

## XXVI.

## Ueber den Nachweis des Ozons und die Anwesenheit desselben in der Atmosphäre.

Von

**Dr. D. Huizinga,**

Assistent am physiolog. Laboratorium in Groningen.

Die zur qualitativen Bestimmung des Ozons hauptsächlich empfohlenen Reagentien sind folgende:

- 1) Guajakharz. 2) Jodkalium. 3) Feuchtes Silber.
- 4) Schwefelsaures Manganoxydul. 5) Schwefelblei. 6) Indigo.
- 7) Thalliumoxydul \*).

*Guajak.* Dieses Harz wird durch Ozon sehr leicht oxydirt zu einem in Alkohol löslichen dunkelblauen Körper. Wenn man diese Reaction zur Auffindung des Ozons in Gasgemischen anwenden will, ist es rätlich, ein mit alkoholischer Guajaklösung getränktes Papier dem Gase zu exponiren oder falls man die Lösung anwendet, diese sehr zu verdünnen, so dass sie nur schwach gelblich gefärbt ist. Streicht ein ozonhaltiges Gas durch eine concentrirte Lösung, so erscheint keine blaue Färbung, höchstens eine grünlich-braune, weil die Farbe des blauen Oxydationsproducts und diejenige des noch nicht oxydirten Harzes zusammen eine Mischfarbe geben.

Salpetrige Säure, Chlor, Bleisuperoxyd u. A. m. bläuen Guajak ebenfalls, wo also diese Körper nicht ausgeschlossen sind, ist die Reaction nicht anwendbar. Auch in gewöhnlicher Zimmerluft und in unerregtem Sauerstoff wird ein mit Guajak getränktes Papier allmählich grün.

Das blaue Oxydationsproduct ist jedoch sehr unbeständig. Freie Alkalien schon in geringer Quantität, freie Mineralsäuren in etwas stärkerer Concentration zerstören es. Von Reductionsmitteln wird es ebenfalls schnell entfärbt, so z. B. von Eisenvitriol, salpetriger Säure (im Ueberschuss), salpetersaurem Quecksilberoxydul, Schwefelwasserstoff, schwe-

\*) Eine Zusammenstellung der Reactionen des Ozons hat Schönbein gegeben dies. Journ. 86, 72.

felsaurem Manganoxydul, arseniger Säure u. A. Dieselbe entfärbende Wirkung übt ein Körper, der im normalen Menschenharn vorkommt (nicht Harnstoff oder Harnsäure).

Bei allen Reactionen mit Guajak muss die angewendete Lösung nicht zu alt sein, höchstens einige Tage. Eine sehr empfindliche Tinctur lässt sich folgendermaassen darstellen: Man koche das Harz  $\frac{1}{2}$  Stunde lang mit Kalkmilch, filtrire und extrahire den Rückstand mit kochendem Alkohol.

*Jodkalium.* Das Kalium dieses Salzes wird durch Ozon oxydirt, so dass das Jod frei wird. Ebenfalls wird Jod frei gemacht durch Einwirkung von salpetriger Säure, Chlor, Wasserstoffperoxyd, Eisenchlorid u. s. w. Dasselbe geschieht durch sehr verdünnte Säuren, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sauerstoff, sogar die atmosphärische Kohlensäure genügt dazu \*).

Alle Substanzen, die das ausgeschiedene Jod binden, stören natürlich die Reaction. Vorzüglich hat man in dieser Hinsicht zu achten auf Alkalien und Albuminate. Auch andere organische Stoffe verdecken das Auftreten des freien Jods, so enthält z. B. der Menschenharn einen Körper, der aus wässriger Jodlösung das Jod aufnimmt und die Kleisterreaction hindert \*\*).

*Silber.* Ein Silberblech bedeckt sich in ozonhaltiger, teuchter Luft mit einer dünnen Schicht grauschwarzen Oxyds. — Salpetrige Säure hat dieselbe Wirkung. Die Probe ist nicht sehr empfindlich, viel weniger als die beiden vorigen.

*Schwefelsaures Manganoxydul.* Eine Lösung dieses Salzes wird durch Ozon schnell gelblichbraun gefärbt, bei weiterem Durchstreichen entsteht ein brauner Niederschlag. — Salpetrige Säure reducirt dieses Oxyd wieder zu Oxydul, daher bleibt ein mit der Sulfatlösung getränktes Papier in Dämpfen von salpetriger Säure weiss. Zuzufolge dieses Verhaltens lässt sich leicht zeigen, dass das mit Phosphor dargestellte Ozon viel salpetrige Säure enthält, denn während Mangansulfat auf Papier oder in Lösung in reinem Sauerstoff-Ozon schnell

\*) Payen, Ann. de chim. et de phys. 1866, p. 376; Compt. rend. t. 61, 466, 512.

\*\*\*) Schönbein, dies. Journ. 92, 151.

sich bräunt, bleibt es in diesem unreinen ozonhaltigen Gase öfters ganz weiss, wenn nämlich die salpetrige Säure vorherrscht.

*Schwefelblei.* Ein durch Schwefelblei gebräuntes Papier wird durch Ozon entfärbt, wegen der Oxydation zu weissem Sulfat. Salpetrige Säure oxydirt in derselben Weise. Schwefelwasserstoff regenerirt natürlich die braune Farbe wieder.

*Indigo.* Schwefelsaure Indigolösung wird durch Ozon oxydirt und gelb gefärbt, ebenso durch salpetrige Säure und Chlor.

*Thalliumoxydul.* Dieses ward dargestellt aus dem Sulfate. Die Lösung dieses Salzes ward bis zur Entfernung der Schwefelsäure mit Barytwasser versetzt, der Niederschlag abfiltrirt und das baryt- und schwefelsäurefreie Filtrat eingedampft.

Ein ozonhaltiger Gasstrom bildet in dieser Lösung sogleich einen braunen Niederschlag, dessgleichen bräunt sich ein mit der Lösung getränktes Papier in ozonhaltiger Luft. Ein solches Papier wird durch reinen Sauerstoff in zugeschmolzener Röhre selbst nach Monaten nicht gefärbt, ebenso wenig entsteht das braune Oxyd durch geglühte oder gewöhnliche  $\text{CO}_2$ -haltige atmosphärische Luft.

Eine braune Verbindung (Thalliumchlorid) entsteht aus dem Oxydul durch freies Chlor, eine schwarze (Thalliumsulfuret) durch Schwefelwasserstoff.

Salpetrige Säure reducirt das braune Oxyd, sowohl wenn es als Niederschlag in einer Flüssigkeit suspendirt ist, als auch wenn es sich auf getränktem Papier befindet.

Das Thalliumcarbonat wird durch Ozon zwar auch zu braunem Oxyd oxydirt, aber viel langsamer als das Oxydul.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich folgende Schlüsse:

Wenn man mit Gewissheit die An- oder Abwesenheit des Ozons constatiren will, so ist keines der genannten Reagenten direct anwendbar, vorzüglich darum, weil salpetrige Säure, die Substanz womit das Ozon am leichtesten verunreinigt ist, mit fünf der genannten Stoffe dieselbe Reaction hervorbringt und bei den zwei übrigen ( $\text{Ti}_2\text{O}$  und  $\text{MnSO}_4$ ) das durch Ozon bewirkte Phänomen wieder vernichtet.

Doch kann man, wenn Thalliumoxydul oder Mangan-

sulfat in einer Gasmischung (welche weder Cl noch  $H_2S$  enthält) sich bräunen, daraus auf die Anwesenheit des Ozons schliessen (wenn nämlich keine andere noch unbekannte Substanz die braunen Oxyde hervorruft). Wenn jedoch die genannten Reagentien farblos bleiben, so kann man noch nicht auf die Abwesenheit des Ozons schliessen, da in diesem Falle die salpetrige Säure die Ozonreaction verdecken kann.

#### Atmosphärisches Ozon.

Diese Frage ist, wenn auch sehr interessant, dennoch eine missliche. Denn was heisst es die Atmosphäre auf Ozon zu untersuchen?

Erstens: Man sucht eine Substanz, die zwar starke chemische Wirkung hat, die aber, wenn sie in der Luft vorkommt, jedenfalls in sehr geringer Quantität da ist.

Zweitens: Man kennt noch kein Reagens, welches diese Substanz mit Gewissheit anzeigt.

Endlich: Man sucht diese Substanz in der Atmosphäre, d. h. in einer Gasmischung, die noch nicht vollständig bekannt ist. Zwar sind die Hauptbestandtheile genügend bekannt und bestimmt, die geringen Beimengungen aber, worauf es hier gerade ankommt, sind meistentheils nur noch sehr ungenügend untersucht. Denn was wissen wir eigentlich von der Chemie des atmosphärischen Staubes, von den Spuren Chlornatrium und Natronsulfat, von der salpetrigen Säure, von den Kohlenwasserstoffen, von den Emanationen der lebenden Organismen u. s. w., kurz von allen den Substanzen die man in der Atmosphäre kennt oder vermuthet?

Welche sind nun die zur atmosphärischen Ozonometrie angewendeten Methoden?

Nach dem Vorschlage Schönbein's haben fast alle Ozonbeobachter das Jodkaliumkleisterpapier angewendet. Diess wird an der freien Luft allmählich bräunlich gefärbt und bläut sich dann nach Befeuchtung durch Bildung von Jodamylum. Jodkaliumkleister ist zwar das empfindlichste Ozonreagens, aber zugleich eins der unsichersten. Von den Fehlerquellen dieser Probe sind es hauptsächlich folgende, die für atmosphärische Ozonometrie in Betracht kommen:

1) Salpetrige Säure, ein häufiger, wenn auch nicht constanter Bestandtheil der Atmosphäre, bläut das Papier ebenfalls \*).

2) Nicht alles Jod, was frei wird, bildet Jodamylum; ein Theil wird verdampfen, ein Theil vielleicht an Ammon gebunden.

3) Dämpfe von ätherischen Oelen zersetzen das Jodkalium energisch.

4) Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasserdampf und Sauerstoff zersetzen verdünnte Säuren (Kohlensäure) das Jodkalium ebenfalls.

5) Das Papier bläut sich schon in einer verschlossenen Flasche mit feuchter Luft, wenn es dem directen Sonnenlicht ausgesetzt ist.

Zwar wird nun keine dieser Fehlerquellen sehr intensiv wirken, da die störenden Substanzen entweder sehr langsam auf das Papier einwirken oder nur in sehr geringer Quantität vorkommen; allein da die Quantitäten freigewordenes Jod auch sehr unbedeutend sind und für jedes einzelne Papier nicht viel mehr als ein Bruchtheil eines Milligramms betragen werden, so kann der absolute Werth der Fehler gering sein, der relative jedoch so gross, dass die Brauchbarkeit der Methode dadurch wesentlich beeinträchtigt wird \*\*).

Houzeau hat eine Modification dieser Methode empfohlen \*\*\*). Ausgehend von der Thatsache, dass eine Jodkaliumlösung an der freien Luft alkalisch wird, nahm er als Indicans nicht das freigewordene Jod, sondern das gebildete Kali. Nur Ozon kann nach Houzeau solch eine Jodkaliumlösung alkalisch machen, da alle anderen KJ zersetzende Substanzen (Chlor, salpetrige Säure) mit dem Kalium neutral

---

\*) Auch wenn sie an Ammoniak gebunden ist, kann doch unter Mithilfe der Kohlensäure die Zersetzung des Jodkaliums erfolgen. Wenn ein Strom reiner Kohlensäure durch eine verdünnte Lösung von salpetrigsaurem Ammoniak streicht, so wird ein über der Flüssigkeit aufgehängtes feuchtes frisches Jodkaliumkleisterpapier in ungefähr 1 Stunde deutlich gefärbt.

\*\*\*) Vgl. Cloëz, *Compt. rend.* t. 43, 38.

\*\*\*) *Compt. rend.* t. 45, 873; 46, 89.

reagirende Salze bilden. Houzeau tränkte also schwach rothes Lakmuspapier auf der einen Hälfte mit Jodkaliumlösung (papier tournesol-vineux mi-joduré). Die KJ enthaltende (untere) Hälfte musste an der Luft mehr oder weniger sich bläuen, während die obere Hälfte controlirte, ob diese Alkalescenz auch von anderen Substanzen herrührte.

Der Schluss aber, den Houzeau aus dem obengenannten Versuche zieht, ist nicht unbedingt gültig. Jodkalium ist nach ihm ein Salz, das sich an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur nicht zersetzt; dasselbe ist aber eine ziemlich unbeständige Verbindung. Wenn auch das Salz noch so rein und jodsäurefrei ist, so wird doch immer die gut verschlossene Flasche, worin die Krystalle (ohne Einwirkung des Lichts) aufbewahrt werden, nach einiger Zeit beim Oeffnen deutlich einen Jodgeruch wahrnehmen lassen, und das Salz reagirt alsdann in Lösung schwach alkalisch. Schneller noch geschieht diess, wenn die Luft freier einwirken kann. Eine Lösung von jodsäurefreiem Jodkalium färbt sich in 24 Stunden blassgelb, wenn sie in einem mit Papier bedeckten Becherglase steht. In diesem Falle wird wohl die Kohlensäure nicht ohne Bedeutung sein. (Payen.)

Die Alkalescenz des Jodkaliums berechtigt also noch nicht zu dem Schlusse, dass die Zersetzung durch Ozon Statt fand. Und wenn diess auch wäre, so würde dennoch Houzeau's Methode nicht brauchbar sein. Denn, gesetzt den Fall, dass die Zersetzung von Ozon herrührt, so entsteht Kali und Jod. Wo bleibt nun das freiwerdende Jod im papier tournesol-vineux mi-joduré? Nach Houzeau verdampft es, ohne auf die Färbung des Papiers einzuwirken. Ein Theil zwar wird allerdings verdampfen, jedoch nicht Alles. Ein schwachrothes Lakmuspapier, nach Houzeau mit Jodkalium getränkt, zeigte, nachdem es einige Zeit (4—24 Stunden) der freien Luft ausgesetzt war, keine blaue, sondern eine braune Farbe, und enthielt also noch unverflüchtigtes freies Jod.

Auch salpetrige Säure macht in dem Houzeau'schen Papiere Jod frei.

Endlich noch: im Houzeau'schen Papiere entsteht Kali und Jod. Aber diese sind nicht ohne wechselseitige Einwir-

kung. Das Phänomen also, das Ozon anzeigen sollte, wird selbst wieder zum Theil zerstört.

Ueberhaupt ist jede Methode, die das atmosphärische Ozon mit Jodkalium bestimmt, verwerflich zu nennen, so lange sie nicht die leichte Zersetzbarkeit dieses Salzes, unter Umständen wie sie in der Atmosphäre vorkommen, in Betracht zieht.

Wie steht es nun mit den zwei besten Reagentien auf Ozon? Lassen diese sich für atmosphärische Ozonometrie verwenden?

Das schwefelsaure Manganoxydul ist nicht empfindlich genug. Papiere mit einer 20procentigen Lösung getränkt, zeigten erst nach 72--90 Stunden an der Luft eine merklich braune Färbung.

Das Thalliumoxydul ist empfindlicher. Zwar ist es für quantitative Ozonometrie ebensowenig brauchbar, wie die übrigen Reagentien; einmal weil salpetrige Säure das Oxyd reducirt, anderen Theils weil das Oxydul an der Luft Kohlensäure anzieht, und dadurch weniger empfindlich wird. Aus meinen damit angestellten Versuchen lässt sich jedoch Einiges schliessen, wesshalb ich sie hier kurz mittheile.

Mit einer Thalliumoxydullösung, die in 10 C.C. 0,508 Grm.  $Tl_2O$  enthielt (bestimmt als Jodthallium), tränkte ich schwedisches Filtrirpapier. Ein bekanntes Volum der Lösung ward auf eine flache Schale gegossen, hierdurch gemessene Papierstreifen gezogen und das rückständige Volum bestimmt. Der  $Tl_2O$ -gehalt des Papiers liess sich auf diese Weise annähernd berechnen und zwar enthielt jeder  $\square$ Cm. ungefähr 0,001 Grm.  $Tl_2O$ . Die Papierstreifen wurden schnell getrocknet und in Streifen von  $\frac{1}{2}$  Cm. Breite und 3 Cm. Länge der Luft ausgesetzt.

Ich beobachtete im Juli und August 1866 auf der Insel Texel. Das Papier ward, vor Regen geschützt, doch übrigens ganz an der freien Luft,  $1\frac{1}{2}$  Meter über der Erde befestigt, und zwar nicht auf freiem Felde, sondern in einem am Rande des Dorfes gelegenen Garten.

Um nun einigermaassen den Grad der Färbung bestimm-

men zu können, fertigte ich mir auf folgende Weise eine (ziemlich rohe) Scale: Zwölf Streifen wurden aufgehängt, und jede Stunde beobachtet. Nach einiger Zeit waren sie sehr schwach gelblich gefärbt. Einer ward nun abgenommen und als No. 1 aufbewahrt, statt dessen ward ein frischer Streifen *a* aufgehängt. Wenn nun nach einiger Zeit dieser Streifen *a* dieselbe Nüance hatte als No. 1, so waren die anderen 11 eine Nüance dunkler gefärbt; einer von diesen 11 ward dann abgenommen und als No. 2 aufbewahrt, auch statt seiner ein frischer Streifen *b* aufgehängt. Wieder nach einiger Zeit hatte *b* eine Färbung = No. 1, *a* = No. 2, und die übrigen 10 wieder eine Nüance dunkler. Von diesen 10 ward dann einer als No. 3 aufbewahrt, und so weiter bis ich eine Scale hatte von 12 Nummern. Vorausgesetzt dass die Intensität der Farbe proportional wäre der Quantität des oxydirenden Körpers, und dass die Nüance No. 1 herrührte von einer Quantität *x*, so hatte ich für No. 2  $2x$ , für No. 3  $3x$  u. s. w. — Obgleich nun die Construction dieser Scale sehr unvollkommen war, so erlaubte sie mir doch für die Intensität der Farbe einigermaassen einen numerischen Ausdruck.

In der ersten Zeit wurden die Streifen jeden Morgen und Abend um 8 Uhr frisch aufgehängt, allein da innerhalb 12 Stunden nur niedrige Scalenummern sich zeigten, blieben die Papiere nachher 24 Stunden der Atmosphäre ausgesetzt.

Folgende Tafel enthält die Beobachtungen während eines Monats. Herr van der Sterre, Director des Helder'schen meteorologischen Observatoriums\*), war so freundlich, mir seine Beobachtungen mitzutheilen, so dass ich den Windesdruck dieser Tage und die Zahlen, die Herr van der Sterre mittelst des Schönbein'schen Ozonometers erhielt, hierbei aufzeichnen konnte. Zugleich verglich ich noch andere meteorologische Factoren, Barometerstand, Lufttemperatur, Richtung des Windes, relative Feuchtigkeit, Regenmenge und Lufterktricität. Sie zeigten jedoch keinerlei Beziehung zu meinen Scalenummern, überdiess war auch die Beobachtungsreihe viel zu kurz.

---

\*)  $1\frac{1}{2}$  Stunden entfernt von der Stelle, wo ich beobachtete.

	Windesdruck	Schönbein'sches Papier		Ti <sub>2</sub> O-Papier	
		Nacht	Tag	Nacht	Tag
Juli					
24/25	4,53	5	6	1	3
25/26	7,50	5	7	1	4
26/27	1,57	6	9	0	2
27/28	0,17	4	5	0	$\frac{1}{2}$
28/29	0,97	4	4	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
29/30	3,17	5	8	0	2
30/31	13,63	7	5	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
August					
31/1	1,38	6	5	0	$1\frac{1}{2}$
1/2	2,52	4	6	4	
2/3	5,43	5	7	2	
3/4	16,07	7	7	$5\frac{1}{2}$	
4/5	24,00	6	7	$5\frac{1}{2}$	
5/6	13,58	5	6	$5\frac{1}{2}$	
6/7	21,92	6	9	6	
7/8	26,75	8	7	6	
8/9	13,33	4	6	$5\frac{1}{2}$	
9/10	7,55	5	5	4	
10/11	3,67	6	4	2	
11/12	4,25	5	8	$3\frac{1}{2}$	
12/13	1,52	7	5	$1\frac{1}{2}$	
13/14	1,73	6	7	1	
14/15	2,50	5	9	1	
15/16	3,40	6	6	$2\frac{1}{2}$	
16/17	17,13	7	7	$5\frac{1}{2}$	
17/18	24,67	6	6	$6\frac{1}{2}$	
18/19	1,45	5	7	5	
19/20	2,77	0	7	$4\frac{1}{2}$	
20/21	0,40	7	10	0	
21/22	0,25	10	7	$\frac{1}{2}$	
22/23	0,50	9	9	0	
23/24	0,42	8	8	0	
24/25	0,63	7	8	$1\frac{1}{2}$	

Was lehren nun diese Zahlen?

1) *Thalliumoxydulpapier bräunt sich an der Luft.*

Ozon ist ein Körper der die braune Farbe hervorruft; salpetrige Säure macht sie wieder verschwinden. Die Farbe kann also das Resultat sein der Differenz dieser beiden Substanzen. Hier prädominirte die Wirkung des Ozons.

2) *Am Tage bräunt sich das Papier stärker als des Nachts.*

Da während 12 Stunden keine intensive Färbung auftritt, exponirte ich einen Streifen während 48 Tagesstunden, und einen anderen 48 Nachtstunden. Diess ergab Folgendes:

	1—4. Aug.	9—12. Aug.	14—17. Aug.	18—21. Aug.
48 Tagesstunden	11 1/2	8	10	7
48 Nachtstunden	5	3 1/2	5 1/2	3

Diese schwächere Färbung während der Nacht kann nun herrühren von:

- a) Abnahme des Ozons;
- b) Zunahme der salpetrigen Säure;
- c) Beiden Ursachen zugleich.

Das Schönbein'sche Papier, das von Ozon und salpetriger Säure gebläuet wird, zeigt keine höheren Nummern für die Nacht, auch nicht viel niedrigere; diess würde also die erste und zweite Möglichkeit unwahrscheinlich machen. Etwas entscheidendes lässt sich jedoch hieraus nicht schliessen.

3) *Die Bräunung ist intensiver, je nachdem der Windesdruck grösser ist.*

Diess lässt sich leicht daraus erklären, dass bei stärkerem Winde ein grösseres Luftquantum auf das Papier wirkt. In einem Zimmer bleibt das  $\text{Ti}_2\text{O}$ -papier immer farblos, wie lange es auch hängt. Ebenfalls in einer oben offenen, unten verschlossenen Glasröhre. (Die Röhre war 20 Cm. lang, 3 Cm. im Durchmesser; das Papier war 5 Cmf. hoch über den Boden befestigt.)

Beim Schönbein'schen Papiere nimmt die Intensität der Färbung nicht zu mit der Kraft des Windes. Rührt diess vielleicht daher, dass in stärker bewegter Luft eine stärkere Verflüchtigung des Jods stattfindet?

4) *Die Färbung des Thalliumpapiers hält nicht gleichen Schritt mit der des Schönbein'schen Papiers.*

Z. B. vom 20—25. Aug. giebt das erste in 24 Stunden die Nummern: 0, 1/2, 0, 0, 1 1/2; das zweite in 24 Stunden: 17, 17, 18, 16, 15.

(Vielleicht eine starke Zunahme der salpetrigen Säure, die das  $\text{Ti}_2\text{O}$ -papier entfärbt, das andere färbt?)

Wenn man annehmen dürfte, die Bläuung des Schönbein'schen Papiers sei das Resultat der Einwirkung nur allein von Ozon und salpetriger Säure im gleichen Sinne und gebe daher  $x + y$ ; und die Bräunung des Thalliumpapiers sei das Resultat der Einwirkung nur dieser beiden Substanzen im entgegengesetzten Sinne und gebe daher  $x - y$ , so liesse sich eine Methode finden, die durch Combination dieser beiden Reagentien  $x$  und  $y$  bestimmte. Natürlich müsste man vorher eine für beide Papiere gleich graduirte Scale fertigen, um die Grössen  $x + y$  und  $x - y$  auf dieselbe Einheit beziehen zu können. Weil jedoch die genannte Annahme noch keine streng berechnete ist, würde eine solche Methode noch nicht anwendbar sein.

Das einzige, was durch diese wenigen Beobachtungen meines Erachtens erwiesen ist, ist Folgendes:

*Wenn in der Atmosphäre keine andere Substanz vorkommt, die  $Tl_2O$  oxydirt (und bisher ist keine solche nachgewiesen), so war auf der Insel Texel im Sommer 1866 die Atmosphäre ozonhaltig.*

Für alle anderen Schlüsse ist die Beobachtungsreihe zu kurz.

Hin und wieder ist die Behauptung aufgestellt worden, der von den Pflanzen ausgeschiedene Sauerstoff sei ozonhaltig. Wäre dem so, so müsste ein Thalliumpapier, zwischen den Blättern einer üppig wachsenden Pflanze aufgehängt, sich stärker bräunen, als eins in freier Luft. Diess war aber nicht der Fall:

In freier Luft . . . . .	4	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	4	$3\frac{1}{2}$
Zwischen dicht beblättern						
Bohnenpflanzen . . . . .	2	2	1	2	2	$1\frac{1}{2}$
Zwischen dicht beblättern						
Georginen . . . . .	2	$1\frac{1}{2}$	1	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
In der obengenannten Glas-						
röhre . . . . .	0	0	0	0	0	0

Das zwischen den Blättern hängende Papier zeigt sogar niedrigere Nummern, wahrscheinlich weil es dem Winde weniger ausgesetzt war. Die von Anderen erhaltenen entgegengesetzten Resultate könnten wohl in einzelnen Fällen

daher rühren, dass man mit Gewächsen experimentirte, welche ätherische Oele producirt, deren Dämpfe das Jodkaliumkleisterpapier stark färben.

In der Stadt Groningen habe ich, wo und wann ich auch die Papiere exponirte, niemals Bräunung des Thalliumoxyduls beobachtet. Wohl wird daselbst das Schönbein'sche Papier gebläut.

*Eine zuverlässige Methode der atmosphärischen Ozonometrie ist demzufolge noch nicht gefunden*, ein Schluss, der sich wohl Jedem, der sich mit Ozonometrie beschäftigt hat, schon aufgedrängt haben mag.

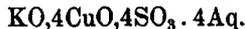
## XXVII.

### Ueber basische Kupfersulfate.

Von -

**Franz Reindel.**

Wenn man das blassblaue Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd mit heissem Wasser behandelt, oder wenn man eine Lösung von Kupfervitriol längere Zeit kocht unter Zusatz von einfach schwefelsaurem Kali, so scheidet sich ein basisches Doppelsalz ab, welches nach der Angabe in Gmelin's Handbuch der Chemie (5. Aufl. III, 432) die Zusammensetzung haben soll:



Es ist am betreffenden Orte bemerkt, dass andere Bestimmungen auch andere Resultate ergaben, und daraus wird der Schluss gezogen, dass der Körper ein Gemenge mehrerer basischer Salze sei. Diese Folgerung ist völlig unzulässig, und zwar einfach aus dem Grunde, weil eine genaue quantitative Analyse des basischen Kaliumkupfersulfats so lange zu den Unmöglichkeiten gehört, als man nicht ein Waschmittel findet, welches dasselbe in keiner Weise alterirt, und nebenbei doch  $\text{CuO},\text{SO}_3$  und  $\text{KO},\text{SO}_3$  zu beseitigen erlaubt. Obige Formel hat also nicht den mindesten Werth.