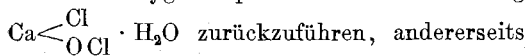
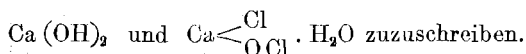
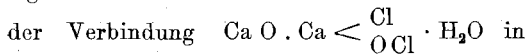


Erhitzung des Chlorkalks im Fasse und sogar Explosion hervorrufen kann.

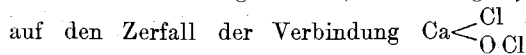
Diese Wärmeentwicklung ist zum Theil auf die Hygroskopieität der Verbindung



aber auch bei Vorhandensein von überschüssigem Wasser der theilweisen Dissociation



So erklärt sich auch die schon von verschiedener Seite beobachtete Wärmeentwicklung beim Zusammenreiben von trockenem Chlorkalk mit wenig Wasser, die Lunge⁵⁵⁾



in Ca Cl_2 und $\text{Ca O}_2 \text{ Cl}_2$ zurückgeführt hatte.

Nach Opl giebt ein Chlorkalk mit 36,7 Proc. bleich. Chlor, auf 100° erhitzt, bloss Chlorgas ab, beim Erhitzen auf 200° Chlor und Sauerstoff, und bilden sich in letzterem Falle Spuren von chlorsaurem Kalk. Diese Beobachtungen stimmen mit meinen Versuchsergebnissen überein, nur dass eben die Bildung von chlorsaurem Kalk eine ziemlich bedeutende sein kann.

[Schluss folgt.]

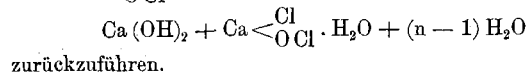
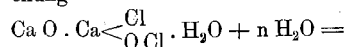
Die Wassersterilisierung durch ozonisierte Luft nach dem System Abraham und Marmier.

Von Civilingenieur Fritz Krull, Hamburg.

Unter den vielen auf der vorjährigen Pariser Weltausstellung ausgestellt gewesenen gesundheitstechnischen Einrichtungen und Gegenständen ist besonders die von der Société industrielle de Pozone in dem Annex für Elektrochemie an der Avenue de la Bourdonnais ausgestellt gewesene Anlage zur Sterilisierung von Trinkwasser mittels ozonisierter Luft nach dem System Abraham und Marmier von Interesse.

Bekanntlich sind die meisten Städte darauf angewiesen, ihr Trinkwasser aus Flüssen oder natürlichen bez. künstlichen Seen zu entnehmen, haben also nur ein mehr oder weniger unreines Wasser zur Verfügung, das auf irgend eine Weise gereinigt werden

⁵⁵⁾ loco cit. — Meiner Ansicht nach ist die Wärmeentwicklung wenigstens theilweise auf den hierbei primär auftretenden Zerfall nach der Gleichung



muss. Dasselbe gilt auch vielfach von den Wasserversorgungen, die brauchbares Grundwasser verwenden können, weil auch dieses durch Infiltration von oben meist verunreinigt wurde. Die Frage der Wasserreinigung im Grossen ist also von grösster Wichtigkeit und beschäftigt daher die Technik in lebhaftester Weise.

Während bisher für den Grossbetrieb fast nur die bekannten Sandfilter in Frage kommen konnten und von den verschiedenen Methoden, durch Zusatz von Chemikalien das Wasser zu reinigen, wegen der Schwierigkeit, die Substanzen aus dem gereinigten Wasser wieder zu entfernen, Abstand genommen werden musste, scheint das neue Abraham-Marmier'sche Verfahren der Reinigung des Wassers mittels Ozon die Frage befriedigend zu lösen. Eine Leistungsfähigkeit von 100 000 cbm gereinigten Wassers pro Tag, die vollkommene Betriebssicherheit und die verhältnissmässig geringen Anlage- und Betriebskosten beweisen wenigstens die Verwendbarkeit des Verfahrens für den Grossbetrieb, wie ja auch bereits eine derartige Anlage die Stadt Lille seit dem Jahre 1898 mit gereinigtem Wasser versorgt. Auf diese Anlage und deren Betriebsergebnisse werden wir zurückkommen.

Die Eigenschaften des Ozons, in Wasser sehr wenig löslich zu sein, daher die Zusammensetzung und den Geschmack des Wassers nicht zu beeinflussen, dabei aber alle lebenden Keime zu tödten und auch alle im Wasser gelösten organischen Bestandtheile, die das Filter hindurchlassen würde, sicher zu zerstören, machen das Ozon in hohem Grade zur Wassersterilisierung tauglich. Und so sind denn auch lange schon Versuche gemacht, das Ozon bez. ozonisierte Luft zur Wasserreinigung im Grossen zu verwenden, ohne dass die Ergebnisse den erwarteten praktischen Erfolg gehabt hätten. Es lag dies in der Schwierigkeit, Ozon in genügender Menge billig zu erzeugen d. h. den Sauerstoff der Luft möglichst vortheilhaft und billig zu ozonisiren. Von den chemischen Processen, bei denen sich Ozon bildet, musste man natürlich absehen und konnte nur die Elektrizität zur Ozonisierung verwenden. Bekanntlich bildet sich bei der sogenannten stillen elektrischen Entladung Ozon, und die Menge des erzeugten Ozons wird mit zunehmender Spannung immer grösser. Da mit der Spannung aber auch die Temperatur steigt, eine höhere Temperatur aber das gebildete Ozon zum Theil wieder zerstören, also die Ausbeute verringern würde, so musste diese Temperaturzunahme verhindert werden, was durch Kühlung der Leiter mittels

Wassers in einfachster Weise zu erreichen ist. Ebenso musste der bei grösserer Spannung vergrösserten Gefahr einer Funkenentladung und dadurch hervorgerufener Verluste an Ausbeute vorgebeugt werden, während gleichzeitig die Pole einander möglichst nahe gebracht werden mussten, weil die Ausbeute mit der grösseren Nähe der Pole wächst.

Diesen Bedingungen nun genügt das System Abraham und Marmier in hohem Maasse. Der in Fig. 1 dargestellte Ozonisor besteht aus einem luftdichten Kasten von etwa $2\frac{3}{4}$ m Höhe. In demselben sind parallel neben einander die Elektroden e isolirt aufgehängt. Diese Elektroden sind gusseiserne hohle Scheiben, deren Flächen abgedreht und mit starken Spiegelglasplatten i belegt sind, so dass jede Elektrode e zwei

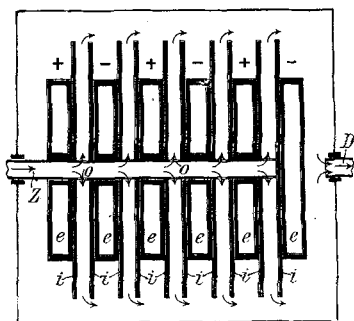


Fig. 1.

solcher Isolirplatten i trägt. Die Aufhängung der Elektroden im Kasten ist derartig, dass zwischen je zwei Elektroden ein grösserer Zwischenraum sich befindet. Zur Kühlung wird durch die zu diesem Zwecke hohlen Elektroden Kühlwasser geleitet, und zwar sind zur Vermeidung von Erdschluss zwei isolirte Wasserbehälter vorhanden, deren einer die $+$ Elektroden und deren anderer die $-$ Elektroden kühlt; ausserdem wird der Wasserstrahl beim Einfließen in die Behälter und beim Verlassen der Elektroden in Tropfen aufgelöst und so die Leitung unterbrochen. Ferner sind alle Elektroden bis auf die letzte in der Mitte durchbohrt und nehmen ein weites Luftzuführungsrohr Z auf, in welches die Luft eingeblasen wird, die dann durch die am Umfange des Rohres Z befindlichen Löcher o in die zwischen den Elektroden befindlichen Zwischenräume tritt und hier durch die zwischen den entgegengesetzt elektrischen Elektroden stattfindende stille Entladung ozonisirt wird und ozonisirt bei D den Ozonisor verlässt.

Das Schema einer solchen Ozonsterilisierungs-Anlage zeigt die Fig. 2. Die Luft wird durch den Ventilator V in den Trockner

S gedrückt und gelangt, nachdem sie hier von ihrer Feuchtigkeit befreit ist, in den Ozonisor O , den sie ozonisirt durch das Rohr a verlässt. Durch Rohr a gelangt sie in den Reiniger R ; die innere Einrichtung dieses im Übrigen nichts Neues bringenden Reinigers ist derartig, dass das oben eintretende zu reinigende Wasser in feinsten Weise vertheilt und mit der ihm von unten entgegenströmenden ozonisirten Luft aufs innigste gemischt und dabei gereinigt wird. Die Zuführung des zu reinigenden Wassers erfolgt durch die Pumpe C aus der Wasserentnahmestelle A ; das im Reiniger R gereinigte Wasser sammelt sich im unteren Theile desselben und fliesst durch Rohr n zum Reinwasserbehälter oder wird herausgepumpt.

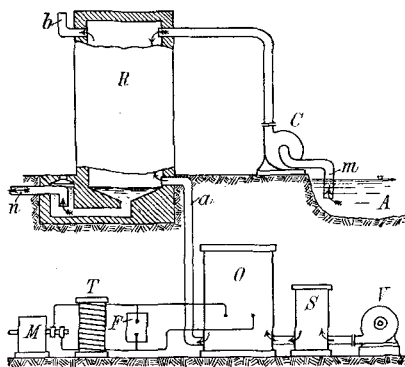


Fig. 2.

Zur Erzeugung der für die Ozonbereitung nöthigen Elektrizität dient die Wechselstrom-Maschine M , deren Spannung durch den Transformator T auf 40 000 Volt gebracht wird. Im Übrigen ist eine hohe Wechselzahl für die Ausbeute von grösserer Bedeutung, als eine besonders hohe Spannung. Der so transformirte Strom tritt dann in den Ozonisor O . Eine in die Leitung eingeschaltete Funkenstrecke F hat den Zweck, eine Überschreitung der gewünschten Spannung an den Elektroden sicher zu vermeiden, damit die Glasplatten nie durchgeschlagen werden, und hat die Erfahrung im praktischen Betriebe diese Sicherung als durchaus zuverlässig erwiesen. Der mit der Funkenstrecke verbundene Energieverlust wird durch die infolge der grösseren Wechselzahl entstehende grössere Ausbeute mehr als gedeckt. Der Funken der Funkenstrecke wird durch einen starken Luftstrom absolut sicher ausgeblasen.

Was nun die reinigende Wirkung der Einrichtung von Abraham und Marmier betrifft, so dürften die Ergebnisse der Versuchsanlage in Emmerin bei Lille dieselbe am besten veranschaulichen. Die Stadt Lille liegt in einer weiten Ebene im Thale der

Deûle und muss ihr Trinkwasser einer Anzahl Quellen entnehmen, die in der Nähe von Emmerin liegen und Moorboden oder bebautem Lande entspringen. Wie die Verhältnisse es erwarten lassen, ist das Wasser das ganze Jahr hindurch, besonders aber im Herbst, stark mit Mikroben angefüllt, und verursachen diese zweifellos die jährlich im Herbst auftretenden zahlreichen typhösen Krankheiten in der Bevölkerung Lilles. 1898 erhielten Abraham und Marmier die Erlaubniss zur Anlage einer Versuchsanstalt, die sowohl ein gesundheitlich brauchbares Wasser liefern sollte, als auch den Verbrauch sicher decke.

Über die Resultate der Anlage berichtet ein wissenschaftlicher Ausschuss, dem u. A. Roux angehörte, (auszüglich) Folgendes:

„1. Das Verfahren von Abraham und Marmier hat sich als unzweifelhaft wirksam erwiesen und ist die Wirkung grösser, als bei irgend einem anderen bis jetzt bekannten Verfahren zur Sterilisierung von Wasser im Grossen.

2. Die Einfachheit der Einrichtung und die Unveränderlichkeit und Regelmässigkeit des Betriebes garantiren die volle Betriebssicherheit der Anlage.

3. Alle in dem untersuchten Wasser vorhandenen pathogenen Mikroben werden vollkommen vernichtet (bis auf einige Keime des für Menschen und Thiere durchaus unschädlichen *Bacillus subtilis* [*Heubacillus*], der im Übrigen auch den meisten anderen Vernichtungsmitteln, z. B. sogar der Erhitzung durch Dampf bei 110° , widersteht).

4. Die Ozonisierung bringt in das Wasser nichts hinein, was der Gesundheit schädlich sein könnte. Das Wasser wird vielmehr energisch gelüftet, dadurch gesunder, geniessbarer und haltbarer, ohne dass ihm nützliche mineralische Bestandtheile genommen werden.

5. Der Stadt Lille ist das Verfahren von Abraham und Marmier zu empfehlen, das die völlige und dauernde Unschädlichkeit des Wassers von Emmerin garantirt. — Bei Anwendung dieses Verfahrens dürfte es auch vollkommen genügen, bei einer Vergrösserung der Wasserversorgung von Lille nicht eine Vergrösserung der Zufuhr von Emmerin zu bewirken, sondern das nöthige Wasser einfach einem Flusse oder Canal in der Nähe Lilles zu entnehmen, dieses über Sand grob zu filtriren und dann im Abraham-Marmierschen Ozonisator zu reinigen.“

Bemerkt sei noch, dass der Keimgehalt der verschiedenen entnommenen Proben des ungereinigten Wassers zwischen 1000 und 4000 pro 1 ccm variirte. Wenn man bedenkt,

dass man bisher schon zufrieden war, wenn in 1 ccm gereinigten Wassers sich noch 60 bis 100 nicht pathogene Keime vorfinden, so muss die Sterilisierung nach dem System von Abraham und Marmier als ganz ausserordentlich hoch bezeichnet werden.

Abraham und Marmier gehen mit der Concentration nicht über 2 bis 3 Proc. des vorhandenen Sauerstoffes hinaus und vermeiden dadurch, dass das gereinigte Wasser einen Ozongeruch oder -geschmack bekommt. Gleichzeitig wird die Bildung von Stickoxyden im Ozonisator und die Zunahme von Stickstoff im gereinigten Wasser vermieden; wahrscheinlich ist dies auch der guten Kühlung zuzuschreiben.

Was endlich die Kosten des Verfahrens betrifft, so kann man annehmen, dass pro Stunde und Pferdekraft 20 g Ozon erzeugt werden. Da nun nach den Versuchen in Emmerin 5,8 mg/l zur Sterilisierung vollkommen genügen, so sind in 1 cbm Luft 5,8 g Ozon enthalten und die zur Erzeugung dieses in 1 cbm ozonisirter Luft enthaltenen Ozongewichtes nöthige Kraft ist $\frac{5,8}{20} = 0,29$ PS./Std. Rechnet man für 1 PS./Std. 6 Pf., so sind die Kosten für Ozonisierung von 1 cbm Luft $6 \cdot 0,29 = 1,74$ Pf. Um hieraus die Kosten für 1 cbm gereinigten Wassers berechnen zu können, müsste man die Menge des stündlich durch den Reiniger gehenden Wassers und ebenso die Menge der stündlich durch den Reiniger gehenden ozonisirten Luft kennen. Über beides fehlen jedoch die Angaben und giebt auch die Firma über die Kosten keinen Aufschluss, weil dieselben durch die begleitenden Umstände wesentlich beeinflusst würden. Jedenfalls aber seien die Kosten, die entstehen, wenn man das Wasser aus einer nahegelegenen Entnahmestelle (Fluss, See) entnimmt, über Kies filtrirt und dann durch Ozon sterilisirt, wesentlich niedriger, als die durch die Anlage langer Leitungen zur Zufuhr von Quell- oder Grundwasser verursachten Kosten. Es würde sich sogar rentiren und empfehlen, bei bestehenden Anlagen, die kein völlig tadelloses Wasser liefern, die Ozonsterilisierung einzuführen, da der geringe Preisaufschlag reichlich durch die Gewinnung absolut einwandfreien Wassers gedeckt würde.

Wenn die an das neue Verfahren geknüpften Erwartungen sich erfüllen, so dürfte dasselbe nicht nur seitens der Stadtverwaltungen die grösste Beachtung finden, sondern auch für viele industrielle Anlagen von hohem Interesse sein.