

Ueber electriche Entladungen in engen Röhren

von

F. von Lepel.

Bei den Versuchen, atmosphärischen Stickstoff durch electriche Entladungen zu oxydiren, handelt es sich um die Hülfe gewisser Sauerstoff-Ueberträger, welche die Vereinigung beider Elemente erleichtern. Die Herstellung möglichst grosser Mengen von Ozon, jener allein in Betracht kommenden dreiatomigen Modification des Sauerstoffes, führte zu Versuchen über die Entstehung, Wirkung und Zerstörung des Ozons, über welche anderswo ausführlicher berichtet, hier aber nur kurz resumirt werden soll.

Die erste aufgeworfene Frage war die: wie erhält man am meisten Ozon bei der gegebenen electromotorischen Kraft einer Holtz'schen Influenz-Maschine? — Diese Maschine war zweckentsprechend mit sogen. Ozonröhren — Siemens'scher Construction — verbunden. Den concentrischen Ring zwischen der äusseren und inneren Röhre passirte ein genau regulirbarer, — von H_2O , CO_2 , NH_3 , N_2O_3 etc. wohl befreiter — Luftstrom. Derselbe wurde nach erfolgter Einwirkung des electr. Fluidums auf die Entstehung von Ozon mittelst Jodkaliums quantitativ geprüft. Beiläufig ergab sich nun, dass hier die Menge des ausgeschiedenen J stets grösser war, als die Resultate anders modificirter Versuche erwarten liessen, und dass nicht allein Ozon, sondern gleichzeitig auch salpetrige Säure aus den Siemens'schen Röhren heraustrat. — Beide Körper wurden demnach unter verschiedenen Versuchsbedingungen controllirt und ihre Identität festgestellt. Das

geschah dadurch, dass das Gemenge von Ozon, N_2O_3 und intact gebliebener atmosph. Luft zuerst eine Chamäleon-Lösung zur Absorption der N_2O_3 und dann eine JK-Lösung zur Absorption des Ozon passirte. Durch Titriren wurden dann N_2O_3 und Ozon quantitativ bestimmt und auf diesem Wege erfahren,

1) dass die Ausbeute von der Länge der Röhren abhängig ist. Denn je länger dieselben und je seltener in Folge dessen die Funken von der Maschine geliefert werden, desto weniger Ozon, desto mehr N_2O_3 tritt auf. Wird die Intensität der Entladungsfunken noch durch Leydener Flaschen vermehrt, so ist die Menge des Ozons eine noch geringere, mit der Röhren-Länge gleichfalls abnehmende.

2) Wenig auffallend war es, dass die Menge des N_2O_3 sich wesentlich vermehrte, wenn ausser dem atmosphärischen noch reiner Sauerstoff die Röhre passirte. In jedem der vielfach abgeänderten Fälle konnte nachgewiesen werden, dass die electriche Entladung die Ursache dieses Vorganges war. (Erscheinungen, welche sich ausserdem bei den vorliegenden Arbeiten zeigten und vielleicht mit der von den Franzosen Hautefeuille und Chappuis beobachteten Uebersalpetersäure zusammenhängen, müssen hier der Kürze halber wegbleiben.)

3) Von grossem Einfluss auf das Resultat war die Geschwindigkeit der durch die Röhre strömenden Luft. Je grösser dieselbe — innerhalb gewisser Grenzen — ist, desto mehr Ozon; je geringer, desto mehr N_2O_3 findet sich in den betreffenden Absorptionsflaschen vor. Mehr Ozon entsteht ohne, mehr salpetrige Säure mit Anwendung der Leydener Flaschen.

4) Es schien günstiger zu sein, wenn der Abstand der beiden Röhren von einander ein geringer, als wenn er ein grosser war.

Die von der Maschine gelieferten Funken-Erscheinungen in der Luft führten nun auf den Gedanken, diese Entladungen ebenfalls in geschlossenen Räumen erfolgen zu lassen, in welche verschiebbare Electroden hineinragen und durch welche Luft

hindurchströmt. Die demgemäss construirten gläsernen „Funkenröhren“ stehen durch ihre metallnen Electroden mit den Conductoren der Influenz-Maschine in Verbindung und gewähren die Möglichkeit, je nach Belieben die electr. Entladungen in ihrem Innern als Funken oder Büschel vor sich gehen zu lassen. — Büschel- oder Glimm-Entladungen liefern Ozon, Funken-Entladungen dagegen salpetrige Säure. —

Drei Momente beeinflussen nun wesentlich diese Resultate, nämlich der Abstand der Electroden, die Weite und Form der Röhre und die Geschwindigkeit des Luftstromes. Alle drei sind wiederum von verschiedener Wirkung, je nachdem die Entladung unter der Anwendung Leydener Flaschen erfolgt, oder nicht.

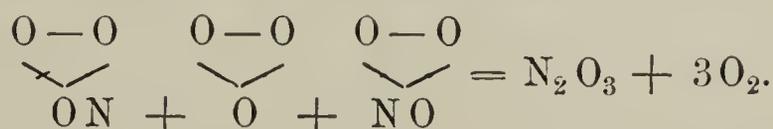
Mit der Grösse des Electroden-Abstandes wächst in den Funkenröhren die Menge des Ozons. Nur bei ganz kurzen Funken bildet sich etwas N_2O_3 . Je länger aber die Funken, desto mehr nähern sie sich der ozonbildenden Büschel-Entladung und verhindern die Entstehung von N_2O_3 . Die gleichzeitige Anwendung der Leydener Flasche bewirkt heisse Funken, durch deren Einfluss das Ozon wesentlich vermindert, die salpetrige Säure aber bedeutend vermehrt wird. Je länger die Büschel-Entladungen, desto mehr Ozon, je länger die Funken, desto mehr N_2O_3 . In den Siemens'schen Röhren entsteht nicht mehr Ozon, als hier bei der Büschel-Entladung, selbstverständlich aber weniger N_2O_3 , als in den Funken-Röhren.

Eine einfache Ueberlegung führte dazu, auf die Form der Röhren Werth zu legen. Denn die Büschel verzweigen sich ja um so weiter, je grösser der ihnen dargebotene Raum ist, und wie die Versuche lehren, sind die Ausbeuten aus mehreren Centimeter weiten Röhren geringer, als aus engen. Es muss also durch Verengung der Röhren eine Art von Concentration der Büscheläste bewirkt und in Folge dessen die kleinere Menge in Betracht kommender Lufttheilchen intensiver der Wirkung des electricen Fluidums ausgesetzt werden. Der Augenschein lehrte, dass die Helligkeit der Büschel-Entladungen mit der Enge der Röhre zunimmt. — Bei den Funken-Entladungen gilt Aehnliches. Da sie nur eine locale Wirkung zeigen, so bleibt die Luft in der Um-

gebung ihres Weges ganz unverändert. Es kommen also in weiten Röhren nur Bruchtheile von ihr zur Geltung, alles Uebrige wird überhaupt nicht alterirt. Ist aber die Röhre eng, so füllen die Funken dieselbe gleichsam ganz aus und verlieren ihre Zickzack-Form. Ob es für Ozon- resp. N_2O_3 -Entstehung günstig ist, capillare Röhren zu verwenden, ist eine Frage, über welche die Versuche noch nicht abgeschlossen sind. Diese Capillar-Röhren werden durch Ausziehen gewöhnlicher Glasröhren leicht hergestellt. Für die Electroden wählt man am besten büschelartige Drahtstückchen, und die feinen Theile der Wandungen schützt man bequem durch übergeschobene Glasröhren, welche an beiden, nicht ausgezogenen, Seiten angekittet sind. — Soviel steht schon fest, dass bei diesem Extrem, den Capillarröhren, die Funken bald eine Corrodierung der Glaswandungen und damit einen Verlust an chemischer Energie im Gefolge haben, dass aber andererseits die Büschel durch entsprechende Form der Electroden veranlasst werden können, sämmtliche Energie auf die Ozonbildung zu verwenden. Eine Verengung der Röhre zwischen den Electroden scheint übrigens günstig auf die Ausbeute zu wirken.

Jedenfalls ist die Capillarröhre eine Vorrichtung, an welcher man die beiden, scheinbar verschiedenen, Arten electriche Entladungen vorzüglich beobachten und in ihren Wirkungen studiren kann. — Bei der ausserordentlichen Helligkeit der Glimm-Erscheinungen war es möglich, deren Spectrum zu erkennen. Es zeigen sich zwischen den Linien G und H (Fraunhofer) zwei dunkle (Absorptions-)Schatten im violetten Licht, deren Lage ich, nur im Besitz eines Taschen-Spectroskopes ohne Mess-Vorrichtungen, leider noch nicht genauer angeben kann. — Diese Glimm-Entladungen liefern Ozon und keine salpetrige Säure. Wenn man aber die Maschinen-Electricität nicht durch unmittelbare Berührung der Electroden, sondern mit Einschaltung einer kurzen Luftstrecke diese Röhren passiren lässt, so erhält man blasse, hellviolette Funken, denen Glimm-Entladungen bis zu einem Maximum der Helligkeit voraufgehen. Es scheint dem Beobachter, als ob diese Funken die plötzlichen Entladungen zu hoch gespannter Electricität in dem eingeschlossenen Raum vorstellen. Das Spectrum zeigt

genau die von le Coq (spectres lumineux) gezeichneten, in H. W. Vogels Handbuch der Spectral-Analyse abgebildeten Linien. Untersucht man die Luft, welche derartige Funken — ihrem Aussehen nach müssen sie Strichfunken heissen — verändert haben, so findet sich sowohl Ozon als auch salpetrige Säure. — Nur eine Steigerung der Helligkeit und der Wirkung erfolgt, wenn man die Strichfunken durch Leydener Flaschen verstärkt. Das Spectrum bleibt dasselbe, wird aber viel heller, die Funken sind seltener, aber stärker. Diese Entladungen veranlassen die Entstehung von N_2O_3 , während Ozon fast garnicht nachzuweisen ist. Demnach besteht eine Steigerung zwischen den drei Erscheinungen: die Ozonbildung durch Büschel-Entladung, das Gemenge von Ozon und salpetriger Säure bei den sogenannten Strichfunken und die salpetrige Säure bei den hellen Funken. Mehrere Versuche liessen aber auch einen inneren Zusammenhang erkennen. Denn überraschender Weise ist die Menge des Ozons im ersten Falle derjenigen der N_2O_3 im dritten aequivalent. Es ergaben die Berechnungen die Wahrscheinlichkeit, dass von drei Molecülen Ozon immer nur je ein Atom Sauerstoff wirksam ist, sich beim Zerfall des Molecüls mit dem Stickstoff der Luft zu verbinden, solcher Weise, dass etwa gilt:



Daraus folgt aber, dass N_2O_3 nicht ohne vorhergehende Ozonbildung entstehen kann, dass jeder Funken-Entladung eine Ozonbildung vorausgehen muss und dass der Funke das Ozon zerstört.

Die vorstehenden Resultate gelten für den Fall, dass die Geschwindigkeit des Luftstromes in der Röhre eine constante ist. Anders wird die Sache, wenn dieselbe sich ändert. Es ist nicht gleichgültig, ob die einzelnen Lufttheilchen schnell oder langsam die Stelle passiren, an welcher sie eine chemische Veränderung erleiden. Man sollte meinen, dass die Ausbeute um so bedeutender werden würde, je länger die Einwirkung der electriche Entladungen dauert. Dies ist aber nur für die Gewinnung der N_2O_3 richtig. Je langsamer der Luftstrom, desto reichlicher N_2O_3 ; und enge Röhren liefern

aus den oben angeführten Gründen wieder mehr als weite. Ist die Häufigkeit der Entladungen gleichmässig, so werden grössere Mengen kleinster Lufttheilchen bei langsamer, als bei schneller Bewegung derselben alterirt. Das Minimum der Bewegung, also die günstigste Anordnung für die Ausbeute von N_2O_3 , erhält man, wenn überhaupt ein sichtbarer Durchgang der Electricität eintritt. In ganz unbewegter Luft treten nämlich nur schwierig die Funken- und Büschel-Entladungen auf. Aber wenn überhaupt erst Ozon entstehen und durch Funken wieder zerstört werden kann, so hat die Ausbeute an salpetriger Säure unter hier besprochenen Verhältnissen ihr Maximum erreicht.

Während nun dies Product der Entladungen einen langsamen Luftstrom erfordert, gleichviel, ob die Röhre eng oder weit ist, so bedingt eine reichliche Ozon-Entwicklung in weiten Röhren einen langsamen, in engen einen schnellereu Luftstrom. — Immer gleiche electromotorische Kräfte vorausgesetzt, muss zugegeben werden, dass in weiteren Röhren die einzelnen O-Molecüle den verändernden Einflüssen ferner, in engeren näher gerückt sind. Sollen die weiterhin an den Büscheln vorüberfliessenden Molecüle alterirt werden, so müssen sie längere Zeit unter dem Einfluss der Entladung bleiben. Der Luftstrom muss in weiten Röhren also langsam sein. In engen Röhren ist dagegen jedes O-Molecül gezwungen, die hohle Gasse zwischen den Electroden zu passiren, die Einwirkung der Electricität ist stärker, die Zeitdauer derselben kann beschränkt, also der Luftstrom schneller sein. — Auch für die Ozon-Bildung giebt's Grenzen der Luft-Geschwindigkeit. Wenn man nämlich die bereits bestandenen Ozon-Molecüle einer noch länger dauernden Einwirkung der Electricität aussetzt, so werden sie theilweise wiederum zerstört. (cf. Compt. rend. 92 pg. 80—82 Hautefeuille u. Chappuis). Dieselbe Kraft, welche Ozon hervorzubilden vermag, ist auch im Stande, es wieder zurückzubilden. Man darf also die Luft nicht zu langsam durch die Röhre strömen lassen, sonst findet ein Zerfall des bereits entstandenen Ozons statt, — auch nicht zu schnell, sonst werden nicht alle Lufttheilchen den electriche Einwirkungen ausgesetzt.

Alle diese Ergebnisse wurden nur mit einer Influenz-Maschine erhalten. Versuchszahlen hier anzuführen, würde zu weit führen. Die Resultate hängen naturgemäss von der electromotorischen Kraft der Maschine ab, deshalb auch die Form der Funken-Röhren, deren Enge und Weite.

Ozon- und N_2O_3 -Ausbeute stehen demnach in nahem Zusammenhang. N_2O_3 kann ohne Ozon nicht entstehen, und daher bleibt die Frage nach der günstigsten Methode der Ozon-Gewinnung die wichtigste.

Wieck b. Gützkow, Februar 1888.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Lepel F. von

Artikel/Article: [Ueber elektrische Entladungen in engen Röhren 45-51](#)