

um sich an anderen Produkten, deren alleinige Produzentin die Firma ist, zu entschädigen.

Endlich besitzt jede Firma eine Handelsabteilung, deren Verzweigungen durch Filialen und Agenturen weit verbreitet sind; dank diesem Nachrichtendienst ist man über alles laufend unterrichtet, über Geschäfte, die im Gange sind, über die Bedingungen der Konkurrenz, über Geschäfte, die abgeschlossen werden könnten usw. Fügt man noch die Sorge hinzu, um die Kundschaft zu befriedigen, sich ihren Forderungen und Launen zu beugen — vorausgesetzt, daß man davon Profit ziehen kann — die Geschicklichkeit und Reichhaltigkeit der Reklame unter den verschiedensten Formen, so wird man begreifen, daß all diese auf das gleiche Ziel gerichteten Anstrengungen zu dem von uns festgestellten Ergebnis führen mußten. Ich will bemerken, daß neben diesen Hauptursachen als weitere Ursache des Erfolges der Geist der Disziplin, die Achtung vor dem Reglement und der Rangordnung, wovon die Deutschen und auch die Schweizer durchdrungen sind, in Betracht kommt.

Wir kennen jetzt die Ursachen, welche einerseits die Entwicklung der Farbstoffindustrie in Frankreich aufhalten und andererseits ihre Entwicklung in Deutschland und in der Schweiz begünstigt haben.

Sind diese Ursachen jetzt noch bei uns anzutreffen? Man muß die Frage verneinend beantworten; denn zurzeit ist der Unterricht der Chemie weit verbreitet in Universitäten und angegliederten Schulen, und die organische Chemie ist in Frankreich ebenso glänzend vertreten wie anderswo. Die Farbstoffindustrie bildet sogar den Gegenstand des Spezialunterrichts in Paris, Nancy und Lyon, und es wäre leicht, heutzutage einen Kreis von Fachleuten zu vereinigen. Schwieriger wird zweifellos die Herbeischaffung von Technikern sein, welche die Farbstoffindustrie beherrschen; aber das Ausland, beispielsweise die Schweiz, wird sie uns sicherlich zur Verfügung stellen, sobald sich ein Bedarf fühlbar machen wird³⁾. Nach Erledigung der Personalfrage bleibt noch die der Kapitalien und der Ausgangsprodukte. Ich glaube nicht, daß die Kapitalien versagen werden, wenn es sich um Unternehmungen kleineren Umfangs handelt. Handelt es sich aber um eine Unternehmung, welche mit den deutschen Werken vergleichbar wäre und für die 50—100 Millionen Frs. erforderlich wären, so wäre eine solche Summe vielleicht schwerer aufzutreiben, insbesondere wenn man überlegt, daß die Gewinne in den ersten Jahren zweifellos ausbleiben werden. Die Engländer, welche eine Gesellschaft mit 50 Millionen gegründet haben, versicherten sich der finanziellen Mitwirkung des Staates. Nehmen wir für einen Augenblick an, die Kapitalfrage sei geregelt, so bleibt noch die der Ausgangsprodukte. Während langer Zeit stammte der Teer ausschließlich von den Gaswerken; zurzeit liegt die Hauptquelle in der Fabrikation von Koks in den Kohlenbergwerken selbst, in besonderen Öfen.

Die Erzeugung der Ausgangsprodukte ist also direkt verknüpft mit der Fabrikation des metallurgischen Koks. Die Kokserzeugung betrug im Jahre 1908: Deutschland 21 175 000 t, Vereinigte Staaten 23 618 000 t, England 18 834 000 t, Frankreich 1 955 000 t.

Zu dem durch den Koks gelieferten Teer ist noch der Teer der Gaswerke hinzuzufügen, dessen Menge schwer zu bestimmen ist. Wie dem auch sei, ist es anzunehmen, daß die französische Benzolgewinnung 10 000 t, gegen 100 000 in Deutschland und 80 000 t in England, beträgt. Die französische Erzeugung reicht für den gegenwärtigen Bedarf⁴⁾.

³⁾ Wie immer wenn man in Frankreich sich nicht selbst helfen kann: der Hilferuf nach dem anderen, der helfen soll — wie die Hoffnung auf die Hilfe der russischen Dampfwalze. Unsere schweizerischen Kollegen scheinen eine allseitig beliebt werdende Ausfuhrware zu sein, denn auch in Amerika hofft man auf die Schweizer beim Ausbau der Industrie zwecks Bekämpfung der deutschen Industrie. Immerhin scheinen auch die Schweizer nicht alle Hoffnungen erfüllen zu können oder zu wollen, wenn die Angew. Chem. 29, III, 102 [1916] gebrachte Zeitungsnotiz sich als richtig erweist. Der Übersetzer.

⁴⁾ Unter Berücksichtigung des Bedarfs für Automobile, das Flugwesen usw., der unaufhörlich wächst, sowie des Bedarfs der Färbereien und der Entfettungsanlagen.

nicht aus, und man führt Benzol ein aus Belgien, Deutschland und England. Anthracen und Naphthalin wird bei uns in großen Mengen erzeugt. Allein die Werke von Lens erzeugten im Jahre 1907 1776 t Naphthalin und 1444 t Rohanthracen.

Wenn man übrigens bedenkt, daß die Schweiz, wo gar keine Ausgangsprodukte erzeugt werden, sich dennoch eine wichtige Stelle in der Farbstoffherzeugung erwerben konnte, so kann man daraus schließen, daß der Mangel an Rohstoffen kein bedenkliches Hindernis darstellt; letzteres ist übrigens bei uns gar nicht der Fall. (Schluß folgt.)

Über die Verwendung von Chlorgas zur Sterilisation von Wasser und Abwasser.

Von Dr. L. ZAMKOW, Berlin-Charlottenburg.

(Eingeg. 80./3. 1916.)

Chlorgas ist zu Sterilisationszwecken in Europa bis vor kurzem nur in Laboratorien versuchsweise benutzt worden. Dagegen wurde in den letzten 2 Jahren in den Vereinigten Staaten das Chlorgasverfahren bei verschiedenen Zentralwasserversorgungsanlagen eingeführt, und es wurden damit durchweg gute Erfahrungen gemacht. Auch solche amerikanischen Wasserversorgungsanlagen, die bisher ihr Wasser mit Chlorkalk desinfizierten, haben diesen Stoff durch flüssiges (kondensiertes) Chlor ersetzt.

Die Gründe, weshalb man in Amerika dem Chlorgasverfahren den Vorzug gibt, sind verschiedener Art. Aus der spärlichen Literatur, die dieses Verfahren behandelt, ist zu ersehen, daß die Amerikaner beim Chlorgasverfahren besonders die Handlichkeit der Apparate und die Unveränderlichkeit, Reinheit und Beständigkeit des Chlorgases mit Recht schätzen.

Ferner erfordert das Chlorkalkverfahren stets die Lagerung größerer Mengen Chlorkalk, und die Gerüche des sich allmählich zersetzenden Materials geben oft Anlaß zu Beanstandungen. Das Chlorgas dagegen wird in Stahlflaschen mit ca. 45 kg Inhalt in komprimiertem Zustand geliefert. Da der Inhalt einer solchen Stahlflasche ausreicht, um die Riesenmenge von 200 000 cbm Wasser zu sterilisieren, ist ersichtlich, daß für allergrößte Wasserwerke das Vorrätighalten weniger solcher Stahlflaschen genügt. Die gesamte zum Mischen und Auflösen des Chlorkalkes erforderliche Apparatur, die erheblichen Raum, eingehende Bedienung und Arbeitskraft beansprucht, entfällt vollkommen beim Chlorgasverfahren. Als besonderer Vorteil muß dabei die immer gleichbleibende Wirksamkeit des Chlorgases im Vergleich mit dem Chlorkalk hervorgehoben werden. Es ist ja bekannt, daß der Chlorkalk durch Lagerung allmählich an Chlorgehalt verliert und dann an Wirksamkeit abnimmt, während Chlorgas unbegrenzte Zeit aufbewahrt werden kann, ohne daß es auch nur Spuren von seiner Konzentration einbüßt.

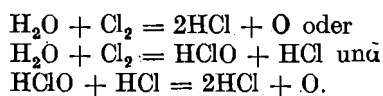
Chlorgas erstmalig zum Zwecke von Wassersterilisation angewendet zu haben, ist das Verdienst Dr. Darnhalls in Washington. Seinen ersten Versuch machte er im Jahre 1910 mit einem Apparat, in dem etwa 2 cbm Wasser stündlich desinfiziert werden konnten. Eine Abhandlung darüber wurde im „Journal of the American Public Health Association“ und später im „Municipal Journal“ zugleich mit den Versuchsergebnissen veröffentlicht.

Sämtliche amerikanischen Fachkreise brachten diesem neuen Chlorgasverfahren großes Interesse entgegen. Auch das Kriegsdepartement der Vereinigten Staaten schenkte ihm seine Aufmerksamkeit und äußerte sich nach sorgfältiger Prüfung der Versuchsergebnisse von Dr. Darnhall und der in Betracht kommenden Umstände in folgender Weise zu dem Verfahren: 1. Die Methode ist ebenso wirksam wie die mit Ozon und Hypochlorit, bei der Ausführung aber noch zuverlässiger; 2. die Bau- und Betriebskosten der Chlorgasdesinfektionsanlage sind sehr gering.

Die erfolgreichen Versuche von Dr. Darnhall und die gute Empfehlung des Kriegsdepartements haben ihre Wirkung nicht verfehlt. In Wilmington wurde von Dr. Orns tein die erste Anlage im Jahre 1912 erbaut. Die Resultate

waren gemäß den Äußerungen des Obergeringens John A. Kienle durchaus zufriedenstellend; besonders dann, als die ersten Schwierigkeiten mit der Apparatur der Gasregulierung überwunden waren.

Einen ganz enormen Aufschwung erhielt aber die Chlorgasdesinfektion von Wasser, als Dr. Ornstein, New York, sich ganz der Sache zuwandte. Zunächst wurde die Art der Chlorzugabe von ihm grundlegend abgeändert, was eine höhere Wirksamkeit haben sollte. Während Dr. Darnhall das Chlorgas direkt dem zu sterilisierenden Wasser zuführt, leitet Dr. Ornstein die durch eine Drosselungsvorrichtung auf das nötige Minimum reduzierte Gasmenge zunächst durch einen mit Koks gefüllten Hartgummizylinder, in dem Leitungswasser von oben herabrieselt. Das hier entstehende, ziemlich konzentrierte Chlorwasser wird jetzt erst dem zu behandelnden Wasser zugeführt. Nach der Annahme Dr. Ornsteins und seiner Mitarbeiter soll diese Behandlungsweise derart wirken, daß zu dem direkten Angriff des unveränderten Chlorgases auf die Bakterien noch die Produkte der Umsetzung des Chlors mit Wasser hinzukommen nach dem Schema:



Auch der Vervollkommnung der Apparatur der Chlorzusatzregelung schenkte Dr. Ornstein viel Aufmerksamkeit, so daß er es erreichte, die Gasdosierung viel genauer als Dr. Darnhall, und ohne Unregelmäßigkeiten durchzuführen.

Diese gründlichen Arbeiten Dr. Ornsteins hatten vollen Erfolg. Schon 2 Jahre später, bis Mitte Oktober 1915, gab es in den Vereinigten Staaten etwa 150 Chlorgasdesinfektionsanlagen, darunter Riesenanlagen wie die in Philadelphia, die etwa 200 Millionen Gallonen Wasser täglich verarbeitet.

Dr. Francis West berichtet im „Municipal Journal“ vom 28./5. 1914 über die Chlorgasanlage in Philadelphia, daß bei einer Zusatzmenge, die mit dem Reinheitsgrad des Wassers in verschiedenen Jahreszeiten zwischen etwa 20–30 g pro 100 cbm wechselt, die Zahl der Bakterien sich von rund 25 000 auf durchschnittlich 10–40 im Kubikzentimeter verminderte.

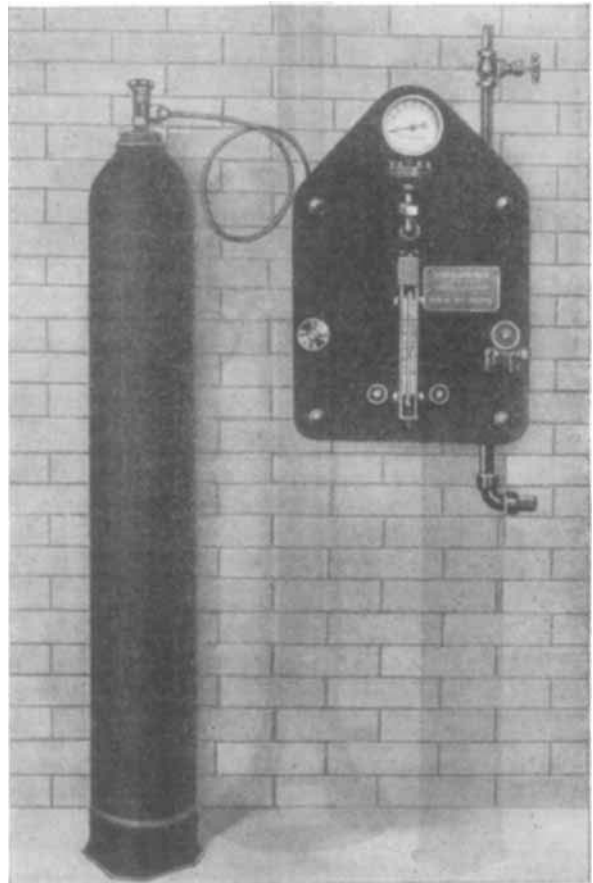
Eine Geschmacksbeeinflussung des Wassers, die bekanntlich bei der Behandlung mit Chlorkalk ein großer Nachteil ist, konnte durch Behandlung mit Chlorgas in keinem Falle wahrgenommen werden. Denn gerade der Geschmacksfehler, den die Chlorkalkbehandlung des Wassers zur Folge hat, kann auch zu den Gründen mitgerechnet werden, die in Amerika das Chlorgasverfahren so schnell in Aufnahme brachten. Ähnliche gute Resultate, wie in Philadelphia wurden auch in den anderen Anlagen erzielt.

Daß Chlorkalk in dem behandelten Wasser einen üblen Geschmack hinterläßt, wurde schon bei den ersten exakten Versuchen mit der Chlorkalkdesinfektion von Trinkwasser von Traube und Lode festgestellt und beanstandet. Diese beiden Forscher bemühten sich auch, diesen Kardinalfehler zu beseitigen, indem der erstere Natriumsulfid, der letztere Salzsäure dem behandelten Wasser zusetzte.

In Deutschland wurde das Chlorgasverfahren erstmalig in dem im vorigen Jahre bei Vieweg in Braunschweig erschienenen großen Werke von August Gärtner: „Die Hygiene des Wassers“, erwähnt, und die „Triton“-Gesellschaft für Wasserreinigung und Wasserversorgung m. b. H., Berlin, als Lizenznehmerin bezeichnet. Dieselbe hat nunmehr, wie mir bekannt geworden ist, eigene Erfahrungen bei der Errichtung von Anlagen nach diesem Verfahren gesammelt und ist auch zur Anwendung desselben zur Unschädlichmachung von Abwasser übergegangen. Wenn dieses Verfahren in Deutschland noch nicht die gebührende Verbreitung wie in Amerika gefunden hat, ist es einerseits auf die ungünstige Kriegszeit, andererseits vielleicht auf den Umstand zurückzuführen, daß in Deutschland jede neue Methode hyperkritisch behandelt wird und meistens auch lange ohne Unterstützung maßgebender Kreise und Persönlichkeiten bleibt.

Die Erfahrungen, die mit der Chlorgasdesinfektion von Wasser in Deutschland bis jetzt gemacht wurden, sind, ähnlich wie in Amerika, günstig. Vor mir liegt ein Gutachten des Institutes für Gärungsgewerbe — Versuchs- und Lehranstalt für Brauereien in Berlin — (unterzeichnet vom Abteilungsvorsteher Dr. Bode) über eine Versuchsanlage, die Trinkwasser mit Chlorgas desinfiziert. Das hier zur Besprechung kommende Wasser ist sonst von normaler Beschaffenheit; beanstandet wird nur neben zeitweiliger Trübung die hohe Keimzahl des Wassers. Sie betrug durchschnittlich 330 pro Kubikzentimeter. Nach einer Zugabe von 25 g Chlor auf 120 cbm, was etwa 0,2 mg pro Liter entspricht, sank die Keimzahl von 350 auf 6, also rund um 98%. Eine Geschmacksbeeinflussung des Wassers konnte nicht festgestellt werden.

Wie die Abbildungen zeigen, ist die Vorrichtung für selbst allergrößte Anlagen sehr einfach und beansprucht zur



Bauart A.

Unterbringung einen Raum von nur einigen Quadratmetern. Sie kann ohne bauliche Änderungen in jede bestehende Wasserleitung eingeschaltet werden.

Der Apparat besteht aus einer oder mehreren Stahlbomben mit flüssigem Chlorgas und einem Absorptionsgefäß. Die Verschlüsse der Gasbomben sind mit einem Chlorgasdosierungsapparat verbunden. Die zuzusetzende Gasmenge wird durch eingehende Vorversuche in jedem Fall bestimmt und richtet sich sonst nach der Beschaffenheit des Wassers — seiner chemischen Zusammensetzung und dem bakteriologischen Befund (Keimzahl). Die erforderliche Gasmenge wird im Absorptionsturm vom Wasser aufgenommen und dem zu behandelnden Wasserstrom zugesetzt, d. h. entweder in einem Sammelbrunnen — aus welchem gepumpt wird — eingeleitet oder in die Hauptwasserleitung eingedrückt. Die sterilisierende Wirkung des Chlors ist etwa 50 m hinter der Zusatzstelle bereits eingetreten.

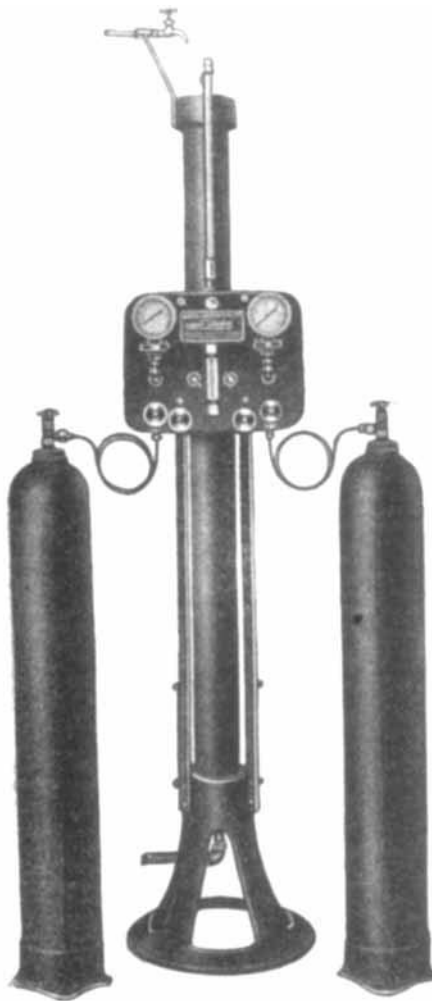
Was die Bau- und Betriebskosten der Anlagen betrifft, so scheinen sie weit geringer zu sein als die der anderen Verfahren. Zum Beispiel sollen die Baukosten für eine normale Anlage für 10 000 cbm Tagesleistung ca. 6000 M betragen

und die Betriebskosten einschließlich aller Unkosten wie Verzinsung, Amortisation, Abschreibung und Lizenzgebühren sich nur auf Bruchteile eines Pfennigs auf den Kubikmeter sterilisierten Wassers belaufen.

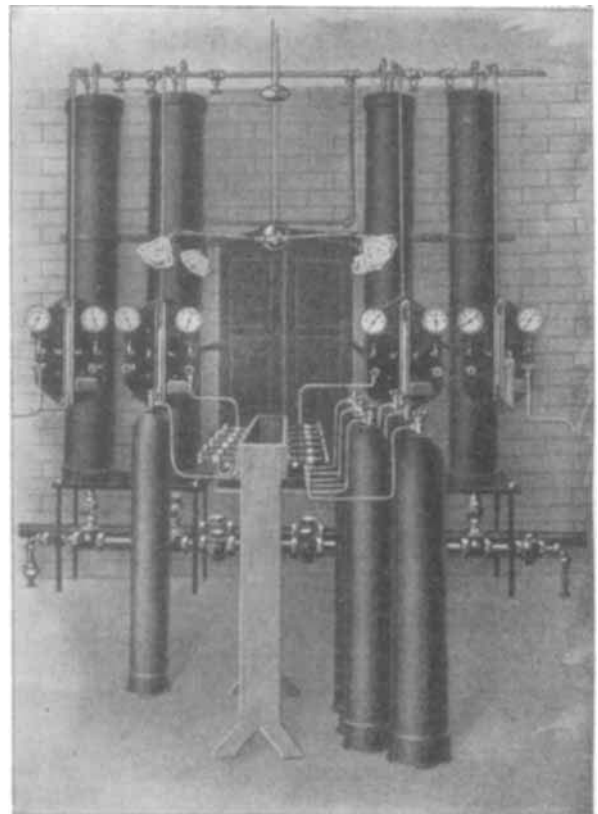
Das Verfahren eignet sich aber nicht nur zur Sterilisation von Trink- und Brauchwasser, sondern auch zur Unschädlichmachung von Abwasser. Solches muß natürlich vor der Behandlung mit Chlorgas von den ungelösten groben, womöglich aber auch von den feineren Bestandteilen befreit werden. Je gründlicher diese mechanische Vorreinigung geschieht, desto niedriger stellt sich die zur Erreichung der Desinfektion nötige Chlorzusatzmenge. Die Beschaffenheit des Abwassers, besonders sein Gehalt an

Keimzahl im rohen Abwasser die Höhe von $2\frac{1}{2}$ Millionen pro Kubikzentimeter. In dieser Tageszeit muß die Chlorzugabe erhöht werden, um das Abwasser unschädlich zu machen.

Umfassende Versuche mit der Chlorgasmethode wurden beim Sterilisieren von Abwasser seit etwa $1\frac{1}{2}$ Jahren in Deutschland unternommen, und zwar an einem gewöhnlichen, mechanisch vorgereinigten Stadtabwasser, das einen Permanganatverbrauch von 200 mg im Liter aufwies. Dieses Abwasser konnte schon nach einer Beigabe von 12 g pro Kubikmeter für sterilisiert gelten. Ein anderer größer angelegter Versuch ist noch im Gange, und zwar mit einem hochkonzentrierten Abwasser mit dem abnorm hohen Permanganatverbrauch von 2000–3000 mg. Über diese Versuche gedenke ich später nach abgeschlossenem Verfahren berichten zu können. Auf alle Fälle versprechen die bisherigen Versuchsergebnisse, daß das Verfahren für die Praxis der Abwasserreinigung eine brauchbare Desinfektionsmethode dar-



Bauart B.



Bauart D.

organischen Bestandteilen und die dadurch bedingte Fäulnisfähigkeit und der Keimgehalt ist für die zuzusetzende Chlormenge maßgebend.

In Amerika sind bereits mehrere Anlagen, die Abwässer mit Chlorgas desinfizieren, bekannt. So behandelt das „Nationale Invalidenheim“ in Virginia seine Abwässer mit 15 g Cl pro Kubikmeter. Dieses Abwasser ist sonst von normaler Beschaffenheit, der Keimgehalt ist hoch: 1,4–4,1 Million pro Kubikzentimeter. Das Untersuchungsergebnis der behandelten Abwässer ist sehr günstig: 0–200 ist die zurückgebliebene Bakterienanzahl pro Kubikzentimeter. Dementsprechend ist auch die Kolibakterienanzahl gesunken. Von weiteren Anlagen in Amerika sind mir noch die Resultate der Chlorgasbehandlung in der Abwasseranlage der Stadt Milwaukee bekannt. Die Abwasserkommission der Stadt berichtet, daß mit einer kleinen Chlorzugabe von nur 5 g pro Kubikmeter ein gutes Ergebnis in den Nachmittagsstunden erreicht werden konnte. In den Vormittagsstunden, die die Hauptmenge von Fäulnisstoffen liefern, erreicht die

stellt. Dies wäre sehr zu begrüßen, da von den jetzt hinter Abwasserreinigungsanlagen oftmals angelegten sog. Desinfektionseinrichtungen wohl behauptet werden kann, daß im Bedarfsfalle die größte Anzahl derselben nicht einwandfrei funktionieren wird.

Eine einwandfrei und sicher wirkende Sterilisationsmethode für Abwässer dürfte wohl auch den immer noch bestehenden Widerstand brechen, der selbst aus maßgebenden Fachkreisen der Forderung entgegengesetzt wird, alle Abwässer, woher sie auch kommen mögen, vor dem Eintritt in den Vorfluter einer Desinfektion zu unterwerfen.

Was das oben näher beschriebene Chlorgasverfahren betrifft, so ist dessen Wert wohl am besten mit den dem Werke „Die Hygiene des Wassers“ von August Gärtner entnommenen Worten charakterisiert: „Bei der Einfachheit des Verfahrens scheint die Anwendung des Chlors in Gasform vielversprechend, und es macht den Eindruck, als ob sie die Chlorkalkverwendung verdrängen könnte.“

[A. 48.]