber nicht gesundheitsschädlich zu sein.

Finden sich neben den chemischen Anzeichen der Fäulnis auch die verschiedensten Pilzfäden, Zoogloen von Bakterien, Infusorien und Radiolarien aller Art oder gar Eier von Spul- und Bandwürmern und Reste von Fäces etc., so kann mit Bestimmtheit auf Zuflüsse tierischer Art geschlossen werden; ein solches Wasser kann direkt gesundheitsgefährlich werden und ist zu beanstanden.

Ein reines Trinkwasser soll nur wenige Bakterien oder Mikrophytenkeime enthalten.

Schwankt die Zahl der Bakterien, so ist das ein Zeichen zeitweiser stärkerer Verunreinigung aus den Bodenschichten oder durch besondere Zuflüsse, oder die Folge ungenügender Filtration.

Ein Wasser, das pathogene Keime enthält, oder begründeten Verdacht für das Vorhandensein derselben gibt, ist stets vom Genuß auszuschließen, bis der Gegenbeweis erbracht ist.

Die Frage, ob als schlecht befundene Brunnen zu schließen sind oder nicht, ist mit Ja zu beantworten, wenn anderweitig genügend reines Wasser zu haben ist; anderenfalls sind die Brunnen mit der deutlichen Aufschrift: Kein Trinkwasser! zu versehen, für gewisse technische Zwecke aber offen zu halten und von Zeit zu Zeit auspumpen zu lassen, damit dem Brunnen Gelegenheit gegeben ist, das umliegende Erdreich zu reinigen. Geschlossene, unbenutzte Brunnen werden im Laufe der Zeit immer schlechter.

Bei Beurteilung eines Wassers für Versorgungszwecke ist vor allem darauf zu sehen, daß die Möglichkeit einer Verunreinigung von vornherein ausgeschlossen ist. Das Wasser soll nach menschlicher Berechnung voraussichtlich nicht durch mit der Zeit zu erwartende Ausdehnung des Ortes, durch landwirtschaftliche Bearbeitung oder industrielle Benutzung des umliegenden Bodens in seiner Reinheit beeinträchtigt werden können. Es ist unbedingt erforderlich, daß die Prüfung eines für Versorgungszwecke bestimmten Wassers in verschiedenen Jahreszeiten stattfindet.

Eis.

Man unterscheidet das durch die natürliche Winterkälte gewonnene Natur- oder Roheis und das durch Eismaschinen gewonnene Kunsteis.

Auf die Reinheit des Eises ist die Art des Gefrierens von großem Einflusse. Wenn ein Wasser rasch zum Gefrieren gebracht wird, bildet sich unter Umständen ein trüber Kern (Trübeis) und eine farblose, durchsichtige Hülle (Klareis). Der innere trübe Kern enthält sowohl die organischen Schwebestoffe, wie die anorganischen Verunreinigungen und auch die Mikroben des Wassers; das Klareis dagegen ist fast frei von diesen Verunreinigungen.

Dort wo Eis direkt oder in Speisen und Getränken genossen wird, soll nur reinstes Klareis aus reinem Trinkwasser oder destilliertem Wasser Verwendung finden. Wo das verwendete Eis mit Nahrungs- oder Genußmitteln nicht in direkte Berührung kommt, z. B. beim Kühlen von Eisschränken, Eiskellern etc., kann jegliches Eis verwendet werden.

Zum Zwecke der Untersuchung des Eises wird dasselbe in sterilisierten Gefäßen bei einer 25° C. nicht übersteigenden Temperatur zum Schmelzen gebracht und wie gewöhnliches Trinkwasser untersucht.

Für die Beurteilung dienen die gleichen Grundsätze wie beim Trinkwasser.

Siehe auch A. C. Christomanos, Ber. d. dtsh. chem. Ges. 1894. 27, 3431 u. Österr. Chem.-Ztg. 1898. 1, 486. — M. Gruber, Österr. Sanitätsw. 1900. 12, 265.

Mineralwässer.

Als Mineralwässer bezeichnet man solche, meist aus größerer Tiefe stammende Quellwässer, welche entweder einen größeren Gehalt an gelösten, festen oder gasförmigen Bestandteilen besitzen, wie die ge-

wöhnlichen Trinkwasser, oder bei ihrem Austritte aus der Erde eine höhere Temperatur aufweisen (Thermen) und zu Heil- oder Erfrischungszwecken geeignet sind.

In den deutschen Vereinbarungen werden die im Handel vorkommenden Mineralwässer unterschieden in

1. natürliche unveränderte,
2. durch Ausscheiden einzelner Stoffe veränderte,
3. durch Vermehrung vorhandener Bestandteile veränderte,
4. nachgeahnte künstliche Mineralwässer, d. h. aus gewöhnlichem oder destilliertem Wasser durch Zusatz von Salzen und je nach den Verhältnissen unter Übersättigen mit Kohlensäure hergestellte Wasser.

Die Untersuchung der Mineralwässer geschieht im allgemeinen, wie die der Trinkwässer, doch muß dieselbe vielfach noch auf eine Reihe seltener Mineralstoffe ausgedehnt werden (Brom, Jod, Lithium, Baryum, Strontium, Arsen etc.). Der Nachweis und die Bestimmung dieser selteneren Bestandteile wird nach R. Fresenius, quantitative Analyse, Braunschweig Bd. II ausgeführt.

Die Kontrolle der Herstellung künstlicher Mineralwässer hat sich zu erstrecken auf die Untersuchung des zu verwendenden Wassers, der zu verwendenden Salze und der Kohlensäure, sowie der Apparate, Gefäße, Korke etc.

Die Kohlensäure wurde früher aus Calcium- oder Magnesiumkarbonat durch Schwefelsäure oder Salzsäure erzeugt (Verunreinigung durch Arsen- und Kohlenwasserstoffe etc.); jetzt verwendet man wohl allgemein flüssige Kohlensäure.

Die flüssige Kohlensäure kann zuweilen gewisse, wenn auch nicht wesentliche Mengen Luft oder andere Gase, ferner organische Nebenerzeugnisse enthalten, welche dem Mineralwasser einen unangenehmen Nebengeruch oder einen schlechten Geschmack erteilen können.

Lufthaltiges Sauerwasser verrät sich dadurch, daß das Öffnen der Flaschen mit starkem Knalle und heftigem Herausschleudern des Wassers verbunden ist. Das in ein trocknes Glas ausgegossene Wasser erscheint anfangs durch zahlreiche Bläschen milchig getrübt, verliert seinen Gasgehalt bald und schmeckt dann fade. Wasser mit größerem Kohlensäuregehalte entwickelt ständig Gasblasen, die teils an der Glaswand haften; der Geschmack des Wassers bleibt länger angenehm säuerlich. — Zur Bestimmung der beigemengten Luft leitet man die auf geeignete Weise (hohler mit Hahn abschließbarer Bohrer) aus der Flasche ausgelassene Kohlensäure in ein mit Natronlauge gefülltes, in $\frac{1}{10}$ cem geteiltes Gasmeßrohr. Die Kohlensäure wird von der Natronlauge absorbiert, die Luft sammelt sich in der graduierten Röhre und die Menge derselben kann direkt abgelesen werden.

Beigemengte organische Stoffe lassen sich an der Bräunung von konz. Schwefelsäure und an der Oxydation von verdünnter, saurer und alkalischer Permanganatlösung beim Durchleiten durch diese Flüssigkeiten erkennen.

Mitunter findet sich in den Behältern mit flüssiger Kohlensäure nach völligem Abblasen eine Flüssigkeit, die man nach dem Abschrauben des Ventilkopfes sammeln und auf Verunreinigungen untersuchen kann.

Zweckmäßig untersucht man die flüssige Kohlensäure stets, indem man ein rein schmeckendes Wasser mit derselben übersättigt und dies auf seinen Geschmack prüft. Hierbei verrät sich z. B. mangelhaft gereinigte Kohlensäure, welche durch Verdichten im Brauereibetriebe gewonnen wurde, durch seinen Hopfengeschmack.

Bezüglich der eingehenderen Untersuchung der flüssigen Kohlensäure siehe: R. Bunsen, Gasometrische Methoden; Cl. Winkler, Anleitung z. Untersuchung der Industriegase; L. Grünhut, Über die Unters. flüssiger Kohlensäure. Chem.-Ztg. 1895. 19, 505. 555; J. Akunjan, Die künstl. Mineralw. in Baku. Chem.-Ztg. 1898. 23, Rep. 59; H. Lange, Verunreinigungen flüssiger Kohlensäure. Wochenschr. f. Brauerei 1898. 15, 71; J. C. A. Simon Thomas, Die flüssige Kohlensäure des Handels. Ztschr. angew. Chem. 1900, 386.

Durch Benutzung schlecht verzinnter Kupfergefäße, Rohrleitungen aus Blei oder sog. Siphons kann Kupfer und Blei in das Wasser gelangen.

Beurteilung der Mineralwässer.

Mit Ausnahme derjenigen natürlichen Mineralwässer, welche suspendierte Stoffe mit sich führen, oder einen spezifischen Geruch besitzen (Schwefelwasserstoff) müssen in Flaschen oder Krüge gefaßte Wässer klar und frei von fremdartigem Geruch und Geschmack sein; bei der Reinigung der Flaschen etc. und bei der Abfüllung muß daher peinlichste Sauberkeit beobachtet werden.

Bei längerem Lagern von Mineralwässern können unter der Wirkung der freien unter Druck stehenden Kohlensäure Alkalien, Kalk, Kieselsäure aus dem Material der Flaschen und schlecht glasierter Krüge gelöst werden; Temperatur- und Lichteinwirkung begünstigen diesen Vorgang, daher das Aufbewahren der Wässer in kühlen, dunklen Räumen zu empfehlen ist.

In Eisensäuerlingen können sich infolge von Luftzutritt lösliche Eisenoxydsalze zu unlöslichen Oxydsalzen oxydieren, in Schwefelwasserstoffwässern kann sich aus dem gleichen Grunde der Schwefelwasserstoff zersetzen und Schwefel abgeschieden werden.

Unterschiebungen geringwertiger Wässer werden durch die chemische Untersuchung aufgedeckt (Vergleich mit der Quellenanalyse).

Als „natürliches Mineralwasser“ darf nur ein solches Mineralwasser bezeichnet werden, welches beim Abfüllen keine willkürliche, also nur eine durch das Abfüllen selbst bedingte Veränderung erfahren hat. Die Benutzung von Kohlensäure zur Luftverdrängung bei dem Abfüllen ist gestattet.

Mit Kohlensäure versetzte Wässer (z. B. eisenhaltige Wässer, Bitterwässer) oder mit Kohlensäure übersättigte Säuerlinge, ferner enteisente Wässer sind als solche zu bezeichnen; Zusätze von Kochsalz etc. sind zu deklarieren.

Zur Herstellung künstlicher Mineralwässer darf, soweit nicht destilliertes Wasser verwendet wird, in Orten mit öffentlichen Wasserleitungen nur Leitungswasser, in anderen Orten nur reines Trinkwasser, d. h. Wasser aus Quellen oder Brunnen, benutzt werden, das sich bei der chemischen und bakteriologischen Untersuchung als reines, tadelloses Trinkwasser erweist. Die zur Verwendung kommenden Wässer (mit Ausnahme der aus öffentlichen Leitungen stammenden) sind jährlich einer chemischen, event. auch bakteriologischen Untersuchung zu unterstellen.

C. Leone¹ sowie J. Sohnke² haben nachgewiesen, daß die Zahl der Bakterien in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser allmählich abnimmt.

Die zur Benutzung kommenden Salze müssen den Anforderungen des Arzneibuches entsprechen.

Die Herstellung der künstlichen Mineralwässer darf nur in sauberen Räumlichkeiten und nur unter Benutzung sauberer, gut verzinnter Apparate, Gefäße, Leitungen etc. geschehen.

Vergl. G. Popp, Ztschr. öff. Chem. 1900. 6, 124. 419. — E. Evers, Pharm.-Ztg. 1900. 45, 376. — Balneolog. Ztg. 1900. 11, 87. — Beschlüsse des Verb. selbständiger öff. Chem. Deutschlands. Ztschr. öff. Chem. 1901. 7, 443.

Die Luft.

Literatur: von Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. Braunschweig 1881. — Fr. Renk, Die Luft; Handb. d. Hyg. u. Gewerbekrankh. von M. von Pettenkofer und H. von Ziemssen. I. T. 2. Abt. 2. Heft. Leipzig 1886. — Artikel „Luft“ in Flügges Hygienische Untersuchungsmethoden, König, Chem. d. menschl. Nahr.- und Genußm., Uffelman, Handb. der Hygiene; in den Lehrbüchern der Hygiene von M. Rubner, G. Weyl, W. Praussnitz etc.; in G. Lunge, Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, Bd. I. — K. B. Lehmann, Methoden der praktischen Hygiene.

Bestandteile der Luft.

Unsere Erde ist bis zu einer Höhe von ca. 10 geogr. Meilen mit einer gasförmigen, unsichtbaren Hülle, der atmosphärischen Luft, umgeben. Dieselbe besteht im wesentlichen aus einer fast gleichmäßigen Mischung (nicht chemischen Verbindung) von Sauerstoff und Stickstoff³; dazu treten wechselnde Mengen von Kohlensäure und Argon⁴ (sowie sehr geringe Mengen anderer seltener Gase wie: Helium, Neon, Krypton und Xenon), außerdem Wasserdampf, geringe Mengen von Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure, meist auch Ozon und Wasserstoff-superoxyd.

¹ Arch. f. Hyg. 1886, 168. — ² Ztschr. für Mineralwasserfabr. 1876, 273. — ³ Der Sauerstoff wurde 1774 von Priestley, der Stickstoff 1775 von Lavoisier entdeckt; letzterer erkannte auch zuerst, daß die atmosphärische Luft aus einer Mischung dieser beiden Gase bestehe. — ⁴ Vergl. die Literatur in den Vereinb. für das Deutsche Reich III, 109.