

## Einige Bemerkungen zu „R. Bathurst, ein unbekannter Vorläufer Lavoisiers“.

Von Prof. Dr. Edmund O. von Lippmann.

In dem Aufsatz obigen Titels<sup>1)</sup> verweist die Verfasserin auf die 1654 erschienene Dissertation des in der chemischen Literatur völlig unbekannten Arztes und Priesters *A. Bathurst* (1620–1704), in der dieser u. a. ausführt, daß die nämlichen Gesetze für das Brennen und Atmen gelten, und daß letzteres nicht, wie man sehr allgemein annimmt, zur Abkühlung des Blutes dient; vielmehr entfernt das Ausatmen schädliche Stoffe aus dem Körper, während das Einatmen ihm den erforderlichen nitrosen Nährstoff zuführt, das „pabulum nitrosum“, das frei in der Luft vorhanden ist, alles durchdringt und sich als unentbehrlich für Tiere und Pflanzen erweist. Jene nehmen es zumeist aus der Luft auf oder, wie die Fische, aus dem Wasser, und derselbe Unterschied gilt betreffs der gewöhnlichen und der Wasserpflanzen. Die Gewächse vermögen auch ohne Erde zu gedeihen und sich zu entwickeln, nur auf Kosten von Wasser und Luft, sofern das „pabulum“ freien Zutritt hat; wird ihm dieses aber „entzogen“, z. B. in einem verdunkelten Zimmer, so gehen sie zugrunde. Für Tiere und Menschen ist es deshalb besonders wichtig, weil es beim Einatmen Nerven, Herz und Lunge am Leben erhält; seine Zufuhr wäre daher dort nützlich, wo es an frischer Luft fehlt, z. B. in den Räumen der Unterseeboote. Im Wasser gelöst, so im Regenwasser, wirkt es bleichend, z. B. auf die Wäsche; „fixiert“ oder gebunden ist es auch in erdigen und mineralischen Stoffen vorhanden, namentlich im Salpeter.

*Bathurst* war, gemäß *Gmelins* „Geschichte der Chemie“<sup>2)</sup>, dem Kreise *Boyles* zugehörig und ein Mitbegründer des „Collegiums“, aus dem später die „Kgl. Societät der Wissenschaften“ hervorging; von seinen einschlägigen Schriften weiß auch *Poggendorffs* biographisches „Handwörterbuch“ nur die Dissertation von 1654 anzuführen<sup>3)</sup>, auf die hin er zum Dr. med. promovierte. Seine Ansichten sind daher durchaus vom ärztlichen Standpunkte aus zu beurteilen und knüpfen in den wesentlichen Punkten an die der Antike entstammenden Überlieferungen an, wenngleich sie diese in manchen Beziehungen durch neuere Erfahrungen ergänzen.

Die Erkenntnis, daß Luftzutritt zur Verbrennung nötig ist und sie fördert (durch Zufächeln, An- und Einblasen usw.), sich aber auch für die Atmung als unentbehrlich erweist, ist naturgemäß eine ganz allgemeine, sehr alte und Völkern jeden Stammes gemeinsame; hieraus erklären sich die allerorten auftauchenden Vergleiche des Lebens mit einer Flamme, die beim Tode entsprechend dem Entweichen der körperlichen Wärme allmählich erlischt, oder mit einem Lichte, das sich nach und nach verzehrt (s. die Redensart „Einem das Lebenslicht ausblasen“); selbst als uralte Überlieferung eines nordamerikanischen Indianerhäuptlings teilt *Frazer* in seinem einzig dastehenden kulturhistorischen Sammelwerke „The golden bough“ mit: „Leben im Leib und Feuer im Haus sind das nämliche und von gleicher Dauer.“<sup>4)</sup> — In Griechenland lehrten schon seit dem 5. Jahrhundert v. Chr. die Verfasser der hippokratischen Schriften, daß die Luft durch den ihr innewohnenden belebenden geistigen Hauch, das Pneuma, die Wärme des Körpers erhalte, weshalb ihre Zufuhr die wichtigste Aufgabe des Atmens sei<sup>5)</sup>. Nach dem hervorragenden Arzte *Herophilus von Alexandria* (um 300 v. Chr.) erfolgen rhythmisch wie bei der Musik die Diastole und Systole der Lungen, das Ein- und Ausatmen, und führen so den Arterien die erforderliche Luft mit ihrem Pneuma zu<sup>6)</sup>. Dieser richtigen Anschauung gegenüber erhält sich aber dauernd auch die volkstümliche und der großen Menge sehr einleuchtende, daß die Atmung zur Abkühlung des „heißen Herzbutes“ diene, wie das auch betreffs des so „kalten“ Gehirnes zutrefte; die ungeheure

Autorität des *Aristoteles*, der diese Theorie billigte<sup>7)</sup>, förderte ihre Einflüsse in hohem Maße. Bei den Ärzten behielt jedoch die erstgenannte zumeist die Oberhand, und nach *Galenos*, dessen gegen 200 n. Chr. abgeschlossenes medizinisches System für fast 1500 Jahre allgemein maßgebend blieb, nehmen die Lungen mit der Luft deren Pneuma auf und führen es dem Herzen und dem Blute zu; anlässlich seiner Erörterungen „spricht *Galenos* mit einer glücklichen Ahnung die Hoffnung aus, es werde dereinst gelingen, den Bestandteil der Luft zu entdecken, der das Pneuma bildet, auf dessen Gegenwart ebenso der Vorgang der Verbrennung wie der des tierischen Lebens beruht“<sup>8)</sup>.

Was die Verbrennung anbelangt, so erwähnen bereits im 2. Jahrhundert v. Chr. *Philon von Byzanz* und sein angeblicher Zeitgenosse *Heron* die Tatsache (und zwar keineswegs als eine neue), daß die brennende Flamme der Luft bedarf und sie aufbraucht: die Kerze brennt in einem Hohlgefäße, das man in Wasser einsenkt, und dieses steigt, dem Fortschreiten des Vorganges entsprechend, im Gefäße empor<sup>9)</sup>. Der eindrucksvolle Versuch blieb seither unvergessen, noch im 12. Jahrhundert! gedenkt seiner der *Magister Salernus* (gest. 1167 zu Salerno) und fügt hinzu, daß bekanntlich die Luft das „nutrimentum“ (der Nährstoff) der Flamme sei; weiterhin taucht er immer wieder auf, auch noch bei den Autoren der Neuzeit, so bei *Pedemontanus Ruscelli* (1555), *Leurechon* (1591?–1670) und *Schucener* (1636)<sup>10)</sup>. — *Lionardo da Vinci* (1452–1519) weiß, daß die für Feuer und Atmung unentbehrliche Luft durch beide verzehrt wird, aber nicht ganz, und daß in „verdorbener“ Luft, in der keine Flamme mehr brennt, auch kein Tier mehr zu atmen vermag, und umgekehrt; der von ihm erdachte Lampenzylinder „soll der Flamme reichlichere frische Luft zuführen und zugleich die unbrauchbar gewordene, diese Exhalation der Flamme, ableiten“. Allein von Luft, und zwar auch von „verdorbener“, vermögen sich die Gewächse zu ernähren: ein Kürbiskeimling, in einer passenden Wasserschüssel wachsend, ließ sich zu einer völlig entwickelten Pflanze mit vielen Früchten aufziehen<sup>11)</sup>. — Nach *Paracelsus* (1493–1541) ist Luft „des Feuers Leben . . . und gibt solches auch vielen anderen Dingen“; die Schrift über die Bergkrankheiten („De morbis metallicis . . .“), verfaßt wohl gegen 1535, stellt fest, „daß beim Atmen ein Teil der Luft verbraucht und verzehrt wird, ein anderer aber als eine Art Exkrement ausgeschieden“<sup>12)</sup>.

Seit Beginn des 17. Jahrhunderts beschäftigte die Ärzte in zunehmender Weise die Frage, wodurch denn eigentlich beim Atmen die Veränderung und Rötung des dunklen Blutes bewirkt werde, und zur Beantwortung stellten sie mannigfache Hypothesen auf, teils mechanischer Natur, teils chemischer<sup>13)</sup>. Hinsichtlich letzterer erlangte der Salpeter eine wichtige Rolle, denn seine Verwendung zur Herstellung des Schießpulvers und sein Verhalten beim Erhitzen (für sich und zusammen mit allerlei Stoffen) hatten schon frühzeitig die Aufmerksamkeit auf das besondere, ihm innewohnende Pneuma gelenkt; auch besaß man eine gewisse Kenntnis davon, daß er beim Schmelzen eine Art festes (fixes) Alkali zurücklasse, während je nach den Umständen bald eine Säure entweiche (Salpetersäure), bald ein gewisser Dunst, dessen „Kräfte“ man auch bei der Herstellung von Arzneimitteln auszunutzen suchte. Da man ferner seit langem wußte, daß der Salpeter u. U. an den Oberflächen feuchten Mauerwerkes usf. als eine Art Ausschwitzung „effloresziere“, so lag die Annahme nahe, daß er seinen wesentlichen Bestandteil der Luft entnehme, die man hiernach als die eigentliche Quelle dessen ansah, was man späterhin kurz als „spiritus nitro-aëreus“ bezeichnete, als „nitrosen Luftgeist“. Es ist sehr beachtenswert, daß schon der hervorragende und vielseitige niederländische Gelehrte *Cornelius Drebbel* (1572–1648) schmelzenden Salpeter anwandte, um die verbrauchte Luft im Innern des von ihm erbauten Unterseebootes „aufzufrischen“ und auf

<sup>1)</sup> Siehe diese Ztschr. 46, 199 [1933].

<sup>2)</sup> Göttingen 1792; II, 97, 195.

<sup>3)</sup> Leipzig 1863; I, 114.

<sup>4)</sup> XI, 157. Vgl. *Boette* im „Handwörterbuch des Deutschen Aberglaubens“ V, 969 (Berlin 1933).

<sup>5)</sup> *Haeser*, „Lehrbuch der Geschichte der Medizin“ (Jena 1875) I, 531; übereinstimmend auch in anderen Geschichtswerken.

<sup>6)</sup> Ebenda I, 236.

<sup>7)</sup> Siehe meine „Abhandlungen und Vorträge“ (Leipzig 1913) II, 91, 123.

<sup>8)</sup> *Haeser*, a. a. O. I, 360.

<sup>9)</sup> Siehe meinen Aufsatz in dieser Ztschr. 33, 301 [1920], und in meinen „Beiträgen z. Gesch. d. Naturwiss.“ (Berlin 1923), 53.

<sup>10)</sup> Ebenda.

<sup>11)</sup> „Abhandlungen und Vorträge“ (Leipzig 1906) I, 362, 368; *Haeser* II, 593.

<sup>12)</sup> Tractat I, cap. 2.

<sup>13)</sup> *Haeser* V, 318.

diese Weise den Mannschaften ein längeres Verweilen in dem abgeschlossenen Raume zu ermöglichen<sup>14</sup>).

Unter den führenden Geistern der Zeit nach 1600 war sich *De la Boë* (*Sylvius*, 1614–1672), der ausgezeichnete Leidener Mediziner und Chemiker, ganz klar darüber, daß Verbrennung und Atmung analoge Erscheinungen und ohne Luft unmöglich seien; als Ursache ihrer Wirksamkeit und der beim Atmen erfolgenden Rötung des Blutes betrachtete er ihre „salpetrigen Bestandteile“, die er als ein feinst verteiltes salzartiges Wesen ansah<sup>15</sup>). — *Willis* (1622–1675), der treffliche Londoner Arzt, schließt sich im ganzen *Sylvius* an, geht aber in vielen Punkten weit über ihn hinaus<sup>16</sup>); das „pabulum nitrosum“ der Luft erklärt er als unentbehrlich zur Erhaltung der Flamme wie des Lebens und zeigt, daß entgegen der Ansicht des *Sylvius* — die sogar der große Leidener Kliniker *Boerhaave* (1662–1738) noch teilte (!) — die Atemluft nicht zur Abkühlung des Blutes dient, vielmehr die Ursache des Verbrennungsvorganges ist und hiermit die Quelle der tierischen Wärme<sup>17</sup>). — *Boyle* (1627–1691) lehrte ebenfalls die Notwendigkeit der Luft für die Atmung (auch die der Fische) und die Verbrennung, ließ aber die Art des Vorganges, und daher auch die Mitwirkung salpetriger Bestandteile, ganz auf sich beruhen, obwohl er zuerst die Zerlegung und Synthese des Salpeters ausführte und auch zeigte, daß Kohle unter dem Einfluß des schmelzenden Salpeters Feuer fängt<sup>18</sup>). — Nach *Hooke* (1635–1702) enthält die Luft einen Stoff, der dem im Salpeter fixierten ähnlich oder sogar mit ihm identisch ist und bei geeigneter Temperatur alle brennbaren Körper „auflöst“, und zwar je nach den Umständen die einen plötzlich unter Feuererscheinung, die anderen ganz allmählich; durch Einblasen von Luft in die Lungen kann daher selbst bei sterbenden Tieren die Rötung des Blutes und die Herztätigkeit noch eine gewisse Zeit lang aufrechterhalten

werden<sup>19</sup>). — *Mayow* (1643?–1679) besaß nach *Pattersons* ausföhrlichen Darlegungen, entgegen allen bisherigen Annahmen, keine richtigen Begriffe von der Rolle der Luft bei Verbrennung und Atmung; der zu seiner Zeit schon wohlbekannte „spiritus nitro-aëreus“ ist ihm zufolge im Salpeter und in der Luft vorhanden, in dieser aber nicht als einer ihrer (gasförmigen) Bestandteile, vielmehr in äußerster Zerteilung; man hat ihn daher nicht als ihr selbst zugehörig anzusehen, sondern als aus ihr abscheidbar, etwa in Gestalt des feinen salpeterartigen Salzes oder Wesens<sup>20</sup>).

Was nun *Bathurst* (1620–1704) anbelangt, so erklärte er um 1654, laut der im obigen wiederholt angeführten *Haeserschen* „Geschichte der Medizin“, übereinstimmend mit seinen ärztlichen Zeitgenossen, z. B. *Henshaw* (1617–1699), als den das Blut rötenden Bestandteil der Luft den „Grundstoff“ des Salpeters<sup>21</sup>); diese Substanz ist nach ihm, wie eingangs erwähnt, im Salpeter „fixiert“ vorhanden, in der Luft frei, und bildet das „pabulum nitrosum“, den nitrösen Nährstoff, der zur Verbrennung und Atmung dient, daher für Tiere und Pflanzen unentbehrlich ist, so daß auch letztere zugrunde gehen, wenn man sie in ein dunkles Zimmer bringt, also (durch dessen Verschluss!) den Luftzutritt absperrt. Alle diese noch sehr unvollkommenen Vorstellungen sind sichtlich ganz die nämlichen, die sich, an noch ältere anschließend, bei den mit *Bathurst* gleichalterigen Fachleuten vorfinden; er vermochte sie weder weiterzubilden noch über ihre Unklarheiten in irgendeinem wesentlichen Punkte hinauszukommen. Hiernach kann er wohl keinen Anspruch auf selbständige Bedeutung erheben, und es scheint nicht gerechtfertigt, ihn als Vorläufer *Lavoisiers* anzusehen und als Träger von Gedanken, deren Fortbildung „geraden Weges zur Theorie *Lavoisiers*“ führte“.

<sup>14</sup>) *Tierie*, „Cornelius Drebbel“ (Amsterdam 1932).

<sup>15</sup>) *Haeser* II, 319. <sup>16</sup>) Ebenda II, 382. <sup>17</sup>) Ebenda II, 594.

<sup>18</sup>) *Patterson*, „Isis“ XV, 50, 61 ff. [1931].

<sup>19</sup>) *Haeser* II, 319; vgl. auch schon *Kopp*, „Geschichte der Chemie“ (Braunschweig 1845) III, 133.

<sup>20</sup>) *Patterson*, a. a. O. 513, 517 ff, 527; 505, 507. *Haeser* II, 320. <sup>21</sup>) *Haeser* II, 319, 593.

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Tagung der Südwestdeutschen Chemiedozenten.

Stuttgart, 12. bis 14. Mai 1933.

H. Funk, München: „Über die quantitative Bestimmung verschiedener Metalle mittels Anthranilsäure.“

Vortr. hat in einer früheren Arbeit<sup>1</sup>) bereits gezeigt, daß sich Zink und Cadmium sehr bequem und genau — sowohl gravimetrisch als auch maßanalytisch — in Form ihrer anthranilsauren Salze bestimmen lassen.

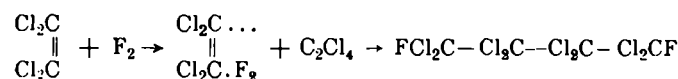
Diese Methode ist weiterhin für die Bestimmung des Kobalts, Nickels, Kupfers und Mangans ausgearbeitet worden. Diese Metalle werden aus neutraler oder ganz schwach essigsaurer Lösung mit einer 3%igen Lösung von anthranilsaurem Natrium als kristalline Anthranilate gefällt und nach dem Auswaschen entweder zwecks gravimetrischer Bestimmung bei 105 bis 110° getrocknet oder in 4-n HCl gelöst und mit eingestellter Bromid-Bromat-Lösung titriert. Infolge der großen Auswaagen, die das Fünf- bis Sechsfache der vorhandenen Metallmenge betragen, bzw. infolge der günstigen Umrechnungsfaktoren bei der maßanalytischen Bestimmung sind die Resultate sehr genau. Nähere Einzelheiten demnächst in der Zeitschrift für analytische Chemie. —

H. Gall, München: „Eine einfache Makro- und Mikrobestimmung des Natriums.“ — A. Heymons, Frankfurt: „Eine einfache Methode zur Darstellung von d.l.-Prolin.“ — E. Wiberg, Karlsruhe: „Über zwei Verbindungen der Zusammensetzung  $\text{BCl}_2 \cdot \text{NR}_2$  ( $\text{R} = \text{CH}_3$ ).“ — L. Reichel, Karlsruhe: „Über die Aldehydrase der Leber.“ — H. W. Kohl-schütter, Freiburg: „Beziehungen zwischen Struktur und katalytischen Eigenschaften bei pseudomorphem Eisenhydroxyd.“ — L. Dede, Bad Nauheim: 1. „Über innere Molekülverbindungen.“ 2. „Demonstration einer Apparatur zur Erzeugung von Hochfrequenzfunken.“ —

<sup>1</sup>) Ztschr. analyt. Chem. 91, 332 [1933].

W. Bockemüller, Würzburg: „Über die Einwirkung von elementarem Fluor auf organische Verbindungen.“

Organische Verbindungen wurden in verdünnter Lösung der Einwirkung von Fluor unterworfen. Als Lösungsmittel kam für gew. Temperatur  $\text{CCl}_4$ , für Temperaturen bei  $-80^\circ$   $\text{CCl}_2\text{F}_2$  zur Anwendung. Gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe werden durch Fluor substituiert, ebenso aliphatische Carbonsäuren, wobei eine Fluorierung in  $\alpha$ -Stellung nie gefunden wurde. Bei aliphatischen ungesättigten Verbindungen konnte Fluor an die C—C-Doppelbindung angelagert werden. Gleichzeitig trat noch eine andere, für Fluor (wie für  $\text{PbF}_4$  oder  $\text{ArJF}_2$ ) typische Reaktion ein, welche wahrscheinlich über ein radikalartiges  $\text{F}_2$ -Anlagerungsprodukt zu Verbindungen mit doppelter (oder höherer) Kohlenstoffzahl führt:



Aus Crotonsäure entstanden durch Cis- und Trans-Addition an die Doppelbindung zwei raumisomere  $\alpha$ - $\beta$ -Difluorbuttersäuren neben höhermolekularen Reaktionsprodukten, welche ihre Entstehung dem angedeuteten Reaktionsverlauf verdanken. Aromatische Verbindungen, wie Benzol oder Benzoesäure, verhalten sich gegen Fluor wie Cyclohexatrienderivate und geben nach dem für Olefine gefundenen Polymerisationsverlauf hochmolekulare, fluorhaltige Reaktionsprodukte. —

H. Fink, München: „Neuere Ergebnisse über Porphyrin-fluoreszenz und ihre Anwendung bei physiologischen Arbeiten.“ — G. Hahn, Frankfurt: „Synthese des Mezcalins.“ —

H. Kroepelin, Erlangen: „Die Darstellung von aktivem Wasserstoff für präparative Zwecke bei Drucken von einigen Zentimetern Quecksilber.“

Zur Hydrierung solcher Substanzen, die katalytisch schwer hydrierbar sind, sollte atomarer Wasserstoff verwendet werden. Dr. E. Vogel und ich stellten uns die Aufgabe, eine Apparatur<sup>2</sup>) zu entwickeln, die hinreichende Mengen atomaren Wasserstoffs

<sup>2</sup>) Naturwiss. 20, 821 [1932].