



75A

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298300

Die
Ozon-Wasserwerke

von Dr. phil. Richard Schindler und Paul Schindler

Verlag von Julius Springer in Wien

x
512

Die
Ozon-Wasserwerke

Wiesbaden-Schierstein und Paderborn

nach

System Siemens & Halske A.-G.

Von

Dr. Georg Erlwein,
Berlin.

F. Nr. 25045



Leipzig 1903.

Verlag von F. Leineweber.

*Gy. 56
56*



1131527

Akc. Nr. 2070/50

Ozon-Wasserwerk Wiesbaden-Schierstein.

Durch die Publikationen des Geheimrats Dr. Ohlmüller vom Reichsgesundheitsamt,¹⁾ sowie durch die neueren Arbeiten von Prof. Proskauer und Stabsarzt Schüder²⁾ vom Koch'schen Institut in dem Siemens'schen Versuchs-Ozonwasserwerke in Martinikenfelde und durch die Veröffentlichung der Firma Siemens & Halske A.-G. über die Resultate,³⁾ die sie selbst im Martinikenfelder Versuchs-Ozonwerk erhalten hat, ist der sterilisierende Effekt und die technische Verwendbarkeit des Siemens'schen Ozonverfahrens erwiesen. Die Probeanlage in Martinikenfelde, in welcher die wissenschaftlichen und technischen Versuche ausgeführt wurden, die den oben erwähnten Publikationen zu Grunde liegen, entsprach nur den Verhältnissen eines kleineren Betriebes. Es galt nun, das neue Ozonverfahren in einem grösseren Fall der Praxis zur Ausführung zu bringen. Eine Gelegenheit dazu bot sich in Wiesbaden, wo ausser der eigentlichen Trinkwasserleitung noch eine sogenannte Gebrauchswasserleitung besteht, deren Wasser für Trinkzwecke bisher nicht recht geeignet war, aber mit der Zeit bis zu dem Grade verbessert werden soll, dass an die Möglichkeit einer Vereinigung der Industrierwasserleitung mit der Trinkwasserleitung gedacht werden kann. Die Brunnen der bisherigen Wasserleitung, in Folgendem kurz die Schiersteiner Brunnen genannt, liegen in 3 Parallelreihen längs eines toten Armes des Rheines bei

¹⁾ Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. „Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon“ von Geheimrat Dr. Ohlmüller und Dr. Fr. Prall, Bd. XVIII.

²⁾ Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. v. Prof. R. Koch u. Flügge B. 41.

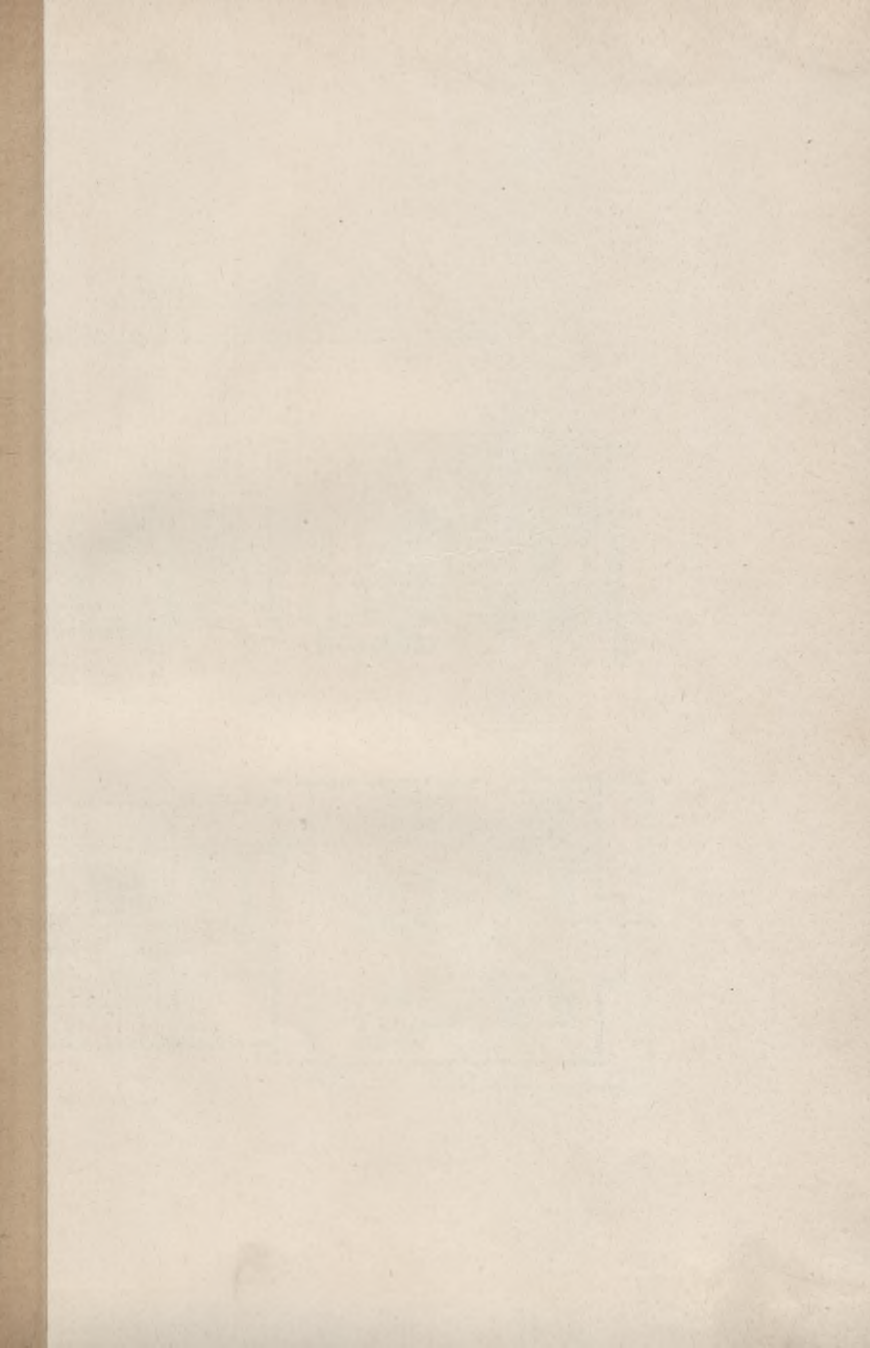
³⁾ Gesundheit. 1901. S. 183. „Trinkwasserreinigung durch Ozon“ von Dr. Gg. Erlwein, desgl. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung (Bunte). Jahrg. 1901, Nr. 30/31.

Schierstein und enthalten Wasser, das je nach der Veränderung des Rheinwasserspiegels eine nicht ganz einwandfreie Beschaffenheit in bakteriologischer und chemischer Beziehung zeigt.

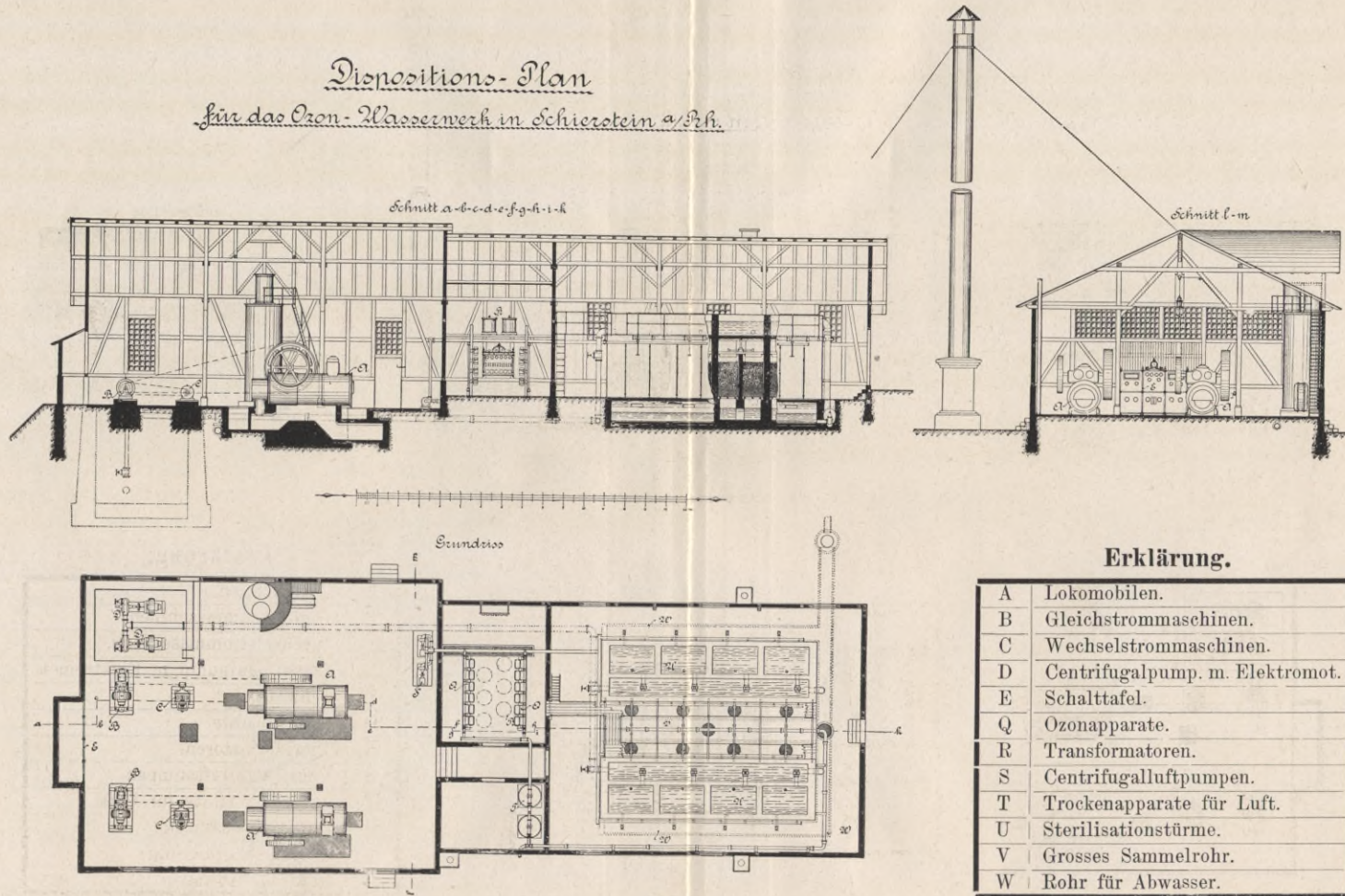
Die Schiersteiner Ozonanlage, die für eine Maximalleistung von 250 cbm Wasser pro Stunde gebaut ist, ist in einem Fachwerkbau von einer Grundfläche von ca. 510 qm untergebracht,¹⁾ der, wie an dem Grundriss und Aufriss in Fig. 1 zu ersehen, in drei durch Wände geschiedene Räume für Aufnahme der Dampf-Maschinen, Ozonapparate und Sterilisationstürme geteilt ist.

Da die Anlage für gewöhnlich nur 125 cbm Wasser pro Stunde zu leisten braucht und nur in Zeiten des maximalen städtischen Wasserverbrauchs in einigen Sommermonaten 250 Kubikmeter zu liefern hat, so ist für die durchschnittliche Betriebsperiode eine 100prozentige Maschinenreserve vorhanden. Die Gesamtanlage ist daher von vornherein bei der Projektierung in 2 selbständig arbeitende Hälften zu je 125 cbm Stundenleistung zerlegt worden, so dass also jede Hälfte ihre eigene Dampfmaschine, Wasserförderpumpen, Gebläse und ihre eigene Gruppe von Dynamos, Transformatoren, von Ozonapparaten und Sterilisationstürmen hat. Neben der strikten Durchführung der Zweiteilung des maschinellen und apparativen Teils der Anlage sind noch Vorkehrungen getroffen, die ein Umschalten des elektrischen Primärstromes der einen Hälfte auf die Strombahnen der anderen, sowie ein rasches Umstellen des durch die Ozonapparate und Sterilisationstürme gehenden Luftstroms von der einen auf die andere Hälfte ermöglichen. Es kann daher infolge dieser Anordnung im Falle einer Betriebsstörung nicht nur ein vollständiger Ersatz der gestörten Betriebshälfte durch die ganze Reservehälfte stattfinden, sondern es können auch die einzelnen Maschinen des gestörten Teils gegen gleichwertige der Reserve ausgewechselt werden oder es kann, falls die Störung

¹⁾ Die Disposition des Ganzen ist unter Mitwirkung der Allgemeinen Städtereinigungs-Gesellschaft Wiesbaden, durch welche der Anstoss zur Herstellung einer Ozonanlage in Schierstein gegeben wurde, entstanden. Auch die Ausführung des Gebäudes, der Pumpanlage und der Fundamente erfolgte durch die Genannte.



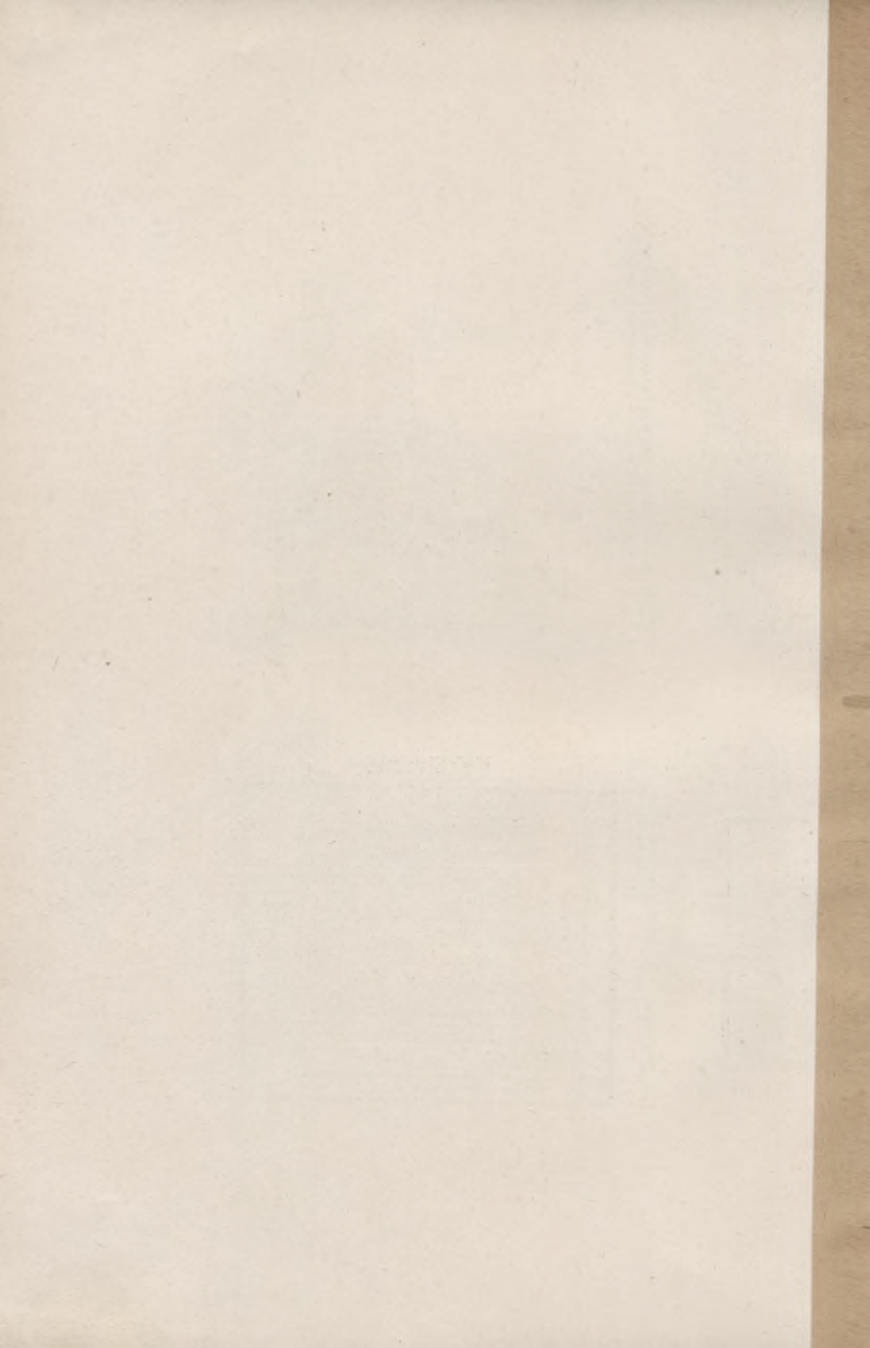
Dispositions-Plan
für das Ozon-Wasserwerk in Schierstein a. Rh.



Erklärung.

| | |
|---|---------------------------------|
| A | Lokomobilen. |
| B | Gleichstrommaschinen. |
| C | Wechselstrommaschinen. |
| D | Centrifugalpump. m. Elektromot. |
| E | Schalttafel. |
| Q | Ozonapparate. |
| R | Transformatoren. |
| S | Centrifugalluftpumpen. |
| T | Trockenapparate für Luft. |
| U | Sterilisationstürme. |
| V | Grosses Sammelrohr. |
| W | Rohr für Abwasser. |

Fig. 1.



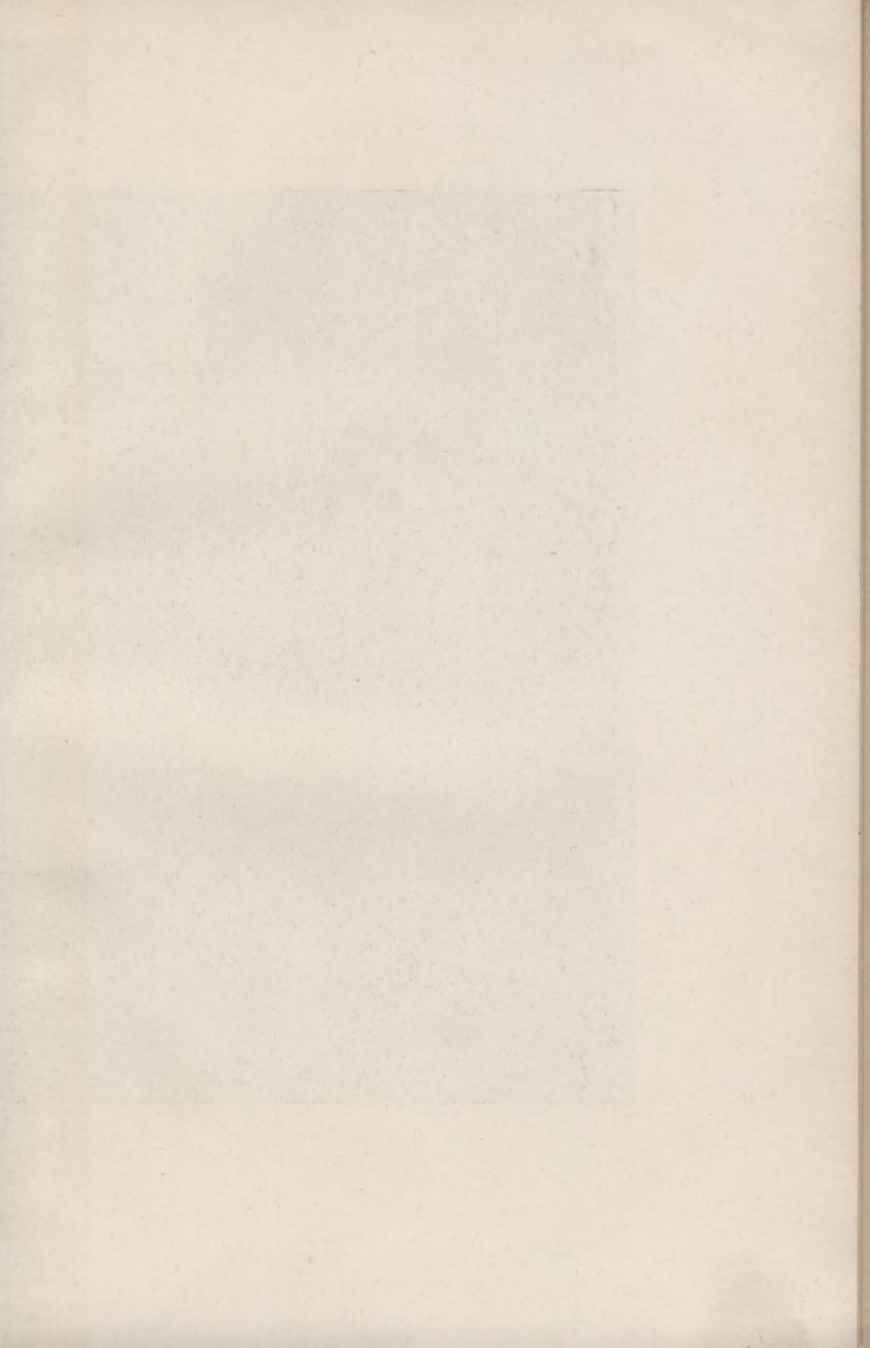
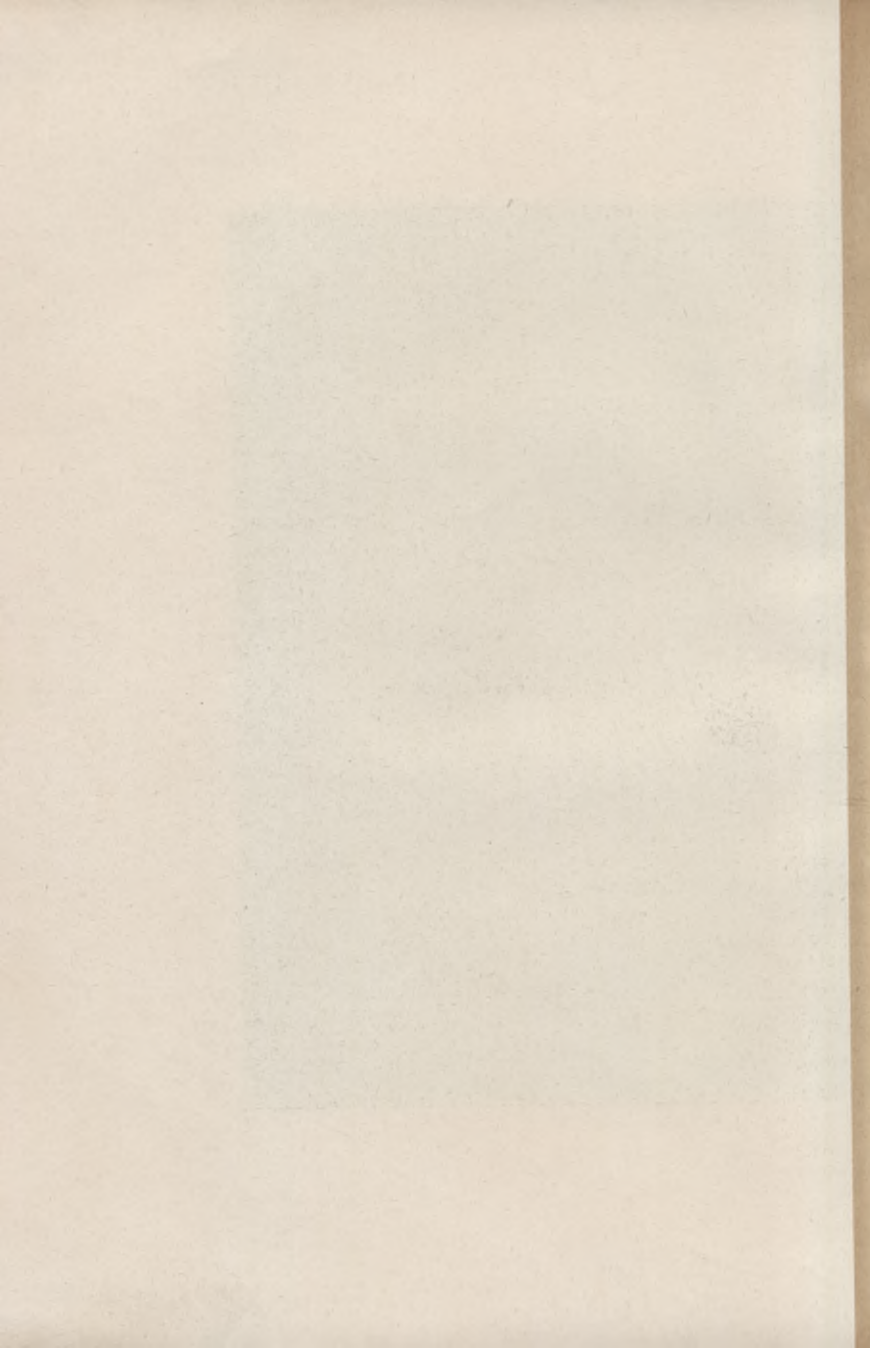




Fig. 2A.



in den hinter den Dynamos liegenden Apparaten auftritt, der elektrische Strom von den betriebsunfähig gewordenen Apparatsätzen durch Umschalten in die gleichwertigen der Reservehälfte geleitet werden.

Bei der nachfolgenden kurzen Beschreibung der Hauptteile der Anlage sei die Reihenfolge: Maschinenhalle, Ozonapparaten- und Turmraum eingehalten.

Maschinenhalle: In der einstöckigen Maschinenhalle stehen zwei 60-pferdige, im Normalbetrieb mit Kondensation arbeitende Wolf'sche Lokomobilen, 2 Wechselstrom-, 2 Gleichstrom-Maschinen, 2 elektrisch angetriebene Centrifugalwasserpumpen, sowie 2 Gebläse mit Elektromotorantrieb für die Luft der Ozonapparate, und ausserdem sind darin noch untergebracht das Hauptschaltbrett und ein Kesselspeisewasserreiniger der Allgemeinen Städtereinigungs-Gesellschaft in Wiesbaden. Jede der 60-pferdigen Lokomobilen giebt auf ihre Gruppe ab: 27 HP für den Betrieb der Ozonapparate und 22 HP für den elektrischen Betrieb der dazugehörigen Centrifugalpumpe, die eine stündliche Wassermenge von 125 cbm von den tief gelegenen Schiersteiner Rheinbrunnen im Ganzen 18 m hoch (bei einer Saughöhe von 6 und Druckhöhe von 12 m) zu fördern hat, wovon nur 4 m zum Heben auf die Ozontürme entfallen. Das Übrige der Kraft dient zum Betrieb der Kesselspeisepumpe und zur Erzeugung von elektrischem Licht.

Ozonapparatenraum: Der 2-stöckige Ozonapparatenraum enthält parterre ausser einem gemeinsamen Schaltbrett 48 Ozonapparate und im ersten Stock 6 Transformatoren, welche die niedrige Spannung der Wechselstromdynamos transformieren und die für den Betrieb der Ozonapparate erforderliche Hochspannung liefern. Die 48 Ozonapparate (Fig. 2a) sind zu 2 selbständigen Hälften von je 24 Apparaten vereinigt, die in zwei, durch breiteren Durchgang getrennte Gruppen aufgestellt sind. Die 24 Ozonapparate jeder Gruppe sind etagenförmig in 4 Reihen zu je 6 Stück übereinander angebracht. Auf je 8 Ozonapparate jeder Gruppe arbeitet ein selbständiger Transformator, so dass also an den 24 Apparaten der einen Betriebshälfte 3 Transformatoren und ebensoviel auf der anderen liegen. Längs

jeder Hauptgruppe von Ozonapparaten liegen 2 Hauptrohrleitungen, wovon die eine für Luftzuleitung zu den Ozonapparaten und die andere für Ozonluftabführung in die Türme bestimmt ist. Von der Hauptluftleitung aus erhalten die Ozonapparate ihre Betriebsluft durch ein System paralleler Rohrabzweigungen; ein gleiches Rohrsystem führt die Ozonluft aus den Ozonisatoren in die Sammelleitung. Die zur Verwendung gelangten Ozonapparate gehören dem Typus der Siemens'schen Metallröhrenapparate an, die dadurch charakterisiert sind, dass eine der Entladungsflächen während des Betriebes durch zirkulierendes Wasser gekühlt wird. Die Röhrenozonapparate sind, wie in Fig. 2b zu ersehen ist, in gusseisernen Kästen untergebracht, die aus einem in der Mitte liegenden Behälter mit den eingefügten arbeitenden 8 Ozonröhren und einem oben und unten luftdicht darauf gesetzten kastenförmigen Ansatz bestehen. Dieser an dem eigentlichen Ozonapparat angebrachte, obere und untere Ansatz dient einerseits als Sammelbehälter für die zuzuführende Luft und das abzuführende Ozon und andererseits dazu, den nicht geerdeten Hochspannungspol gut zu isolieren und gegen Berührung zu schützen. Die obere Fläche und die Grundfläche des Kastens, sowie die dem Beschauer zugekehrte Fläche seines mittleren Teils bestehen aus eingelegten dickwandigen Spiegelglasscheiben, so dass das für das normale Arbeiten der Apparate charakteristische, blaue Leuchten der sogenannten „stillen elektrischen Entladung“ von zwei Seiten, der Quer- und Längsrichtung der Röhren, deutlich, besonders in dem gewöhnlich dunkel gehaltenen Ozonapparatenraume, beobachtet werden kann. Die in den mittleren Teil des Kastens eingelassenen 8, in Parallel-Schaltung arbeitenden Ozonröhren bestehen aus Glasröhren, die von Wasser gekühlt werden, und aus konzentrisch eingefügten Metallröhren, welche mit einem ozonresistenden Überzug versehen sind. Die mit dem Eisengehäuse fest verbundenen, vom Wasser gekühlten Glaszylinder liegen an einem Pol der Hochspannung, der durch das Leitungswasser geerdet ist, während die konzentrischen Metallzylinder in Parallelschaltung mit dem anderen Hochspannungspol verbunden sind. Die

Oron-Apparat
 Siemens & Halske. A.-S.

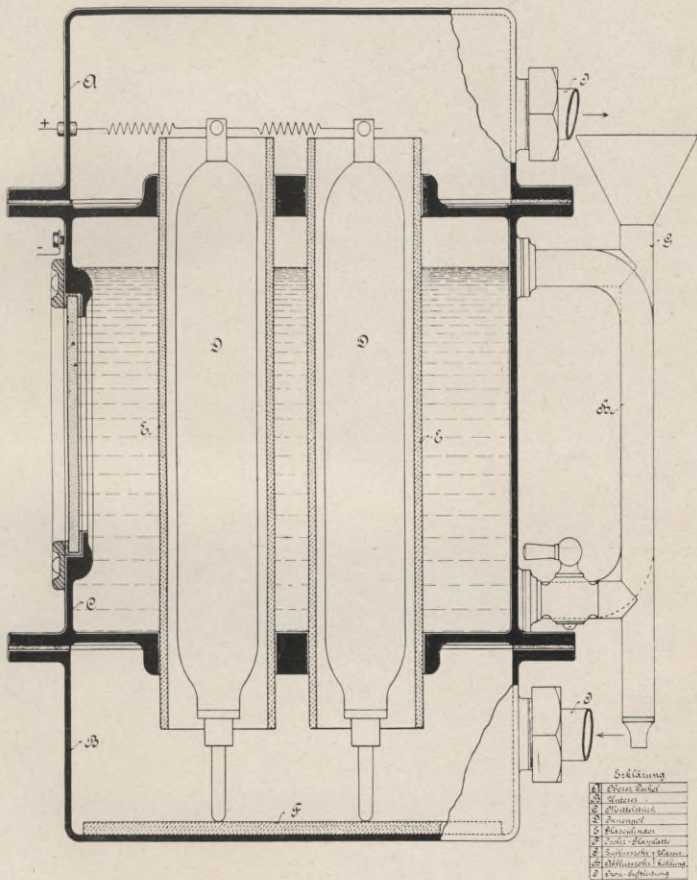


Fig. 2b.



nichtgeerdeten Transformatorenleitungen zu den Ozonapparaten sind isoliert in den allseitig geschlossenen senkrechten Säulen des Gerüsts, auf dem die Ozonapparate ruhen, befestigt. Von dieser durch Eisenhülle geschützten Hochspannungsleitung tritt der Strom in die Ozonapparate durch Leitungen, die zentrisch in dickwandigen Porzellanröhren liegen, welche ihrerseits wieder rechtwinklig umgebogen und so dimensioniert sind, dass sie in der richtigen Betriebslage des Ozonkastenapparates mit ihrem Kontaktende tief in die die Hochspannung schützende Eisensäule reichen. Dadurch, dass das Gehäuse des Ozonapparates als ein Pol mit der Erde verbunden und die andere Hochspannungsleitung vollständig unzugänglich eingebaut und mit grosser Sicherheit isoliert ist, können die Apparate während des Betriebes an allen zugänglichen Stellen ohne jede Gefahr für das überwachende Betriebspersonal berührt und ausgewechselt werden. Jeder Apparat wiegt nur ca. 40 kg. und kann im Falle von Reparaturen vom Maschinisten ohne weitere Beihilfe herausgenommen werden. Die Luft, die ungetrocknet in die Ozonapparate geschickt wird, bewegt sich im Kreislauf durch Ozonapparate und Sterilisationstürme, so dass das nichtverbrauchte Ozon immer wieder in die Apparate gelangt. Durch eine zweckmässig angebrachte Frischluft-Saugleitung wird dem Kreislauf der in den Sterilisationstürmen verbrauchte Sauerstoff wieder zugeführt. Zu bemerken ist schliesslich noch, dass der Raum, in dem die Ozonapparate stehen, während der Betriebszeit absichtlich dunkel gehalten wird, damit man beim Eintritt in denselben sofort das Leuchten der Apparate übersehen und sich von dem guten Funktionieren, das durch das intensive blaue Leuchten der sogenannten stillen Entladung charakterisiert wird, überzeugen kann.

Turmraum: In dem Turmraum sind, durch breiteren Gang getrennt, 2 Reihen von Sterilisationstürmen aus Cementbeton zur Aufstellung gelangt. Jede Reihe besteht aus 4 Türmen, wovon einer die Reserve bildet. Auf jedem Turm ist ein Bassin für sein Zuflusswasser gebaut. Alle 4 zu einer Turmreihe gehörigen Bassins erhalten ihren durch Haupthähne regulierbaren

Wasserzuffluss aus einem gemeinsamen Kanal, der längs der Bassins liegt und von den Centrifugalpumpen gespeist wird. Jeder dieser Sterilisationstürme ist durch gemauerte Zwischenwände in 4 Schächte geteilt, die ihr Wasser aus den darüber liegenden Bassins durch einen einzigen Zufluss erhalten, der sich erst im Turm in 4 Arme verzweigt. Der gemeinsame Wassereinflauf kann durch ein konisches Verschlussventil abgesperrt werden, das automatisch in Funktion tritt, sobald in der Serie von Ozonapparaten, die auf dem Vollturm arbeiten, eine Betriebsstörung eintritt. Die 4 m hohen Türme sind mit einer ca. 2 m hohen Schicht von Grobkies gefüllt, über die das Wasser in feiner Verteilung rieselt, während die Ozonluft im Gegenstrom im Turm emporsteigt. Die Ozonluft wird den Türmen, und zwar jedem einzelnen Schacht, unter geringem Überdruck durch von der Hauptleitung abgezweigte, mit Reguliervorrichtungen versehene Röhren zugeführt. Auf jeden Vollturm mit 4 Schächten arbeitet eine selbständig schaltbare Serie von 8 Ozonapparaten. Durch jeden Turmschacht gehen pro Stunde 10 cbm Wasser und 20cbm Ozonluft von sterilisationssicherer Konzentration. Das ozonisierte Turmwasser sammelt sich in den am Fuss der Türme liegenden Behältern, von wo aus es durch Überlauf in eine gemeinsame Sammelleitung zum Sammelbrunnen abfließt.

Zur Veranschaulichung des Ganzen mögen noch die Figuren 3, 4a, 4b und 5 dienen. die photographische Abbildungen des Maschinen-, Ozonapparaten- und Turmraumes, sowie des Gebäudes des Ozonwasserwerks darstellen.

Das Ineinandergreifen der einzelnen Maschinen und Apparate in den vorstehend beschriebenen Abteilungen der Anlage, also der maschinelle Gang des Schiersteiner Ozonwasserwerkes spielt sich, um dies nochmals ganz kurz zu wiederholen, in folgender Weise ab:

Die Lokomobile jeder selbständigen Betriebshälfte setzt die Wechselstrom- und Gleichstromdynamo in Gang, die den Strom für den Elektromotor der Wasserförderpumpe und des Windgebläses, sowie den Strom für die 3 Transformatoren geben, welche ihrerseits wieder

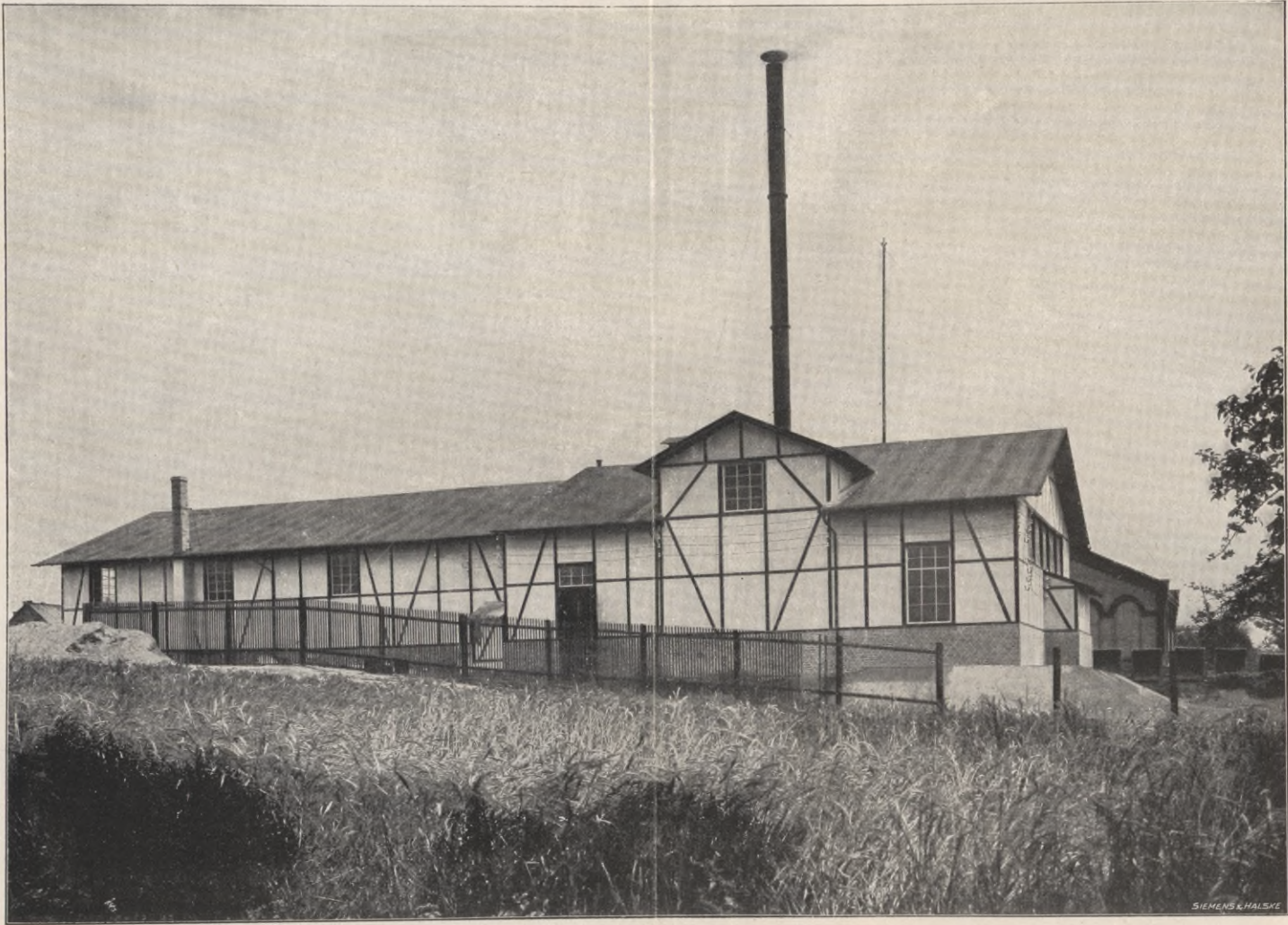


Fig. 3.



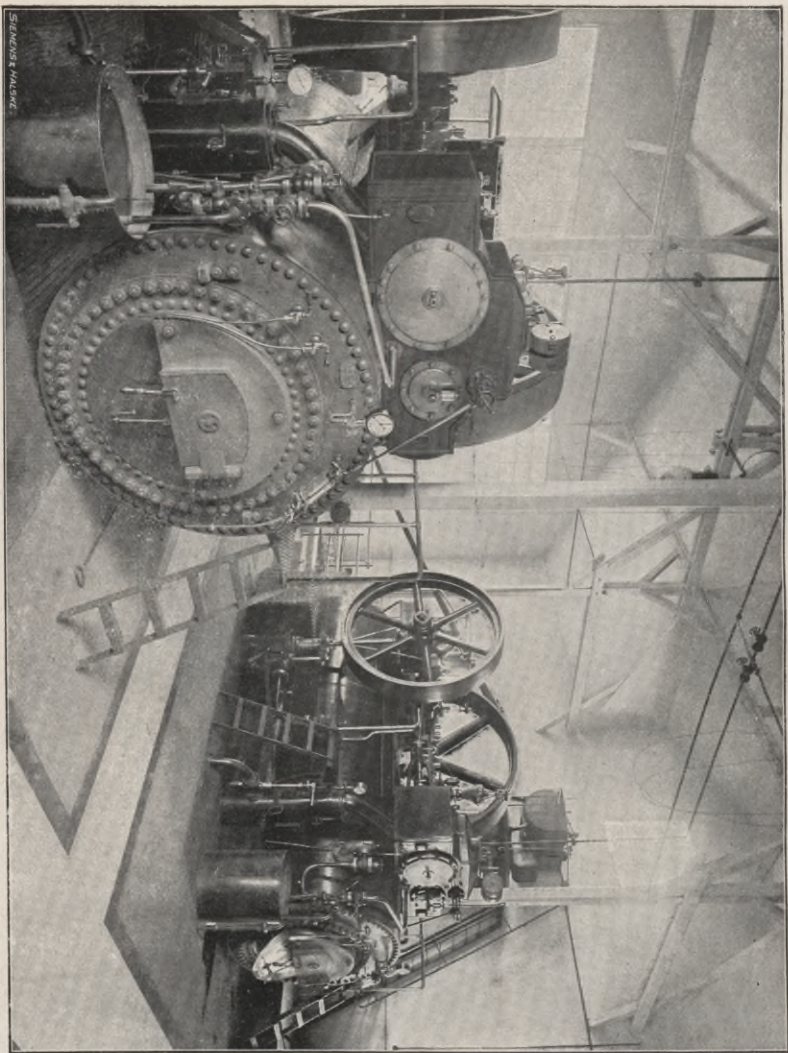
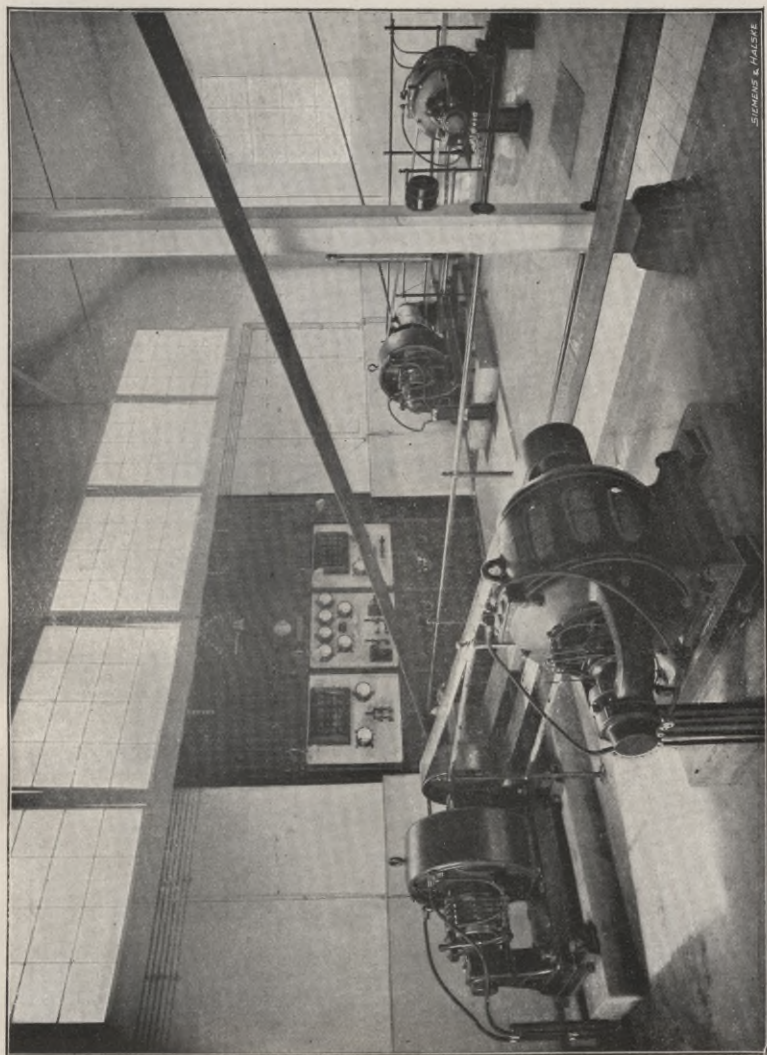


Fig. 4b.



SIEMENS & HALSKE

Fig. 4a.



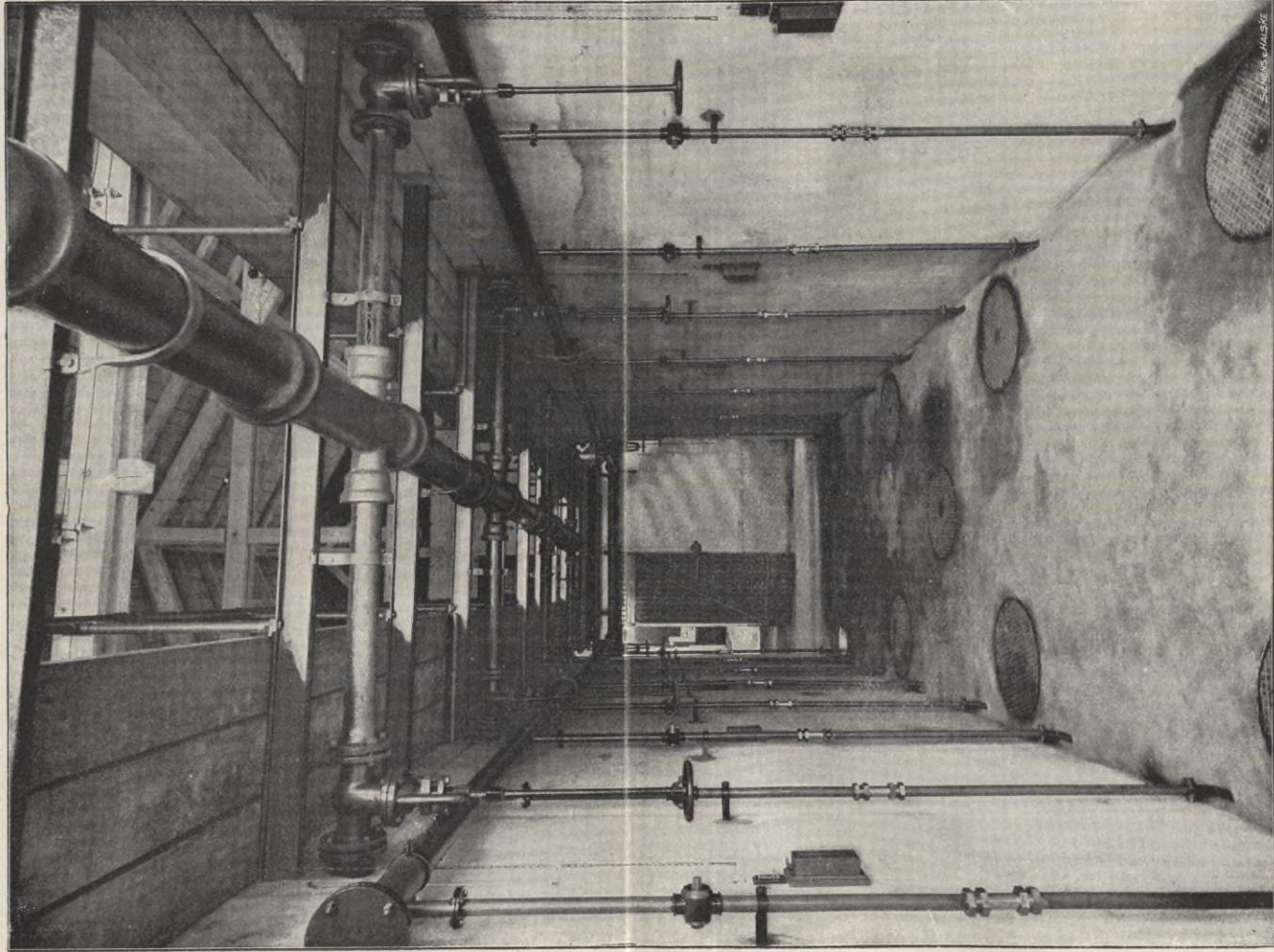


Fig. 5.



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

*
Politechniczna

die Betriebshochspannung für die in 3 selbständigen Serien geschalteten 24 Ozonapparate liefern. Das Gebläse bewegt die gewöhnliche Luft durch die 3 Serien einer Ozonapparatengruppe und drückt sie als Ozonluft mit sterilisationssicherer Konzentration durch entsprechende Abzweigleitungen in die 3 arbeitenden Volltürme einer Turmreihe, bezw. deren 12 Schächte, in denen sie dann dem über eine 2 m hohe Schicht von Grobkies in feiner Verteilung herunterrieselnden Rohwasser begegnet. Die unverbrauchte Ozonluft geht im Kreislauf zu den Ozonapparaten zurück. Das ozonisierte Wasser fließt von den Türmen durch ein gemeinsames Abflussrohr zum Sammelbrunnen, von dem aus es in die Hochdruckleitung gelangt.

Für die Erreichung einer allen technischen Anforderungen gerecht werdenden Betriebssicherheit des neuen Wasserreinigungs-Verfahrens sind bei seiner Durchbildung ausreichende konstruktive Massnahmen getroffen, die in Nachstehendem charakterisiert sein mögen.

Wie in den mechanisch wirkenden Sandfiltern die Betriebssicherheit abhängig ist von der Beschaffenheit und Instandhaltung der die Bakterien zurückhaltenden Schlammsschicht, so ist sie bei dem rein chemischen Ozonverfahren bedingt durch das zuverlässige Funktionieren der Maschinen und Apparate, die das wirksame sterilisierende Ozon zu liefern haben. Ist in einem Sandfilter durch schlechte Wartung oder einen andern der vielen möglichen Zufälle die filtrierende Schlammsschicht schlecht geworden, so gelangt bakterienhaltiges, unge-reinigtes Wasser in die Leitung; gerät bei dem Ozonverfahren die Ozonerzeugung in Unordnung, so ist ebenfalls die Gefahr einer Infektion des Leitungswassers gegeben. Um nun beim Ozonverfahren das Hineingelangen von unbehandeltem bakterienhaltigem Wasser in das Leitungsnetz infolge von Betriebsstörungen zu verhindern, sind gewisse Sicherheitsvorrichtungen getroffen worden. Die Konstruktion dieser Sicherheitsvorrichtungen wurde dadurch wesentlich vereinfacht, dass dabei eigentlich nur 2 Möglichkeiten von Betriebsstörungen zu berücksichtigen waren:

- 1) Das Ausbleiben des elektrischen Stromes in den Zuleitungen zu den Transformatoren, und
- 2) das Ausbleiben von Luft, bzw. Ozonluft in den Ozonapparaten und Sterilisationstürmen infolge Stillstehens des Gebläses.

Diese Sicherheitsvorrichtungen, die im Hinblick auf die beiden Möglichkeiten in den Ozonanlagen auch in dem Schiersteiner Ozonwasserwerk angebracht sind, laufen in ihrer Wirkung darauf hinaus, den Wasserzufluss zu den Sterilisationstürmen automatisch abzusperren, sobald eine Betriebsstörung durch Ausbleiben des Stromes oder der Luft eintritt. Geht kein Strom mehr durch die Zuleitungen zu den Transformatoren, so wird durch den herunterfallenden Hebel eines in die Leitung eingeschalteten und stromlos gewordenen Elektromagneten eine Vorrichtung auf elektrischem Wege in Betrieb gesetzt, die ein Herabfallen eines in der Schwebe gehaltenen konischen Gummiverschlussventils und dadurch ein Abschliessen des Wasserzuflusses bewirkt. Versagt die Luft, oder vermindert sich der Luftstrom in erheblicher Weise infolge eines Fehlers im Ventilator, so fällt eine Windklappe, die in der Luftzuführung angebracht ist und beim normalen Betrieb durch den Luftstrom angehoben wird, aus ihrer Betriebslage zurück, legt sich an einen Kontakt und schliesst einen Stromkreis, der wieder sofort selbstthätig die Wasserzuführung zu den Türmen des entsprechenden Apparatesatzes abschneidet.

Sobald die eben charakterisierten Sicherheitsvorrichtungen in Funktion treten, fällt an einem am Schaltbrett der Maschinenhalle angebrachten Klappenschanke eine Klappe mit der Reihenummer der fehlerhaft gewordenen Ozonapparate oder der Bezeichnung der „luftlosen“ Betriebshälfte, während gleichzeitig ein lautes Glockensignal so lange ertönt, bis vom Betriebspersonal die Ursachen der Betriebsstörung beseitigt sind.

Schliesslich sind auch bei dem Einzelozonapparat Sicherungen und Alarmvorrichtungen gegen die einzige Betriebsstörung, die erfahrungsgemäss vorkommen kann vorgesehen, nämlich gegen Kurzschluss der beiden Hochspannungspole durch Ausfliessen von Kühlwasser von

dem mittleren in den unteren Teil des Kasten-Ozonapparates. Sobald das Kühlwasser aus irgend einer leckenden Stelle des mittleren Teils des Kastens (eigentlicher Ozonapparat) in den unteren Teil des Kastens gelangt, auf dessen Glasboden der nicht geerdete Hochspannungspol isoliert steht, wird ein auf dem Glasboden liegender, durch eine Feder gespannt gehaltener Streifen Filtrierpapier nass und reisst ab. Die dadurch zurückschnellende Feder macht Kontakt, schaltet ein Läutewerk ein und veranlasst das Herabfallen eines nummerierten Klappensignals an einem Klappenschrank.

Für die Aufstellung einer Betriebskostenberechnung für die Ozonsterilisation ist die Schiersteiner Anlage nicht typisch genug, insofern als die Anlage aus zufälligen Gründen nicht mit einem eigentlichen Wasserverwerk organisch vereinigt werden konnte, was zur Folge hatte:

1. dass ein besonderer Heizbetrieb eingerichtet werden musste, während in typischen Fällen die Dampfmaschine der Ozonanlage ebenso wie die Dampfmaschine des Pumpwerks ihren Dampf von der Centrkesselanlage beziehen werden;
2. dass das Werk anstatt der 4 m, die es selbst braucht, das Wasser 18 m hoch heben muss;
3. dass dem isoliert liegenden Werk augenblicklich nicht genug Wasser für den Betrieb der Kondensationsanlage zur Verfügung steht.

Die unter der Berücksichtigung dieser Umstände berechneten Kosten der Wasserreinigung durch Ozon belaufen sich, soweit bisher ermittelt werden konnte, unter Annahme einer Leistung von 250 cbm, inkl. Verzinsung (4 % von den Gesamtanlagekosten für Gebäude, Maschinen, Ozonapparate und Türme) und reichlicher Amortisation für die verschiedenen Teile der Anlage (3—10 %) auf etwa 2 Pf. pro cbm. Die Betriebskosten betragen davon 1,4 Pf., wovon auf Kohlenverbrauch für Ozonerzeugung 0,4 Pf. entfallen. Dabei fehlt allerdings eine Reserve; wird noch eine Reserve von 50 % angenommen, so kämen für Verzinsung (4 %) und Amorti-

sation (5 %) derselben zu dem Gesamtpreis pro cbm noch 0,23 Pf. Die Betriebskosten verschieben sich noch nach unten, wenn die Anlage hinter der Hochdruckleitung, d. h. beim Einfluss ins Hochdruckreservoir eingefügt werden kann, wodurch ein ganzes Pumpensystem erspart würde.

Was den bakteriologischen Effekt des Schiersteiner Ozonwasserwerks anlangt, so haben Versuche, die Prof. Dr. Proskauer und Stabsarzt Schüder vom Königlichen Institut für Infektionskrankheiten (Koch'sches Institut) während des Schiersteiner Probetriebes in umfassender Weise und unter forcierten Bedingungen ausgeführt haben und ebenso auch Versuche vom Fresenius'schen Institut und unsere eigenen Versuche bewiesen, dass er ein in jeder Beziehung zuverlässiger ist.

Das Institut für Infektionskrankheiten, das die Schiersteiner Versuchsreihen in Ergänzung seiner früheren eingehenden Versuche in der Siemens'schen Martinikenfelder Probeanlage¹⁾ ausführte, hat dabei mit Wasser aus beiden Schiersteiner Brunnenreihen gearbeitet, welches mit unschädlichen Bakterienarten (choleraähnlichen Vibrionen und typhusartigen Coliarten) infiziert wurde, die an Widerstandsfähigkeit gegen Desinfektionsmittel den von ihm in Martinikenfelde angewandten Bakterien pathogener Art als gleichartig angesehen werden müssen.

Die Schiersteiner bakteriologischen Ergebnisse von Proskauer-Schüder bilden nur eine Bestätigung der Resultate, die diese beiden Forscher, sowie vor ihnen schon Geheimrat Ohlmüller und Dr. Prall vom Reichsgesundheitsamt,²⁾ bei ihren umfangreichen Versuchen in Martinikenfelde erhalten hatten, auf welche im Eingang dieses Aufsatzes hingewiesen ist.

Für diejenigen Leser, denen die eben erwähnten Broschüren nicht zur Hand sind, sei erwähnt, dass das Resultat der Arbeiten der beiden autoritativsten Insti-

¹⁾ Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten von R. Koch und Flügge. Bd. 41.

²⁾ Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte „Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon“ von Geheimrat Ohlmüller und Dr. Prall. Bd. XVII. (Siehe Nachtrag pag. 22!)

tute Folgendes war: Wenn Ozonluft von geeigneter Ozonkonzentration in richtiger Menge in Siemens'schen Sterilisationstürmen mit Grobkiesfüllung mit Wasser in Berührung gebracht wird, das pathogene (z. B. Cholera, Typhus, Ruhr) und nichtpathogene Keime enthält, so werden die pathogenen Bakterien alle und die nichtpathogenen, harmlosen Wasserbakterien bis auf einige sporenbildende abgetötet.

Es hat sich also gezeigt, dass die pathogenen Bakterien gegen Ozon empfindlicher sind und früher abgetötet werden als die gewöhnlichen harmlosen Wasserbakterien. Aus diesem für die Technik der Trinkwasserversorgung ausserordentlich wichtigen Resultat geht hervor, dass ein Ozonwasserwerk, welches nach dem System arbeitet, wie es bei den Versuchen von Ohlmüller-Prall und Proskauer-Schüder benutzt wurde, eine Gewähr für zuverlässiges Abtöten aller vorkommenden Bakterien pathogener Art leistet und daher in Zeiten herrschender Epidemien sichere Garantie gegen Übertragung von Krankheitserregern durch das Trinkwasser bietet.

Nach der Drucklegung des vorstehenden Aufsatzes, der als Originalartikel in der Gesundheit (Red. Baurat Brix und Dr. Petruschky) XXVII. Jahrg. 1902, No. 19 und in dem Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung (Red. Hofrat Bunte) Jahrg. 1902, No. 40 und ausserdem in Form umfassender Referate im „Technischen Gemeindeblatt“ (Red. Prof. Albrecht), im „Wasser“ (Red. Prof. Vogel), im „Gesundheits-Ingenieur“ (Red. Obering-Anklam) und in mehreren ausländischen Zeitschriften erschienen ist, sind die Resultate der Proskauer-Schüder'schen Arbeiten in „Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten“ (Red. Prof. Koch & Flügge) Bd. 42, Heft 1 publiziert worden unter dem Titel: „Weitere Versuche mit dem Ozon als Wassersterilisationsmittel im Wiesbadener Ozonwasserwerk“.

Der Wichtigkeit und des allgemeinen Interesses

halber mögen daher zum Schluss die Hauptresultate von Proskauer-Schüder vom Institut für Infektionskrankheiten (Koch'sches) hier Platz finden, denen der Vollständigkeit wegen auch noch ergänzend die tabellarisch zusammengefassten Resultate des Fresenius'schen Instituts angefügt seien, deren publizistische Verwendung uns in dankenswertem Entgegenkommen seitens des Instituts gestattet worden ist.

Die nachfolgenden, mit Erläuterungen versehenen Tabellen I und II der Proskauer-Schüder'schen Publikation enthalten die täglichen bakteriologisch-chemischen Durchschnittsresultate zahlreicher Proben, die zu verschiedenen Tageszeiten während des Schiersteiner Probetriebes genommen wurden. Diese von dem Bakteriologen Dr. Bamberg und Ingenieur Hj. Friberg der Firma Siemens & Halske zusammengestellten, einem Betriebsbericht der Firma entnommenen Tabellen sind dem Koch'schen Institut für Infektionskrankheiten für seine Publikationen auf Wunsch zur Verfügung gestellt worden.

Ergänzend zu diesen Tabellen ist noch in Bezug auf die Beschaffenheit des Wassers zu bemerken, dass der Oxydationsgrad des Wassers der einzelnen Brunnen nach Analysen, die bei andern Gelegenheiten ausgeführt wurden, zuweilen von 0,9—3,2 (Sauerstoff) oder 3,6—12,6 (Kaliumpermanganat) schwankte. Eine Differenz des Sauerstoffverbrauchs für organische Substanz zwischen Roh- und ozonisiertem Wasser war meist kaum festzustellen, sie betrug in einigen Fällen 0,06—0,09 Gr. O pro cbm, also rd. 3—6 $\frac{0}{0}$. Der Sauerstoffgehalt des Wassers (bestimmt nach Winklers Methode) erwies sich als sehr gering und bewegte sich bei vielen Analysen in den Werten von 0,3 Liter pro cbm. Kurze Zeit nach Inbetriebsetzung der Anlage zeigten die Brunnen einen infolge des forcierten Betriebes stetig zunehmenden Gehalt an Eisen, das sich durch Ozonisierung und damit verbundene Lüftung unter schwacher Trübung als ausfällbar erwies.

Erklärungen für die Bezeichnungen Ozon I, II u. III.
Ozon I bedeutet: Probe aus unter dem Turm befindlichem Bassin entnommen;

Tabelle I.

| Dat. | Keimzahl pro 1 ccm Wasser bis zum 5. Tage gezählt | | | Mittlere Ozonkonz. d. h. gr. Ozon pro ebm Luft | Vom Wasser absorbiertes Ozon i/Grammen pr. cbm. Wasser | | | Nähere Bezeichnung der Türme | Bemerkungen | |
|--------|---|--------|---------|--|--|--------|---------|------------------------------|-------------|-------------------------|
| | Rohw. | Ozon I | Ozon II | | Ozon III | Ozon I | Ozon II | | | Ozon III |
| 24./6. | 298 | 3 | 2 | 15 | 2,3 | 0,5 | 0,2 | 0 | I | } Tag und Nacht-Betrieb |
| 25./6. | 632 | 11 | 8 | 12 | 2 | 0,6 | 0,25 | 0,06 | II | |
| 26./6. | 290 | 2 | 1 | 4 | 1,8 | 0,5 | 0,24 | 0,04 | III | |
| 27./6. | 250 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0,55 | 0,25 | 0,05 | IV | |
| 28./6. | 300 | 3 | 2 | 5 | 1,4 | 0,34 | 0,15 | 0 | V | |
| 30./6. | 800 | 2 | 2 | 2 | 1,7 | 0,4 | 0,24 | 0,01 | VI | |
| 1./7. | 240 | 0 | 7 | 9 | 1,6 | 0,36 | 0,16 | 0,02 | VII | |
| 2./7. | 68 | 2 | 3 | 18 | 1,8 | 0,31 | 0,15 | 0 | VIII | |
| 3./7. | 3800 | 2 | 3 | 4 | 1,7 | 0,34 | 0,15 | 0 | VII | |
| 4./7. | 2020 | 1 | 5 | 8 | 1,7 | 0,4 | 0,15 | 0,01 | VI | |
| 5./7. | 1500 | 1 | 3 | 2 | 1,8 | 0,4 | 0,2 | 0,06 | V | |
| 7./7. | 7000 | 1 | 3 | 2 | 1,7 | 0,27 | 0,11 | 0 | IV | |

Ozon II bedeutet: Probe aus einem Hahn der 75 m entfernten Druckleitung hinter Sammelbassin und Netzpumpe entnommen;
 Ozon III bedeutet: Probe nach 75 m Rohrnetzdurchlauf aus einem Wasserhahn der Leitung entnommen.

Die Rohwasserproben wurden aus den über den betreffenden Türmen befindlichen Bassins entnommen.

Wegen des verhältnismässig geringen Keimgehalts des Rohwassers wurden an drei Tagen Versuche mit künstlich angereichertem Wasser ausgeführt. Zur Verwendung kamen die auf Gelatineplatten gewachsenen Kolonien des Rohwassers. Dieselben wurden unter Zusatz von geschmolzener Nährgelatine in Wasser aufgeschwemmt und jedesmal 48 Stunden lang bei einer Temperatur von ca. 30° C dem Wachstum überlassen. Diese Anreicherung wurde mit dem Rohwasser in einer Gieskanne sorgfältig gemischt und zu dem Versuch unter kräftigem Umrühren dem im oberen Turmbassin befindlichen Rohwasser zugesetzt. Es wurden dann während der ganzen Durchlaufszeit vom Roh- und ozonisierten Wasser fortlaufende Proben entnommen, deren Ergebnis in Durchschnittsresultaten folgendes war:

Tabelle II.

| Dat. | Keime pro 1 ccm Wasser bis zum 5. Tage gez. | | Mittlere Concentration | Nähere Bezeichnung der Türme | Bemerkungen |
|--------|---|---------|------------------------|------------------------------|-------------|
| | Roh | Ozonis. | | | |
| 28./6. | 39 000 | 8 | 1,4 | IV | |
| 30./6. | 26 000 | 12 | 1,7 | V | |
| 2./7. | 55 000 | 5 | 1,6 | VI | |

Die ozonisierten Proben wurden in diesem Falle nur dem unter dem Turm befindlichen Bassin entnommen, da nur immer ein Turmeinlaufbassin geimpft wurde und das abfliessende Wasser hinter dem Grundbassin sofort mit dem aus den anderen Türmen kommenden Wasser

stark verdünnt worden und daher ungeeignet gewesen wäre.

Die durchschnittliche Temperatur des Roh- sowie ozonisierten Wassers betrug 10° C.

Das Resultat*) ihrer Untersuchungen fassen Proskauer-Schüder am Schlusse ihrer Veröffentlichung in folgenden Ausführungen zusammen:

Unsere Versuche mit dem Wiesbadener Ozonwasserwerk in Schierstein am Rhein, welches für die Wassersterilisierung im Grossen bestimmt ist, finden sich somit mit den von uns in der Martinikenfelder Versuchsanlage erhaltenen Resultaten in voller Übereinstimmung.

In beiden Fällen hat sich nämlich gezeigt, dass selbst bei einem absichtlich von uns so gesteigerten Keimgehalt, wie er in der Praxis wohl in seltenen Fällen — in Schierstein z. B. durch Überschwemmung des Brunnengebietes durch den Rhein — vorkommen könnte, die Abtötung der für die Trinkwasserversorgung ausschlaggebenden Keime sicher eintritt.

Unsere Versuche bestätigen ferner die schon von Ohlmüller und Erlwein hervorgehobene Thatsache, dass die im Wasser enthaltene Menge der oxydierbaren Stoffe für die Vernichtung von Bakterien im Wasser durch Ozon zu berücksichtigen ist, denn wir haben mit den im Wiesbadener Ozonwasserwerk zur Anwendung gelangten Ozonmengen von 0·9 bis 1·8 grm pro Kubikmeter Luft im Allgemeinen die gleichen Ergebnisse erzielt, als bei den Versuchen in der Martinikenfelder Anlage, wo die Ozonkonzentration 2·3 bis 4 grm pro Kubikmeter Luft betrug. In Martinikenfelde gingen pro Stunde 7·5 cbm Wasser und 25 cbm ozonisierte Luft durch den Sterilisationsturm, d. h. auf 1 cbm Wasser entfielen 3·3 cbm ozonisierte Luft von eben genannter Ozon-Konzentration, wogegen bei der Wiesbadener An-

*) Mit gütiger Erlaubnis der Autoren dem Fahnenabzug entnommen.

lage pro Stunde 40 cbm Wasser und 80 cbm ozonisierte Luft durch jeden Turm hindurchgingen, mithin auf 1 cbm Wasser nur 2 cbm ozonisierte Luft von obiger Ozon-Konzentration. Im Wiesbadener Wasser mit einer Oxydierbarkeit von 1·7 mg Liter Sauerstoffverbrauch wurden daher durch Einleiten von $0·9$ bis $1·8 \times 2 = 1·8$ bis $3·6$ grm Ozon für 1 cbm Wasser die eingesäten Bakterien vernichtet, im Martinikenfelder Versuchswasser, dessen Oxydierbarkeit von $4·6$ bis $8·08$ mg im Liter Sauerstoffbedarf betrug, durch Einleiten von $3·4$ bis $4 \times 3·3 = 11·22$ bis $13·2$ grm Ozon für das gleiche Wasserquantum. Diese Verhältniszahlen zwischen Ozonverbrauch und Oxydierbarkeit eines Wassers zur Erreichung einer sicheren Sterilisation sind aber keineswegs ohne Weiteres zu verallgemeinern, sondern von Fall zu Fall festzustellen, wie wir dies schon in unserer früheren Arbeit über Sterilisation mittels Ozon auch bezüglich anderer dabei in Betracht kommender Faktoren hervorgehoben haben. Denn wie viel von den in den Turm eingetretenen Ozonmengen ausschliesslich für die Vernichtung der Bakterien und Oxydation der oxydierbaren Bestandteile des Wassers aufgebraucht wurden und wie viel den Turm unzersetzt verliessen, wurde vorläufig nicht festgestellt. Darüber werden wir noch besondere Versuchsreihen anstellen. Es ist nämlich gar nicht ausgeschlossen, dass man in den beiden von uns geprüften Anlagen sogar mit einer geringeren Ozon-Konzentration noch die gleichen Erfolge erreicht haben würde; aber aus äusseren Gründen war uns nicht die Gelegenheit geboten, schon jetzt dahinzielende Versuche auszuführen.

Sollte es sich bei derartigen Ermittlungen herausstellen, dass man mit der Ozon-Konzentration noch unter obige Zahlen mehr oder weniger heruntergehen könnte, so wird man trotzdem für die Praxis, um die Sterilisation des Wassers auf alle Fälle sicher zu stellen, verlangen müssen, dass man immer noch etwas mehr Ozon zur Einwirkung kommen lässt, als für den Einzelfall als Menge zur Erreichung der Sterilisation gefunden worden ist, eine Vorsichtsmassregel, die schon in Schierstein angewandt wird.

Fassen wir die durch unsere gesamten

Versuche gewonnenen Ergebnisse, sowohl diejenigen in Martinikenfelde mit pathogenen Mikroorganismen, als auch die im Wiesbadener Ozonwasserwerk mit ähnlichen Bakterienarten, zusammen, so ist der Schluss gerechtfertigt, dass das Ozon in richtiger Anwendung ein sicheres Wassersterilisierungsmittel im Grossen vorstellt.

Die nachstehende Tabelle enthält Resultate chemischer und bakteriologischer Untersuchungen, die vom 21. bis 30. Juli durch das chemische Institut Professor Dr. Fresenius-Wiesbaden (von den Herren Professor Dr. Frank und Dr. Grünhut) an der Schiersteiner Anlage ausgeführt wurden. Für den bakteriologischen Teil derselben ist die Mitführung der durch das Ozon nicht abgetöteten resistenten Schimmelpilze erwähnenswert. Von dem Reichs-Gesundheits-Amt, dem Koch'schen Institut und unserem Bakteriologen wurde von einer besonderen Aufführung der Schimmelpilze Abstand genommen, da dieselben bekanntlich keine pathogenen Eigenschaften besitzen und in sanitärer Beziehung vollkommen belanglos sind. Die bakteriologische Untersuchung beschränkte sich bei den in der Tabelle aufgeführten Fällen auf die Zählung der zur Entwicklung gelangenden Bakterienkeime, die chemische auf die Bestimmung des Permanganatverbrauchs und des Eisens. Für die bakteriologischen Versuche wurde das unozonisierte Wasser einem Hahne der Druckleitung entnommen, welche das Wasser auf die Ozonisierungstürme führt. Die Entnahme des ozonisierten Wassers geschah aus den am Fusse der einzelnen Türme befindlichen Ablaufschächten, und zwar unter Benutzung von Schachtöffnungen, die einen eisernen Deckel als Abschluss hatten. Die Einrichtung der Schachtöffnungen und ihrer Abdeckung, die in der Zwischenzeit eine geeignete Umkonstruktion erfahren haben, erwiesen sich während der Versuchszeit nicht derartig, dass eine sichere Ausschliessung von äusseren

Tabelle III.

| Wasser aus Reihe | A und B | | A und B | | A und B | |
|---|---------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| Datum der Entnahme | 21. Juli 1902 | | 22. Juli 1902 | | 23. Juli 1902 | |
| | Rohwasser | ozonisiertes Wasser | Rohwasser | ozonisiertes Wasser | Rohwasser | ozonisiertes Wasser |
| Anzahl der entwickelten Kolonien | | Turm V 1 | | Turm V 0 | | Turm V 1(2Schimmelpilze) |
| | | 0(5Schimmelpilze) | | 0 | | 6 |
| | 1 | 1 | | 7 | | 3 |
| | | 3 | | 10(1Schimmelpilz) | | 4 |
| | 31 | Turm VII 1 | 88 | Turm VI 0 | 31 | Turm VI 22 |
| | | 2(3Schimmelpilze) | | 0 | | 1 |
| | | 0 | | 2 | | 22 |
| | | 6 | | 2 | | — |
| | | | | Turm VII 0 | | Turm VII 4 |
| | | | | 0 | | 22 |
| | | | 1 1(1Schimmelpilz) | | 2 12 | |
| Permanganatverbrauch pro Liter Milligr. | 5,39 | 5,17 | 5,93 | 5,32 | 6,08 | 6,99 |
| entsprechend Sauerstoff pro Liter Milligramme | 1,50 | 1,31 | 1,50 | 1,35 | 1,54 | 1,77 |
| Eisenoxydul im Ganzen pro Liter Milligramme | 2,39 | 2,05 | 2,14 | — | 2,83 | — |
| noch gelöst pro Liter Milligr. | — | 0,05 | — | 0,05 | — | unter 0,05 |

Tabelle III.

| A und B | | A und B | | B | | B | |
|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
| 24. Juli 1902 | | 28. Juli 1902 | | 29. Juli 1902 | | 30. Juli 1902 | |
| Rohwasser | ozonisiertes Wasser | Rohwasser | ozonisiertes Wasser | Rohwasser | ozonisiertes Wasser | Rohwasser | ozonisiertes Wasser |
| | Turm V 7 | | Turm II 0(1Schimmelpilz) | | Turm II 3 | | Turm II 4 |
| | 1(1Schimmelpilz) | | 0 | | 1 | | 1 |
| | 3 | | 7(11Schimmelpilze) | | 1 | | 2(4Schimmelpilze) |
| | — | | 0 | | 0(1Schimmelpilz) | | 3 |
| fehlt | Turm VI 6 | 32 | Turm III 7 | 19 | Turm III 0 | 31 | Turm III 2 |
| | 6 | | 2(1Schimmelpilz) | | 1 | | 0 |
| | 5(1Schimmelpilz) | | 5 | | 0 | | 3 |
| | 10 | | 0 | | 1 | | 4(2Schimmelpilze) |
| | Turm VII 4(2Schimmelpilze) | | Turm IV 4 | | Turm IV 0 | | Turm IV 2 |
| | 24(1Schimmelpilz) | | 8(2Schimmelpilze) | | 1 | | 1 |
| | 2 | | 3 | | 1 | | 3 |
| | 1(1Schimmelpilz) | | 1(1Schimmelpilz) | | 1 | | 0 |
| 6,08 | 6,08 | 5,72 | 5,72 | 4,22 | 4,07 | 4,26 | 3,95 |
| 1,54 | 1,54 | 1,45 | 1,45 | 1,07 | 1,03 | 1,08 | 1,00 |
| 2,17 | — | 1,94 | — | 1,47 | — | 1,71 | — |
| — | 0,05 | — | unter 0,05 | — | unter 0,05 | — | 0,10 |

Chemisches Laboratorium von Dr. Fresenius,
gez. Dr. med. Georg Frank. Dr. W. Fresenius.

Einflüssen völlig gewährleistet erschien, worauf die bei einzelnen Versuchen aus der übrigen Versuchsreihe auffallend hervortretenden Abweichungen zurückzuführen sein dürften. Die Zahl der im Rohwasser enthaltenen Keime war bei sämtlichen Untersuchungen eine geringe und entsprach vollständig den zur Zeit der Versuche obwaltenden äusseren Umständen des Wasserwerks Schierstein. Die Zahl der Keime in dem ozonisierten Wasser war bei allen untersuchten Proben sehr gering. Die Zahlen sind Schlusszahlen, welche in den meisten Fällen nach mehr wie 14 tägiger Beobachtung gewonnen wurden; die wenigsten rühren von einer weniger langen Beobachtung solcher Kulturen her, welche durch das Wachstum weniger verflüssigender Bakterien, insbesondere von Schimmelpilzen, früher zerstört wurden

Nachtrag zu pag. 12 Fussnote 2.

Geheimrat Dr. Ohlmüller und Dr. Prall vom Kaiserlichen Gesundheitsamt fassen die Ergebnisse ihrer Versuchsarbeiten mit Ozon in dem Siemens'schen Ozonwasserwerk Martinikenfelde (Berlin) in der Publikation „Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon“ pag. 435 in folgende Sätze zusammen:

1. Durch die Behandlung des Wassers mit Ozon tritt eine beträchtliche Vernichtung der Bakterien ein; in dieser Hinsicht übertrifft das Ozonverfahren im Allgemeinen die Abscheidung der Bakterien durch centrale Sandfiltration.

2. Im Wasser aufgeschwemmte Bakterien der Cholera und des Typhus werden durch das Verfahren vernichtet.

3. In chemischer Beziehung wird das Wasser durch das Verfahren nur in sofern beeinflusst, dass eine Abnahme der Oxydierbarkeit und eine Zunahme des freien Sauerstoffs eintritt; beides bedeutet eine Verbesserung des Wassers.

4. Das Ozon, welches bei dem Verfah-

ren das Wasser in Lösung nimmt, ist in technischer und gesundheitlicher Beziehung belanglos, da es sehr rasch in die Form von Sauerstoff übergeht.

5. Das Verfahren verbessert das Wasser durch Zerstörung färbender Substanzen und

6. durch dasselbe nimmt das Wasser keinen fremdartigen Geschmack oder Geruch an.

Das Ozonverfahren ist somit befähigt, für die zentrale Reinigung des Trinkwassers in geeigneten Fällen in Wettbewerb mit den übrigen bekannten und erprobten Reinigungsverfahren zutreten. Wie bei jedem anderen Verfahren wird man auch bei diesem auf die Beschaffenheit des Rohwassers Bedacht nehmen und insbesondere die Höhe der Oxydierbarkeit berücksichtigen müssen.

Ozon-Wasserwerk Paderborn.

Nur einen Monat später als das Wiesbaden-Schiersteiner, in Vorstehendem beschriebene Wasserwerk wurde das Ozonwasserwerk Paderborn, als die zweite grosse deutsche Wassersterilisationsanlage, den städtischen Behörden in Betrieb übergeben. Die Stadt Paderborn hat sich aus prophylaktischen Gründen entschlossen, das zu Zeiten starker meteorischer Niederschläge bakteriologisch sehr variable Wasser der Paderborner Quellen, das zur städtischen Trinkwasserversorgung herangezogen wird, der sterilisierenden Ozonbehandlung zu unterziehen. Das Ozonwerk arbeitet in kontinuierlichem Tag- und Nachtbetrieb mit einer stündlichen Leistung von 50—60 cbm. In seinem wassertechnischen, elektrisch-maschinellen und Sterilisations-Teil ist das Paderborner Ozonwasserwerk eine getreue Kopie des Wiesbaden-Schiersteiner, mit der einzigen Abweichung, dass die Paderborner Sterilisationsanlage, bedingt durch die Natur des vorliegenden Wassers, eine Vorrichtung zur Lüftung des ozonisierten Wassers d. h. also zur Entfernung der Spuren von Ozon hat. Die technische Disposition der Gesamtanlage ist auf Skizze 6a im Grundriss dargestellt. Fig. 6b zeigt den Schnitt eines Sterilisationsturms mit Lüftungsanlage. Ein Gasmotor A als Antriebskraft (s. Grundriss) arbeitet auf eine Transmission, durch welche der für gewöhnlich als Gleichstrommaschine laufende Elektromotor B, die Wechselstromdynamo C, die beiden Centrifugalpumpen G, sowie das Luftgebläse F angetrieben werden. Als Reserve für den Antrieb der Transmissionen an Stelle des Gasmotors ist der Gleichstrom-Elektromotor B vorgesehen, der an eine elektrische Centrale angeschlossen ist. Die Anlage enthält 2 vierteilige Sterilisationstürme und 9 in Gusseisenkasten untergebrachte Ozonröhrenapparate

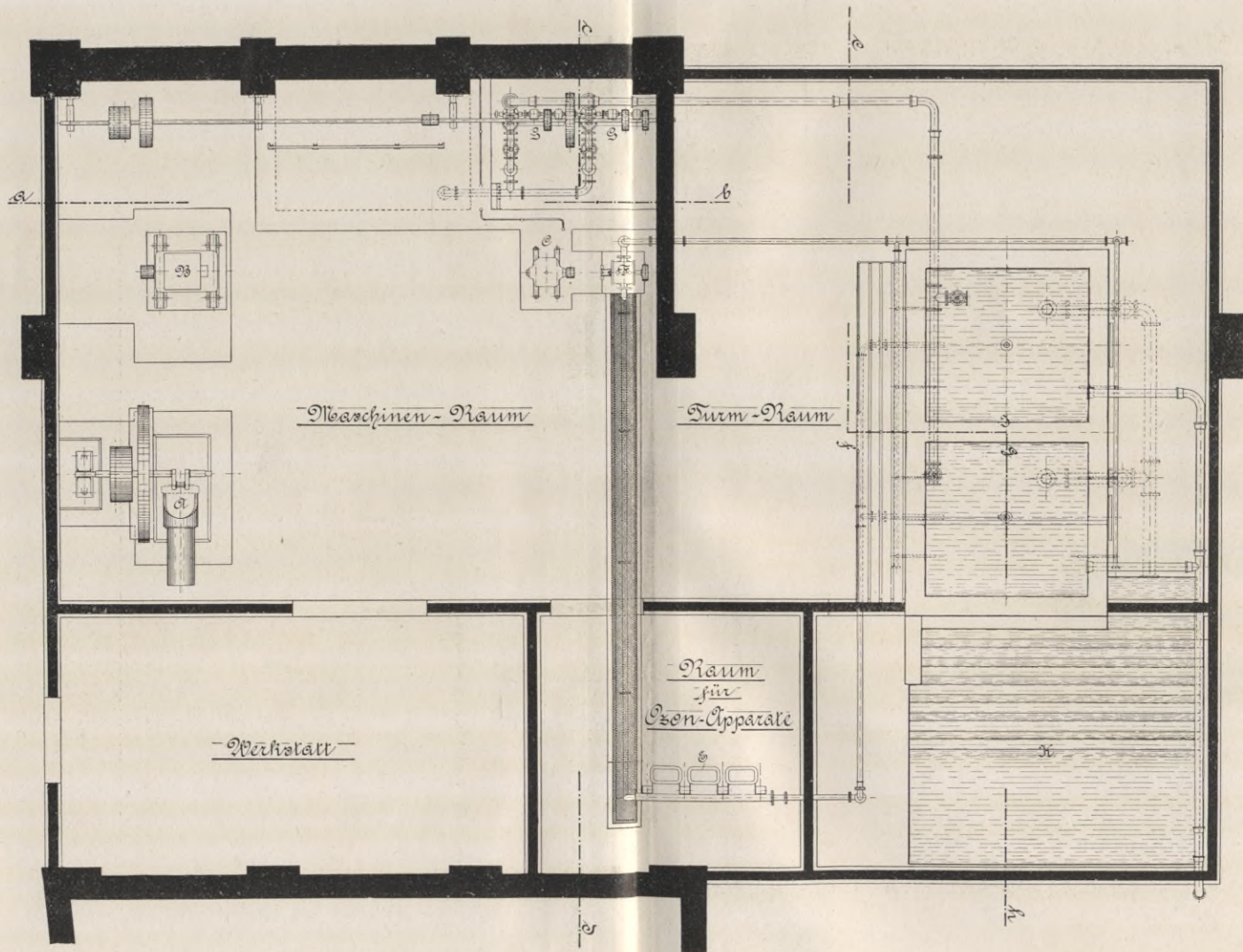


Fig. 6a.



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

Politechniczna



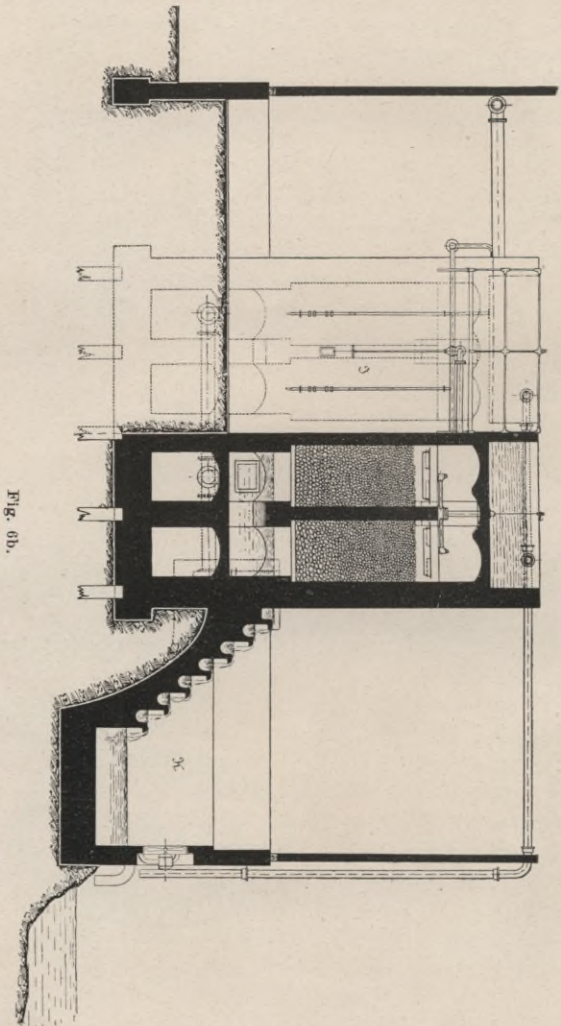


Fig. 6b.

früher erwähnter Konstruktion, welche in 3 selbständigen Gruppen angeordnet sind, deren jede an die Sekundärleitungen eines der 3 Transformatoren angeschlossen ist. Ein Sterilisationsturm und eine Apparatengruppe mit dem dazu gehörigen Transformator sind für den gewöhnlichen Betrieb als Reserve vorgesehen. Es sind dieselben Sicherheitsvorrichtungen gegen Betriebsstörungen durch Ausbleiben des Stromes oder der Luft getroffen wie in der Wiesbadener Anlage.

Die an den Türmen angebrachten kaskadenartigen Überläufe, zum Zwecke der Entozonisierung des behandelten Wassers, sowie die Ventilationseinrichtung im Lüftungsraum sind aus dem Schnitt e-f-g-h (Fig. 6b) zu ersehen.

Die in den Turm eintretende Ozonluft hat eine der Qualität des dortigen Wassers (es zeigte während des Siemens'schen Probetriebes im Mittel einen Oxydationsgrad von 0,8—0,9 Sauerstoff entsprechend 3,2—3,6 Kaliumpermanganat) angepasste, sterilisationssichere Konzentration. Die Keimzahl des Wassers, die während einer von uns geleiteten Betriebsperiode zwischen 200 und 2500 pro ccm schwankte, wurde durch die Ozonisierung im Mittel auf 5 Keime reduziert. Eine Differenz bezüglich Abnahme von organischer Substanz durch die Ozonisierung war nicht feststellbar.

Die Kosten der mechanischen Antriebskraft sind in Paderborn infolge Benutzung von Gas höher als in Wiesbaden. Dadurch aber, dass in Paderborn das Wasser weniger Ozon zur Sterilisation braucht und daher pro Kraftereinheit mehr Kubikmeter Wasser sterilisiert werden können, wird die Differenz in den Kraftmehrkosten z. T. wieder ausgeglichen, und können im Allgemeinen die Kosten pro cbm behandelten Wassers wie in Wiesbaden angenommen werden. Dieselben Kraftpreise wie in Schierstein zu Grunde gelegt, würde in Paderborn der Kubikmeter ozonisiertes Wasser mit reichlicher Amortisation und Verzinsung ca. 1,7 Pf. kosten, weil das Ozonwasserwerk im Gegensatz zu Wiesbaden-Schierstein mit einem schon bestehenden Wasserwerk organisch verbunden werden konnte und daher die Betriebskosten in mehreren Punkten sich wesentlich günstiger gestalten.

Die Photographieen, Fig. 7, 8 und 9, geben ein Bild von dem Gebäude, in dem die Ozonanlage steht, sowie von der Anordnung der Ozonapparate und der Überlaufkaskade. —

Mit den beiden Ozonwasserwerken Wiesbaden und Paderborn ist das Ozonverfahren aus dem Laboratorium in die Praxis übergeführt und ist hier mit den alten Methoden der Wasserreinigung, besonders der Sandfiltration in Wettbewerb getreten. Durch die bakteriologischen Resultate des Kaiserl. Gesundheitsamtes sowie des Kochschen Instituts ist die Zuverlässigkeit des Siemens'schen Ozonverfahrens bezüglich der Abtötung der Bakterien pathogener Art im mittleren und auch grosstechnischen Betrieb von Ozonwasserwerken einwandfrei bewiesen worden. Die Ueberlegenheit des Ozonverfahrens gegenüber dem Sandfilter beruht neben geringerem Raumbedarf und grosser Übersichtlichkeit des Betriebs hauptsächlich darauf, dass nicht wie bei diesen die Bakterien nur im Allgemeinen vermindert, sondern die pathogenen Bakterien völlig beseitigt werden und ausserdem noch darauf, dass das sterilisationssichere Arbeiten in jedem Augenblick durch Farbenreaktion (Blaufärbung von Jodkalium-Stärkelösung durch das gelöste Ozon des ablaufenden Turmwassers*) des ausfliessenden Wassers kontrolliert werden kann. Wenn der weitere Betrieb in bakteriologischer und technischer Beziehung das hält, was er bis jetzt verspricht, so ist kein Zweifel, dass sich das neue Ozonverfahren in der Technik der Trinkwasserversorgung einen Platz sichern wird, besonders in den zahlreichen Fällen, in welchen es sich um Beschaffung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser aus Oberflächenwasser handelt.

Elektrochem. Abt. S. & H., B. W.

*) Vergl. Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung XLIV. Jhrg. Nr. 31 pag. 579 Dr. Gg. Erlwein: Ozonsterilisation Siemens & Halske. Vergl. auch Gesundheit 1902, S. 210. Wasserozonisierung.



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

*
Politechniczna

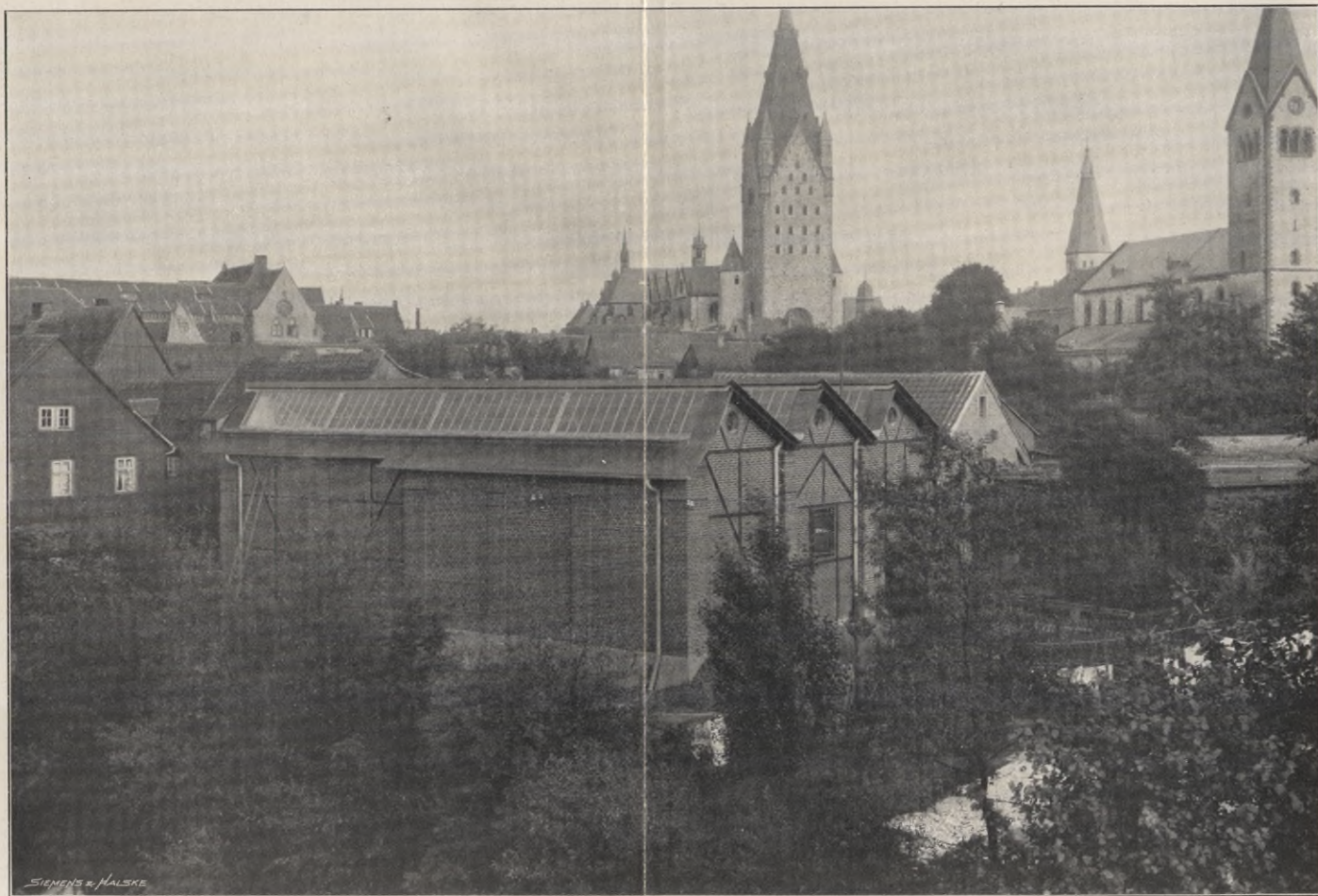


Fig. 7.



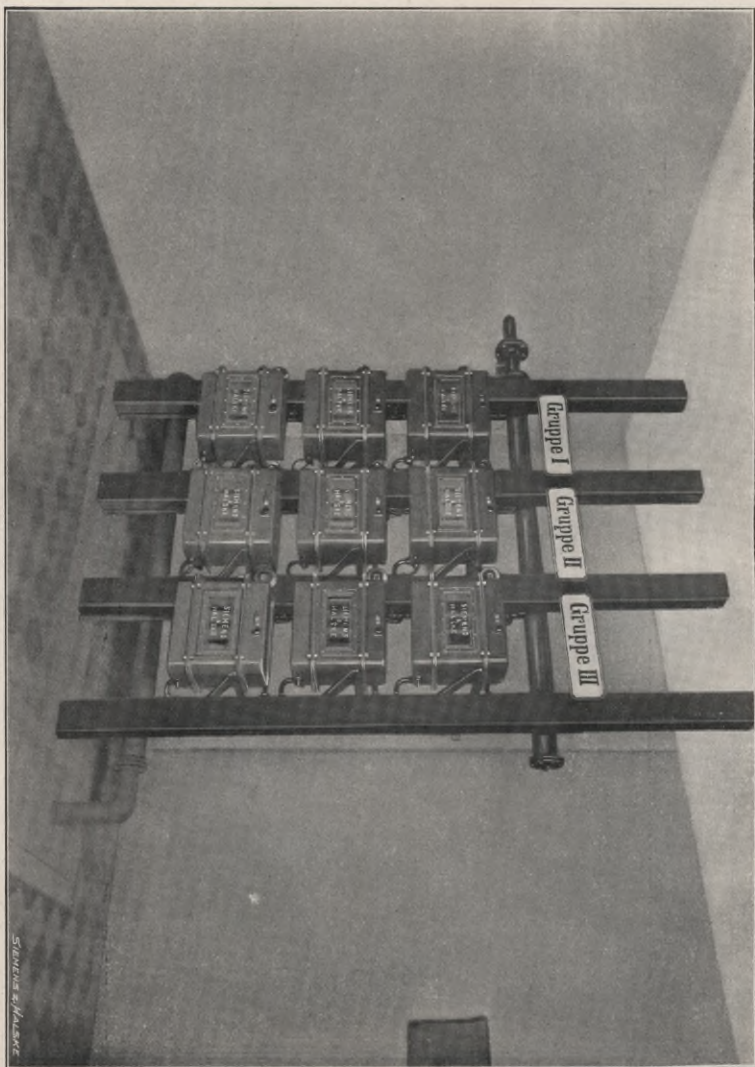


Fig. 8.

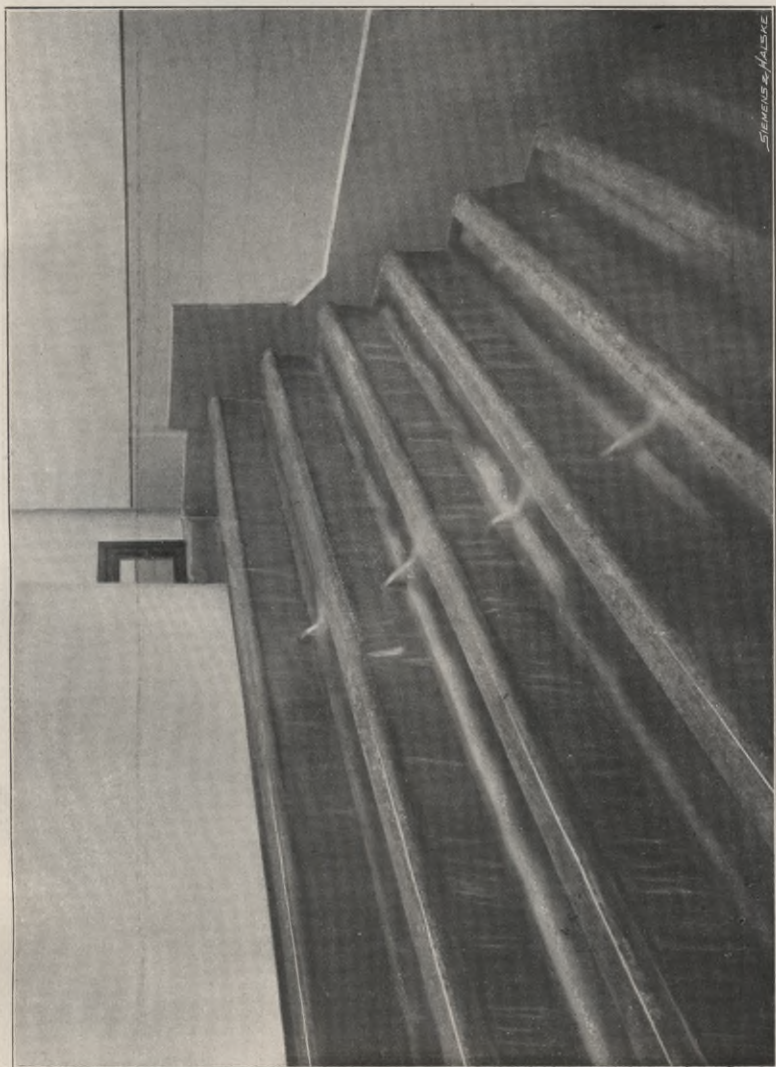


Fig. 9

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

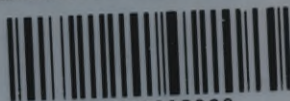


L. inw.

31527

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298300