



(Aus dem pharmakologischen Institut.)

Ueber
Einwirkung des Ozons
auf Gährung und Fäulniss.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

der hohen medicinischen Facultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

und mit beigefügten Thesen vertheidigt

am 7. März 1883, Mittags 12 Uhr

von

Ernst Fischer

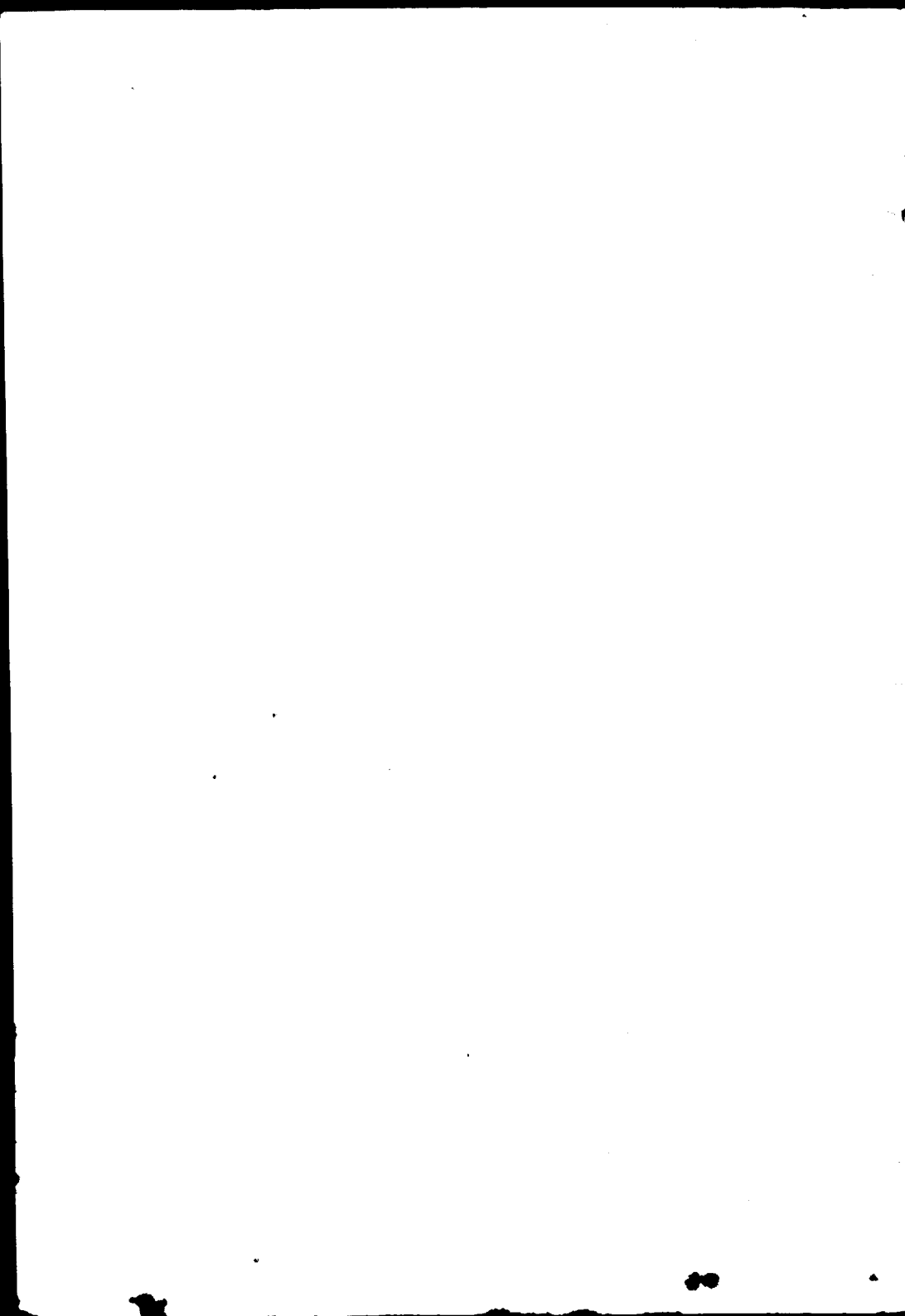
aus Dortmund.



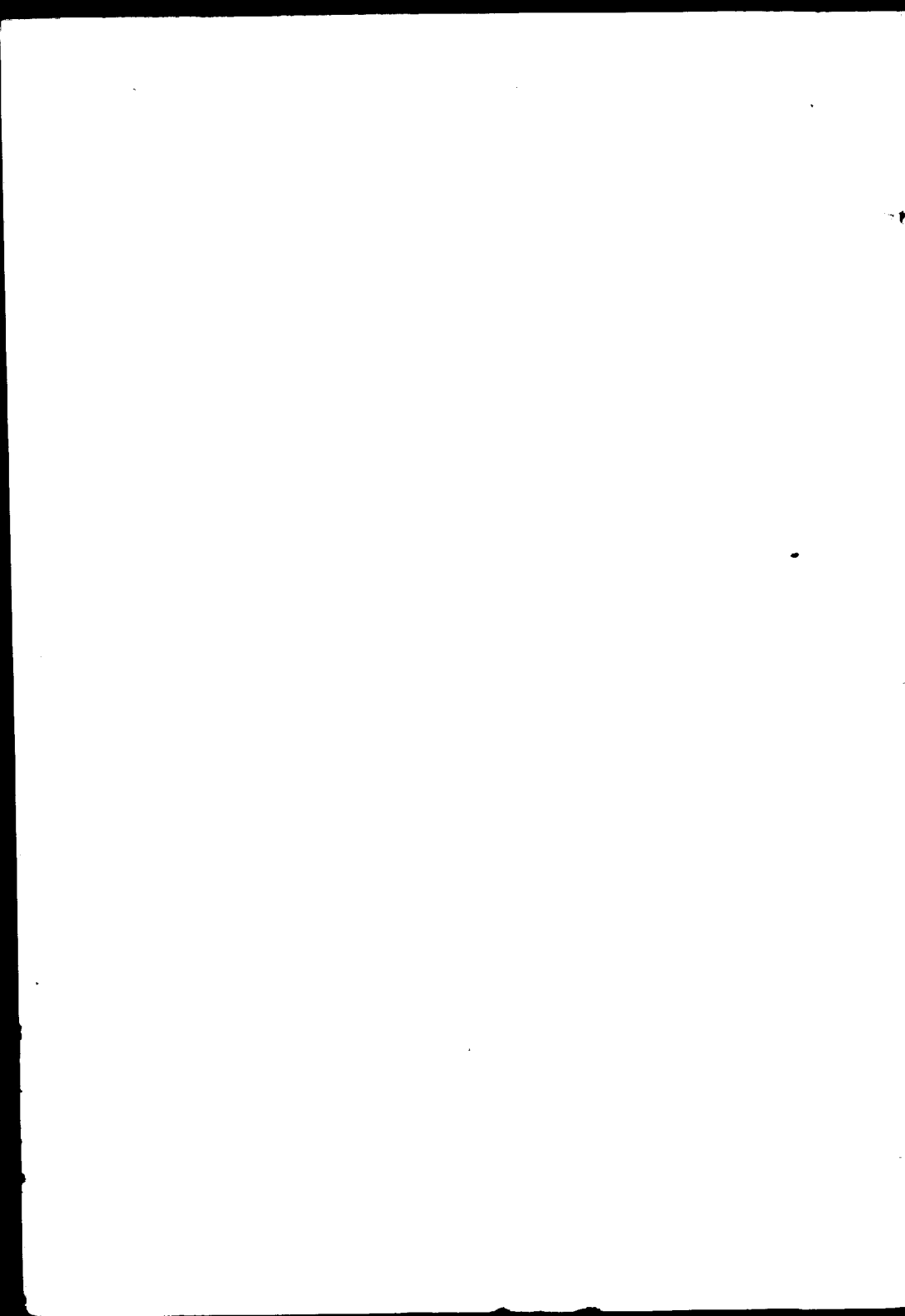
Bonn,

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1883.



Meiner lieben Mutter.



Nicht lange nach der Entdeckung des Ozons durch Schönbein betrachtete man dasselbe schon als kräftiges Antisepticum und schrieb ihm vielfache energische Wirkungen zu. Seit jener Zeit findet sich in der Litteratur immer wieder der Gedanke, das Ozon als kräftiges Antisepticum practisch zu verwerthen. Man wollte die Zimmerluft mit Ozon verbessern, Krankenhäuser damit gründlich desinficiren, und wohl mancher hat sich überlegt, auf welche Art man am besten durch das Ozon den Bewohnern der rauchigen Fabrikstädte die Wohlthat einer reinen und gesunden Luft verschaffen könne. Ein jeder Badearzt, der einmal an seinem Kurorte eine Ozonreaction mit der dortigen Luft erzielt hat, preist die Güte und Heilsamkeit derselben und erwartet von ihr und den Spuren ihres Ozons die segensreichsten Wirkungen für die Leiden seiner Mitmenschen.

Nun sind für die Desinfection der Luft die verschiedensten Methoden der Ozonentwicklung empfohlen, so die Wasserzerstäubung, Wasserverdunstung, Darstellung durch electrische Apparate, Anwendung von Aether oder Terpenthinöl, Anpflanzung von stark duftenden und an ätherischen Oelen reichen Gewächsen. Und Engler¹⁾ warnt sogar in seiner trefflichen Abhandlung über das Ozon vor einer zu energischen Desinfection, da ein Zuviel an Ozon sehr gesundheitsschädliche Folgen haben könne. Doch glaube ich mit ruhigem Gewissen behaupten zu dürfen, dass man bei keiner der erwähnten Darstellungsweisen leicht in die Verlegenheit kommen wird, zuviel Ozon zu erhalten; ausser-

1) C. Engler, Historisch-krit. Studien über das Ozon. Leopoldina, Heft XV. Halle 1879. Seite 61 des Separatabdruckes.

dem ist in neuester Zeit durch eine lange Reihe von Versuchen im Bonner pharmacologischen Institut die vollkommene Unschädlichkeit solcher kleiner Quantitäten von Ozon erwiesen¹⁾.

Noch in einer zweiten Form sollte das Ozon die eminentesten Wirkungen entfalten, nämlich als Ozonwasser. Es war dieses ein Radicalmittel gegen Tuberculose und heilte nebenbei vermeintlich Gelenkrheumatismus, Glaukoma, Asthma, Bleichsucht und Gicht, — nur schade, dass es in sehr vielen Fällen vom Ozon nichts weiter als den Namen hatte.

Wenn man genauer zusieht, welche Thatsachen zu diesen schönen Hoffnungen berechtigten, so findet man nur wenige, und diese wenigen machen es allerdings möglich, dass das Ozon günstige Wirkungen auf den Menschen ausüben kann, beweisend ist aber keine einzige. Es ging jedoch hier so, wie auch anderwärts oftmals, man redete so lange von der Güte des Gegenstandes, bis jedermann davon überzeugt war und allgemein der Satz galt: Das Ozon ist ein kräftiges Desinficiens und die Luft um so gestünder, je mehr sie von diesem Stoff enthält, welcher alle Krankheitskeime zerstört.

Man hatte nämlich constatirt, dass die Höhenluft bedeutend mehr Ozon enthalte als die, welche wir für gewöhnlich athmen, dass die Grundluft gar kein Ozon führe; ferner, dass in der Nähe von grossen Waldungen, Gradirwerken, Binnenseen und besonders in der Seeluft sich viel Ozon finde. Dagegen zeigt die Luft in Städten einen viel geringeren Gehalt an diesem Gase als z. B. auf dem Lande, besonders die Atmosphäre volkreicher Städte.

Engler²⁾ sagt darüber: „Je volkreicher überhaupt die Stadt, je enger die Strassen und je geringer der Luftwechsel, je mehr Schmutz auf den Strassen und je mehr Unreinigkeiten in der Luft, durch Ausdünstungen, starke

1) A. Meyer, Experimentelle Studien über den Einfluss des Ozons auf das Gehirn. Doctordissertation, Bonn 1883.

2) C. Engler, l. c.

industrielle Thätigkeit in den Fabriken durch Rauch etc. bedingt, desto geringer der Ozongehalt, denn um so grösser ist eben der Verbrauch an Ozon.“

Nach Wolffhügel¹⁾ ist in unsern Zimmern sogar keine Spur von Ozon nachzuweisen, wenn man ausserhalb derselben wirklich eine Reaction erhält, und auch unsere Ventilationssysteme zerstören sehr viel Ozon.

Weil nun die Kranken, speciell die Chlorotischen, die Phthisiker, sich in den hochgelegenen klimatischen Kurorten, in Waldgegenden, auf See, kurz ausserhalb der engen Städte bedeutend wohler fühlen, vielleicht im Laufe einiger Wochen an Körpergewicht zunehmen, schrieb man diese Wirkung dem Ozon zu, ohne daran zu denken, dass die Leute frei von allen Geschäften sich an solchen Orten viel Bewegung machen und ihren Appetit und Schlaf aufbessern.

Noch ein zweiter Grund schien sehr für den günstigen Einfluss des activen Sauerstoffs auf die Gesundheit des Menschen zu sprechen, die Beobachtung von Moffat²⁾, dass während der in den fünfziger und sechziger Jahren in England herrschenden Choleraepidemien der Ozongehalt der Luft bei grosser Mortalität gering war, bei geringer Mortalität dagegen stärker. Das Ozon sollte also direct die Keime der Infectiouskrankheit vernichten; aber Glaischer, Boeckel, Fox, Day u. A.³⁾ wollen nach ihren Beobachtungen nichts davon wissen.

Beide Gründe waren also nicht beweisend.

Doch als energisches Oxydationsmittel war das Ozon bekannt, und man folgert nun, es richte durch die Oxydation die Krankheitskeime zu Grunde⁴⁾, wie es die organischen Stoffe, die „schwebende Materie“, zerstöre. Ver-

1) Wolffhügel, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 11, S. 408.

2) C. B. Fox, Ozone and Antozone, their history and nature. London 1873.

3) Fox, S. 126—136.

4) C. Lender, Das unreine Blut und seine Reinigung durch negativ-electrischen Sauerstoff. Berlin 1870.

suche darüber lagen aber nur in geringer Zahl vor, so von Fox¹⁾, welcher aber nur eben die Bemerkung macht, dass er niedere Organismen in faulem Wasser mittelst des Ozons habe zerstören können, so „die Keime und Sporen von Schimmel und andern Pilzen, Bakterien, Vibrionen und kleinen Monaden. Weiteren Aufschluss gibt Fox nicht, selbst nicht darüber, wie er den zerstörenden Effekt der Ozonisation constatirt hat. Immerhin verdient es Anerkennung, dass er die Initiative ergriffen hat, dieses experimentell zu verfolgen“ (Wolffhügel).

Bei eingehender Durchsicht der neueren Literatur fanden sich dann noch einige Versuche von Grossmann und Meyerhausen²⁾, welche bei Prüfung der Einwirkung verschiedener Gase auf Bakterien angestellt wurden und bei Anwesenheit von Ozon ein baldiges Absterben der in Fleisch- und Heuinfusen lebenden Organismen unter dem Mikroskop erkennen liessen.

Ferner hat Falk³⁾ in Berlin gelegentlich einer Untersuchung über Kanalisation und Berieselung constatirt, dass eiweisshaltige und eiweissfreie (d. h. also ohne Zusatz einer eiweisshaltigen Flüssigkeit) Emulsinlösungen nach 14—20 Stunden durch Einleiten von Ozon die Fähigkeit verlieren, Amygdalin zu zersetzen, ebenso dass das Indol, jener Körper, der den Gestank der Excremente bewirkt, nach 12 Stunden durch Ozon die charakteristische Reaktion und den Geruch verliert.

Stein erklärte in einer Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn, er habe Versuche von Geissler, der ihn darauf aufmerksam gemacht, dass sich in ozonhaltigem Wasser keine niederen Organismen entwickelten, wiederholt und bestätigt gefunden.

Gorup-Besanez⁴⁾ sagt nur: „Dass Fermente: Hefe

1) l. c. S. 151 und 163.

2) Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. 15, S. 264.

3) Eulenberg's Vierteljahrsschrift für ger. Medicin Bd. 26, S. 283—290.

4) Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 110, S. 86.

und Emulsin, von Ozon sehr energisch angegriffen werden, davon habe ich mich durch directe Versuche überzeugt.“

Schliesslich haben Eulenberg und Hoffmann¹⁾ festgestellt, dass Ozon im Gegensatz zu Chlorgas animale Lymphe nicht zerstört, und ist ferner Houzeau²⁾ zu erwähnen, welcher dem Ozon die Kraft zuschreibt, den unangenehmen Geruch der schmutzigen Wäsche zu entfernen. Er nahm getragene Wäsche aus Paris mit auf das Land und setzte sie dort der freien Luft aus, worauf sie den Geruch verlor.

Dass es nichts für die Desinfektionskraft des Ozons beweist, wenn ich schmutzige Wäsche dem Luftzug aussetze, leuchtet wohl ohne Weiteres ein. Die übrigen angeführten Versuche leiden unter dem Mangel, dass nichts oder nur wenig über die Anordnung des Versuchs, die Stärke des Ozons etc. gesagt ist, denn die Versuche von Falk, Grossmann und Meyerhausen sind eben gelegentlich einer Reihe anderer Untersuchungen ausgeführt; Fox, Gorup-Besanez und Stein geben über die Versuche selbst gar nichts an und erwähnen nichts als die Resultate; die Versuche von Geissler kennen wir nur durch mündliche Mittheilung des Herrn Stein.

Von Herrn Prof. Binz wurde ich auf die so wenig erschöpfende Behandlung dieses Gegenstandes aufmerksam gemacht und mir Gelegenheit geboten, im Bonner pharmakologischen Institut unter Benutzung der dort vorhandenen Apparate eine Reihe von Untersuchungen über die Wirkung des Ozons auf Gährung und Fäulniss anzustellen, die den Inhalt dieser Arbeit bilden. Auch andere protoplasmatische Gebilde als solche, deren Effect Gährung oder Fäulniss ist, wurden auf ihr Verhalten gegen das Ozon untersucht, um die Einwirkung auf niedere protoplasmatische Wesen überhaupt kennen zu lernen.

1) Eulenberg's Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Med. Bd. 17, S. 794 u. Bd. 28, S. 374.

2) Annal. Chim. Physique. 1872, Bd. 27, S. 17.

Versuchsreihe.

Gearbeitet wurde mit dem von Kolbe¹⁾ angegebenen Apparat, der aus einem von Glaswänden umschlossenen Luftraume besteht, welcher nach innen und aussen mit zehnprocentiger Schwefelsäure umgossen ist. In diese wird durch zwei hineingestellte Kupferdrähte der electriche Strom geleitet. Die electriche Spannung gleicht sich in stillen Entladungen durch den Luftraum hindurch aus, aus welchem das so entstehende Ozon durch den zum Zwecke der Ventilation angebrachten Gummiballon in das abführende Rohr getrieben werden kann. Später kam auch der Apparat von Babo's zur Verwendung, welcher auf demselben Prinzip beruht wie der von Kolbe: die stillen Entladungen finden hier zwischen Platindrähten statt, die in einer Glasröhre aufgehängt sind; ein zu- und ein abführendes Rohr ermöglichen die Ventilation²⁾.

Betreffs der Zeichnungen dieser Apparate verweise ich auf die dem schon citirten Werke von Engler beigelegte Tafel.

Der electriche Strom wurde von einer Bunsen'schen Tauchbatterie von neun Elementen geliefert, welche mit achtzehn Liter Flüssigkeit gefüllt pro Liter Wasser:

92 gr $K_2Cr_2O_7$ und

93,5 gr H_2SO_4 enthielt.

Abwechselnd war auch eine Batterie von vier Grove'schen Elementen in Gebrauch; durch einen grossen Ruhmkorff'schen Inductor ging der Strom zum Ozonapparat. An diesem wurden möglichst alle Gummiverbindungen vermieden und die Contacte durch eingeschlifene Glasansätze hergestellt; wo einmal Gummi zur Verwendung kam, wurden die Glasröhren weit in einander gesteckt, dann Gummi darüber gezogen und dieses mit Harz geschlützt. Dennoch musste dasselbe oft erneuert werden. Die durch den Apparat

1) Kurzes Lehrbuch der anorg. Chemie von H. Kolbe. S. 106.

2) Annal. d. Chem. u. Ph. II. Suppl. S. 267.

getriebene Luft wurde vorher in einem Chlorcalciumthurm getrocknet, um möglichst günstige Umstände für die Ozonbildung zu haben.

Die Controllversuche wurden jedesmal mit einem gleichen Quantum nicht ozonisirter Luft angestellt, welche in der eben beschriebenen Weise getrocknet, mittelst Gummiballon fortbewegt wurde.

Versuch 1.

An die beiden Ventilationsapparate wurden zwei 11 cm hohe Cylinder mit einem Durchmesser von 7 cm angesetzt; die beiden zu- und abführenden Röhren gingen durch genau schliessende in Paraffin gesottene Stöpsel, die dann nach aussen mit einem Harzüberzug versehen wurden. Beide Cylinder waren bis zur Hälfte mit Bucholtz'scher ¹⁾ Bakteriennährflüssigkeit gefüllt, welche in 100 gr Wasser Ammon. tartaric. 1,0, Kali phosph. 0,5 und käuflichen Kandiszucker 10 gr enthält. Sodann wurde am 9. Juni und den folgenden Tagen vier mal täglich zwölf mal langsam und gleichmässig mit den beiden gleich grossen Gummiballons ventilirt, so dass durch das eine Glas ozonisirte, durch das andere gewöhnliche Luft strich; die Luft wurde in die Flüssigkeit hineingeleitet, stieg in Blasen empor und ging aus der Kammer durch das abführende Rohr, an welchem in der Ozonluft regelmässig noch unzersetztes Ozon nachgewiesen wurde. Nach dem Ventiliren wurde das ab- und zuführende Rohr mit zugeklebten Gummischläuchen verschlossen.

Die frisch bereitete, klare Flüssigkeit wird durch die Entwicklung der Bakterien trübe, am 9., 10. und 11. Juni waren aber beide Portionen noch klar und erst am 12. zeigten beide eine stauartige Trübung; das Ozonpräparat war gebleicht. An den zwei folgenden Tagen verstärkte sich die Trübung, ohne dass sich ein bemerkbarer Unterschied zeigte. Die angestellte microscopische Untersuchung ergab jedoch in der mit ozonisirter Luft behandelten Portion weniger Bakterien, die sich nicht so lebhaft bewegten wie die viel zahlreicheren im Luftpräparat. Der Versuch wurde noch zwei Tage fortgesetzt und gab dann dasselbe Resultat.

Da Ozon von Wasser sehr energisch angegriffen wird, war es sehr wohl denkbar, dass dieser allerdings deutliche, aber nur microscopisch erkennbare Unterschied der beiden Flüssigkeiten auf Rech-

1) Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmak. Bd. 4, S. 1.

nung der grossen Quantität Wasser gesetzt werden musste. Vielleicht wäre bei einer geringeren Wassermenge der Unterschied deutlicher und auch für das unbewaffnete Auge erkennbar hervorgetreten.

Versuch 2.

Beide Gefässe wurden nur mit je 15 ccm Nährflüssigkeit gefüllt und die zuleitenden Röhren eben hineingetaucht, so dass die Luft grosse Blasen auf der Oberfläche emporhob. Am folgenden Tage war das Ozonpräparat noch klar, das Luftpräparat deutlich getrübt; gegen Abend war auch in ersterem sehr leichte Trübung, aber nicht so intensiv wie in letzterem. Microscopisch ergab sich dasselbe Resultat wie im vorigen Versuch. Dass der Unterschied auch macroscopisch hervortrat, bedingte die geringere Quantität Wasser; dass er rascher sich zeigte als im vorigen Versuch, die höhere Durchschnittstemperatur der umgebenden Luft.

Versuch 3.

In den beiden Cylindern befand sich frischer Harn, je 100 ccm, auf welchen durch das 2 Zoll von der Oberfläche entfernte Rohr vier mal täglich langsam Luft bzw. Ozon geblasen wurde. Am folgenden Tage waren beide Portionen durch Schleimabsatz verunreinigt und erschienen nach der Filtration wieder klar. Hingegen am vierten waren beide Theile trüb, auf dem Luftpräparat hatten sich viele deutliche, stecknadelkopfgrosse Pilzrasen gebildet, mit einander durch ein kaum sichtbares, dünnes Häutchen verbunden. Die Oberfläche des Ozonpräparats war frei. Allerdings fand sich dieses unter dem Microscop auch nicht frei von einzelnen Bacterien, die aber bei weitem nicht eine solche Menge darstellten wie die in dem Harn, welcher einfach mit Luft versehen war.

Versuch 4.

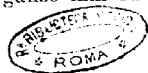
Von einer 14 Tage hindurch auf Brod gewachsenen starken Schimmelschicht (*Penicillium glaucum*) wurden einige Stückchen auf zwei runde Scheiben von Graubrod gebracht, durch welche das zuführende Rohr der Cylinder hindurch gesteckt wurde. Darunter wurde eine durchlöchernte Korkscheibe gesteckt, und das Brod so in die auf ihrem Boden mit feuchtem Fliesspapier bedeckten Gläser gebracht, dass die zugeleitete Luft von unten herauf durch die Löcher der Korkscheibe, wesentlich aber an deren Rändern vorbei und zum abführenden Rohr hinaus strich, welches für gewöhnlich geschlossen war. Der Schimmel war schon Tags vorher auf das

frische und daher noch feuchte Graubrod und zwar $\frac{1}{10}$ der Scheiben gebracht worden und angewachsen; der scheinbar am besten angeschlagene Schimmel kam am 20. Juli in die Ozonatmosphäre; 6 mal täglich ventilirt; Temperatur zwischen 21 und 24 Grad. Tauchbatterie, Funken 1 cm.

21. Juli. Kleiner, aber deutlicher Unterschied; auf der Portion, welche reine Luft bekam, entstanden feine Schimmelfäden, die auch seitlich die markirte Grenze überschritten.

22. Juli. Das Luftpräparat wucherte üppig und hatte das doppelte Volum, $\frac{1}{6}$ der Scheibe eingenommen; das Ozonpräparat noch genau in seinen Grenzen, eher verkümmert. Nach zweimaligem Aufblasen wurde damit vorläufig wegen Versagens der Tauchbatterie aufgehört.

Am 23. Juli erschien auf der Ozonportion ein feiner, weisser Schleier von Pilzfäden, die Luftportion hatte reichlich die Hälfte der Scheibe eingenommen. Andern Tages war der Schleier der Ozonportion dichter geworden und überschritt rechts und links die markirte Grenze, auch entstand seitlich eine neue Colonie. Während dieser Schimmel so seine Keimfähigkeit sowie die Neigung, rasch zu wuchern, gezeigt hatte, wurden drei Grove'sche Elemente angesetzt und das in reichlicher Menge gelieferte Ozon drei Viertelstunden lang über denselben geblasen. Am 25. war er genau in seinen Grenzen vom vorigen Tage geblieben und sah kümmerlicher aus, wucherte dann aber weiter und nahm am 27. ein Drittel des Brodes ein. Dagegen bedeckte schon seit dem 24. der in reiner Luft gewucherte Schimmel die ganze ihm zu Gebote stehende Fläche.



Versuch 5.

Zwei Glasflaschen mit einem Boden von acht Centimetern im Durchmesser wurden mit so viel Gelatine versehen, dass der Boden eben bedeckt war, und dann gut verschlossen in einem Wasserbade von 90° zwei Stunden lang erhitzt, um Fäulniskeime zu zerstören. Auf die erkaltete Gelatine wurden nun Partikelchen eines Sputums gebracht, welches längere Zeit frei an der Luft gestanden hatte und also voraussichtlich mit organischen Keimen aller Art durchsetzt war. Beide Flaschen, deren zu- und abführendes Rohr gut verschlossen war, wurden im Brütöfen einer Temperatur von ca. 35° ausgesetzt und täglich eine Viertelstunde lang mit Luft bzw. Ozon versehen.

Bis zum zwölften Tage zeigten beide Präparate keinen wesentlichen Unterschied, dann aber bildeten sich auf der Oberfläche

der mit Luft behandelten Gelatine einzelne linsengrosse zusammenhängende Rasen, augenscheinlich Schimmelpilze, welche unter dem Microscop zahlreiche Fäden und Sporen zeigten. Die Gelatine roch ekelhaft und gerann selbst bei einer Temperatur von $+ 2^{\circ}$ nicht mehr. Am folgenden Tage hatte sich der Schimmel stark vermehrt. In dem Ozonpräparat hingegen waren nur microscopisch hier und da kleine Gruppen von Schimmelfäden zu sehen, dem blossen Auge erschien die Gelatine rein, sie roch auch nicht ekelhaft und gerann noch bei 2° C.

Eingangs folgender Versuche sei bemerkt, dass bei denselben der Einfluss des Eintrocknens ausgeschaltet war, da die benutzten Objecte vor dem Eintrocknen gut geschützt waren, da ferner das Aufblasen von Luft auf gleiche Präparate kein Resultat gab. Nach der Ventilation war regelmässig noch eine genügende Quantität Wasser vorhanden; aber selbst ein mässiges Eintrocknen würde solchen Organismen, wie den Paramecien, dem Tubifex, nichts schaden, und würden sie namentlich nach Zusatz von neuem Wasser ungestört weiter leben und sich bewegen. In den verschiedenen mit Vorticellen und Paramecien angestellten Versuchen zeigt sich wieder deutlich, wie sehr die Wassermenge, welche die Thierchen enthält, auf die Ozonwirkung Einfluss übt. Die energische Lähmung der Thierchen trat immer nur in einem möglichst kleinen Wassertropfen ein, in grösseren Tropfen fühlten sie sich meistens ganz wohl und waren nicht zur vollständigen Bewegungslosigkeit zu bringen. In den ersten Versuchen war desshalb die Wirkung eine sehr schwache, später erst eine stärkere.

Es wird auch durch diese Versuche wieder bewiesen, was Binz bereits zur Erklärung für die geringe Wirkung des Ozons auf das rothe Blut herangezogen hat, dass nämlich alle in Wasser schwimmenden Organismen durch das Wasser selbst vor dem ätzenden Einfluss des Ozons kräftigst ge-

schützt werden ¹⁾. Wasser und Ozon sind Verbindungen, die sich nur schwer mischen und darum eine solche Durchdringung nicht ermöglichen, dass die in ersterem aufgeschwemmten Körper von dem zweiten leiden. Das Wasser legt sich wie eine Pelotte zwischen sie und das Ozon.

Versuch 6.

Ein Tropfen des rahmartigen Ueberzuges der Heujauche, in welchem sich zahlreiche und starke Paramecien befanden, wurde auf einem Objectglase unter eine Glocke mit feuchter Luft gebracht und durch ein Glasrohr drei Minuten lang Ozon in die Glocke geblasen; der Strom war schwach und wenig Ozon vorhanden, jedoch nachweisbar. Nach drei Minuten keine Wirkung, ebenso nach 9 Minuten Form, Farbe und Bewegung der Thierchen unverändert. In einem zweiten unter einer Glocke mit feuchter Luft liegenden Präparat, welches zur Controlle dienen sollte, war selbstverständlich keine Veränderung zu sehen.

Ungeachtet der chemisch deutlich nachweisbaren Wirkung des Ozons keine ersichtliche Wirkung auf die protoplasmatischen Gebilde. Es ist das ein Resultat, welches uns zeigt, dass das Ozon nicht so absolut giftig für die Bewohner von Fäulnissjauche ist, als man vielfach glaubt.

Versuch 7.

Anordnung wie vorher; starker Strom, Funken $1\frac{1}{2}$ cm, viel Ozon. Nach drei Minuten schien es, als ob die Thiere aufgeregter durcheinanderschössen als im Luftpräparat, nach sechs Minuten lagen sie still und bewegten nur die Flimmerhaare. Sofort bekamen sie kein Ozon mehr, erholten sich wieder und bewegten sich zunächst im Kreise um sich selbst, dann aber wieder in gerader Richtung. Die Thiere im Luftpräparat sehr lebhaft.

Zwei neue Präparate wurden neun Minuten, zwei andere fünfzehn Minuten lang mit Ozon behandelt, mit demselben Erfolge, ohne dass die Thierchen starben.

Hierauf wurde in

1) Berliner klinische Wochenschrift 1882. No. 2.

Versuch 8

ein Präparat mit etwas weniger Flüssigkeit einem starken Ozonstrom ausgesetzt; nach fünf Minuten keine Veränderung; aber nach fünfzehn Minuten war ein Theil der Thierchen todt, ein anderer bewegte sich träge. Kleine Parthien, besonders diejenigen, welche sich an Pflanzenstückchen festgesetzt hatten, oder in Haufen zusammengeballt lagen, schienen von dem Gase in keiner Weise verändert zu sein. Es liess sich jedoch noch eine Nachwirkung erkennen, insofern während der nächsten zehn Minuten viele vorher lebhaft Thiere abstarben.

Ein zweiter Tropfen befand sich ebenfalls in demselben Strome; nach fünfzehn Minuten zeigte sich die Wirkung deutlich am Rande: todtte Paramecien, theilweise mit ausgetretenem Protoplasma; in der Mitte des Tropfens noch hin und wieder ein sich langsam fortbewegendes Thierchen.

Versuch 9.

Der directen Beobachtung wegen wurden die Paramecien in einer Gaskammer dem Gase ausgesetzt (3 Elemente, Funken $1\frac{1}{2}$ cm), sie zeigten sich sehr empfindlich und nach vier bis sechs Minuten bewegungslos, belebten sich auch in feuchter Luft nicht wieder. Zum Beweise, dass dieses Ozonwirkung sei, wurde ein gleicher Tropfen nach Abstellung der Batterie mit demselben Apparat zwanzig Minuten lang bearbeitet, bis die Flüssigkeit anfang, einzutrocknen; trotzdem blieb alles bis zu Ende in lebhaftester Bewegung.

Versuch 10.

Eine Gruppe von Vorticellen befand sich eine halbe Stunde lang in der Gaskammer; der Ozonstrom war stark, 3 Elemente; grosser Wassertropfen. Bei Beginn der Ventilation wurden zuerst die Bewegungen lebhafter, dann matter, erloschen aber nicht während des Versuchs. Desshalb wurden in

Versuch 11

4 Elemente angesetzt und die Wassermenge knapper bemessen. Mit der Zuleitung des Ozons schossen die Thierchen schnell auf und nieder, einzelne wurden nach zwölf Minuten ruhig und bewegten nur noch die Wimpern, aber unregelmässig. Nach zwei weiteren Minuten Regungslosigkeit, welche nach zehn Minuten noch nicht gewichen war.

Versuch 12.

Bei dem Strome von vier Elementen, der allerdings nur 1 cm Funkenlänge ergab, waren die Glockenthierchen äusserst unruhig, beruhigten sich aber wieder bei Zuführung von Luft; der wieder erneuerte Strom und sein erneutes Aufhören brachte dasselbe Resultat, bis nach 10 Minuten dauernder Ventilation der Tod eintrat; Trübung und Formveränderung war nicht zu sehen.

Versuch 13.

Mehrere Exemplare des *Tubifex rivulorum* wurden in einem auf einem Objectträger befindlichen Wassertropfen in den frei aus dem Apparate tretenden Gasstrom gehalten, sie waren nach zwei Minuten stark abgeblasst und bewegungslos. Zusatz frischen Wassers brachte noch einige kleine Bewegungen für kurze Zeit hervor, ohne sie für die Dauer zu beleben. Ein zweites so behandeltes Präparat ergab dasselbe, während andere doppelt so lange einem Strome reiner Luft ausgesetzt keine Veränderung ergaben. Die zählebigen Thiere konnten durch den Luftstrom zum Antrocknen und dann durch Zusatz von Wasser wieder zu ihrer vollen Beweglichkeit gebracht werden.

Versuch 14.

In einer grösseren Quantität Wasser unter einem grossen Deckgläschen flottirend wurde eine *Hydra fusca* in die Gaskammer gesetzt, deren Boden wie gewöhnlich behufs Verhinderung der Verdunstung befeuchtet war. Das Thier wurde sofort unruhig und zog sich zusammen, machte nach und nach langsamere Bewegungen mit seinen Fangarmen, lebte aber noch nach einer halben Stunde; zwei Knospen des Thieres waren jedoch jetzt ohne alle Bewegung der Arme.

Versuch 15.

Ungefähr dieselbe Stromstärke, aber wenig Wasser, wesshalb der Polyp mehr Ozon bekam. 10 Uhr 34 Min. Er bewegt zum Klumpen geballt lebhaft die Arme. 10 Uhr 50 Min. Viele an ihm sich herumtummelnde wimpernde Scheiben bewegen sich langsamer, fallen ab und liegen still.

11 Uhr 4 Min. Die *Hydra* ist regungslos, stark gebräunt, um sie herum viel Detritus. Zufuhr reiner Luft übt keine Wirkung mehr.

Versuch 16.

4 Grove'sche Elemente, Ozonentwicklung sehr gut. Zwei Portionen frischer Presshefe à 10 gr wurden mit je 10 ccm Wasser angerührt und in einem Schälchen von etwa 10 ccm Durchmesser ausgebreitet. Das eine wurde unter eine Glasglocke gebracht und nun durch eine Glasröhre eine halbe Stunde lang Ozon unmittelbar darauf geblasen; auf das zweite wurde gleichfalls eine halbe Stunde hindurch eine gleiche Menge atmosphärische Luft geblasen. Nach 15 Minuten wurden beide Präparate umgerührt.

Um die Leistungsfähigkeit der beiden Hefeproben zu prüfen, wurden sie jetzt zu je 200 ccm einer zehnpromcentigen Glycoselösung geschüttet und bei Zimmerwärme bis zum folgenden Morgen stehen gelassen, dann filtrirt, mit Kalk versetzt, wieder filtrirt und im Vaporimeter untersucht.

Das Ozonpräparat lieferte	1,8% Alkohol
Das Controllpräparat	1,9 „ „

Versuch 17.

Dieselbe Anordnung wie vorher, nur wurden diesmal die beiden Zuleitungsröhren in die Schälchen eingesenkt. Die Luft drang blasenbildend in den Hefebrei ein, und die beiden Röhren wurden so beständig in dem Brei umhergeführt. Statt 200 diesmal nur 150 ccm Glycoselösung. Gährung über Nacht in mässig warmem Zimmer, dann Untersuchung.

Das Ozonpräparat lieferte 2,35% Alkohol.

Das Controllpräparat 2,50 „ „

Der Unterschied in der Production des Alkohols ist in beiden Versuchen ein so geringer, dass er auf Rechnung der gewöhnlichen Fehlerquellen quantitativer Bestimmungen bezogen werden darf. Es ist in hohem Grade auffallend, zu sehen, wie trotz der günstigsten Vorbedingungen die Hefezelle dem Ozon energischen Widerstand leistet. Ich werde darauf noch zurückkommen.

Versuch 18.

Zwei Kolben mit kugligem Bauche, dessen Umfang 32 cm mass, wurden etwa bis zur Hälfte mit einem wenig kohlensäurehaltigen Biere gefüllt, mit je 250 ccm.

Der Ozonstrom wurde nur auf die Flüssigkeit geleitet und seine directe Kraft möglichst durch vorgelegte Glaswolle gebrochen, so dass das Bier nicht bewegt wurde. Die neu aufgefüllte Tauch-

batterie gab eben eingesenkt einen prächtigen Strom und Funken von $1\frac{1}{2}$ cm; an der ausführenden Röhre erhielt man regelmässig intensive Ozonreaction. Dem halben Liter Bier war etwa 0,5 gr saures schwefelsaures Kali in einigen cem Wasser gelöst, zugesetzt worden, um die Bildung der Hefepilze zu fördern.

Alsdann begann das Aufblasen von Ozon auf die eine, von Luft auf die andere Portion, täglich etwa viermal. Nachdem dieses drei Tage lang geschahen, wurde das Bier am vierten, dem 30. Juli, sich selbst überlassen; an diesem Tage erschienen auf dem Luftpräparat einige kleine weisse Inseln, die andern Tages confluirten und einen zarten, stellenweise dichteren Ueberzug bildeten. In der Flüssigkeit selbst schwebten reichlich weisse Flocken; in dem Ozonpräparat war eine Trübung, aber keine Spur von einem oberflächlichen Pilzrasen zu sehen. Fortsetzung der Ventilation am 31. Juli. 1. August. Auf der Oberfläche des Luftpräparates ein derber weisser Ueberzug, der aus zahllosen Pilzen (*Mycoderma aceti*) besteht, die andere Portion zeigte an diesem und dem nächsten Tage nichts davon.

Die Titration ergab keine entsprechende erhebliche Differenz des Essigsäuregehaltes; von der Titrationsflüssigkeit verbrauchte das Ozonpräparat 10, das Luftpräparat 12 cem.

Versuch 19.

Anordnung wie in 18. Das Bier, mit 0,5 Gramm saurem schwefelsaurem Kali versetzt, befand sich seit dem 30. Juli Abends in einem verkorkten Glase, und wurden am 2. August je 250 cem in die Kolben gefüllt; es war schon trübe und enthielt weisse Flocken.

3. August. Die in dem Luftkolben befindliche Parthie zeigte einige kleine Flecke auf der Oberfläche. Am vierten bedeckten die Pilze die ganze Fläche und wurden im Laufe des Tages massenhafter. Die am Abend vorgenommene Titration ergab die hübsche Differenz von 6 cm Verbrauch beim Ozonpräparat gegenüber 11 cm bei dem andern, bezogen auf 100 cem Bier.

Verfahren bei der Titration.

In einer Platinschale wurde doppelt kohlensaures Natron geglüht und damit eine Sodalösung hergestellt, welche genau 53 Gramm pro Liter enthielt. Das Bier wurde, um den Farbstoff möglichst zu entfernen, auf das dreifache mit destillirtem Wasser verdünnt, was für diesen Zweck

dasselbe leistete wie das Entfärben mit Holzkohle und einfacher und schneller geschehen war. Das Bier wurde stets auf einem Gasofen warm gehalten und nach Zusatz der Natronlösung tropfenweise auf einer Porzellanplatte geprüft. Als Indicator wurde eine farblose alkoholische Lösung von Phenolphthalein, $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{matrix} \text{CO} - \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH} \\ \text{CO} - \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH} \end{matrix}$ benutzt, die sich in alkalischer Lösung sofort schön fuchsinroth färbt und ein äusserst empfindliches Reagens bietet. Ausser der Essigsäure, auf deren Entstehung bezw. Verhütung mein Versuch gerichtet war, sind allerdings noch andere Säuren im Biere vorhanden, aber doch in Spuren, welche hier nicht in Betracht kommen, besonders da es sich hier nur um das Verhältniss der Werthe, nicht um die absolute Zahl handelte.

Versuch 20.

Um eine ziemlich starke, dem menschlichen Magensaft ähnliche Flüssigkeit zu erhalten, wurde auf 100 gr destillirten Wassers 1 gr des neuerdings officinellen Pepsins und 0,5 gr Salzsäure genommen, und durch je 50 gr dieser Lösung zwei Stunden lang Ozon resp. Luft geführt. 4 Grove'sche Elemente lieferten sehr viel Ozon, so dass die Gummischläuche eines zufällig in der Nähe stehenden Apparates alsbald zerfressen wurden, eine unfreiwillige Reaction auf Ozon. Zwei Eiweisswürfel von je 1 gr wurden in diesen Lösungen um 1 Uhr Nachmittags in einen Brütöfen gebracht, dessen Temperatur durch den angebrachten Regulator constant auf 40° erhalten wurde.

8 Uhr Abends zeigte das Volum des in der Ozonkammer liegenden Würfels gegenüber dem andern ungefähr das Verhältniss 1:8. Jetzt wurde die Temperatur während der Nacht auf ca. 20°, die gerade vorhandene Zimmerwärme, sinken gelassen. Die Vergleichung der Gewichte der Eiweisswürfel am Morgen des folgenden Tages ergab

für die Ozonkammer	1,35 gr,
für die Luftkammer	0,1 gr.

Der Würfel, welcher in der mit Ozon in Berührung gekommenen Verdauungsflüssigkeit gelegen hatte, war also nur stark aufgequollen, wohingegen der andere von dem unveränderten Pepsin energisch angegriffen war.

Versuch 21.

Der celatante Unterschied der Gewichte im vorigen Versuch veranlasste mich, diesmal nur 12 Minuten zu ventiliren und dann genau so wie vorher zu verfahren.

Auch hier zeigte sich nach sieben Stunden ein deutlicher Unterschied, das Volum des im ozonisirten Pepsin liegenden Würfels betrug reichlich das doppelte des anderen. Am folgenden Tage enthielt die nicht ozonisirte Lösung ein nur stecknadelkopfgrosses Stückchen Eiweiss, die ozonisirte ein Scheibchen von etwa sechsfacher Grösse.

Versuch 22

wurde gleichzeitig mit vorigem angestellt und betraf unter übrigen gleichen Verhältnissen Eiweisswürfel von 0,5 gr. Ventilationszeit 6 Minuten. Nach sieben Stunden Volumdifferenz 1 : 4, am folgenden Tage waren beide Würfel ganz verdaut.

Bei diesen Versuchen war es mir leider nicht möglich, die Gewichte der einzelnen Würfel am zweiten Tage festzustellen.

Versuch 23.

Es wurde nur drei Minuten lang ventilirt. Um aber die Wirkung zu verstärken, wurden zwei halbe Gramm Pepsin nur leicht angefeuchtet in den Ventilationsstrom gebracht, nach drei Minuten 50 gr der Salzsäurelösung und Würfel à 1 gr zugesetzt. Sonst Anordnung wie vorher. Nach neun Stunden verhielten sich die Volumina wie 1 : 2, die Gewichte betrugen 0,25 und 0,5 gr. Am andern Morgen wog der mit Luft behandelte Würfel nur noch 0,05 gr, der andere hingogen 0,2 gr.

Versuch 24.

Auf dem Boden der schon im ersten Versuch benutzten Cylinder wurden je 10 gr faules Fibrin ausgebreitet und über die eine Portion gewöhnliche, über die zweite Ozonluft geleitet. Nach einer Stunde wurden die Fibrinflocken umgerührt, um andere Theile an die Oberfläche zu bringen. Jetzt fand sich, dass das mit Luft behandelte Fibrin stank, während das zweite durch das Ozon den

Gestank verloren hatte, nach leicht angefaultem Leim roch. Fortsetzung der Ventilation durch eine zweite Stunde änderte an diesem Resultat nichts.

Die Tauchbatterie lieferte am Ozonapparat, beim Nähern der Zuleitungsdrähte Funken von $1\frac{1}{2}$ cm Länge und viel Ozon.

In der Erwartung, die Zerstörung der Fäulnissgase noch rascher erreichen zu können, wurden in

Versuch 25

beide Gläser schon nach einer Minute geöffnet, nach zehn Ventilationsstößen. Der mit Luft behandelte Theil des Fibrins stank sehr intensiv, der andere trug zunächst den Ozongeruch, nach dessen Entfernung vermittelst Blasebalgs eine entschiedene Abnahme des Gestanks festgestellt wurde; ebenso nach zwanzig neuen Stößen; schon jetzt konnte man den Geruch als den leicht fauligen Leims bezeichnen. Die Fortsetzung der Ventilation während einer halben Stunde ergab kein weiteres Resultat; das Ozonpräparat war gebleicht.

Hier wie in dem vorhergehenden Versuch wurde die Differenz auch von Beobachtern erkannt, die nichts von den Zwecken meiner Versuche wussten. Sie fanden augenblicklich die bedeutenden Unterschiede heraus.

Versuch 26.

Das Pankreas eines eben geschlachteten Kalbes wurde fein zerkleinert und in gleicher Weise behandelt wie das Fibrin, also auf dem Boden der dort benutzten Gläser locker ausgebreitet, so dass es denselben eben bedeckte. Ventilation täglich 4 mal 10 Minuten lang. Die Tauchbatterie gab Funken von 1 cm. Das Gas blieb jedesmal bis zur nächsten Ventilation in den von der Luft abgeschlossenen Cylindern, welche dann erst behufs Constatirung des Geruchs geöffnet und von neuem mit Ozon resp. Luft versehen wurden. Temperatur durchschnittlich 23° C.

Am 18. Juli wurde der Versuch angesetzt.

19. Juli. Das mit dem Luftventilationsapparat verbundene Pankreas stank, das Ozonpräparat roch faulig; nach einigen Ventilationsstößen zunächst intensiver Ozongeruch, nach dessen Fortschaffung mittelst Blasebalgs der faulige Geruch verschwunden war; aus dem Luftpräparat war der Gestank durch den Blasebalg nicht fortzubringen. 3 Stunden später noch stärkerer Unterschied in den beiden Cylindern; gegen Abend wegen Eintrocknens Zusatz von je acht Tropfen Wasser.

20. Juli. Ueber Nacht war der Gestank beider Portionen derartig geworden, dass ich mich nicht getraute, einen Unterschied zu Gunsten des Ozons festzustellen; auch liess sich der Gestank der Portion, welche Ozon erhalten hatte, nicht mehr durch fortgesetztes Ventiliren vertreiben, allerdings vermindern. Trotzdem aber war nach einigen Stunden in beiden Gläsern wieder ein gleich scheusslicher Geruch.

Versuch 27.

In dem Babo'schen Apparat bildete sich viel Ozon bei einer Funkenlänge von $1\frac{1}{2}$ cm. Dasselbe wurde in einen der schon oft benutzten Cylinder geleitet, auf dessen Boden etwa ein Gramm gelbes Schwefelammonium sich befand. Es entstanden starke Nebel im Glase, und die Wand beschlug sich allmählich mit gelben Tropfen. Die austretenden Dämpfe wiesen für den Geruch noch unzersetztes Schwefelammonium auf und gaben mit Bleiessig noch starken Niederschlag. Erst bei rascherer Ventilation trat auch Ozongeruch auf, eine Reaction mittelst Jodkaliumkleisterpapiers war jedoch wegen des anwesenden Schwefelammons nicht zu bekommen. Auch das Zimmer roch stark nach diesem letzten Gas, nachdem eine Stunde lang ventilirt war, stank aber nicht so abscheulich, als wenn man eine Stunde lang Luft aufgeblasen hätte. Ausser dieser sehr wesentlichen Verminderung des Gestanks zeigte sich, dass das Ozon das Schwefelammonium zu schwefelsaurem Ammonium oxydirt hatte; denn Chlorbaryum brachte jetzt einen starken Niederschlag von schwefelsaurem Baryt hervor, der sich vor der Ventilation nicht hatte erzielen lassen.

Versuch 28.

Ventilationsdauer $\frac{3}{4}$ Stunde. Die Anordnung und das Resultat war das Gleiche wie im vorigen Versuch. Besonders eklatant war auch hier die Verminderung des Gestanks, welcher bei einem Controllversuch, also Ventiliren mit reiner Luft, in seiner vollen Intensität hervortrat.

Die folgenden zwei Versuche wurden direct im Anschluss an die mit dem Schwefelammonium angestellt und zeigen, wie der Schwefel nicht allein in der Verbindung mit Ammoniak, sondern auch in Substanz von dem Ozon angegriffen und oxydirt wird.

Versuch 29.

Da der käufliche Schwefel immer schon etwas sauer ist, wurde reiner Schwefel aus Schwefelammonium mit Salzsäure dargestellt und von der noch leicht alkalischen Lösung durch Filtration getrennt. Das so erhaltene Sediment wurde auf die Wände des Cylinders vertheilt und dann dem starken Ozonstrome vierzig Minuten lang ausgesetzt, welcher aus der Kammer in eine Vorlage von sehr verdünnter Chamäleonlösung ging. Ueber dieser Lösung liess sich das Ozon mit dem Reagenspapier nachweisen. Nach beendigtem Ventiliren war die Lösung des übermangansauren Kali nicht entfärbt, also keine schweflige Säure nachzuweisen. Es wurde jetzt der Cylinder mit destillirtem Wasser ausgespült, dieses filtrirt und mit Chlorbaryum versetzt. Dasselbe lieferte einen deutlichen, bei Zusatz eines Tropfens Salzsäure unlöslichen Niederschlag, also schwefelsauren Baryt.

Versuch 30.

Anordnung wie vorher, 4 Grove's, guter Ozonstrom. Die Vorlage zeigte keine Veränderung der Farbe und auch keinen Niederschlag mit Chlorbaryum. Dagegen entstand er deutlich in dem Filtrat des aus der Kammer erhaltenen Spülwassers. Nach einer Stunde war der Versuch abgebrochen. Das Resultat war also auch hier Oxydation des aus alkalischer Lösung abfiltrirten feuchten Schwefels zu Schwefelsäure, unter Uebergang der schwefligsauren Producte. Es harmonirt das letztere mit dem bekannten Charakter der schwefligen Säure, sehr gern sich zu Schwefelsäure weiter zu oxydiren.

Fassen wir nun das Ergebniss der vorstehenden Versuche zusammen, so ist bewiesen, dass das Ozon hemmend auf das Wachsthum der niederen Organismen einwirkt und mit dem Wachsthum auch die specifische Wirkung der einzelnen einschränkt, mag uns diese nun als Fäulniss oder als Gährung erscheinen.

Wurden gährende oder faulende Körper dem Einfluss der ozonisirten Luft ausgesetzt, so ergab sich regelmässig

in dem einen Falle eine Verminderung der durch die Fermente gelieferten Producte, des Essigs, des Peptons, in dem andern Falle eine wesentliche Abnahme der Fäulnisproducte. Die Zerstörung derselben wurde theils aus einer Verminderung des Geruches der Fäulnisgase erschlossen, so bei faulendem Fibrin und Pankreas, theils wurde die directe Oxydation durch den nascirenden Sauerstoff festgestellt, so beim Schwefelammonium. Auch bei indifferenten niedersten Organismen, wie bei den gewöhnlichen Bacterien, die sich im Harn, in Zuckerlösungen einfinden, ferner bei den Schimmelpilzen, war eine entschiedene Beeinträchtigung des Wachstums und der Vermehrung zu erkennen. Und sogar noch höher stehende Wesen, wie *Paramecium aurelia*, *Vorticella microstoma*, *Tubifex rivulorum*, *Hydra fusca*, wurden von einem kräftigen Ozonstrom getödtet.

Sehr auffallend ist es, dass die Hefe gegen das Ozon, welches unmittelbar und in kräftiger Menge auf sie einwirkte, so wenig reagirte. Sehen wir doch, dass die andern gährungshemmenden Stoffe, z. B. die Halogene, die Blausäure, das Chinin die Thätigkeit der Hefe sofort und bedeutend herabsetzen.

Zur Erklärung des abweichenden Verhaltens der Hefe liegen zwei Möglichkeiten vor. Erstens lässt die Membran der Hefezellen das Ozon, welches ja von allen diesen Körpern der unbeständigste ist, nicht durchdringen. Seine Wirkung beschränkt sich auf diese Membran und erreicht nicht das Protoplasma. Oder zweitens, was vielleicht wahrscheinlicher ist: das Ozon wurde in der von mir verwandten Zeit rasch von den in der Hefe gelösten amorphen Eiweiss- und sonstigen organischen Stoffen consumirt und hatte desshalb keine Zeit, auf die Zellen selbst seine giftige Wirkung auszuüben. Wir kennen bereits ein analoges Verhalten des Ozons gegenüber dem Blute, wo auch die rothen Blutkörperchen erst relativ spät von dem Ozon angegriffen werden ¹⁾).

1) C. Binz, Ueber das Verhalten von Ozon und Blut zu einander. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1882, No. 4.

Es ist also die Wirkung des Ozons auf protoplasmatische Gebilde unbestreitbar, anders aber steht es mit der Intensität der Wirkung. Alle niederen Lebewesen, auf die ich Ozon einwirken liess, reagierten darauf, aber mit Ausnahme der zuletzt genannten vier wurde keins derselben vernichtet. Es gelang z. B. nicht, mit den angewandten Mengen des Ozons eine Flüssigkeit ganz frei von Bacterien zu erhalten, es gelang nicht, die Keimfähigkeit der Schimmelsporen zu vernichten. Fast jeder Versuch liefert hierzu ein weiteres Beispiel. Das Ozon in den anwendbaren Mengen verzögert also nur die Entstehung und Fortpflanzung der organischen Keime, vernichtet sie keineswegs. Analoges finden wir bei den verschiedensten Antisepticiis. Hin und wieder beobachtet man in den chirurgischen Kliniken den intensiv blauen Eiter bei mehreren Kranken, und die Pilze, welche ihn bedingen, wuchern in einer zweiprocentigen Lösung von Carbolsäure ruhig weiter. Während aber in diesem Falle das Antisepticum ohne grosse Mühe concentrirter gemacht werden kann und jetzt seine volle Wirkung entfaltet, geht das beim Ozon nicht so ohne weiteres. Im gewöhnlichen Leben kann man nicht einmal mit so starken Ozonmengen arbeiten, wie sie in vorliegenden Versuchen zur Verwendung kamen. Man müsste enorme Mengen herstellen, wenn man es z. B. zum Zwecke der Desinfection von Zimmern benutzen und es in der Concentration, in welcher ich es brauchte, an die in der Luft schwebenden Sporen und Micrococcen heranbringen wollte.

Practisch verwerthbar scheint mir das Ozon deshalb da nicht, wo man desinficiren will. Chlorgas, Brom, Carbol, die gründliche Lüftung und Reinigung unserer Zimmer und Krankensäle sind einfachere, bessere und vor allem bedeutend bequemere und billigere Mittel als das Ozon. Dagegen in anderer Beziehung ist die antiseptische Wirkung dieses Gases nicht ganz gleichgültig, zumal da dasselbe eine sehr vielseitige Wirkung entfalten zu können scheint. In den Versuchen sind von den niedern Organismen besonders diejenigen betrachtet worden,

die Gährung oder Fäulniss bedingen. Eine andere für den Arzt viel wichtigere Gruppe ist aber diejenige, welche die verschiedenen Infectionskrankheiten hervorruft, und besonders auf diesem Gebiete spielen die Antiseptica in der Medicin eine grosse Rolle. Man denke nur, in welcher segensreicher Weise hier das Chinin auf das Malariagift einwirkt, welches uns durch die Untersuchungen von Klebs und Tommasi als *Bacillus* demonstriert wurde, wie sicher in vielen Fällen die Salicylsäure den Gelenkrheumatismus heilt, als dessen Grundlage wir uns eine verkehrte Thätigkeit organischer Gebilde vorstellen, wie prompt endlich das Quecksilber bei der luetischen Infection hilft. Aus diesem Grunde ist es nicht gleichgültig, wenn die Reihe unserer antiseptischen Mittel vermehrt wird, von denen das eine oder andere sich vielleicht als ein sogenanntes Specieum herausstellt. So ist es auch vorläufig nicht von der Hand zu weisen, dass vielleicht im Laufe fernerer Untersuchungen das Ozon einmal einen Infectionsstoff trifft, mag er geformt oder ungeformt, microscopisch zu erweisen sein oder nicht, der in ganz exquisiter Weise von ihm angegriffen wird.

Mir schien es wohl der Mühe werth zu sein, die fürchterlichste Plage, an welcher die Menschheit leidet, die Tuberculose, dem Ozon gegenüber zu stellen. Durch die Untersuchungen von Koch in Berlin ist es bewiesen, dass der Tuberkelbacillus die Ursache dessen ist, was wir im gewöhnlichen Leben als Lungenschwindsucht bezeichnen. Sollte nicht dieser Bacillus in dem Ozon einen Hauptgegner finden?

Berechtigt ist man zu dieser Frage durch mehrere Momente der bisherigen ärztlichen Beobachtung. Die Tuberculose entsteht hauptsächlich da, wo nach den Untersuchungen von Wolffhügel das Ozon vollkommen fehlt, in engen, dumpfen, mit Auswurfstoffen aller Art erfüllten menschlichen Wohnungen. Der Bacillus nistet sich in unsern Lungen gerade dort fest ein, wo die geringste Ventilation der Luftwege stattfindet, in den Lungenspitzen. Die Tuberculose wird heutzutage mit Erfolg bekämpft,

wenn sie nicht schon zu eingewurzelt ist, durch den Aufenthalt in der Höhenluft, wo unter dem Einfluss einer geringeren Luftdichte und stärkerer Sonnenstrahlung das verdunstende Wasser andauernd Ozon bildet.

Unter gütiger Mitwirkung des Herrn Dr. Menche, Assistenzarztes der medicinischen Klinik zu Bonn, habe ich in Anbetracht alles dessen mich daran gemacht, die Koch'schen Bacillen zu isoliren, zu züchten und ebenso unter den Einfluss der ozonisirten Luft zu stellen, wie ich das mit anderen niedersten Organismen gethan habe. Da es heute erwiesen ist, dass wir ozonisirte Luft, wenn das Ozon nur genügend verdünnt ist, einathmen können, so würde die practische Verwerthung nicht ausgeblieben sein. Leider muss ich gestehen, dass die Versuche, mit denen wir uns seit Monaten beschäftigten, nicht zum Abschluss gekommen sind. Die Isolirung und Züchtung des Tuberkelbacillus erfordert Zeit und Aufmerksamkeit in solchem Grade, dass man sich nur damit und mit nichts anderem beschäftigen darf. Hoffentlich führt Jemand, der sich mehr frei als ich jener Prüfung widmen kann, diese Untersuchungen aus.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Binz, in dessen Laboratorium ich diese Versuche anstellen konnte, sowie Herrn Professor Dr. Schulz für ihren freundlichen Beistand bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Ernst Fischer, ev. Confession, am 18. October 1861 zu Dortmund, wo meine Mutter sich noch einer leidlichen Gesundheit erfreut. Nachdem ich am dortigen Gymnasium im Frühjahr 1879 das Zeugniß der Reife erhalten hatte, bezog ich die Universität Bonn und wurde am 8. Mai in das Album der medicinischen Facultät eingetragen. Am 24. Febr. 1881 bestand ich das Tentamen physicum, wandte mich im 6. Semester nach Berlin, von wo ich nach Ablauf des Semesters nach Bonn zurückkehrte. Am 23. Februar 1883 bestand ich das Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen bezw. Kliniken der Herren Professoren und Docenten:

In Bonn: Binz, Burger, Busch, Clausius, Doutrelepont, Finkler, v. Hanstein, A. Kekulé, Koester, v. Leydig, Nasse, Nussbaum, Obernier, Pflüger, Rühle, Saemisch, Schaaffhausen, Schulz, Trendelenburg, von la Valette St. George, Veit, Walb, Zuntz.

In Berlin: Busch, Frommel, Henoeh, Leyden, Lewinsky, Schweigger, Senator, Sonnenburg.

Allen diesen meinen hochverehrten Herren Lehrern spreche ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

Thesen.

- 1) Schon bei 300facher Vergrösserung kann man mit Sicherheit das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Tuberkelbacillen constatiren. Doppelfärbung ist überflüssig.
- 2) Desinfection der Instrumente und Verbandstoffe durch heissen Dampf bietet dieselbe Sicherheit des Erfolges wie die Anwendung der Carbolsäure.
- 3) Auch bei Oesophaguscarcinom ist die Gastrotomie eine sehr empfehlenswerthe und segensreiche Operation.
- 4) Die Diagnose Lues hereditaria tarda ist nur mit äusserster Vorsicht zu stellen.
- 5) Dass den minimalen Ozonmengen der Luft eine Wirksamkeit zukommt, muss noch schärfer erwiesen werden als bisher.

Opponenten:

Carl Bohland, cand. med.
Robert Buchfeld, stud. rer. nat.
Aug. Meyer, cand. med.

13950

