

Ueber
das Ozon als Luftbestandtheil
und
seine Beziehungen
zu den verschiedenen Zuständen der Atmosphäre.
Von
Dr. **G. Weber**,
Groß-Regimentsarzt in Mannheim.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß bei heftigen Gewittern zuweilen ein eigenthümlicher, gewöhnlich als schwefelig oder phosphorartig bezeichneter Geruch in der Luft wahrgenommen wird. Schon in den homerischen Gesängen ¹⁾ geschieht bei der Schilderung von Gewittern des Geruchs von brennendem Schwefel Erwähnung. Noch bekannter und in auffallenderem Grade bemerkbar ist dieser Geruch, insofern er sich an dem Conductor einer in Thätigkeit gesetzten Electrifirmaschine entwickelt. Diese Thatsache findet sich schon in allen älteren Lehrbüchern der Physik angeführt, die nähere Untersuchung aber des räthselhaften Riechstoffes, welche zu den wichtigsten Ergebnissen führte, ist das unbestrittene Verdienst eines schon durch die Entdeckung der Schießbaumwolle berühmt gewordenen deutschen Chemikers, des Professors Christoph Friedrich Schönbein in Basel. Seit dem Jahre 1840 beschäftigt sich

1) Ilias VIII 135 und XIV 414; Odyssee XII 414 XIV 305.

dieser geniale Forscher unausgesetzt mit der weiteren Entwicklung seiner folgereichen Entdeckung, frühere Irrthümer be-richtigend, neue hochwichtige Beziehungen fast täglich aufdeckend. Schönbein fand, daß der sogenannte electriche Geruch nicht nur bei dem Ausströmen der Reibungselectricität aus Spizen, sondern auch bei der Zersetzung des Wassers mittelst der galvanischen Säule und zwar am positiven Pole derselben auf-trete. Er nannte diesen Riechstoff, dessen Trennung von dem an der positiven Electrode sich sammelnden Sauerstoffe Ozon (von dem Griechischen ὄζω, ich rieche). Weitere Ver-suche hatten das, für die genauere Kenntniß der Eigenschaften dieses Stoffes höchst wichtige Ergebniß, daß derselbe auch auf anderem, namentlich chemischem Wege mit Leichtigkeit in größerer Menge gewonnen werden könne und zwar vorzüglich durch die langsame Verbrennung des Phosphors. Es zeigt sich hierbei der Geruch des Ozons in concentrirtem Zustande stechend schwefelig und chlorähnlich, die Respirationsorgane heftig reizend, im verdünnten mehr phosphorartig, welche Bezeichnung jedoch jetzt nicht mehr als richtig angenommen werden kann, da gerade dem sich bildenden Ozon der Phos-phor seinen spezifischen Geruch verdankt.

Schönbein machte ferner die wichtige Entdeckung, daß ebenso wie in atmosphärischer Luft durch Electriciren Ozon künstlich erzeugt werden kann, dieser Stoff auch durch die großartigen electriche Vorgänge in unserer Atmosphäre fort-während gebildet und seiner gasförmigen Beschaffenheit wegen in derselben zerstreut werde, daher auch fast immer ein größerer oder geringerer Theil desselben in der Luft nach-gewiesen werden könne. Die nähere Betrachtung dieses at-mosphärischen Ozons nun, seiner Entstehungsquellen und namentlich seiner Beziehung zu den verschiedenen anderen meteorologischen Verhältnissen, soll der Hauptgegenstand dieser kleinen Abhandlung sein. Da jedoch denen unserer verehrten Vereinsmitglieder, welchen das Ozon überhaupt fremd und die bereits sehr umfangreiche Literatur über dasselbe vielleicht

nicht zugänglich ist, Manches unklar bleiben könnte, halte ich es für geeignet, das Wichtigste über das Wesen und die interessantesten Eigenschaften des Ozons nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft in gedrängter Kürze voranzuschicken.

Ueber das Wesen des Ozons herrschten seit seiner Entdeckung bis auf die neuere Zeit verschiedene, zum Theil sich widersprechende Ansichten und es haben sich neben Schönbein viele andere ausgezeichnete Forscher des In- und Auslandes, wie Marignae, De la Rive, Berzelius, Marchand, Fremy, Becquerel, Osann, Baumert u. A. mit Untersuchungen über diesen Gegenstand beschäftigt. Schönbein selbst änderte einige Male seine Ansicht über die wahre Natur des Ozons, in welchem er bald nach dessen Entdeckung¹⁾ einen dem Chlor oder Brom ähnlichen elementaren Stoff, einen haloiden Salzbilder glaubte vermuthen zu dürfen. In einer etwas später erschienenen, größeren, selbstständigen Schrift²⁾ stellte er die Hypothese auf, daß der Stickstoff zusammengesetzt sei und aus einem einfachen Stoffe, dem Ozon und Wasserstoff bestehe. Er suchte durch diese Hypothese mehrere dunkle chemische Vorgänge auf eine geistreiche Art zu erklären und gründete auf dieselbe eine neue Gewittertheorie. Aber auch diese Ansicht mußte im Verlaufe weiterer Untersuchungen wieder aufgegeben werden. Später wurde das Ozon auch für einen höher oxydirten Wasserstoff gehalten, jetzt haben sich aber alle Forscher dahin geeinigt, in demselben einen, in einem besondern (erregten) Zustande befindlichen, einen sogenannten allotropischen Sauerstoff zu erkennen, welchen man Ozon-Sauerstoff (Osann) im Gegensatz zu dem gewöhnlichen (thermischen), electricirten Sauerstoff (Fremy, Becquerel) zu nennen vorschlug. Die einfache Bezeichnung Ozon (O) dürfte aber um so eher beizubehalten sein, als

1) In den Denkschriften der Academie der Wissenschaften in München 1840.

2) Ueber die Erzeugung des Ozons auf chemischem Wege. Basel 1844.

sich an dieselbe zugleich die Erinnerung an den berühmten Entdecker dieses Stoffes knüpft.

Was die physikalischen Eigenschaften des Ozons betrifft, so ist dasselbe nur gasförmig darstellbar und besitzt die Cohäsionsverhältnisse und das specifische Gewicht des Sauerstoffgases. In electromotorischer Beziehung ist es eminent negativ, so daß ein vollkommen trockenes Platinblech von gewöhnlicher Temperatur, wenn es auch nur wenige Secunden in ozonisirte Luft gehalten wird, negativ polarisirt (von einer dünnen, an dessen Oberfläche haftenden Ozonschichte) erscheint. Im erwärmten Zustande bleibt es indifferent.

Unter den physiologischen Eigenschaften des Ozons ist dessen, in concentrirtem Zustande scharfen, stechenden, chlorähnlichen Geruchs bereits erwähnt worden. Beim Einathmen reizt derselbe die Respirationsorgane heftig, erzeugt katarthalische Affectionen, bei längerer Dauer Entzündung derselben und kann kleinen Thieren selbst in kurzer Zeit tödtlich werden, was durch directe Versuche von Schwarzenbach, Schönbein, Mischer, Scoutetten, Böckel u. A. zur Genüge bewiesen wurde. So tödtete nach Ersterem Luft, welche nur $\frac{1}{2000}$ ihres Gewichtes an Ozon enthielt, ein Kaninchen in 2 Stunden. Aber auch selbst in sehr verdünntem Zustande kann das Ozon noch den Athmungswerkzeugen nachtheilig werden und es ist daher einleuchtend, daß dieser Stoff, welcher fast stets als Bestandtheil in unserer Atmosphäre nachzuweisen ist, wenn er sich einmal in ungewöhnlicher Menge in derselben anhäuft, auch zur Krankheitsursache in der angedeuteten Richtung werden kann. Aber auch der Mangel an Luftozon kann, und vielleicht selbst noch in größerem Maßstabe, zur Entwicklung von Krankheiten Veranlassung geben, worauf wir später noch einmal zurückkommen werden. Hier steht noch ein weites Feld für Beobachtungen offen. Die bisher angestellten haben zum Theil sich widersprechende Resultate geliefert.

Die chemischen Eigenschaften des Ozons sind höchst

wichtig und interessant, können jedoch hier nur in Kürze und namentlich insoferne sie auch praktisches Interesse bieten, angedeutet werden. Die bemerkenswertheite ist sein eminentes Oxydationsvermögen, vermöge dessen es schon bei gewöhnlicher Temperatur die Mehrzahl der der Sauerstoffaufnahme fähigen Körper oxydirt, so namentlich alle Metalle mit Ausnahme von Gold und Platin. So werden z. B. durch dasselbe in der Kälte Silber und Blei in Superoxyde, Arsen in Arsenfäure verwandelt u. Mit Phosphor bildet es unter denselben Verhältnissen erst phosphorige Säure, dann Phosphorsäure unter Entwicklung von Licht und mehr oder weniger Wärme. Mit Chlor, Jod und Brom geht das Ozon nicht saure aber höchst bleichende Verbindungen ein. Selbst der Stickstoff kann zu Salpetersäure oxydirt werden und die Spuren derselben, welche sich namentlich nach Gewittern in der Atmosphäre nachweisen lassen, sind wohl der gesteigerten Ozonbildung zuzuschreiben.

Von praktischem Interesse ist ferner die Eigenschaft des Ozons, aus den meisten Jodmetallen augenblicklich das Jod auszuscheiden, worauf Schönbein sein später zu beschreibendes Ozonmeter gegründet hat. Ebenso bemerkenswerth ist seine Eigenschaft, manche Pflanzenfarben zu verändern, namentlich zu bleichen. Die Bleichung einer Indigo-Lösung hat der genannte Forscher auch dazu benützt, um die Menge des in einem bestimmten Luftquantum enthaltenen Ozons durch Titrirung zu bestimmen¹⁾. Quajaktinktur wird durch Ozon in derselben Weise wie durch Bleisuperoxyd oder durch

1) Durch Schütteln einer ozonhaltigen Luft mit Indigotinktur, welche (in normaler Lösung, nämlich 10 Gramm mit Salzsäure versetzt und erhitzt, dann mit so viel chlorsaurem Kali vermischt, daß darin ein Milligramm Sauerstoff enthalten ist) in kleinen Mengen so lange zugesetzt wird, als sie sich entfärbt. Die Menge der verbrauchten Lösung gibt das Maß für die Menge des vorhandenen Ozons, 10 Gramm der ersteren entsprechen 1 Milligramm des letztern.

Chlor gebläut, während der gewöhnliche Sauerstoff gar keine Veränderung derselben hervorbringt. Eine frisch bereitete Quajaktinktur¹⁾, in welche Streifen von Filtrirpapier getaucht werden, gibt ein noch empfindlicheres Reagenz auf Ozon als Jodkalium-Stärkepapier und ein sehr sicheres und bequemes Mittel, die Zustände des freien und gebundenen Ozons zu erkennen.

Auch auf die meisten organischen Substanzen wirkt das Ozon oxydirend und mehr oder weniger zerstörend ein. Dieses scheint jedoch nicht bei fixen Contagien (von der Kuhpocken-Lymphe z. B. ist es mit Bestimmtheit nachgewiesen) so wie bei lebenden niederen Thier- und Pflanzenbildungen der Fall zu sein und es dürfte hiermit die erfolglose Anwendung ozonisirter Luft zur Hemmung gewisser contagiöser Krankheiten im Zusammenhang stehen. Die Eigenschaft des Ozons, den Fäulnißprozeß organischer Stoffe aufzuhalten, macht dasselbe als Luftbestandtheil höchst wichtig, worauf wir sogleich näher zurückkommen werden.

Der ozonisirte Sauerstoff scheint aber auch tiefer in das innere organische Leben der Thier- und Pflanzenwelt einzugreifen, wie dies Schönbein in einer neueren Arbeit²⁾ zu entwickeln sucht. Er spricht dabei auch die Ansicht aus, daß der Sauerstoff, wie er in der atmosphärischen Luft enthalten sei oder in dem Laboratorium dargestellt werde, für sich keine oxydirende Wirkung zu äußern vermöge, sondern diese Eigenschaft erst unter dem Einflusse gewisser Imponderabilien oder gewichtiger Agentien (z. B. Electricität, Phosphor u.) erhalte.

Raum und Zweck dieser kleinen Abhandlung erlauben nicht, die übrigen chemischen Beziehungen des Ozons genauer zu erörtern, dagegen wollen wir einen kurzen Blick auf die Verhältnisse werfen, unter welchen dasselbe in seiner Entwicklung

1) Eine Auflösung von einem Theile möglichst unverändertem d. h. braungelbem, durchsichtigem Harz auf 100 Theile Weingeist.

2) Archiv für physiologische Heilkunde 1856.

gehindert oder zerstört wird. Hierher gehört vor Allem eine höhere Temperatur. Ozonirter Sauerstoff oder ozonhaltige Luft auf 250° C. erhitzt, verlieren den Geruch und alle übrigen Eigenschaften des Ozons, was auch statt findet, wenn man dieselbe durch eine mit Kohlenpulver gefüllte Röhre streichen läßt. In Verbindung mit oxydirbaren organischen oder unorganischen Substanzen gebracht, verschwindet das Ozon und zwar um so rascher, wenn diese gasförmiger Natur sind. Hierher gehören namentlich auch die Luftarten, welche sich bei der Zersetzung organischer Substanzen zu entwickeln pflegen. In der Nähe eines übelriechenden, stagnirenden Wassers, einer Kloake, einer Düngerstätte, werden wir kein Ozon durch unsere Reagentien wahrnehmen können, indem dasselbe sofort mit den gebildeten Gasen (Schwefel-, Phosphor-, Kohlenwasserstoffgas, Ammoniak) in chemische Verbindung tritt. Die hierauf beruhende wichtige Eigenschaft des Ozons, üble Gerüche zu zerstören und die Fäulniß organischer Substanzen zu hemmen, wurde auch durch direkte Versuche von Schönbein und Scoutetten¹⁾ mit Bestimmtheit nachgewiesen. In voller Fäulniß begriffene Stücke Fleisch, welche in mit stark ozonirter Luft gefüllte Flaschen gebracht wurden, verloren ihren Geruch fast augenblicklich und auf so lange, als sie mit dem Ozon in Berührung blieben und dieses zur Oxydation der Zersetzungs-Gase hinreichte. Scoutetten hat seine Versuche auch auf größere Wohnräume mit gleichem Erfolge ausgedehnt.

Die hohe Wichtigkeit dieser Miasmen zerstörenden Eigenschaft ist einleuchtend und wir müssen in ihm den mächtigsten Reiniger unserer Atmosphäre erkennen, ohne welchen sich die aus der ungeheuren Menge der stets in Verwesung begriffenen organischen Körper entwickelnden, nicht respirablen Gasarten in einer für Gesundheit und Leben verderblichen Menge

1) L'Ozone ou recherches chimiques, météorologiques, physiologiques et médicales sur l'oxygène électrisé par H. Scoutetten etc. Paris et Metz 1856.

sammeln müßten. Daß Gewitter die Luft reinigen, ist eine alte, durch die Erfahrung sanctionirte Volksregel, das wie aufzuhellen, war aber erst der Reizzeit und Schönbein's folgewichtiger Entdeckung vorbehalten. Wenn wir schon bei unsern kleinen electrischen Versuchen Ozon in einer sehr bemerkbaren Menge willkürlich erzeugen können, so daß dasselbe ein Zimmer, in welchem eine Electrifirmaschine kurze Zeit gedreht worden war, mit dem charakteristischen Geruche erfüllt, sind wir da nicht berechtigt, anzunehmen, daß bei den großartigen electrischen Vorgängen in unserer Atmosphäre während eines Gewitters, der Sauerstoff der Luft in einer solchen Menge electrifizirt (in Ozon umgewandelt) werde, daß er der wichtigen Funktion der Reinigung derselben zu entsprechen im Stande ist! Aber auch der übermäßigen Anhäufung des Ozons in der Luft, welche der Gesundheit nachtheilig werden könnte, wirkt dessen Verwandtschaft zu den oxydablen Stoffen entgegen und Scoutetten¹⁾ sagt treffend: „les miasmes oxydables sont détruits par l'Ozone, mais celui-ci à son tour est détruit par les miasmes.“

Fügen wir noch einige Worte über die künstliche Erzeugung des Ozons bei. Der wichtigsten Mittel hierzu, des electrischen, Volta'schen und chemischen Weges haben wir bereits gedacht. Praktisch wichtig ist, daß gewisse Substanzen, namentlich ätherische Oele, z. B. Citronenöl, Terpentinöl, die Eigenschaft besitzen, schon bei gewöhnlicher Temperatur Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen und denselben im ozonisirten Zustande wieder auszuscheiden. Unter Mitwirkung des Lichtes, wenn Terpentinöl in weißen, lufthaltigen Flaschen, die nur zur Hälfte oder zum vierten Theile damit gefüllt und zuweilen zum Behufe der Lufsterneuerung zu öffnen sind, häuft sich der erregte Sauerstoff in sehr merklicher Menge über dem Oele an, worüber Schönbein der naturforschenden Gesellschaft in Basel²⁾

1) A. a. O. pag. 188.

2) Am 13. Nov. 1850 und 5. Febr. 1851.

interessante Mittheilungen machte. Wir besitzen hierin eine leichte Methode, Ozon in größerer Menge rasch darzustellen, welche auch schon praktisch verwerthet wurde, indem Pfeuffer in München während der Cholera vermittels derselben Ozon in den Krankenjälen entwickelte, meines Wissens jedoch ohne besondern Erfolg, was jedenfalls nicht für einen flüchtigen (gasförmigen) Charakter des Cholera-Contagiums zu sprechen scheint. — Mit dem ozonisirten Terpentinöle, welches sich durch Geruch und Geschmack wesentlich von dem gewöhnlichen unterscheidet, dem Pfeffermünzöle ähnlich ist, auf die Haut gebracht heftig reizende Wirkung entfaltet und kleine Thiere in geringer Gabe rasch tödtet, stellte Prof. Dr. Seiz in München 1) physiologisch-therapeutische Versuche an, deren Resultate interessant genug sind, um zur nähern Prüfung und Wiederholung derselben aufzufordern.

Nach diesen Vorbemerkungen über das Wesen und die wichtigsten Eigenschaften des Ozons wenden wir uns zur nähern Betrachtung desselben als eines Bestandtheiles unserer atmosphärischen Luft und versuchen namentlich den Einfluß der verschiedenen meteorologischen Verhältnisse auf seine Entwicklung nach eigenen Beobachtungen etwas näher zu beleuchten.

Schönbein erkannte schon frühzeitig das Ozon als einen selten oder nie fehlenden Bestandtheil der Luft, als dessen Ursache er die fast unaufhörlich in derselben stattfindenden electrischen Entladungen annahm und beobachtete dasselbe und seine Veränderungen mit seinem eigens hierzu verfertigten Ozonometern, dessen weiter unten speciellere Erwägung geschehen wird.

Er fand den Ozongehalt der Luft durchschnittlich am stärksten im Winter, namentlich bei Schneefällen, am schwächsten im Sommer, in den beiden andern Jahreszeiten in einem mittleren, jedoch sehr veränderlichen Verhältnisse. Er be-

1) Archiv für gemeinschaftl. Arbeiten I. Bd. 4. Heft.

merkte ferner, daß derselbe in den höhern Schichten der Luft zunehme und beobachtete ihn namentlich einigemale in sehr intensivem Grade auf den Höhen des Jura in der Nähe von Gewittern. Er fand zuweilen die Menge des atmosphärischen Ozons so bedeutend, daß es sich sogar dem Geruchsinne offenbarte.

Das Vorkommen des Ozons in der Luft schwankt sehr unter allgemeinen wie lokalen Einflüssen. In bewohnten Räumen, in engen belebten Straßen, in der Nähe von übelriechenden stagnirenden Gewässern, Kloaken, Fabriken, welche zum Ausströmen gewisser Gase Veranlassung geben (namentlich des Leuchtgases) werden wir aus leicht verständlichen Gründen mit unsern Reagentien wenig oder gar kein Ozon nachweisen können, in um so größerer Menge hingegen, je reiner die Luft des Beobachtungsortes von schädlichen Effluvia ist, je höher derselbe sich über das Niveau des Bodens erhebt, namentlich auch je mehr Vegetation sich in dessen Umgebung befindet. Auch unmittelbar über Flächen stehenden und fließenden reinen Wassers findet eine größere Ozonentwicklung statt.

Die Bildung und Anhäufung von atmosphärischem Ozon unter Verhältnissen, welche uns keine unmittelbare electrische Vorgänge in der Luft erkennen lassen, das oft nur sehr lokale Auftreten dieses Stoffes mußte zu der Vermuthung führen, daß derselbe auch noch andern Einflüssen seine Entstehung verdanken könne.

Scoutetten hat zur Untersuchung der Entstehungsquellen des atmosphärischen Ozons eine Reihe interessanter Versuche angestellt, welche ihn zu dem Schlusse führten, daß Ozon erzeugt werde

- 1) durch Electricirung des Sauerstoffs, welcher von dem Wasser ausgeschieden wird,
- 2) durch Electricirung des von den Pflanzen secernirten Sauerstoffs,

- 3) durch Electricisirung des Sauerstoffs, welcher sich bei verschiedenen chemischen Processen bildet und endlich
 4) durch Electricisirung des Sauerstoffs der Luft bei Gelegenheit der electricischen Phänomene in derselben.

Die Entwicklung des Ozons aus dem Wasser findet nach dem genannten Forscher nur unter dem Einflusse des Lichtes und mäßiger Wärme statt und ist dem im Wasser aufgelösten Sauerstoffe zu verdanken, welcher durch die während der Verdunstung frei werdende Electricität ozonifirt wird. Destillirtes oder abgekochtes (daher keine Luft enthaltendes) Wasser entwickelte kein Ozon.

Daß die Pflanzen bei Tage Sauerstoffe ausscheiden, ist eine längst konstairte Thatfache, welche aber von Scoutetten dahin berichtet wurde, daß dieses kein gewöhnlicher Sauerstoff, sondern Ozon ist, welches durch die bei der beträchtlichen Verdunstung der Vegetabilien und unter dem Einflusse ihrer Lebensthätigkeit erzeugte Electricität gebildet wird. Dieses scheint namentlich während des Wachsthums, also bei erhöhter Lebensthätigkeit und zwar in ungleichem Grade bei verschiedenen Pflanzen statt zu finden. Da, wie schon früher bemerkt, das Ozon bleichend auf Pflanzenfarben einwirkt, möchte die bekannte kräftigere Wirkung der Rasenbleiche im Frühjahr auch seinem Einflusse zuzuschreiben sein.

In ausgedehnten Wasserflächen und einer reichen Vegetation sehen wir also zwei wichtige Entstehungsquellen des atmosphärischen Ozons während des Tages. Die erfrischende und belebende Eigenschaft der Luft der Wälder, namentlich in Gebirgen, ist längst bekannt und wurde gewöhnlich einem größeren Sauerstoffreichthume derselben zugeschrieben, während doch durch berühmte Autoritäten das stets gleiche Verhältniß des Sauerstoffs in der Luft aller Orten genügend bewiesen wurde. Es ist nicht eine größere Menge des Sauerstoffs, sondern eine veränderte Beschaffenheit desselben, seine Verwandlung in Ozon, welche der Luft in vegetationsreichen Gegenden den Charakter belebender Reinheit ertheilt.

Da auf der belebten Oberfläche unserer Erde fortwährend chemische Verbindungen und Trennungen der verschiedensten Art stattfinden, welche immer mit Electricitätsentwicklung verbunden sind, wobei der frei werdende Sauerstoff ozonifirt wird, so sehen wir auch hierin eine nicht unbedeutende Entstehungsquelle des atmosphärischen Ozons, während wir auf der andern Seite hierdurch viele Vorgänge erklären können, welche früher in tiefes Dunkel gehüllt waren, so z. B. die Bildung von freier Salpetersäure in der Luft, die Salpeterbildung auf der Oberfläche der Erde, die langsame Verbrennung (Drydation) mancher Stoffe in der freien Luft und ähnliche Erscheinungen, welche man der Wirkung des bekannten Sauerstoffs unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht zuschreiben konnte.

Als eine hochwichtige und bis auf die neuere Zeit für die alleinige gehaltene Erzeugungsquelle des Luftozons müssen wir endlich die electricischen Vorgänge in der Atmosphäre selbst, namentlich in den höheren Schichten derselben, die Anhäufung ungleichnamiger Electricitäten in den Wolken, welche ihre Ausgleichung in den Gewittern finden, betrachten. Daß während derselben starke Reactionen auf das Ozonmeter stattfinden und der specifische Ozongeruch sich nicht selten dem Geruchsorgane kund gibt, wurde bereits früher erörtert.

Nach diesen Betrachtungen über die Entstehungsquellen des atmosphärischen Ozons wenden wir uns zur Beobachtungsmethode desselben. Auf die Eigenschaft des ozonifirten Sauerstoffs, aus dem Jodkalium durch Verbindung mit dem Kalium das Jod auszuscheiden, welches damit verbundenes Stärkemehl bläut, hat Schönbein sein Ozonometer gegründet. Er gibt zur Bereitung des Ozon-Reagenz-papiers folgende Vorschrift: 1 Theil reinen Jodkaliums (d. h. eines solchen, dessen verdünnte mit etwas Stärkekleister versetzte Lösung bei Zusatz einiger Tropfen reiner Salz- oder Schwefelsäure anfänglich wenigstens durchaus farblos bleibt), 10 Theile reine Stärke (welche namentlich nicht mit Chlor ge-

bleicht sein darf) und 200 Theile destillirtes Wasser werden zu einem dünnen Kleister aufgekocht. In die, durch Leinwand geseigte Flüssigkeit taucht man einen Viertelbogen reinsten Filtrirpapiers (am besten des chlorfreien sogenannten schwedischen) hängt diese an ausgespannten Bindfaden in einem verschlossenen Zimmer zum Trocknen auf und schneidet sie nachher in Stücke von 4" Länge und $\frac{1}{3}$ " Breite und bewahrt dieselben in verschlossenen Flaschen oder Kapseln auf. Zum Zwecke der Beobachtung des atmosphärischen Ozons werden solche Streifen an einem, der freien Luft zugänglichen, aber gegen directes Sonnenlicht, Regen oder Schnee geschützten Orte, möglichst entfernt von Abtritten, Düngerstätten, Ställen, überhaupt von Vertlichkeiten, welche Ozon zerstörende Gase entwickeln, aufgehängt. Nach längerer oder kürzerer Zeit und je nach dem Ozongehalte der Luft werden diese Streifen eine gelbliche, bräunliche oder auch (namentlich bei feuchter Luft) mehr oder minder violette Färbung annehmen. Taucht man sie aber in destillirtes Wasser, so tritt sogleich durch die Einwirkung des Jods auf das sich auflösende Stärkemehl die mehr oder minder blaue Farbe des Jodstärkemehls hervor. Zur Bestimmung dieser Farbentöne hat Schönbein eine Skala konstruirt, welche 11 Grade von 0—10 enthält, wobei 0 den vollkommenen Mangel, 10 den höchsten Grad der Ozon-Reaction andeutet. Dieses Ozonometer ¹⁾ ist bis jetzt allgemein zur Beobachtung des Ozongehaltes der Luft angewendet worden, schießt aber, so einfach und bequem sein Gebrauch auch ist, den Wunsch nicht aus, daß es dem genialen Entdecker des Ozons gelingen möge, uns mit einem zuverlässigern Mittel zur genauern Bestimmung des Luftozons zu beschenken. Ein Hauptübelstand des Ozonometers ist die Ungleichheit des Reagenzpapiers, welche namentlich bei dem aus der angegebenen Quelle bezo-

1) Zu beziehen bei Carl Bürgyn, Buchbinder und Universitäts-Bedell in Basel, mit Skala und Reagenzpapier zu täglich 2maliger Beobachtung auf 1 Jahr zu dem Preise von 1 fl. 12 fr.

genen recht hervortritt, daher es wohl nicht überflüssig sein dürfte, einige Modifikationen, welche mir bei der Bereitung dieses Papiers zweckmäßig schienen, etwas näher zu beschreiben. Statt Viertelbogen Filtrirpapier in den, nach angegebener Vorschrift bereiteten Kleister zu tauchen und dieselben, wenn sie trocken sind, in Streifen zu zerschneiden, wobei das Papier zu oft durch die Hand läuft und der Kleister abgerieben wird, schneide ich die Streifen vorher zurecht, tauche sie einzeln in die Flüssigkeit, streife sie leicht über ein Glasstäbchen ab, um den überflüssigen Kleister zu entfernen und trockne sie, indem ich sie nebeneinander in glatte Dräthe (Stricknadeln eignen sich sehr gut hierzu) stecke, welche von einem beliebigen Gestelle in horizontaler Richtung auslaufen. Bei der Aufbewahrung sollen die Streifen nicht fest auf einander liegen (wie dieses bei den Bürgyn'schen der Fall ist), indem sie sonst mit einiger Gewalt auseinander gezogen werden müssen, wobei der trockene Kleister abstäubt und fleckige Reaction eintritt. Auch die Skala der Basler Ozonmeter läßt in Bezug auf ihre Ausführung und Genauigkeit der Farbenabstufung Manches zu wünschen übrig. Viel besser ist in dieser Beziehung die dem genannten Werke von Scoutetten beigegebene, ebenfalls 11theilige Skala. - Es sind zur Bereitung eines bessern Reagenz-papiers bereits verschiedene Abänderungen angegeben worden, so von dem eben genannten Forscher, Dr. Maak in Kiel u. A., welche mir aber bei theilweise größerer Schwierigkeit keine wesentliche Vortheile vor dem nach der angegebenen Methode von mir dargestellten Schönbein'schen Papiere zu gewähren scheinen. Sehr altes Reagenzpapier verliert seine Brauchbarkeit nicht durch chemische Zersetzung, sondern durch allmähliges Abspringen des sehr trocken gewordenen Jodkaliumkleisters.

Im Allgemeinen bieten die Beobachtungen des Ozongehaltes der Luft nicht den Grad der Sicherheit, wie die der verschiedenen andern Zustände derselben, z. B. des Luftdrucks, der Temperatur, Feuchtigkeit u. s. w. Nicht unbeträchtliche Fehlerquellen, deren Ursachen theils in dem Instrumente und

der Beobachtungsmethode selbst, theils in zufälligen äußern Verhältnissen begründet sind, deren nähere Auseinandersetzung hier aber zu weit führen würde, zumal sie auch aus dem bereits Angeführten unschwer erschlossen werden können, geben diesen Beobachtungen bis jetzt wenigstens einen nur sehr approximativen Werth. Doch genügen sie immerhin, um, namentlich längere Zeit fortgesetzt, die relative Menge des Lufstozons und besonders dessen Beziehung zu den verschiedenen Zuständen der Atmosphäre zu untersuchen.

Mit solchen Untersuchungen haben sich außer Schönbein bereits viele andere Forscher beschäftigt und deren Ergebnisse veröffentlicht. Da letztere aber zum Theile sehr von einander abweichen, theilweise sich auch nur auf einzelne meteorologische Verhältnisse beziehen, beschloß ich, meinen seit einer Reihe von Jahren angestellten Witterungsbeobachtungen auch solche über den Ozongehalt der Luft beizufügen. Die hier mitzutheilenden Resultate derselben mögen daher als Beitrag zu der noch lange nicht abgeschlossenen Lehre von dem atmosphärischen Ozon betrachtet werden. Die Beobachtungen selbst wurden in Karlsruhe in den Jahren 1855 und 1856 angestellt und zwar in ersterem Jahre 2mal täglich (Morgens und Abends), in letzterem 3mal, gleichzeitig mit den andern meteorologischen Beobachtungen (Morgens 7, Nachmittags 2, Abends 9 Uhr). Durch Ortsveränderung wurden sie leider im Oktober 1856 unterbrochen. Das sehr günstige Beobachtungslokal befand sich in dem 3ten Stocke eines an einem freien Platze gegen Norden gelegenen Hauses, vollkommen geschützt gegen schädliche Effluvien jeder Art. Als Apparat diente ein aus der angegebenen Quelle bezogenes Schönbein'sches Ozonometer, dessen Reagenzpapier ich später mit der angegebenen Modifikation selbst bereitete.

Die erhaltenen Resultate theile ich in allgemeine, welche aus den Beobachtungen der 2 Jahre geschöpft sind und sich auf das Vorkommen des Lufstozons in den einzelnen Tageszeiten, Monaten und Jahreszeiten beziehen, und specielle,

deren Gegenstand das Verhältniß dieses Stoffes zu der Temperatur, dem Luftdrucke, Dunstdrucke, der Feuchtigkeit, Bewölkung, den verschiedenen Niederschlägen und dem Winde nach Richtung und Stärke ist. Diese Resultate sind allein aus den Beobachtungen im Jahre 1856 gezogen und wenn sie sich auch nicht über ein ganzes Jahr erstrecken, so liegt ihnen doch die immerhin nicht unbeträchtliche Zahl von über 800 einzelnen Aufzeichnungen zu Grunde.

I. Allgemeine Resultate.

Folgende Tabelle gibt die durchschnittliche monatliche Stärke des Ozons bei Tage und Nacht vom Oktober 1855 bis incl. September 1856, wobei für das letztere Jahr der Ozongehalt der Luft während der Tageszeit aus der mittägigen und abendlichen Beobachtung gezogen ist.

Ozongehalt der Luft:

Monat	während des Tages,	während der Nacht
Oktober 1855	7,16	6,36
November "	4,27	5,73
Dezember "	5,64	7,16
Januar 1856	5,23	6,51
Februar "	5,43	7,03
März "	4,47	6,29
April "	5,67	6,17
Mai "	6,85	7,32
Juni "	5,14	5,43
Juli "	4,40	5,16
August "	5,59	5,87
September "	6,84	7,23
Mittel	5,56	6,35

Für die drei Tageszeiten erhalten wir aus den täglich dreimaligen Beobachtungen im Jahre 1856 folgende Resultate:

Dzongehalt der Luft:

Monat	Morgens 7 Uhr,	Nachmittags 2 Uhr,	Abends 9 Uhr.
Januar	6,51	5,25	5,22
Februar	7,03	5,93	4,93
März	6,29	5,03	4,45
April	6,17	6,03	5,30
Mai	7,32	6,93	6,78
Juni	5,43	5,27	5,01
Juli	5,16	4,87	4,32
August	5,78	5,93	5,26
September	7,23	7,40	6,27
Mittel	6,33	5,85	5,28

Aus dieser Zusammenstellung erhellt, daß in allen Monaten der Dzongehalt der Luft während der Nacht größer war, als während des Tages. Für die einzelnen Tageszeiten selbst finden wir denselben beträchtlicher während des Vormittags als Nachmittags. Die Erklärung dieser Thatsache dürfte nach dem alsbald zu erörternden Einflusse der Temperatur nicht schwierig sein.

Der mittlere monatliche Dzongehalt war folgender:

Dzongehalt der Luft:

Monat	1855,	1856,	Mittel aus beiden Jahren.
Januar	6,19	5,66	5,92
Februar	7,28	5,96	6,62
März	6,39	5,68	6,03
April	4,67	5,83	5,25
Mai	4,94	7,01	5,97
Juni	4,87	5,23	5,10
Juli	5,42	4,78	5,10
August	5,30	5,69	5,29
September	6,01	6,97	6,49
Oktober	7,26		7,26
November	5,00		5,00
Dezember	6,40		6,40
Mittel	5,81	5,86	5,83

In dieser Tabelle finden wir schon nicht unbedeutliche Schwankungen des mittleren monatlichen Ozongehaltes der Luft in 2 Jahren, während der jährliche nur unbedeutend differirt. Eine Uebereinstimmung findet im Allgemeinen insofern statt, als in beiden Jahren die Maxima auf die kältern, die Minima auf die wärmeren Monate fallen. Der Ozongehalt der Luft in den Monaten Januar, Februar, März, Mai, September, Oktober und Dezember steht über, der der Monate April, Juni, Juli, August und November unter dem Jahresmittel. Hierbei scheint jedoch eine zufällige Anomalie in Betreff der Monate November 1855 und Mai 1856 statt zu finden.

Was die Jahreszeiten betrifft, so zeigte nach unsern Beobachtungen der Herbst und nach ihm der Winter den größten Ozongehalt, den geringsten der Sommer, während der Frühling eine nahezu mittlere Ozonmenge ergab.

II. Specielle Resultate.

In den folgenden Tabellen sind der leichtern Uebersicht wegen die bei der Beobachtung der verschiedenen Instrumente (Thermometer, Barometer, Psychrometer) sich ergebenden Bruchtheile mit dem entsprechenden Ozongehalte der Luft zu den ganzen Zahlen gezählt und aus ihnen die Mittel für jeden Grad oder jede Linie berechnet.

1) Einfluß der Temperatur.

Temperatur R.	Ozon.	Temperatur R.	Ozon.
— 9° . . .	6,50	+ 2° . . .	5,77
— 7° . . .	6,50	+ 3° . . .	5,40
— 5° . . .	6,00	+ 4° . . .	5,23
— 4° . . .	6,60	+ 5° . . .	5,82
— 3° . . .	6,25	+ 6° . . .	5,55
— 2° . . .	5,17	+ 7° . . .	6,92
— 1° . . .	5,75	+ 8° . . .	6,82
0° . . .	5,48	+ 9° . . .	6,43
+ 1° . . .	6,51	+ 10° . . .	6,41

Temperatur R.	Ozon.	Temperatur R.	Ozon.
+ 11° . . .	5,74	+ 18° . . .	4,83
+ 12° . . .	6,38	+ 19° . . .	4,16
+ 13° . . .	6,20	+ 20° . . .	4,52
+ 14° . . .	6,18	+ 21° . . .	4,83
+ 15° . . .	5,68	+ 22° . . .	5,83
+ 16° . . .	4,92	+ 23° . . .	4,89
+ 17° . . .	5,46	+ 24° . . .	4,07

Schon ein oberflächlicher Blick auf diese Tabelle zeigt, daß den tiefern Temperaturgraden im Allgemeinen ein größerer Ozongehalt der Luft entspricht, daß derselbe bei mittlerer Wärme ein mehr schwankendes Verhältniß zeigt, bei den höhern Wärmegraden jedoch unbedingt abnimmt. Folgende Gruppierung wird dieses noch deutlicher hervortreten lassen:

Temperatur.	Ozon.
I. Sehr kalt (unter 0° bis 0°) . . .	6,27
II. Kalt (von 0° bis + 4°) . . .	5,68
III. Mäßig warm (von + 5° bis + 13°) .	6,14
IV. Warm (von + 14° bis + 19°) . . .	5,20
V. Sehr warm (von + 20° bis + 24°) .	4,83

Bei III. findet eine, vielleicht durch zufällige Einflüsse bedingte Abweichung statt, sonst sehen wir eine stetige Abnahme des Ozongehaltes der Luft mit zunehmender Wärme, so daß wir als Gesetz annehmen können, der Ozongehalt der Luft stehe in umgekehrtem Verhältnisse zu deren Temperatur.

2) Einfluß des Luftdruckes.

Barometerstand.	Ozon.
26'' 11''' . . .	5,00
27'' 0''' . . .	3,00
" 1''' . . .	3,50
" 2''' . . .	5,16
" 3''' . . .	6,83
" 4''' . . .	6,86
" 5''' . . .	6,67

Barometerstand.	Ozon.
27" 6''' . . .	6,76
" 7''' . . .	6,32
" 8''' . . .	4,98
" 9''' . . .	5,72
" 10''' . . .	5,57
" 11''' . . .	5,39
28" 0''' . . .	5,86
" 1''' . . .	5,46
" 2''' . . .	6,95
" 3''' . . .	5,99
" 4''' . . .	5,50
" 5''' . . .	7,00

Die Beziehungen des Luftdruckes zum Ozon erscheinen viel weniger auffallend, als die der Temperatur, treten jedoch in folgender Zusammenstellung schon mehr hervor:

Barometerstand.	Ozon.
Sehr tief (26" 11''' bis 27" 3''' . . .	4,69
Tief (27" 4''' — 7''')	6,65
Mittlerer (27" 8''' — 11''')	5,42
Hoch (27" 11''' — 28" 2''')	6,09
Sehr hoch (28" 3''' — 5''')	6,16

Auffallend ist die geringe Ozonmenge bei sehr tiefem Barometerstande, während dieselbe im Allgemeinen bei hohem Luftdrucke bedeutender, als bei einem mittlern erscheint. Da der tiefere Barometerstand in der Regel bei höherer Temperatur (im Sommer), der höchste bei gleichzeitig tiefer Temperatur (im Winter) beobachtet wird und wir gefunden haben, daß der Ozongehalt der Luft in umgekehrtem Verhältnisse zur Temperatur steht, so können sich obige Resultate wieder auf die Einwirkung letzterer zurückführen lassen, wenn nicht auch den Veränderungen des Luftdruckes selbst ein direkter Einfluß auf die Entwicklung von Electricität und in deren Folge auf die Erzeugung von atmosphärischem Ozon zugeschrieben werden muß. Humboldt deutete schon auf die mannichfaltigen

Beziehungen der Luftpolectricität zu dem Drucke der Atmosphäre hin und Saussure bemerkte eine tägliche Veränderung in der Electricität der Luft, welche den täglichen Barometer-schwankungen entspreche. Durch direkte Versuche hat endlich in neuester Zeit Elisha Foot¹⁾ die bedeutende Entwicklung einer in ihrem Verhalten der durch die Electrisirmaschine erzeugten ähnlichen Electricität durch Zusammendrückung oder Ausdehnung der Luft vermittle der Luftpumpe nachgewiesen und nimmt an, daß sich die im Kleinen erlangten Resultate auch bei den großen Operationen der Natur verfolgen lassen und daß die Schwankungen der Atmosphäre Zusammen-drückungen und Ausdehnungen genug erzeugen, um großartige electriche Phänomene herbeizuführen.

3) Einfluß des Dampfdruckes.

Psychrometerstand.	Ozon.
Von 0 — 1 Bar. Linie . . .	5,32
„ 1 — 2 „ „ . . .	5,47
„ 2 — 3 „ „ . . .	5,84
„ 3 — 4 „ „ . . .	6,18
„ 4 — 5 „ „ . . .	6,26
„ 5 — 6 „ „ . . .	5,28
„ 6 — 7 „ „ . . .	5,29

Im Allgemeinen zeigte sich eine stetige Zunahme des atmosphärischen Ozons mit dem steigenden Dampfdrucke, nur bei den höchsten Graden des letztern (die in der Regel auch mit den höchsten Temperaturgraden zusammenfallen) findet wieder eine Abnahme desselben statt.

4) Einfluß der Luftfeuchtigkeit.

Hygrometerstand (Procente).	Ozon.
Von 20 — 30	4,83
„ 30 — 40	4,48
„ 40 — 50	4,91

1) Aus den Verhandlungen der American association in Montreal am 13. Aug. 1857, mitgetheilt im „Ausland“ 1858, Nr. 8.

Hygrometerstand (Procente).	Ozon.
Von 50 — 60	5,79
„ 60 — 70	5,48
„ 70 — 80	5,76
„ 80 — 90	6,45
„ 90 — 100	5,66

Die verschiedenen Feuchtigkeitsgrade zu größern Gruppen vereinigt, geben folgendes Resultat:

Feuchtigkeitsgrad.	Ozon.
Sehr trocken (20 — 40 Proc.)	4,65
Trocken (40 — 60 Proc.)	5,35
Mäßig feucht (60 — 80 Proc.)	5,62
Feucht (80 — 90 Proc.)	6,45
Sehr feucht (90 — 100 Proc.)	5,66

Hieraus ergibt sich das Gesetz, daß die Ozonbildung der Luft in geradem Verhältnisse zu dem Feuchtigkeitsgrade derselben stehe. Nur bei dem höchsten Grade der Feuchtigkeit, wie namentlich während eines anhaltenden Regens oder dichten Nebels, zeigt das Ozonometer geringere, namentlich im letztern Falle häufig gar keine Reaction¹⁾.

5) Einfluß der atmosphärischen Niederschläge.

Niederschläge.	Ozon.
Keine Niederschläge	5,38
Regen	6,26
Schnee	7,21
Duft und Nebel	5,92
Reif	6,00
Gewitter	6,30
Hagel	7,00
Höherrauch	4,50

1) Scoutetten (a. a. D.) erklärt die mangelnde Reaction des Ozonometers bei excessiv feuchter Luft dadurch, daß das Jodstärkemehl, welches in kaltem Wasser löslich ist, verschwinde, indem es mit demselben verdunste, wenn das Papier von Regen oder starkem Nebel durchweicht sei. Ich habe aber häufig bei vollkommen trockenem Papiere keine Reaction auf Ozon während starken Nebels beobachtet.

Bei den meisten wässerigen Niederschlägen sehen wir die Ozonmenge der Luft vermehrt, am auffallendsten bei Schnee, Hagel und unter dem Einflusse der Gewitterbildung. Namentlich zeigte sich stärkere Reaction auf das Ozonmeter kurz vor dem Beginne oder beim Anfange von Regen oder Schnee, bei plötzlicher Wolkenbildung nach längerer Zeit heiterem Himmel und es konnte dieselbe nicht selten zur Vorhersage auf bald eintretende Niederschläge benützt werden. Bei Dunst und Nebel erscheint das atmosphärische Ozon vermindert, in hohem Grade bei Höherrauch, welcher auch in der Regel nur bei ganz trockenem Himmel beobachtet wird.

Die Menge des gefallenen atmosphärischen Wassers scheint keinen direkten Einfluß auf die Ozonbildung der Luft zu äußern, wie folgende Zusammenstellung der monatlichen Wassermenge und des mittleren Ozongehaltes der Luft vom Jahre 1855 nachweist.

Monat.	Wassermenge (Cubikzoll).	Ozon.
Januar	282	6,19
Februar	648	7,28
März	446	6,39
April	362	4,67
Mai	480	4,94
Juni	496	4,87
Juli	549	5,42
August	312	5,30
September	154	6,01
Oktober	388	7,26
November	123	5,00
Dezember	235	6,40

6) Einfluß der Bevölkerung.

Bewölkung.	Ozon.
Heiterer Himmel	5,06
Unterbrochen heiterer Himmel	5,57
Durchbrochen trüber "	5,78
Trüber Himmel	6,51

Das Resultat dieser Zusammenstellung ist interessant, indem es zu dem Schlusse führt, daß die Ozonmenge der Luft in geradem Verhältnisse zu der Bewölkung des Himmels steht.

7) Einfluß des Windes.

Wir haben denselben sowohl nach seiner Richtung wie Stärke zu untersuchen.

Richtung des Windes.	Ozon.
NW	5,76
N	5,77
NO	5,48
O	4,22
SO	5,23
S	5,20
SW	5,97
W	6,29

Der stärkste Ozongehalt der Luft zeigt sich bei W, der geringste bei O Wind. Stellen wir die Winde nach Hauptrichtungen zusammen, so erhalten wir für die

Westrichtung (West, Nordwest, Südwest) .	6,01 Ozon.
Ostrichtung (Ost, Nordost, Südost) . .	4,98 "
Nordrichtung (Nord, Nordost, Nordwest) .	5,67 "
Südrichtung (Süd, Südost, Südwest) . .	5,47 "

Hieraus läßt sich das Gesetz ableiten, daß kalte und feuchte Winde der Bildung des atmosphärischen Ozons günstiger sind, als trockene und warme.

Stärke des Windes.	Ozon.
Windstille oder sehr schwacher Wind . .	4,76
Schwacher Wind	6,25
Starker Wind	6,46
Sehr starker Wind	6,71

Das interessante Resultat dieser Zusammenstellung ist, daß der Ozongehalt der Luft in geradem Verhältnisse zu der Stärke des Windes steht.

Ueber den jedenfalls höchst wichtigen Einfluß der Electricität der Luft auf die Bildung des Ozons konnte ich leider keine eigene Versuche anstellen. Schönbein fand bei Vergleichung der Verzeichnisse der genauern Beobachtungen der Luftpolelectricität, namentlich derjenigen des Brüsseler Physikers Quetelet, mit den Angaben seines Ozonometers eine Uebereinstimmung zwischen denselben und zwar in der Art, daß die mittleren Maxima und Minima der Luftpolelectricität und des Ozongehaltes der Atmosphäre in dieselben Jahreszeiten fallen und zwar beide Maxima in den Winter, beide Minima in den Sommer. Er nennt daher das Luftozonometer ein mittelbares Electrometer.

Fassen wir zum Schlusse noch einmal die Hauptresultate unserer Untersuchungen zusammen, so lassen sich dieselben mit wenigen Worten auf folgende Weise ausdrücken:

- 1) Der Ozongehalt der Luft ist größer bei Nacht, als bei Tag;
- 2) Derselbe ist bedeutender in den kältern Monaten, als in den wärmern.
- 3) Derselbe steht in umgekehrtem Verhältnisse zu der Temperatur der Luft.
- 4) Hoher Luftdruck scheint die Ozonbildung mehr zu begünstigen, als ein tiefer und mittlerer.
- 5) Dasselbe wurde auch vom Dampfdrucke (der Elasticität des atmosphärischen Wassergases) beobachtet.
- 6) Der Ozongehalt der Luft nimmt zu mit der steigenden Feuchtigkeit derselben.
- 7) Unter den atmosphärischen Niederschlägen sind vorzüglich Schnee, Hagel und Regen der Ozonbildung sehr günstig. Dieselbe ist stark bei Gewittern.

- 8) Die Menge des atmosphärischen Ozons steht in geradem Verhältnisse zu der Bewölkung des Himmels.
- 9) Unter den verschiedenen Windesrichtungen begünstigt vorzüglich die westliche die Ozonbildung. Das Entgegengesetzte findet bei der östlichen statt.
- 10) Von wesentlichem Einflusse erscheint die Stärke des Windes auf die Menge des atmosphärischen Ozons, welche in geradem Verhältnisse zu derselben steht.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht des Mannheimer Vereins für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 1858

Band/Volume: [23-24](#)

Autor(en)/Author(s): Weber E.

Artikel/Article: [Ueber das Ozon als Luftbestandteil und seine Beziehungen zu den verschiedenen Zuständen der Atmosphäre 40-65](#)