

## 362. A. Ladenburg: Ueber das Ozon. IV.

(Eingegangen am 4. Juli.)

Vor etwa 2 Jahren habe ich das Molekulargewicht des Ozons festgestellt, indem ich dieses Gas zunächst möglichst von Sauerstoff befreit habe und dann seine Dichte bestimmte. Die zunächst gefundene Zahl wurde dann einer Correctur unterzogen, indem aus der durch ein bestimmtes Volum dieses Ozons ausgeschiedenen Jodmenge der Procentgehalt an 100-procentigem Ozon festgestellt und durch Rechnung die Dichtigkeit desselben ermittelt wurde<sup>1)</sup>.

Gegen diese Rechnung wurden von Städel<sup>2)</sup> und Gröger<sup>3)</sup> Einwände erhoben, die ich aber in einer Entgegnung als völlig hinfällig erweisen konnte<sup>4)</sup>. Damit hielt ich die Sache für erledigt.

Ich bin daher sehr erstaunt, in einer Abhandlung des Hrn. Brunck im letzten Heft dieser Berichte folgenden Satz zu finden<sup>5)</sup>:

»Bei der jodometrischen Ozonbestimmung gehen wir von vornherein von der Thatsache aus, dass 48 Theile Ozon 253.7 Gewichtstheile Jod frei machen, obwohl dies nach den Arbeiten Soret's zwar wahrscheinlich, aber trotz der neueren Versuche Ladenburg's, wie Städel und Gröger gezeigt haben, keineswegs erwiesen ist.«

Diesen Satz kann ich nicht ohne Erwiderung lassen.

Aus meinen Versuchen geht hervor:

1. dass die direct gefundene Dichte des Ozons auf Sauerstoff gleich 1 bezogen 1.3698 oder für  $O = 32 : 43.8$  beträgt (wodurch bereits das Molekulargewicht festgestellt ist).

2. dass 0.59580 g dieses Gases 2.7155 g Jod aus Jodkalium ausscheiden, oder 253.7 Theilen Jod entsprechen 55.66 Theile dieses Ozons.

Die einzige Zahl, welche diesen beiden Bestimmungen genügt und gleichzeitig ein ganzes Multiplum von 16 ist, ist 48.

Ich sage 48 ist die einzige Zahl, welche den Thatsachen genügt, da dieselbe zwischen den 2 gegebenen Daten liegen muss. Dieselbe Ursache, die Verunreinigung des Gases durch Sauerstoff, bedingt nämlich einerseits eine Verringerung des Molekulargewichts und andererseits eine Erhöhung des einer bestimmten Jodmenge entsprechenden Gasgewichts.

So ist demnach der Beweis, dass 48 das physikalische und chemische Molekül des Ozons ist, ein vollständiger. Derselbe ist vielleicht für solche, welche wenig an derartige Ueberlegungen

<sup>1)</sup> Diese Berichte 31, 2508 und 2830.

<sup>2)</sup> Diese Berichte 31, 3143.

<sup>3)</sup> Diese Berichte 31, 3174.

<sup>4)</sup> Diese Berichte 32, 221.

<sup>5)</sup> Diese Berichte 33, 1832.

gewöhnt sind, verständlicher, als der von mir früher gegebene. (Diese Berichte 32, 221.)

Merkwürdig ist übrigens, dass Hr. Brunck, nachdem er diesen gänzlich unbegründeten Ausfall gegen mich gemacht und meine Versuche als nicht beweiskräftig hingestellt hat, das Resultat derselben seinen Versuchen zu Grunde legt, »um Verwirrung zu vermeiden«.

Hr. Brunck studirt die quantitative Bestimmung des Ozons durch Jodkalium und findet als Hauptresultat, dass diese nur in saurer Lösung richtige Resultate liefere. Ich muss gestehen, dass ich dieses Resultat für allgemein bekannt und anerkannt hielt, und sehr erstaunt bin, von Hrn. Brunck zu hören, dass auch neutrale Jodkaliumlösungen neuerdings noch zur Bestimmung des Ozons vorgeschlagen und angewendet wurden.

Da man schon seit Schönbein weiss, dass Ozon aus neutralen Jodkaliumlösungen freies Alkali erzeugt, so sollte man glauben, dass ein Chemiker nicht ernstlich daran denken könne, Jod in einer solchen Lösung durch thioschwefelsaures Natrium zu bestimmen.

Jedenfalls hat schon Schöne<sup>1)</sup> vor 21 Jahren Ozon durch eine mit Schwefelsäure versetzte Jodkaliumlösung titrirt, wenn er auch, aus besonderen, durch den Versuch bedingten Gründen, die Säure erst nach der Einwirkung auf das Ozon zusetzte, was aber, wenn überhaupt, höchstens einen kleinen Fehler veranlasste.

Hervorgehoben zu werden verdient, dass Hr. Brunck keinen Nachweis bringt, dass die von ihm empfohlene Methode richtige Resultate liefert, da er keinerlei Controlle für den Ozongehalt seines Gases hat. Das Einzige, was er zeigt, ist, dass bei der Titrirung in saurer Lösung ziemlich übereinstimmende<sup>2)</sup> und höhere Zahlen gefunden werden, als in neutraler Lösung.

Dass die Methode richtige, oder wenigstens annähernd richtige Resultate liefert, geht aber aus meinen Versuchen über die Dichte des Ozons hervor. Dass ich in saurer Lösung titrirt habe, brauche ich wohl nicht erst zu betonen.

Berechnet man aus der von mir gefundenen Dichte des Ozons den Procentgehalt, und berechnet man ihn zweitens aus der ausgeschiedenen Jodmenge, immer unter Zugrundelegung des von mir festgestellten Molekulargewichts 48, so findet man 1. 73.9 und 2. 78.66 Volumprocente, also 2 Zahlen, die, wenn auch nicht vollständig, doch annähernd übereinstimmen. Die Fehler erklärten sich

<sup>1)</sup> Ann. d. Chem. 196, 244.

<sup>2)</sup> Die Uebereinstimmung ist keine besonders gute. Die Unterschiede betragen bis 7 pCt.

durch die Schwierigkeit des Versuchs, der nicht zu diesem Zweck unternommen war.

Jedenfalls geht aber aus meinen Versuchen die Methode hervor, wie objectiv eine Bestimmungsart des Ozons auf ihre Richtigkeit geprüft werden kann, und in dieser Richtung werden bereits Versuche in meinem Laboratorium ausgeführt.

**363. G. Linck: Antwort auf die Bemerkungen des Hrn. Muthmann zu meinen krystallographischen Abhandlungen.**

(Eingegangen am 17. Juli.)

Als Antwort auf die Bemerkungen des Hrn. Muthmann zu meinen krystallographischen Arbeiten — diese Berichte 33, S. 1771 — will ich die Ergebnisse dieser Arbeiten in aller Kürze und mit möglichster Schärfe noch einmal darlegen:

Mit KV bezeichne ich bei Krystallen mit rechtwinkeligem Axensystem das Product aus den krystallographischen Axen, bei den Krystallen mit schiefwinkeligem Axensystem jenes Product mal dem Eckensinus<sup>1)</sup>. Ferner ist das specifische Gewicht der Krystalle mit D und das Molekulargewicht der Substanz mit M bezeichnet.

Aus meinen und meiner Schüler Arbeiten ergeben sich nun unabhängig von jeder hypothetischen Vorstellung folgende beide Thatsachen:

I. Die Quotienten

$$Q = \frac{KV \cdot D}{M}$$

stehen bei den einer **eutropischen**<sup>2)</sup> Reihe angehörigen Krystallen in einfachem, rationalem Verhältniss zu einander. Und zwar bilden diese Verhältnisszahlen meist — die Ausnahmen sind noch nicht erklärt — eine arithmetische Reihe.

<sup>1)</sup> Vgl. meine Arbeit in der Zeitschr. f. Kryst. 1896, Bd. 26, S. 283. — Der dort, in der ersten Arbeit angewendete Factor  $\frac{4}{3} \pi$  wurde schon von Eppler in seiner Arbeit im Jahre 1898 (ebenda Bd. 30, S. 170—175) und später von mir immer weggelassen. Dies bedurfte also der Correctur des Hrn. Muthmann nicht.

<sup>2)</sup> Eutropisch und nicht »isomorph« wie mir Hr. Muthmann unterzuschieben versucht!