

Ralph Bathurst, ein unbekannter Vorläufer Lavoisiers.

Von CHARLOTTE SAECHTLING, Berlin.

(Eingeg. 4. Februar 1933.)

Mit Studien über die Entwicklung der Phlogistontheorie und der Sauerstofftheorie beschäftigt, befaßte ich mich auch mit den Werken *J. Blacks*, die sein Schüler *Robison* herausgegeben hat¹⁾. *Black* gehörte bekanntlich zu den ersten, die die Lehre *Lavoisiers* anerkannten, und so finden wir seine Vorlesungen schon auf der neuen Grundlage aufgebaut. *Robison*, der die Vorlesungen mit vielen Anmerkungen begleitet, fand daher öfters Gelegenheit, diejenigen Männer zu erwähnen, die schon früher ähnliche Ansichten, wie *Lavoisier*, verkündeten. Die Namen wie *J. Mayow*, *Hooke* sind genügend bekannt, in der chemischen Literatur völlig unbekannt ist jedoch der Name *Bathurst*, den *Robison* einmal, eben in diesem Zusammenhange, nennt. Es war daher von Interesse, zu erfahren, wieweit dieser bisher ungenannte, unbekannte „Vorläufer“ dem Sauerstoffsystern nahegekommen war, lange bevor es sich siegreich behaupten konnte.

Die nötigen Anhaltspunkte lieferte das „Dictionary of national Biography“²⁾, das auch den Herausgeber der Schriften *Bathursts*, *Th. Warton*, namhaft macht³⁾.

Ralph Bathurst wurde im Jahre 1620 in Hawthorpe, Northamptonshire, geboren. Er studierte Theologie und wurde 1646 Priester. In seinen Mußestunden befaßte er sich mit Naturwissenschaften, aber trotzdem er diese Studien gar nicht dilettantisch, sondern recht ernsthaft betrieb, war es mehr eine Art Erholung für ihn.

Beim Ausbruch des Bürgerkrieges (es war die Epoche Oliver Cromwells) wurde der junge Priester seines Amtes enthoben; er widmete sich nun ganz der Naturwissenschaft. Er wurde Arzt und als solcher versah er bei der Marine den Dienst. Im Jahre 1654 wurde *Bathurst* zum Medical Doctor promoviert. Der Titel seiner Dissertation lautet: „Praelectiones tres de respiratione“.

Nach der Wiederherstellung des Königreiches wurde *Bathurst* Kaplan des Königs, dann Präsident von Trinity Church, später Dechant von Wells. Im Jahre 1663 wurde er zum Mitglied der Royal Society gewählt — mit deren Mitgliedern ihn enge Freundschaft verband —, und 1683, als ein Zweig der R. S. sich in Oxford etablierte, wurde *Bathurst* der erste Präsident der Tochtergesellschaft. — An den Folgen eines Beinbruchs starb *Bathurst* 1704.

Die — nicht zahlreichen — Werke *Bathursts* sind theologisch-philosophischen Inhalts; nur die oben erwähnte Dissertation befaßt sich mit naturwissenschaftlichen Fragen.

Die Dissertation trägt als Jahreszahl 1654, ist aber, wie aus einem Briefe *Bathursts* hervorgeht, schon früher entstanden.

Ein Originalexemplar der „Praelectiones tres“ scheint nicht aufgefunden worden zu sein, deshalb sind Zweifel an der Autorschaft *Bathursts* aufgestiegen. Dieser Zweifel erscheint jedoch unbegründet, denn die Kopie wurde, wie *Warton* berichtet, von *Bathurst* selbst korrigiert. Er scheint sich mit der Absicht getragen zu haben, das Manuskript noch weiter auszuführen, denn, wie

¹⁾ *Joseph Black*, Vorlesungen über die Grundlehre der Chemie. Aus seiner Handschrift herausgegeben von *J. Robison*. Aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen von *Lorenz Crell*. Vier Bände. Hamburg 1804.

²⁾ Edited by Leslie Stephen and Sidney Lee, London 1885 bis 1912.

³⁾ The life and literary remains of *Ralph Bathurst* M. D. dean of Wells, by *Thomas Warton* M. A. London 1761.

Warton erwähnt, schrieb er nach dem letzten Satz der Kopie ein „etc.“.

Bathurst befaßte sich als Arzt hauptsächlich mit der Atmung. Dementsprechend sind die Teile der Dissertation den einzelnen Fragen gewidmet: 1. die Art der Atmung und ihre Werkzeuge, 2. zu welchem Zwecke die Atmung dient, und 3. wie sie diesen Zweck erreicht.

Über den Zweck der Atmung herrschten zu der damaligen Zeit verschiedene Ansichten. Sehr häufig trat die Meinung auf, die eingeatmete Luft diene zur Abkühlung des Herzens und des Blutes. *Bathurst* weist diese Ansicht zurück. Um den wahren Zweck kennenzulernen, greift er zum Experiment: er glüht ein Stück Kohle in wohlverschlossenem Gefäß und findet, daß es trotz der großen Hitze unverändert geblieben ist. Da seiner Ansicht nach die Verbrennung in der schnellen Bewegung der kleinen Teilchen besteht, so ist das Verhalten der Kohle in diesem Falle so zu erklären, daß die Bewegung hier verhindert wird. Ebensowenig kann aber auch der Mensch in einem verschlossenen Raume atmen, woraus folgt, daß Brennen und Atmen denselben Gesetzen unterworfen sind: „Ubicunque denique ignis commode ardere potest, ibi et nos possumus aequae commode respirare.“

Hat die Ausatmung hauptsächlich die Aufgabe, die schädlichen Stoffe aus dem Körper zu entfernen, so ist der Zweck der Einatmung, des wichtigeren Teiles des ganzen Prozesses, ein anderer. Über diesen verbreitet sich die dritte Abhandlung.

Die Aufgabe des Einatmens ist, dem Körper eine Art von Nahrung, das „pabulum nitrosum“ zuzuführen. Ähnlich wie die feste Nahrung ist auch diese, in der Luft anwesende, dem Leben unentbehrlich. Deshalb, sagt *Bathurst*, hat bei den Dichtern Leben und Atemschöpfen die gleiche Bedeutung. Dieses pabulum ist sowohl für Tiere wie für Pflanzen unentbehrlich, es ist in der Erde und der Luft vorhanden, und mittels einer ständigen Zirkulation durchdringt es alles.

Daß dieser Bestandteil der Luft den Namen „nitrosum“ bekam, ist folgendermaßen begründet: Der mineralische Salpeter befördert als Düngemittel kräftig das Wachstum der Pflanzen. Er muß also, in fixierter Form natürlich, einen Bestandteil enthalten, der der Pflanze besonders zuträglich ist; dieser muß identisch sein mit demjenigen, der der Pflanze zum Leben so notwendig ist, also jenem unentbehrlichen Luftbestandteil gleichen. Denn dieser Teil der Luft kann auch nährend wirken, wie viele in der Luft und im Wasser gedeihende Pflanzen beweisen, die ohne Erde, nur mit Hilfe des pabulum nitrosum, bestehen können. — Wird die Pflanze aber dem Einfluß dieses pabulum entzogen, in ein abgesperrtes, dunkles Zimmer gesetzt, so welkt sie dahin; aus demselben Grunde, um nämlich viel Luft zu bekommen, streben die Baumkronen in die Höhe und Breite.

Die Erde kann, wenn sie an Salpeter arm geworden ist, indem die Pflanzen alles zu ihrem Wachstum verbraucht haben, leicht regeneriert werden, einfach dadurch, daß sie an der Luft liegen gelassen wird. Sie fixiert dann das pabulum nitrosum der Luft und ist zum Tragen der Pflanzen wieder bereit.

Reichlicher Regen löst eine kleine Menge des flüchtigen pabulum in sich auf. Er führt ihn so der Erde zu. Aber auch zum Bleichen ist dieses Wasser besser geeignet, eine Tatsache, die den Wäscherinnen längst be-

kannt ist, sagt *Bathurst*. Zum Bleichen ihrer Wäsche nehmen sie lieber Regen- als Brunnenwasser. — Ist die Tatsache an sich, daß ein Priester auch diesem ihm doch sehr entfernt liegenden Gebiet, wie Wäschebleiche, Beachtung schenkt, bemerkenswert, so ist noch viel erstaunlicher, daß er seinem *pabulum* — dessen Ähnlichkeit mit dem Sauerstoff hier besonders ins Auge springt — auch bleichende Wirkung zuschreibt, eine Analogie, wie ich sie in keinem anderen dieser „Sauerstoffsysteme“ sonst erwähnt fand.

Auch im Wasser fehlt dieser wichtige Bestandteil nicht, er ist zum Ernähren der Fische und der Wasserpflanzen unentbehrlich.

Die ungewöhnliche Vielseitigkeit *Bathursts* beweist ferner eine Bemerkung, die zeigt, daß er auch über die Möglichkeit eines *Unterseebootes* nachgedacht hat. Die hauptsächlichste Schwierigkeit eines solchen Fahrzeuges sieht er darin, daß der enge abgeschlossene Raum nicht die zum Atmen nötigen Luftmenge fassen kann: „*Atque isthoc quidem est, quod submarinae navigationis invento, alias utilissimo, imprimis obstaré videtur: quia scilicet nitrosum aeris pabulum, in navigio, sub aquis arctissime concluso, tot hominibus non facile sufficiat.*“

Bathurst befaßte sich auch mit der Lösung der Frage, weshalb nun das *pabulum nitrosum* für die Atmung so

wichtig sei. Hier greift er zum Analogieschluß und folgert, daß, wie der Körper durch die feste Nahrung, so werden Lunge, Herz und Nerven durch den salpetrigen Stoff am Leben erhalten. Die Verteilung des *pabulum* geschieht in der Lunge, wo die Adern eine große Oberfläche umspannen. Wie das Destillat viele Windungen durchläuft, so auch das *pabulum nitrosum* in der Lunge, so daß es vom Blut reichlich aufgenommen werden kann.

Die Ausführungen zeigen deutlich, daß *Bathurst* bei mancher unklaren Vorstellung doch auf dem richtigen Wege war, die Fragen, die die besten Chemiker damals lebhaft beschäftigten, zu lösen. Befaßte er sich als Arzt in erster Linie mit der Atmung, so zeigt das oben angeführte Experiment, daß er die Verbrennung als durchaus analogen Vorgang zum Atmen auffaßte. Die vage Definition des so wichtigen „*pabulum nitrosum*“ ist in der mangelhaften Entwicklung der Kenntnisse über die Gase begründet. — Man unterschied nur zwischen atembaren und schädlichen Gasen; feinere Unterschiede wurden nicht gemacht. Doch geht aus dieser Dissertation hervor, daß die Entwicklung auf dieser Linie gradenwegs zu der Theorie *Lavoisiers* führt. Und in diesem Sinne können wir den Priester *Bathurst* als einen Vorläufer des Begründers der Sauerstofftheorie ansehen.

[A. 19.]

Analytische Untersuchungen

Die Titration des Sulfations nach der visuellen Leitfähigkeitsmethode.

Von O. PFUNDT,

Forschungslaboratorium Oppau der I. G. Farbenindustrie A.-G.

(Eingeg. 10. Dezember 1932.)

Inhalt: Die konduktometrische Titration von Sulfaten mittels Bariumacetat wird untersucht und die Brauchbarkeit der Bestimmung durch gewichtsanalytische Vergleichswerte, insbesondere für Ammonsulfat, erwiesen. Dauer einer Titration 3 bis 4 min.

Die konduktometrische Titration des Sulfations ist bereits mehrmals untersucht worden¹⁾, doch hat sie sich augenscheinlich kaum in die Praxis eingeführt. Ein wesentlicher Grund hierfür ist wohl darin zu sehen, daß die Ausführung von Leitfähigkeitstitrations nach der früher allein zur Verfügung stehenden Telefonmethode

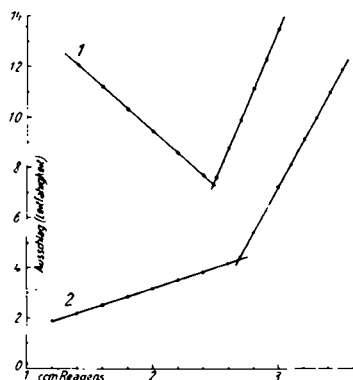


Abb. 1. Sulfattitration in Ammonsulfatlösung.

Kurve 1: mit Bariumacetat als Reagens.

Kurve 2: mit Bariumchlorid als Reagens.

etwas umständlich war. Die Ausarbeitung visueller Verfahren gab erneut Veranlassung, auch auf die Sulfattitration zurückzukommen²⁾. Dabei wurden die Bestimmungen teils bei Zimmertemperatur unter Zusatz von Alkohol³⁾, teils bei höherer Temperatur in rein wässriger

Lösung ausgeführt⁴⁾. Nach der ersten Methode dauert die Titration drei bis vier Minuten, nach der zweiten etwa doppelt so lange, wenn man von der für das Erhitzen erforderlichen Zeit absieht. Als Fällungsreagenzien kommen hauptsächlich Bariumchlorid und Bariumacetat in Betracht. Mit Bariumacetat ergibt sich wegen der kleineren Wanderungsgeschwindigkeit des Acetations die günstigere Kurvenform. (Vgl. Abb. 1.) *Kolthoff* gibt dem Bariumchlorid den Vorzug, um Schwierigkeiten zu vermeiden, die bei der Titration saurer Lösungen infolge der Pufferwirkung des Bariumacetats entstehen können⁵⁾. Enthält nämlich die titrierte Lösung eine starke Säure, so kann es vorkommen, daß das Ende der Sulfatfällung in der Titrationskurve nicht hervortritt, weil es durch denjenigen Knick überdeckt wird, der durch die beendete Umsetzung zwischen Acetat und starker Säure hervorgerufen wird.

Diese Schwierigkeit läßt sich jedoch umgehen, so daß man das Bariumacetat als Fällungsreagens und gleichzeitig zum Abstumpfen geringer Mengen einer in der Probe etwa vorhandenen starken Säure verwenden kann. Der weitere Verlauf der Titrations vollzieht sich dann in Lösungen mit verhältnismäßig geringen Unterschieden des Säuregrades, was für die Sicherheit der Ergebnisse augenscheinlich günstig ist⁶⁾.

Die vorliegenden Untersuchungen bezogen sich in erster Linie auf Sulfattitrations in Ammonsulfat. Die Bestimmungen wurden auf visuellem Wege mit der Synchronapparat⁷⁾ (Abb. 2a) durchgeführt. Ebenso

¹⁾ I. M. Kolthoff, Konduktometrische Titrations, Steinkopff, 1923.

²⁾ Jander u. Pfundt, Die visuelle Leitfähigkeitstiteration, Enke, 1929.

³⁾ Fehn, Jander u. Pfundt, Ztschr. angew. Chem. 42, 158 [1929].

⁴⁾ Jander, Pfundt u. Schorstein, Ztschr. angew. Chem. 43, 507 [1930].

⁵⁾ Kolthoff u. Kameda, Ind. Engin. Chem., An. Ed. 3, 129 [1931].

⁶⁾ Vgl. Anmerkung 1 und 2.

⁷⁾ Pfundt, Chem. Fabrik 2, 184 [1929].