

d. i. der Anzahl der gefundenen Cubikcent. Stickoxyd übrigbleibt, um das gesuchte Gewicht der Salpetersäure zu erfahren.

Z. B. gefunden: 23,5 cc Stickoxyd bei Barometerstand (red.) 720 mm, Temperatur 18°.

Rechnung: $23,5 \cdot 2,145 = 50,41 \text{ mg N}_2\text{O}_5$.

Die vorliegende Tabelle ist in grösserem Format gedruckt und mit einer Hilfstabelle (Tension des Wasserdampfes) versehen, von der M. Rieger'schen Universitätsbuchhandlung in München zu beziehen. Die Ausstattung der Tabelle ist darauf berechnet, dass man dieselbe auf Pappdeckel ziehen und im Arbeitsraum aufhängen kann.

Über die mit der Anwendung von Wassergas verbundenen Gefahren.

Von
G. Lunge.

In dieser Zeitschrift (S. 462) hatte ich den Bericht der von dem schweizerischen Industriedepartement niedergesetzten Commission zur Untersuchung der mit der Anwendung von Wassergas in Fabriken verbundenen Gefahren wiedergegeben, und ebendaselbst (S. 465) hat Herr Prof. O. Wyss die für diesen Zweck am Zürcher Hygiene-Institut speciell angestellten Versuche beschrieben. In Folge dieser Veröffentlichung ist mir von Dr. med. S. W. Abbott in Boston, Gesundheitsbeamten des Staates Massachusetts, der sechste Jahresbericht der Gesundheitsbehörde dieses Staates, vom Juli 1885, zugeschickt worden, welcher zur Zeit unserer Veröffentlichung nicht nur uns unbekannt war, sondern auch anderweitig in Europa keinerlei Beachtung gefunden zu haben scheint. Es sind darin zwei längere, auf Wassergas bezügliche Arbeiten enthalten, nämlich ein Bericht von Abbott selbst über das Verhalten von Leuchtgas in Bezug auf die öffentliche Gesundheit, und eine Untersuchung der giftigen Wirkung von Kohlengas und Wassergas von Sedgwick und Nichols, Professoren am Massachusetts Institute of Technology. Gerade weil die Verwendung des Wassergases zu technischen Zwecken in Europa in neuester Zeit in immer weiterem Umfange angestrebt wird, und zwar nach meiner Ansicht für sehr viele Zwecke mit vollstem Rechte, scheint es mir andererseits die Pflicht der Sachverständigen, die hiermit verbundenen Gefahren nicht zu verschweigen oder zu gering hinzustellen, vor Allem, soweit es sich darum handelt, das Wassergas in den Röhrennetzen der

Städte dem Privatconsumenten zur Beleuchtung und Heizung zuzuführen, was doch eine ganz andere Sache als die Verwendung in Fabriken ist. Die hiergegen erhobenen Warnungen werden zuweilen deshalb für unnöthig erklärt, weil ja das Wassergas in Amerika in über 100 Gasfabriken zur Beleuchtung dargestellt werde und an vielen Orten das gewöhnliche Leuchtgas oder Steinkohlengas vollständig verdrängt habe, ohne dass man von irgend welcher Vermehrung der Unfälle aus dieser Quelle etwas gehört habe. Wie irrig diese von mir schon Chem. Ind. 1887 S. 179 als zweifelhaft hingestellte Behauptung ist, zeigen die erwähnten amtlichen Berichte, aus denen nunmehr ein kurzer Auszug gegeben werden soll.

Zuvörderst sei darauf hingewiesen, dass die von mir schon früher (Chem. Ind. 1887 S. 179) und dann wieder von unserer Commission aufgestellte Forderung, dem an sich fast oder ganz geruchlosen Wassergase durch Beimischung eines hinlänglich stark riechenden Körpers (etwa Mercaptan) einen bleibenden Geruch mitzutheilen, in Amerika von vornherein dadurch erfüllt ist, dass das Wassergas daselbst stets durch Beimischung grosser Mengen von stark riechenden Zersetzungspprodukten schwerer Petroleumöle leuchtend gemacht wird. Die daselbst mit Wassergas gemachten üblichen Erfahrungen sind also trotz des starken Geruches des dortigen Productes eingetreten. Gerade weil nun in den Vereinigten Staaten bei den dortigen Preisverhältnissen die Überlegenheit der Beleuchtung mit Wassergas gegenüber derjenigen mit Kohlengas¹⁾ in Bezug auf den Kostenpunkt kaum bezweifelt wird, und daher die Möglichkeit einer immer weiteren Ausbreitung der ersteren sehr nahe liegt, wurden im Auftrage der Gesundheitsbehörde von Massachusetts, also eines der fortgeschrittensten Staaten der Union, die hier zu besprechenden Untersuchungen angestellt.

Ich gebe zuerst einen kurzen Auszug aus dem Berichte der Herren Sedgwick und Ripley Nichols, mit Übergehung aller nur den medicinischen Fachmann interessirenden Einzelheiten. Sie führen zuerst die folgenden Analysen an (s. umsteh. Tabelle).

Obwohl nach allen früheren Untersuchungen sämmtliche übrigen Bestandtheile dieser Gase ganz oder so gut wie ganz ungefährlich sind und die unleugbare Giftigkeit des Gemisches ausschliesslich auf deren Gehalt an Kohlenoxyd zurückzuführen ist, so schien es doch den Bostoner Gelehrten (ebenso wie später der schweizerischen Commission)

¹⁾ Der Kürze wegen bezeichne ich mit „Kohlengas“ (analog dem englischen „coal-gas“) das gewöhnliche, durch trockene Destillation von bituminösen Kohlen in Retorten gewonnene Leuchtgas.

Zusammensetzung von Kohlengas aus verschiedenen Städten des Staates.

	Durchschnitt	Minim.	Maxim.
Leuchtende Bestandtheile .	6,19	4,55	8,03
Sumpfgas	37,41	35,53	41,98
Wasserstoff	46,38	39,53	52,12
Kohlenoxyd	5,53	3,19	6,74
Stickstoff	3,72	0,85	9,66
Sauerstoff	0,25	0,00	1,81
Kohlensäure	0,52	0,00	1,78

Zusammensetzung von Wassergas aus verschiedenen Orten.

	Durchschnitt	Minim.	Maxim.
Leuchtende Bestandtheile .	12,48	10,12	17,81
Sumpfgas	20,55	13,58	26,41
Wasserstoff	36,34	27,77	43,99
Kohlenoxyd	27,46	24,47	31,52
Stickstoff	2,56	0,92	5,72
Sauerstoff	0,26	0,00	0,95
Kohlensäure	0,35	0,00	1,17

nicht angebracht, eine aprioristische Vergleichung auf die verschiedene Procentigkeit des Kohlenoxydes in beiden Gasen gründen zu wollen; sie beschlossen vielmehr, directe Versuche mit beiden Gasen anzustellen. Dies geschah in erheblich grösserem Maassstabe als in Zürich; es wurden nämlich in drei Städten, von denen die eine mit Kohlengas, die beiden anderen mit Wassergas beleuchtet wurden, Versuchszimmer von der Grösse gewöhnlicher Schlafzimmer errichtet, in welche die Gase eingeleitet und worin Beobachtungen an Thieren vorgenommen werden konnten. Im Original sind die Einrichtungen der Zimmer, die (einwandsfrei scheinenden) analytischen Methoden und die Versuche selbst genau beschrieben. Da bei den verwendeten Gasen ja nur der Kohlenoxydgehalt von Interesse ist, so sei hier nur angeführt, dass das Kohlengas (in Boston) von 5,76 bis 7,15, im Durchschnitt 6,74 Proc., das Wassergas (in Middletown und Athol) von 29,07 bis 30,79 Proc. Kohlenoxyd enthielt. Man liess das Gas aus gewöhnlichen Brennern unangezündet in die Versuchszimmer einströmen und machte häufige Analysen des dadurch erzeugten Luftgemisches. Folgende Tabelle giebt, nach eigener Zusammenstellung der Verfasser, eine kurze Beschreibung der mit Thieren (es wurden stets gleichzeitig Hunde, Katzen, Kaninchen, Meerschweinchen und Tauben verwendet) erhaltenen Ergebnisse.

Nummer	Art des Gases	Grosser Zufuss pro Stunde in Cubikfuss Gas	Cubikinhalt des Versuchraumes in Cubikfuss	Höchster Gehalt des Raumes an CO während der Versuchsdauer	Zahl der dem Versuche unterworfenen Thiere	Beobachtete Wirkungen nach											
						1 St.	2 St.	3 St.	4 St.	5 St.	6 St.	7 St.	8 St.	9 St.	24 St.		
1	Kohlengas	38	1140	—	8	nichts	Schlaf- rigkeit	Un- behagen	un- bedeu- tende Wirk- ung	—	—	—	—	—	—	—	
2	Kohlengas	36	1140	—	8	nichts	nichts	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	Kohlengas	50	1140	3,0	6	nichts	Schlaf- rigkeit	keine Verän- derung	keine Verän- derung	—	—	—	—	—	—	un- bedeu- tende Wirk- ung	
4	Wassergas	52	1900	3,3	5	allgem. Unemp- find- lichkeit	zwei trot	drei trot	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	Wassergas	37	1150	1,1	4	schwere Sym- ptome, eine strot	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	Wassergas	8	1150	0,7	5	leichte Wirk- ung	deut- licher	noch deut- licher	Er- brechen, Krämp- fe, Un- empfind- lichkeit	—	—	—	—	—	—	—	
7	Wassergas	15	1150	0,9	8	leichte Wirk- ung	Muskel- erschla- fung, Unemp- find- lichkeit, Krämp- fe	Unemp- find- lichkeit, Krämp- fe	eines trot alle krank	drei trot	schwere Sym- ptome	vier trot, Schluss des Ver- suches	—	—	—		
8	Wasser	6	725	1,0	4	Spei- chel- fuss, Harn- trieb	Er- brechen u. s. w., eines trot	drei trot	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	Wasser	6	725	1,0	7	dent- liche Wirk- ung	Unemp- find- lichkeit, Er- brechen	zwei trot	drei trot	vier trot	allmäh- liches Abster- ben	noch deut- licher	alle trot	—	—	—	
10	Kohlen	6	725	0,9	8	nichts	nichts	schwache Wirk- ung	Spei- chel- fuss u. deut- liche Wirk- ung	keine Ver- änderung	keine Ver- änderung	deut- liche Sym- ptome	keine Ver- änderung	etwas deut- liche Sym- ptome	zwei trot, die übrigen betäubt		

Besonders wichtig scheinen den Verfassern die Versuche 8, 9 und 10, mit einem etwas kleineren Versuchszimmer, welches zuerst in Athol mit Wassergas und dann in Boston wiedererrichtet, mit Kohlengas, in allen Fällen in fast gleicher Menge beschickt wurde.

Sedgwick und Nichols formulieren ihre Beobachtungsresultate wie folgt:

I Mit den gewöhnlichen Gaseinrichtungen kann man gewöhnlich kaum über 3 Proc eines Leuchtgases in ein gewöhnliches Zimmer hineinbringen. Wenn nur ein Brenner offen ist, kommt man kaum über 1 Proc. Der Grund hiervon ist die „natürliche Ventilation“ der Zimmer durch Wände, Decken, Boden, Fenster- und Thurrizen.

II Bei Kohlengas ist es einigermassen schwierig, durch gewöhnliche Gasbrenner in ein Zimmer gewöhnlicher Grosse so viel Gas hineinzubringen, dass entschieden vergiftende Wirkungen hervorgebracht werden. Bei Wassergas ist es dagegen unter denselben Umständen leicht, vergiftende und selbst tödtliche Wirkungen hervorzubringen. Dies liegt nicht an grösserer Ausstromungsgeschwindigkeit des Wassergases, denn der Prozentgehalt an Gas ist in beiden Fällen fast genau der gleiche, sondern an dem hohen Kohlenoxydgehalt des Wassergases. Unter den gewöhnlichen Verhältnissen zur Zimmergrosse und Gas einrichtungen besteht also bei Kohlengas verhältnissmassige Sicherheit, bei Wassergas erhebliche Gefahr.

III Man kann nicht sagen, dass ein Leuchtgas, welches drei, vier- oder funfmal so viel Kohlenoxyd als ein anderes enthält, deshalb gerade um drei-, vier- oder funfmal lebensgefährlicher wäre, die Gefahrlichkeit wächst vielmehr in starkerem Maasse, als der Kohlenoxydgehalt. Für diesen besteht eine gewisse Grenzlinie, unterhalb deren so gut wie gar keine Gefahr vorhanden ist. Steigt der Gehalt über diese Grenze, so vermehrt sich die Gefahr sehr schnell. Diese Grenzlinie ist veränderlich nach Individualität, Geschlecht, Alter, Constitution usw. Für den Menschen schwankt sie vermutlich nicht weit um 0,5 Proc. Kohlenoxyd herum. Bei Wassergas wird dies leicht, bei Kohlengas nur schwer überschritten. Ebenso ist für einen Erwachsenen 1 Gran Morphium tödtlich, während $\frac{1}{4}$ Gran unschädlich ist, augenscheinlich ist also die Gefahrlichkeit im ersten Falle weit aus mehr als das Vierfache des zweiten Falles.

IV Es bestätigen sich die früher von Gruber u. A. erhaltenen Ergebnisse, wo nach Kohlenoxyd kein cumulatives Gift ist. Das heißt, das Einathmen einer kleinen Menge durch lange Zeit ist nicht gleichwertig mit dem Einathmen grosser Mengen für kurze Zeit.

Die hieran geknüpften weiteren Erörterungen der Verfasser betonen sehr scharf die gegenüber dem Kohlengase unvergleichlich grössere Gefahrlichkeit des Wassergases. Die Versuche zeigten, dass die „natürliche Ventilation“ der Zimmer im Falle von Kohlengas es nur ganz ausnahmsweise (bei sehr kleinen Zimmern u. dgl.) da-

hin kommen lassen wird, dass durch Zufall Vergiftungen und Todesfälle eintreten, während dies bei Wassergas sehr leicht eintreten kann. Man kann die grössere Gefahrlichkeit des letzteren nicht nur im Verhältniss zum Kohlenoxyd als vier- oder funfmal grösser schätzen, sondern der Unterschied ist in der Praxis der zwischen verhältnissmassiger Sicherheit und entschiedener Gefahr, oft der zwischen Leben und Tod. Ähnlich ist das Verhältniss bei der chronischen Wirkung der durch kleine Undichtheiten in den Hausleitungen fortwährend austromenden Gasmengen. Bei Kohlengas sind diese höchst selten fühlbar, eben wegen der „natürlichen Ventilation“ bei Wassergas tritt dies viel leichter und öfter ein.

Die Versuche der Verfasser, wonach dem Gase der Geruch durch Filtration durch reinen Sand sehr wenig, durch Steinkohlenasche dagegen grossenteils entzogen wird, bringen dem deutschen Leser nichts wesentlich Neues.

Dass durch Rohrenbrüche u. dgl. bisweilen schon bei Kohlengas tödtlich wirkende Mengen geruchlosen Gases in Hauser eingedrungen sind, ist bekannt und bei Wassergas ist die damit verbundene Gefahr eben noch weit grösser.

Schliesslich verweisen sie auf eine Bemerkung von Rud. Wagner in seinem Jahresbericht der chemischen Technologie (1869 S. 735), worin er von den vielen Vergiftungsfällen spricht, welche durch das damals noch vielfach gebrauchte Holzgas mit seinen 20 bis 30 Proc. Kohlenoxyd entstanden waren.

Die auf wissenschaftlichem Wege gewonnenen Resultate der beiden Bostoner Professoren werden in wichtigster Weise ergänzt und durchaus bestätigt durch den amtlichen Bericht des Gesundheitsbeamten, Dr. med. Abbott, über das Verhalten von Leuchtgas zu der öffentlichen Gesundheit. Darnach sind weitaus die meisten Todesfälle in Folge der Einathmung von Gas in kleinen Zimmern vorgefallen, und zwar mit Ausnahme einiger wenigen Selbstmordfälle in Folge nachlassigen Ausblasens von Gasflammen beim Zubettgehen oder anderweitigen Entweichens von Gas in das Zimmer, während der Betroffene im Schlaf lag. Die Große der Zimmer in den untersuchten Fällen schwankt zwischen 521 und 985 Cubikfuss, waren die Zimmer nur einige wenige hundert Cubikfuss grösser gewesen, so wurde das Gas vermutlich so verdunnt gewesen sein, dass nicht Tod, sondern nur Betaubung eingetreten und eine Wiederherstellung möglich gewesen wäre. Die Gefahr wächst ferner mit der Zahl der Gasflammen und mit der Schnelligkeit des Austromens, also mit dem Gasdruck. Bei einem Zimmer von 600 Cubikfuss zeigte sich z. B. trotz der „natürlichen Ventilation“, dass ein 6-Fuss Brenner in einer Stunde eine Verunreinigung der Zimmerluft mit 1 Proc. Gas verursachte. Eine weitere Gefahr entsteht durch die längere Dauer der Wirkung, daher kommen Todesfälle aus dieser Ursache fast ausschliesslich im Schlaf vor. Die vielen Todesfälle in Gasthäusern in New-York haben neuerdings zur Anbringung spezieller Vorsichtsmaassregeln Veranlassung gegeben, z. B. Warungsplakaten und mit Schiebern versehener Offnungen in den nach den Gängen führenden

Wänden, welche sämmtlich mehrmals in der Nacht darauf untersucht werden, ob Gas in dem betreffenden Zimmer entwichen ist u. dgl. Alle diese Vorsichtsmaassregeln sind erst seit Einführung des Wassergases für nöthig befunden worden. Specielle Beispiele sind folgende:

In Middleton, Conn., einer Stadt mit 12 000 Einwohnern, sind seit der Einführung des Wassergases weit mehr Unfälle, seit 1880 drei Todesfälle durch Gasvergiftung vorgekommen, darunter einer in einem Zimmer mit 2400 Cubikfuss Inhalt, und allgemein wird seitdem über Kopfweh geklagt. In Dover, New-Hampshire, einer Stadt von derselben Grösse, zählt man drei Todesfälle seit Einführung des Wassergases; in Pullman, mit 9000 Einwohnern, vier Todesfälle seit 1881, wo das Wassergas eingeführt wurde. Um aber genauere Auskunft zu erhalten, wurden Rundschreiben an 216 Städte mit über 10 000 Einwohnern in der Union versendet. Aus 108 derselben, welche namentlich aufgeführt werden, wurden Antworten erhalten mit folgenden Ergebnissen: Gesammtzahl der Todesfälle durch Gas in $20\frac{1}{2}$ Jahren: 189. Davon kommen 40 auf Kohlengas in $20\frac{1}{2}$ Jahren, 45 auf Wassergas in $7\frac{1}{2}$ Jahren (seit seiner Einführung) und 103 sind ohne specielle Angabe geblieben. Letztere beziehen sich grossentheils auf New-York und für dieses liegen specielle Berichte bis 1883 vor, wonach bis zu jenem Datum 21 Todesfälle durch Kohlengas und 44 durch Wassergas, letztere aber in einem Zeitraum von nur $4\frac{1}{2}$ Jahren, vorgekommen waren. In den drei Städten New-York, Baltimore und Brooklyn, mit zusammen über zwei Millionen Einwohnern, waren in den 13 der Einführung des Wassergases vorangegangenen Jahren 16 Todesfälle durch Kohlengas vorgekommen, also jährlich 1,2, dagegen in den übrigen $7\frac{1}{2}$ Jahren, seit Einführung des Wassergases, jährlich 16 Todesfälle, also zwölfmal mehr im Falle des Wassergases. In Boston, wo nur Kohlengas gebraucht wird, sind in 20 Jahren 4 Todesfälle vorgekommen, in Baltimore, mit der gleichen Einwohnerzahl (400 000 Menschen), in derselben Periode 19 Todesfälle, davon allein 17 in den Jahren 1883 bis 85, seit Einführung des Wassergases. In ganz England und Wales, mit seinem starken Verbrauche an Leuchtgas, dort aber ausschliesslich Kohlengas, kamen in den Jahren 1879 bis 83 7 Todesfälle durch „Gas“ und 17 durch „Kohlen-gas“ vor, bei einer Bevölkerung von 26 Millionen. In der gleichen Periode kamen in Baltimore, Brooklyn und New-York, mit nur 2 105 469 Einwohnern 77 Todesfälle durch Leuchtgas, d. h. hier eben Wassergas, vor. Der Berichterstatter warnt besonders vor dessen Verwendung ohne besondere Vorsichtsmaassregeln zum Kochen und Heizen, wobei aus Versehen grössere Mengen in das Zimmer gelangen können.

Der Schluss, zu welchem Dr. Abbott durch die von ihm geführte Untersuchung gekommen ist, geht dahin, dass das zur Zeit in Massachusetts bestehende Gesetz streng gehandhabt und womöglich verschärft werden soll. Dieses Gesetz verbietet für den ganzen Staat die Anwendung eines Leucht-gases mit mehr als 10 Proc. Gehalt an Kohlenoxyd,

wodurch also Wassergas vollkommen ausgeschlossen ist, und Dr. Abbott empfiehlt, die Grenze lieber auf 7 oder 8 Proc. Kohlenoxyd herabzusetzen.

Man könnte nun vielleicht einwenden, dass die amtlichen Berichte der Herren Sedgwick, Nichols und Abbott, deren guten Glauben sicher Niemand bezweifeln wird, dennoch eine gewisse unabsichtliche Einseitigkeit, eine ungerechtfertigte Vereinigungsmöglichkeit gegen das Wassergas enthalten könnten, obwohl eine solche Behauptung sich schwerlich begründen liesse. Daher ist es von Wichtigkeit, dass ganz neuerdings (März d. J.) 158 Ärzte des Staates Massachusetts (darunter einige Professoren der angesehensten aller amerikanischen Universitäten, der Harvard University zu Cambridge bei Boston) einen Protest gegen die Einführung von Wassergas oder irgend welchen über 10 Proc. Kohlenoxyd haltenden Gases erlassen haben, welcher sich allerdings zum Theil auf die im Obigen erwähnten Berichte, zum Theil aber auch auf neuere Beobachtungen und statistische Thatsachen gründet. Es sei hieraus nur erwähnt, dass in den 8 Jahren 1880 bis 1887 in New-York an Kohlengasvergiftungen 9, an Wassergasvergiftungen aber 177 Personen starben; im Januar und Februar 1888 kamen von letzteren Fällen noch 7 hinzu. In Baltimore gab es 1883 bis 1887: 45 Fälle, in San Francisco allein 1887: 11 Fälle, in Chicago vom October 1886 bis Ende 1887: 11 Fälle von Wassergasvergiftung. In Boston dagegen, wo nur Kohlengas vorhanden ist, gab es von 1880 bis 1887 nur 3 Fälle. In dem einen Monat Januar 1888 traten in New-York ebensoviel Todesfälle durch Wassergas ein, wie in Boston durch Kohlengas in 55 Jahren. In der Wassergasfabrik zu Mankato (Minn.) fielen 1887 in wenigen Wochen zwei auf einander folgende Directoren als Opfer ihres Berufes dem Tode anheim.

Ich wiederhole, dass es sich hierbei nie um ein geruchloses, sondern um ein stark riechendes Wassergas handelt. Nach dem jetzt vorliegenden Material scheint es mir einfache Pflicht der Sachverständigen, zum Mindesten auf meiner schon früher erhobenen Forderung zu bestehen, dass, ehe an eine Zuführung von Wassergas in städtischen Röhrennetzen an Privatabnehmer gedacht werden kann, der Beweis geleistet werden sollte, dass diesem Gase mindestens ein fünfmal so starker (und zwar bleibender) Geruch, als dem gewöhnlichen Leuchtgas (Kohlengas) ertheilt worden ist. Ob die Hygieniker sich selbst unter solchen Umständen zur Zulassung eines Gases mit 40 Proc. Kohlenoxyd für Privatconsum verstehen werden, muss ich dahingestellt sein lassen. Um so mehr muss ich betonen, dass hygienische Bedenken gegen die Anwendung von Wassergas in Fabriken, wo die betreffenden Vorsichtsmaassregeln leicht eingeführt und namentlich leicht beständig controlirt werden können, nicht erhoben zu werden brauchen, wenn den durch die

schweizerische Commission aufgestellten Bedingungen (d. Z. S. 465) genügt wird.

Zürich, im November 1888.

Wasser und Eis.

Bakteriengehalt der öffentlichen Brunnen in Kaiserslautern. Th. Bokorny (Arch. Hyg. 1888 S. 105) fand nach dem bekannten Gelatineplattenverfahren in je 1 cc Wasser unmittelbar nach der Entnahme der Proben 0 bis viele Millionen Keime; nach zehnständigem Stehen zeigte sich bei einigen Wasserproben eine erhebliche Zunahme der Keime. Alle Proben enthielten im Wesentlichen nur zwei Arten von Bakterien: 1. ziemlich dicke, unbewegliche Stäbchen (die aber 2-theilig sind), deren Colonien kreisrund, flach sind, glatten Rand und gelblich-weiße Farbe besitzen, und die Gelatine nicht oder höchst langsam verflüssigen. 2. Lebhaft bewegliche, feine Stäbchen (ebenfalls zusammengesetzt), deren Colonien die Gelatine rasch verflüssigen. Durch letztere wird die Untersuchung oft in höchst unangenehmer Weise gestört. Ausser diesen beiden wurden zuweilen in geringer Zahl auch andere Spaltpilze gefunden, z. B. Sarcina und andere, dann und wann auch Sprosshefe. Cholera-, Typhus- und Milzbrandbacillen waren nicht vorhanden.

Roncegno-Wasser, welches als Heilquelle aus dem Berge Tesobo entspringt, enthält nach M. Gläser und W. Kalmann (Ber. deutsch. G. 1888 S. 2879) im Liter:

Arsensäure (As ₂ O ₅)	124,0 mg
Kieselsäure	127,4 -
Schwefelsäure	4679,1 -
Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	13,4 -
Chlor	2,6 -
Kupferoxyd	15,2 -
Eisenoxydul	3,4 -
Eisenoxyd	1254,3 -
Manganoxydul	79,2 -
Kobaltoxydul	17,1 -
Nickeloxydul	41,7 -
Zinkoxyd	6,1 -
Thonerde	467,6 -
Kalk	785,3 -
Magnesia	121,9 -
Kali	21,6 -
Natron	133,7 -
Organisch	228,0 -

Die wirksame Schwefelverbindung des Nenndorfer Quellwassers ist nach Y. Schwartz (Arch. Pharm. 226 S. 761) Schwefelwasserstoff. Wird das Wasser in fein vertheiltem Zustande mit der atmosphä-

rischen Luft in Berührung gebracht, so wird der Schwefelwasserstoff ausgetrieben und zu Unterschwefligsäure oxydiert. Diese Umwandlung des Schwefelwasserstoffs macht es möglich, dass dem Körper durch die Lunge grosse Mengen einer Schwefelverbindung ohne schädliche Nebenwirkung zugeführt werden können.

Für die Beurtheilung des Trinkwassers hat der Verein schweizer analytischer Chemiker am 29. Sept. 1888 folgende Normen aufgestellt:

Die Sinnenprüfung soll weder ausgesprochene Färbung noch Trübung, weder Geruch noch fremden Geschmack des Wassers zeigen.

Die mikroskopische Prüfung soll keine lebenden Infusorien in dem Wasser nachweisen lassen.

Die bakterielle Untersuchung soll nicht mehr als 150 Pilzcolonien in 1 cc Wasser ergeben.

Die chemischen Untersuchungsresultate sind in erster Linie zu vergleichen mit denjenigen, welche reines Wasser der gleichen Örtlichkeit und Art ergibt. Es werden sich dabei Verunreinigungen durch abweichende Zusammensetzung manifestieren.

Sofern solches Material nicht vorliegt, müssen wir uns an sogen. Grenzzahlen als zulässige Maximalmengen halten. Es sind dies die folgenden:

1. Feste Bestandtheile: 500 mg i. l.
2. Oxydierbarkeit (als KMnO₄): 10 mg oder als „organische Substanz“: 50 mg
3. Ammoniak, direct: leise Spur desgl. durch Destillation: 0,02 mg
4. Albuminoïdes Ammoniak: 0,05 mg
5. Salpetrige Säure: keine
6. Salpetersäure (als N₂O₅): 20 mg
7. Chloride (als Cl): 20 mg
8. Sulfate: je nach Örtlichkeit u. Gebirgsformation.

Wenn also diese Zahlen überschritten werden, so wäre das betreffende Wasser als „verdächtig“ zu beanstanden, wobei allerdings das Hauptgewicht auf Oxydierbarkeit, Ammoniak, albuminoïdes Ammoniak, salpetrige Säure und Chloride (auf letztere, wenn in Verbindung mit vorhergenannten) zu legen ist.

Zur selbstthätigen Regelung des Wasser- und Chemikalienzuflusses an ununterbrochen wirkenden Apparaten zum Weichmachen von Wasser wird nach E. Froitzheim (D.R.P. No. 44 799) in dem Kocher A (Fig. 262 bis 264) das harte Wasser unter Zusatz geeigneter Chemikalien durch ein von dem Dampfstrahlgebläse B geliefertes Gemisch von Dampf und Luft auf 65 bis 70° erhitzt. Das dadurch weich gemachte Wasser tritt mit den Niederschlägen durch das Ventil C der Reihe nach in die Klärkästen D D' D'' D''', in welchen sich die Niederschläge absetzen, und fliesst durch das Rohr E geklärt seinem Verwendungsort