

Die Schnelligkeit, mit welcher bei Anwesenheit von Phenylendiamin und Speichel das Wasserstoffsperoxyd des Speichels Ammoniaksalze in Nitrit überführt, ist sehr bemerkenswerth, da gewöhnlich sehr dünnes Wasserstoffsperoxydwasser dies in saurer Lösung nicht thut.

Jedenfalls geht aus meinen Beobachtungen hervor, dass wir bei allen Vorgängen, wo Wasserstoffsperoxyd gebildet werden kann, bei Anwesenheit von Ammoniak auch mit der Bildung von Salpetrigsauren Salzen zu rechnen haben werden, und da dieses so leicht in Salpetersäure übergeführt wird, wir auch die Bildung dieser Säure im Organismus und bei gewissen Processen ausserhalb desselben anzunehmen gezwungen werden, da, nach meinen in Bälde zu veröffentlichenden Untersuchungen über die Oxydationsverhältnisse im Thierkörper, die Bildung activen Sauerstoffs und das Vorhandensein seiner Dauerform, des Wasserstoffsperoxyds, im thierischen Organismus wohl kaum mehr bezweifelt werden können.

Berlin, im December 1886.

Gad's Abtheilung des physiologischen Instituts.

671. C. Wurster: Die Activirung des Sauerstoffs der Atmosphäre und deren Zusammenhang mit den elektrischen Erscheinungen der Luft und mit der Entstehung der Gewitter.

(Vorgetragen in der Sitzung vom Verfasser.)

Obwohl das Ozon, seines Geruches halber, wohl das ältest beachtete Gas sein dürfte, da der Schwefelgeruch beim Einschlagen des Blitzes schon dem grauen Alterthum bekannt war und der elektrische Geruch ja die Ursache wurde, weshalb Schoenbein sich so eingehend mit der Entstehung dieses eigenthümlich riechenden Gases beschäftigt hat, so giebt uns die exacte Wissenschaft dennoch nicht das Recht die Anwesenheit des Ozons in der Atmosphäre anzuerkennen, wenn der elektrische Geruch auch noch so deutlich ist, es sei denn dass zugleich die bekannten Ozonpapiere die Ozonreaction geben, was gewöhnlich nicht der Fall ist. Von mancher Seite wird deshalb das Vorkommen des Ozons in der Luft ganz in Frage gestellt.

Im Jahre 1869 und 1870 hatte mein damaliger Lehrer Prof. Liës-Bodard Tag und Nacht einen Babos'schen Ozonisirungsapparat im Gange und da ich zu gleicher Zeit die Broschüre von

Meissner über den Sauerstoff ins Französische übersetzte, so ist es nicht Wunder zu nehmen, dass der Ozongeruch sich meinen Sinnen tief einprägte, und dass es mir deshalb auch gelingt, Ozon überall da zu riechen, wo Schoenbein dessen Entstehung behauptete, in der Atmosphäre, beim Verdampfen des Wassers auf reinem Linnen, am Bunsen'schen Brenner u. s. w. Noch vertrauter wurde ich mit dem Ozongeruch durch den Umstand, dass ich jahrelang einen Tropfapparat mit 42 Tellern, deren Oberfläche durch Auflegen von Austernschalen noch vergrößert war, zur Reinigung der Luft in meinem Sprechzimmer mit einer Lösung von übermangansaurem Kali berieseln liess. Obwohl jeder Laie beim Betreten des Zimmers auf Befragen sagte: »es rieche nach der Seebrise oder nach Waldluft« — auch nach Morgennebel wurde mir geantwortet, — so gab Jodkaliumstärkepapier unter Tags auch hier kaum eine Ozonreaction, wurde jedoch zuweilen des Morgens durch Ausscheidung von Jod gebräunt gefunden.¹⁾

Die Frage nach der Anwesenheit des Ozons in der Luft, sowie nach der Art seiner Entstehung, die gewöhnlich auf eine Wirkung der Elektrizität zurückgeführt wird, ist von verschiedenen Gesichtspunkten aus wichtig, und es werden ja an vielen Orten Ozonbestimmungen regelmässig ausgeführt. Da alle diese Angaben nur die Mittel vieler Stunden oder gar von 24 Stunden sind, so lassen sich aus diesen Beobachtungs-Resultaten kaum Schlüsse ziehen, und doch ist die Frage der Activirung des Sauerstoffes der Luft von solch allgemeinem Interesse, da die ozonreiche Luft gewöhnlich als eine frische belebende empfunden wird, andererseits aber die Bildung des für das Pflanzenleben so nöthigen salpetrigsuren Ammoniak, vielleicht auch die Bildung der Gewitter mit der Ursache der Activirung des Sauerstoffes zusammenfallen.

Da ich meine Ozonbeobachtungen mehr mit Hülfe meines Geruchsorganes denn mit dem Jodkaliumstärkepapier und dem Houzeauschen Lakmusjodkaliumpapiere angestellt hatte, so wäre ich wohl nie in die Lage gekommen, dieselben zu veröffentlichen, obwohl ich bei meinen Nebel- und Gewitterstudien auf Fusstouren in Deutschland und auf Hochgebirgs-Touren in der Schweiz und Oesterreich schon zu ganz bestimmten Ansichten über die Ozonbildung gelangt war, wenn ich nicht in dem Tetramethylparaphenylendiamin ein Reagens ge-

¹⁾ Ich kann die Anwendung von Tropfapparaten mit grosser Rieselfläche, über die eine Lösung von übermangansaurem Kali fliesst, zur Reinigung der Luft nur anrathen. Die Entwicklung von Ozon ist eine so geringe, dass dasselbe nur angenehm erfrischend auf die Schleimhäute wirkt, und dabei doch die riechenden Körper, besonders den Menschengeruch rasch zerstört. Zugleich wird durch das gebildete Kalihydrat wohl auch Kohlensäure gebunden, und man bringt keinen fremden, auf die Sinne wirkenden Geruch in die Räume.

funden hätte, welches an Schärfe mein Geruchsorgan beinahe erreicht, und in sofern übertrifft, als es auch bei Abwesenheit des Ozons im Nebel und im Regenwasser das geruchlose Wasserstoffsperoxyd nachweist. Moritz Traube spricht dem Wasserstoffsperoxyd den Ozongeruch zu, während, wie schon Thénard angiebt, dasselbe geruchlos ist und einen metallischen Geschmack besitzt, der mich an Aetzsublimat erinnert. Das Ozon dagegen riecht und schmeckt stark, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man mit einem dünnen Glasrohr bei einem mit blauer Flamme brennenden Bunsen'schen Brenner die Luft aus der Nähe der Flamme an der Auströmungsöffnung ansaugt.

Das Tetramethylparaphenyldiaminpapier hat sich an der Seeküste oft im Laufe von 3 bis 5 Minuten blauviolett gefärbt. Bei Nebel, der mit Wasserstoffsperoxyd oder salpetrigsaurem Ammoniak beladen ist, geht die Oxydation oft rasch weiter durch rothviolett in den farblosen Körper über, wie dies in der vorhergehenden Abhandlung beschrieben wurde.

Gewöhnlich ist mein Papier längst entfärbt, d. h. weiter oxydirt durch 7 Sauerstoffatome, wenn das Jodkaliumstärkepapier bei Nebel beginnt, sich zu bläuen oder bei trockner Luft, sich gelb zu färben.

Wir sind also mit meinem befeuchteten Reagenpapier im Stande uns einen Schluss auf den zeitlichen Gehalt der Luft an Ozon zu bilden.

Das trockene Papier wird die Reaction nicht so rasch zeigen wie das angefeuchtete. Versuche, das Papier mit Glycerin oder Chlorcalcium dauernd feucht zu halten, überzeugten mich, dass dies unstatthaft sei, da das Chlorcalciumpapier den Farbstoff rasch zersetzt, das Glycerin im Sonnenlichte selbst Sauerstoff-activirend wirkt.

Die Mengen Ozons, die in der gewöhnlichen trocknen, heitern Atmosphäre sich befinden, sind nur verschwindende. Land-, Wald- und Seeluft enthalten bei directem Sonnenlichte meistens Ozon in verschiedener Menge. Anders gestaltet sich dies jedoch bei feuchter Luft, besonders bei ganz leichtem durchsichtigen Nebel, wo der Ozongeruch sehr bemerkbar wird, noch entschiedener tritt der Ozongeruch auf, wenn man sich in einer Gewitterwolke befindet, wo der elektrische Geruch sogar unangenehm werden kann.

Bei meinen vielfachen Wanderungen in den Alpen und süd-deutschen Gebirgen ist von mir das Vorkommen des Ozons besonders im Morgennebel oft beobachtet worden, am Züricher See zuweilen auch im Abendnebel. Eigenthümlich schien es mir, dass ich vor einem heftigen Gewitter, welches ich auf der Spitze des Uri-Rothstockes (nahezu 3000 m) erlebte, kein Ozon wahrnehmen konnte, trotzdem an allen Gegenständen die ich berührte, Funken übersprangen, zum Entsetzen meiner Führer, da wohl das Gewitter noch hoch über uns lag. Es folgte auch bald der drückenden Schwüle ein starker Hagelschlag, verbunden mit einem äusserst heftigen Winde, der uns geradezu umblies.

Elektrische Ausströmung und elektrische Spannung allein scheint demnach in der äusseren Atmosphäre nicht rasch Ozon-bildend zu wirken, wie ja auch Werner Siemens beim Wehen des Chamsin auf der Spitze der Pyramide des Cheops wohl die Ausströmung, aber keinen elektrischen Geruch wahrnehmen konnte. Ebenso ist es in den mit Teppich belegten Häusern New-Yorks bei der durch Centralheizung so ausgetrockneten Luft, eine beliebte Neckerei der Kinder, rasch auf dem Teppich gehend, elektrisch zu werden und die Anwesenden durch Funkenüberschlagen zu erschrecken, oder durch den vom Finger überspringenden Funken das Gas anzuzünden, wie ich dies selbst oft gethan, ohne dass ich jedoch jemals im Stande gewesen wäre, in einem solchen Hause eine Ozonreaction zu erhalten.

Regelmässige Gelegenheit entscheidende Beobachtungen über die Activirung des Sauerstoffs der Luft zu machen, hatte ich die verfloffenen 7 Jahre, da ich täglich kurz vor oder nach Sonnenaufgang und kurz vor Sonnenuntergang den Hafen von New-York nach Staten-Island durchfuhr, im Sommer auch des Abends noch eine zweistündige Wasserfahrt, theilweise auf dem Ocean daran knüpfte. Es zeigte sich hierbei, dass jede stärkere Ozonreaction sowohl auf das Tetramethylparaphenyldiaminpapier als auf die Riechschleimhaut an die Anwesenheit von vertheiltem Nebel und directen Sonnenstrahlen geknüpft sei, und zwar, dass des Morgens nur die obersten Schichten des Nebels wo die Sonne hindurch erkannt werden konnte Ozon anzeigten, in den unteren Schichten der Ozongehalt sich verringerte, oder verschwand, sobald der Nebel dichter wurde, oder das Dampfboot aus einem Nebelthal in einen Nebelhügel eingefahren war, da ja die Nebelmassen die das Land oder das Wasser bedecken, wie Berg und Thal, oder eine hohe See abwechseln. Es geben in solchem Wassernebel immer nur die obersten von der Sonne direct getroffenen Nebelschichten eine stärkere Ozonreaction. Dieselbe tritt erst ein, nachdem die Sonne etwas über dem Horizont steht, wenn also die wässrige Atmosphäre am Horizonte die Sonnenstrahlen durchlässt und nicht mehr grösstentheils absorhirt.

Die geringste hochgelegene feine Wolkenschicht, wenn auch die Sonne noch so deutlich zu erkennen war, verhinderte das Eintreten einer bemerkbaren, raschen Bläuung des Tetramethylparaphenyldiaminapiers, ebenso fehlte die Ozonreaction in dichtem tagelang dauerndem Nebel, es sei denn, dass die Nebel bei Südostwind, der vom Golfstrom und den Antillen kommend, schon ozonhaltig ist, sich bildeten. Im Abendnebel und den Nachtnebeln habe ich nur in seltenen Fällen, ebenfalls bei warmem Südostwind, Ozonreaction erhalten.

Regen von sehr tief liegenden Wolken gab starken Ozongehalt, Regen von hochliegenden niemals, so dass, bei einem Regen mit

Färbung meines Papieres es sich gewöhnlich bald aufhellte, Regen ohne Ozonreaction dagegen gewöhnlich eine lange Dauer hatte.

Starken Ozongehalt zeigt der äusserst feine Nebel, der an windstillen Herbst und Wintertagen bei klarem Himmel und Sonnenschein als kaum sichtbarer Dunst sich vom kalten Erdboden erhebt.

Schoene kam in Bezug auf das Wasserstoffsperoxyd der Luft, zu dem Schlusse, dass die Sonne in einer gewissen Beziehung zur Bildung desselben stehen müsse.

Meine Beobachtungen führen mich zur festen Ueberzeugung, dass die alleinige Ursache der Ozonbildung in der Atmosphäre in der Activirung des Sauerstoffs durch die Lichtstrahlen zu suchen sei. Die Spaltung des Sauerstoffmoleküls und die Umlagerung zu Ozon oder Wasserstoffsperoxyd erfolgt überall da, wo Sauerstoff aufgelöst oder auf porösen Körpern oder grossen Oberflächen im condensirten Zustande vorhanden ist, von denen der Platinschwamm, die Holzkohle, die Ackererde, die wichtigsten Beispiele darbieten. Dass die meisten pulverförmigen Körper färbend auf das Tetramethylparaphenyldiamin-papier wirken können, also sich wie activer Sauerstoff verhalten, besonders in directem Sonnenlichte und bei Anwesenheit von Wasser, steht im Einklang mit neueren Arbeiten über die Bildung des salpetrig-sauren Ammoniaks im Erdboden, welche es wahrscheinlich machen, dass die Bildung der Salpetrigsauren und Salpetersauren Salze im Erdboden nicht mehr ausschliesslich den Mikroorganismen zugeschrieben werden kann. Ist die Activirung des Sauerstoffs auf Körpern mit grosser Oberfläche nachgewiesen, so ist auch die Bildung des Salpetrigsauren Ammoniaks erklärlich. Wie ich in Uebereinstimmung mit Hoppe-Seyler gefunden, verwandelt Wasserstoffsperoxyd Ammoniak beim Stehen in wenigen Stunden, beim Kochen in wenigen Minuten in Nitrite, nachweisbar durch die schönen Reactionen von Griess.

Die Activirung des Sauerstoffs und die Bildung seiner Dauerform als Ozon oder Wasserstoffsperoxyd erfolgt nur dann in reichlichem Maasse, wenn Sauerstoff, Wasser und Sonnenstrahlen zusammen-treffen, wie dies Schoenbein schon nachgewiesen hat und wie diese Thatsache ja seit Jahrtausenden zum Bleichen benutzt wird. Die Leichtigkeit, mit welcher der Sauerstoff unter den angegebenen Bedingungen, d. h. bei inniger Berührung des Sauerstoffs mit Wasser-tröpfchen von grosser Oberfläche durch die Lichtstrahlen activirt wird, die Atome des Sauerstoffmoleküls also schon bei gewöhnlicher Temperatur so gelockert werden, wie dies sonst nur bei hohen Temperaturen oder bei sehr intensivem Kalk oder elektrischem Lichte der Fall ist, dass es in freie Atome gespalten wird, die sich zu Ozon und Wasserstoffsperoxyd umlagern, ist nicht so merkwürdig, wenn wir bedenken, dass wir die Gase im aufgelösten Zustande oder die auf den Oberflächen

condensirten Gase nach Graham als in flüssigem Zustande vorhanden annehmen müssen, denselben also schon diejenige Energie als Wärme entzogen wurde, welche bei der Condensation zu dem flüssigen Zustande frei wird, andererseits aber die Reactionsfähigkeit der Atome durch die grosse Nähe der Moleküle wohl erhöht sein dürfte.

Die Bildung des Ozons der Atmosphäre ist trotz den Versuchen von Dessain und Tyndall über die Spaltung des Sauerstoffs durch das Licht als eine Folge der elektrischen Zustände der Atmosphäre betrachtet worden, und die Entstehung der elektrischen Spannung der Wolken, die Bildungsweise der Gewitter, wird meistens auf die Electricität der Erde zurückgeführt. Obwohl die Möglichkeit der Ladung einer Wolke durch Influenz nicht ausgeschlossen ist, so sind doch den Theorien der Entstehung der Electricität der Wolken durch Condensation des Wasserdampfes die Grundlagen entzogen worden, seitdem im hiesigen physikalischen Institut nachgewiesen wurde, dass bei der Condensation des Wasserdampfes keine Electricität entstehe. Die andere Gewitterhypothese, welche das Gewitter auf die Reibung in der Luft zurückführen will, steht wohl auf ebenso schwachen Füßen, denn bekanntlich ist ja vor dem Gewitter die Luft kaum bewegt, wodurch bei dem mit Wasser nahezu gesättigten Zustande der Luft, dieselbe um so drückender schwül empfunden wird, Einwände, die der Reibungshypothese schon vor einem Jahrhundert gemacht wurden; so dürfte der mechanische Effect der Reibung wohl kaum ein nennenswerther sein, da ja bei starkem Wind, wo die Reibung vorhanden ist, selten Gewitter entstehen.

Findet, wie ich mit Sicherheit gefunden habe, eine Activirung des Sauerstoffs, eine Ozonbildung durch die Sonnenstrahlen immer in den obersten Nebelschichten der Wolke statt, so werden, wenn die Wolke sich von oben her vermehrt, d. h. immer neue Nebelschichten sich von oben her auf die Wolke ablagern, bei directem Sonnenlichte immer neue Ozonmengen gebildet werden, der ganze obere Theil der Wolke wird ozonhaltig, mit Ozon erfüllt sein.

Findet die Ablagerung neuer Wolkenschichten von unten her an die Wolke statt; so wird die Sonne die oberen Schichten zwar immer wieder auflösen, Ozon wird jedoch in der Wolke nur in geringer Menge sich bilden oder anhäufen können.

Das Ozon als solches besitzt starke elektrische Eigenschaften. Diese werden noch durch den Umstand vermehrt, dass nach Tyndall dem Ozon die Fähigkeit zukommt, je nach der Temperatur 30 bis 139 Mal mehr Lichtstrahlen zu absorbiren als der gewöhnliche Sauerstoff. Ist Ozon in einer Wolke in gewisser Dichte vorhanden, so wird diese Eigenschaft der Absorption der Lichtstrahlen sehr zur Geltung kommen, und rührt wohl daher die oft so dunkle Farbe der Gewitterwolken. Bei der Zersetzung des Ozons, die ja bei dunkeln

elektrischen Entladungen stattfindet, werden diese absorbirten Lichtstrahlen sowohl in Form von Licht, als auch in Form von Wärme, chemischer Energie oder Elektrizität frei werden.

Beobachtet man eine alleinstehende Wolke, wie sie sich, besonders an der Küste, über einer Insel oder isolirten Landzunge bildet, so beobachtet man kurz nach dem Eintritt der Dämmerung öfter ein Leuchten ähnlich dem Wetterleuchten, aber dennoch verschieden.

Tyndall und von Bezdold haben unzweifelhaft nachgewiesen, dass das gewöhnliche Wetterleuchten auf ferne Gewitter zu beziehen ist, doch ebenso sicher dürfte es sein, dass für ein gewisses Leuchten, zuweilen von donnerlosen Blitzen begleitet, wie sie Humboldt an einzelnen Wolken bei klarem Himmel in Südamerika beobachtete, die Ursache in der Wolke selbst zu suchen ist. Das Leuchten zieht sich ziemlich langsam über die Oberfläche einer oder mehrerer Wolken, von Oben nach Unten, oder von einer Seite nach der Anderen ziehend mit gelblichweissem oder röthlichem Lichte, die einzelnen Wolkentheile nacheinander aufhellend.

Ich habe vom Ocean aus eine derartige Wolke, welche sich gewöhnlich des Abends über der Halbinsel Staten-Island bildete, häufig von drei Seiten beobachten können, da die Dampfer die Wolke beinahe ganz umfahren. Ich bemerkte hierbei das eigenthümliche mit dem Phosphoresciren zu vergleichende Aufleuchten, häufig den ganzen Abend. Nach mehrmaligem Wetterleuchten erfolgt ein donnerloser Blitz zwischen einzelnen Theilen der Wolke, und meistens erst nach 2—3 Stunden entsteht das wirkliche Gewitter mit Blitz und Entladung zur Erde.

Die Elektrizität der Erde wird bei klarem Himmel gewöhnlich als die negative angegeben. Die Elektrizität der Luft als die positive, ebenso die der Wolken als die positive, nur ausnahmsweise wurden die Wolken negativ befunden.

Bei starkem Winde soll die Lufterlektrizität verschwinden, während des Gewitters eine wechselnde sein.

Palmieri findet die Wolke im Innern positiv von einem negativen Mantel umgeben, Colladon abwechselnde positive und negative Schichten, und noch heute gilt allgemein die Ansicht, die zuerst Wall¹⁾ ausgesprochen, dass die Gewitter elektrischen Ursprunges seien.

Alle Autoren, die sich mit den elektrischen Eigenschaften des Ozons beschäftigt haben, schreiben demselben starke negative elektrische Eigenschaften zu. Auch das Wasserstoffsperoxyd entwickelt bei der Zersetzung Ozon mit negativ elektrischen Eigenschaften.

¹⁾ Die Literatur über diesen Gegenstand hat vor kurzem Dr. Lender in seinem Buche »Die Gase und ihre Bedeutung für den menschlichen Organismus« (Berlin 1885) zusammengestellt.

Ist in den der Sonne zugekehrten Schichten der Wolke Ozon vorhanden, so wird dieser Theil der Wolke stark negativ sich zeigen, und es ist selbstverständlich, dass die positive Lufterktricität angezogen wird und die der Erde zugewandte Wolkenseite positiv geladen erscheint.

Es ist wohl anzunehmen, dass in der Wolke oder den einzelnen Wolkenschichten von Zeit zu Zeit eine Ausgleichung der verschiedenen Elektricitäten durch dunkle Entladung stattfindet, hierbei wird wahrscheinlich das Ozon theilweise zersetzt, wie dies aus den Arbeiten von Höjuzeau und Berthelot mit grosser Wahrscheinlichkeit hervorgeht, die von dem Ozon absorbirt gewesenen Lichtstrahlen werden frei und erscheinen als das eigene Wetterleuchten der Wolke. In diesem Momente der Zersetzung des Ozons, durch die elektrische Entladung sind auch die Bedingungen vorhanden zur Bildung der Oxyde des Stickstoffs, und da eine Wasserzersetzung hierbei nicht ausgeschlossen ist, wohl auch zu der des Ammoniaks, ähnlich der Bildung des Ammoniaks aus Stickoxyd und Wasserstoff in Berührung mit Platinschwamm, da ja Ozon selbst, wie Carius und Andere nachgewiesen haben, den Stickstoff der Luft nicht oxydirt. Das Vorhandensein des salpetrigsauren Ammoniaks im Gewitterregen wäre dann auf dieselben Prozesse zurückgeführt, durch welche dasselbe im Laboratorium hergestellt werden kann.

Es wird so nach und nach die ganze obere Wolke negativ elektrisch werden, und wenn die elektrische Spannung zu gross wird, ein Ausgleich mit der Erde stattfinden, der Blitz zur Erde schlagen oder in seltenen Fällen auch umgekehrt von der Erde nach der Wolke zu.

Dass eine starke elektrische Spannung in den Gewitterwolken vorhanden sei, geht ja aus den Drachenversuchen Franklin's und de Nera's hervor, es muss dies ja auch der Fall sein, wenn, wie man sich in einer Gewitterwolke überzeugen kann, die Nebeltröpfchen schon eigentliche Regentropfen sind und in der Gewitterwolke dennoch in Suspension gehalten werden. Es bildet wohl jeder Wassertropfen einen kleinen Leydenfrost'schen Versuch, der Tropfen wird getragen durch die leichtere Dampfhülle des fortwährend verdampfenden Wassers.

Eine solch starke Verdampfung bei nicht bewegter Luft findet aber nur bei starker elektrischer Spannung statt. Hört mit dem Ausgleich der verschiedenen Elektricitäten mit dem Schlag zur Erde die elektrische Spannung und die damit verbundene starke Verdampfung in der Gewitterwolke auf, so sind die Tropfen plötzlich zu schwer geworden und fallen als grosse Tropfen kurz nach dem Blitze zur Erde.

Ich hätte mich nicht entschlossen, diese meine Ansichten jetzt zu veröffentlichen, wenn mir nicht voraussichtlich für längere Zeit die Gelegenheit fehlen wird, weitere Gewitterstudien, welche nur im Nebel oder an Gewitterwolken selbst gemacht werden können, zu treiben. Da Herr Schuchardt in Görlitz das für die Bestimmung des activen Sauerstoffs der Luft passende Tetramethylparaphenylendiaminpapier herstellen wird, welches eine rasche Ozonbeobachtung gestattet, so zweifle ich nicht, dass Fachleute, vielleicht bei Luftballonversuchen leicht im Stande sein werden, die von mir beobachteten Thatsachen zu prüfen und zu ergänzen.

Dass eine Spaltung der Sauerstoffatome und eine Condensation derselben zu Ozon unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen, wie dies Dessain für das Kalklicht, Tyndall für das elektrische Licht wahrscheinlich gemacht haben, stattfindet, würde auch den Wechsel des Sauerstoffgehaltes der Luft, welcher nach den Beobachtungen von v. Jolly und Walther Hempel wohl als bewiesen angenommen werden muss, erklären.

Bei klarem Himmel und Sonnenschein findet die Activirung des Sauerstoffs durch die Lichtstrahlen auf der Erdoberfläche auf der Ackerkrumme statt, da, wo Licht, Oberfläche und Wasser zusammentreffen. Die Erdoberfläche wird deshalb bei heiterm Himmel negativ erscheinen durch den auf dem Erdboden gebildeten activen Sauerstoff, die Lufterktricität deshalb die positive sein.

Bei bedecktem Himmel findet die Activirung des Sauerstoffes nur in den obersten Schichten der Wolken statt und dort ebenfalls die Zersetzung des Ozons unter Bildung von Wasserstoffsperoxyd und Ammoniak.

Das Zurückführen des elektrischen Zustandes der Luft und der Ursache der Gewitter direct auf die Energie der Lichtstrahlen der Sonne scheint mir wichtig genug, um meine Publikation zu rechtfertigen. Nach meiner Ansicht werden Gewitterwolken nur dann sich bilden, wenn die Condensation des Wasserdampfes, die Bildung der Wolke, von den oberen Luftschichten her erfolgt, so dass immer neue Nebelschichten mit den Sonnenstrahlen in Berührung kommen und durch das gebildete Ozon die Wolke stark negativ elektrisch geladen wird, entweder indem ein oberer, feuchter, warmer Luftstrom mit einem untern, kälteren Luftstrom zusammentrifft, und die Wolke als solche sich senkt, oder an Bergabhängen die warme, feuchte Luft emporsteigt, um in der Mitte des Thales über die kältere Luft zu fallen und sich zu condensiren.

Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre entstehen durch die chemische Wirkung der Sonnenstrahlen, die elektrische Ladung der Luft und der Wolken ist also die Folge der in chemische Energie

umgesetzten Lichtstrahlen; die Elektricität ist nicht die Ursache der Ozonbildung, sondern es erscheint bei der Zersetzung des Ozons in gewöhnlichen Sauerstoff ein Theil der chemischen Energie des Ozons in Form von elektrischer Spannung.

Berlin, im December 1886.

672. C. Wurster: Die Activirung des Sauerstoffes im Papierblatte.

(Vorgetragen in der Sitzung vom Verfasser.)

Die Empfindlichkeit der beiden Reagenspapiere, die in den vorhergehenden Abhandlungen besprochen worden sind, lässt sich am Besten mit unseren gewöhnlichen Schreibpapieren demonstrieren.

Bekanntlich vergilben die Papiere der neueren Zeit rasch im Lichte; die Holzstoffhaltigen Papiere verbräunen in kürzester Frist im directen Sonnenlichte. Diese Farbstoffbildung, die mit einer Activirung des Sauerstoffs verknüpft ist, wird bedingt durch das Vorhandensein des zum Leimen des Papiers benutzten Colophoniums, welches im Papier in feinsten Vertheilung als freies Harz vorhanden ist und wie das Terpentin wirkt¹⁾. Das Tetramethylparaphenylendiaminpapier mit Wasser befeuchtet und zwischen mit Harz geleimtem Papiere gepresst, färbt das Papier nach wenigen Minuten blauviolett, während ein Harzfreies Papier, wie das mit thierischem Leim überzogene sich kaum färbt.

Der Holsschliff, welcher noch die gesammten, in Wasser unlöslichen Theile des Holzes enthält, wirkt besonders im Sonnenlichte stark oxydirend auf die Bestandtheile des Papiers ein. Viele Körper färben dieses geschliffene Holz oder das Papier, welches solches enthält, besonders das Anilin, die Sulfanilsäure, das Metaphenylendiamin, Phloroglucin u. s. w. Die Farbe, die das Metaphenylendiamin dem Papiere ertheilt, erinnert sehr an die Griess'sche Reaction, ohne dass es mir jedoch gelungen wäre, Salpetrige Säure in dem Holsschliff als das färbende Princip bis jetzt nachzuweisen.

Das Dimethylparaphenylendiaminpapier scheint ein sehr geeignetes Reagens darzustellen, um solch Holzstoffhaltiges Papier, welches zu Büchern nicht verwendet werden sollte, wie dies vor Kurzem Wiessner

¹⁾ C. Wurster, diese Berichte X, 1794.