

Zeitschrift für angewandte Chemie.

Organ des Vereins deutscher Chemiker.

XX. Jahrgang.

Heft 17.

26. April 1907.

Alleinige Annahme von Inseraten bei August Scherl, G. m. b. H., Berlin SW 68, Zimmerstr. 37/41 und Daube & Co., G. m. b. H., Berlin SW 19, Jerusalemerstr. 53/54

sowie in deren Filialen: **Bremen**, Obernstr. 16. **Breslau**, Schweidnitzerstr. 11. **Chemnitz Sa.**, Marktäfchen 3. **Dresden**, Seestr. 1. **Elberfeld**, Herzogstr. 38. **Frankfurt a. M.**, Kaiserstr. 10. **Halle a. S.**, Große Steinstr. 11. **Hamburg**, Alter Wall 76. **Hannover**, Georgstr. 39. **Kassel**, Obere Königstr. 27. **Köln a. Rh.**, Hohestr. 145. **Leipzig**, Petersstr. 19, I. **Magdeburg**, Breiteweg 184, I. **München**, Kaufingerstr. 25 (Domfreiheit). **Nürnberg**, Kaiserstr. Ecke Fleischbrücke. **Straßburg** I. E., Gießhausgasse 1822. **Stuttgart**, Königstr. 11, I. **Wien I**, Graben 28. **Würzburg**, Franziskanergasse 5^{1/2}. **Zürich**, Bahnhofstr. 89.

Der Insertionspreis beträgt pro mm Höhe bei 45 mm Breite (3 gespalten) 15 Pfennige, auf den beiden äußeren Umschlagseiten 20 Pfennige. Bei Wiederholungen tritt entsprechender Rabatt ein. Beilagen werden pro 1000 Stück mit 10,50 M für 5 Gramm Gewicht berechnet; für schwere Beilagen tritt besondere Vereinbarung ein.

I N H A L T:

G. Bredig: Marcellin Berthelot † 689.

F. Raschig: Der Bleikammerprozeß und die Oxyde des Stickstoffs 694.

Referate:

Gärungsgewerbe 722.

Wirtschaftlich-gewerblicher Teil:

Tagesgeschichtliche und Handelsrundschau: Seidenindustrie der Vereinigten Staaten von Amerika; — Gewinnung von Phosphor aus Wavellit 727; — Neu-York; — Großbritanniens Handel mit Düngemitteln im Jahre 1906; — Liverpool; — Frankreich; — Italien; — Die Schwefelindustrie auf Sizilien im Jahre 1906; — Das Quecksilbergeschäft in Rußland; — Bern; — Wien 728; — Berlin: Chemische Reichsanstalt; — Handelsnotizen 729; — Aus anderen Vereinen: Gesellschaft der Wissenschaften zu Kristiania; — Personal- und Hochschulnachrichten; — Eingelaufene Bücher 730; — Patentlisten 731.

Verein deutscher Chemiker:

Nachtrag zur Tagesordnung für die geschäftliche Sitzung der Hauptversammlung zu Danzig 734; — Bezirksverein Oberrhein: Besprechung der Beschlüsse der Unterrichtskommission des Vereins deutscher Chemiker; — Bezirksverein Sachsen-Thüringen: XXIV. Wanderversammlung Leipzig. Dr. H. Freundlich: „Über Kolloidfällung und Adsorption“ 734; — Besprechung der Beschlüsse der Unterrichtskommission des Vereins deutscher Chemiker; — Oberschlesischer Bezirksverein: Ordentliche Vereinsversammlung; — Bezirksverein Hannover: III. Kalitag 735; — Oscar Doebele † 736.

Marcellin Berthelot.

Gestorben am 18. März 1907.

Von G. Bredig.

Marcellin Pierre Eugène Berthelot wurde zu Paris am 25. Oktober 1827 als Sohn eines einfachen praktischen Arztes, welcher in dem ärmlichen, heute abgetragenen Viertel am Fuße des Turmes Saint-Jacques wohnte, geboren. Sein Vater, ein Bauernsohn vom Ufer der Loire, voller Mitgefühl für die Armen und Elenden, brachte seinen Kranken und seiner Familie so viele Opfer, daß mangels jeglichen häuslichen Wohlstandes der heranwachsende Jüngling Marcellin sich alsbald einem ernsten Kampfe um das Dasein gegenübersah. Marcellin Berthelot konnte demselben aber getrost ins Auge sehen, war er doch einer der glänzendsten Schüler des Collège Henri IV., als welcher er im Jahre 1846 im „concours général“ den „prix d'honneur de philosophie“ gewann. In jenem Alter zeigte er gleiche hervorragende Befähigung und Neigung zu den Naturwissenschaften wie zur Philosophie und zur Geschichte und dieser haben ihn durch sein ganzes Leben hindurch begleitet. Um jene Zeit schloß er mit seinem damaligen Nachbarn und Jugendgenossen E. Renan, dem großen Historiker und Orientalisten, einen lebenslänglichen Freundschaftsbund, der in ihrem veröffentlichten Briefwechsel (1898) ein schönes Denkmal gefunden

hat. Was diese beiden so hervorragenden, aber in gewissem Grade, wie Berthelot selbst schildert, entgegengesetzten Naturen, den in bretonischer Frömmigkeit erzogenen, den geschichtlichen Heiligtümern zugewandten und der modernen, industriellen Demokratie durchaus fernstehenden Renan und den von Kindesbeinen an durchaus rationalistisch, naturwissenschaftlich und pariserisch-demokratisch denkenden Berthelot miteinander verband, hat dieser selbst ausgesprochen, es war die gemeinsame und selbstlose, feurige Freude über die „Dinge an sich“ und die Begeisterung „für die Kunst und die Wahrheit.“¹⁾ Im Jahre 1854 erwarb Berthelot das „Doctorat ès Sciences“, nachdem er 1851 Préparateur am Collège de France unter der Ägide von Balaard, dem Entdecker des Broms, geworden war. Hier blieb er neun Jahre lang und begann die lange glänzende Reihe seiner Untersuchungen über die Synthese organischer Stoffe. 1859 wurde er Professor der organischen Chemie an der Ecole supérieure de pharmacie, bis man, zum größten Teil auf direkte Initiative des uneigennützigen Balaard, neben diesem für den durch seine Arbeiten bereits berühmt gewordenen Gelehrten 1865 am Collège de France einen zweiten chemischen Lehrstuhl der jung aufleuchtenden organischen Synthese schuf, dessen Zierde

¹⁾ E. Renan u. M. Berthelot, Correspondance S. 2.

Berthelot bis zum letzten Lebensjahr gewesen ist. Im Jahre 1863 wurde Berthelot Mitglied der „Académie de médecine“, 1873 der „Académie des sciences“, deren beständiger Sekretär er seit 1889 gewesen ist. 1901 wurde er unter die vierzig Unsterblichen der „Académie française“ aufgenommen.

Der größte Teil seiner experimentellen Arbeiten ist wohl in den ehrwürdigen und einfachen Hallen des Collège de France entstanden und später in den modernen Arbeitsräumen des Laboratoire de chimie végétale, das man ihm auf der Terrasse von Bellevue-Meudon errichtet hatte, von wo der Blick im Sommer über das herrliche Pariser Panorama schweift, und wo der Schreiber dieser Zeilen den großen Forscher einst bei der Arbeit sehen durfte.

Die Lebensgeschichte Berthelots schreiben, hieße eine Geschichte des wissenschaftlichen, kulturellen und politischen Lebens Frankreichs in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts durchlaufen, dieses Lebens voller leuchtender Bewegungen menschlicher Zivilisation und erschütternder geschichtlicher Momente. Denn Berthelot war ein echtes Kind seiner Nation und seiner Vaterstadt, und mitten in der größten Schaffensfreude der wissenschaftlichen Forschung vergaß er niemals, aus vollen Kräften mitzuwirken am sozialen und politischen Leben seines Vaterlandes.

Berthelot als Gelehrter und Forscher gehörte zweifellos zu den Größten seiner Zeit. Trotz der erheblichen zeitlichen Entfernung, welche unsere jüngste Generation von seinen fundamentalen Entdeckungen trennt, und trotz der beispiellosen Leichtigkeit, mit welcher wir heute dank den klassischen Arbeiten unserer großen jüngeren und besonders deutschen Meister so komplizierte Erkenntnisse, wie die Synthese des Indigos, der Alkaloide, der Terpene, der Zuckerarten, der Harnsäure und Eiweißderivate hinzunehmen gewohnt sind, werden wir doch bei näherer Betrachtung von Berthelots Lebensarbeit gewahr, welch ein Bahnbrecher für die organische Chemie in einem damals noch ungeheuren Urwald er gewesen ist. Wir werden natürlich nicht vergessen, daß neben ihm ein Liebig, Wöhler, Bunsen, Kolbe, Kekulé, ein Hoffmann, ein V. Meyer, Frankland, Perkin, Williamson, Dumas, Würtz, Gerhardt, Laurent, Grieß, Butlerow u. a.²⁾ die organische Synthesegeschaffen haben, aber Berthelot war einer der allerersten und vordersten Pioniere, welche die großartigsten Grundpfeiler der Brücke von der anorganischen zur organischen Chemie und zwar mit vollem Zielbewußtsein, mit eiserner Energie in jahrelanger, genial erdachter und ausgeführter Arbeit aus dem rohen Urgestein gehauen haben.

Zwar hatte schon Wöhler 1828 seine denkwürdige Harnstoffsynthese ausgeführt³⁾ und Kolbe und Melsens waren bereits vom Schwefel-

kohlenstoff zur Essigsäure gelangt, zwar hatten schon allerorten die Klassiker der organischen Chemie den Bau der organischen Körper durch Zergliederung zu durchschauen begonnen, aber sie arbeiteten, und auch die Meister der heutigen äußerst fein zisierten, kunststreichen modernen Synthese hantieren in der Hauptsache gewissermaßen mit den bereits fertigen Ziegelsteinen, aus denen die Natur das organische Molekül zusammensetzt. Wie man jedoch diese Ziegelsteine selbst ihrerseits aus den einfachsten „anorganischen“ Elementen bildet und formt, und man kann sogar buchstäblich sagen, wie man sie „brennt“, diese Arbeit hat größtenteils Berthelot in seinen berühmten synthetischen Arbeiten der fünfziger und sechziger Jahre geleistet: So entstand die elegante Synthese des Acetylens aus den Elementen in der Glut des elektrischen Lichtbogens, die Synthese zahlreicher anderer Kohlenwasserstoffe, ihrer pyrogenen und sonstigen Polymerisations- und Kondensationsprodukte bis zum Benzol, dem Naphthalin, dem Anthracen, dem Crotonylen, Diphenylen, Styrol usw.

Vom Acetylen gelangte Berthelot durch Reduktion zum Äthylen, und auch die von ihm angegebene Synthese des Methans aus Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff erfährt man allerorten in der ersten Vorlesung über organische Chemie. Aber nicht bloß die Steine des Baues hat der Meister geschaffen, er hat sie auch bereits zu wichtigen Fundamenten zusammengefügt. Die Darstellung der Essigsäure und der Oxalsäure durch Oxydation des Acetylens, die Bildung des Aldehyds aus Äthylen, die Addition von Halogen und Halogenwasserstoff an die ungesättigten Kohlenwasserstoffe und deren weitere Verwendung zu immer höheren Stufen der Synthese, die Herstellung des Alkohols aus Äthylen mit Schwefelsäure, die Bildung der ameisen sauren Salze aus Kohlenoxyd und Alkalihydrat, die analoge Synthese der höheren Fettsäuren, die Synthese der Fette aus Glycerin und Säure sind ebenfalls allbekannt. Besonders wichtig war auch die Arbeit Berthelots über die Dreiwertigkeit des Glycerins als Alkohol. Auch mit dem heute so hochentwickelten Gebiete der Terpene hat er sich bereits 1852 grundlegend und bahnbrechend beschäftigt (Übergang vom Camphen zum Campher und Borneol).

Es ist unmöglich, in kurzen Zeilen die ungeheure Menge experimenteller Tatsachen und Methoden zu schildern, um die Berthelot die Chemie bereichert hat, hier sei nur noch auf die bekannte Reduktionsmethode mit Jodwasserstoff hingewiesen, auf die Synthesen (Blausäure) mit Hilfe des elektrischen Funken und die vielfachen, zum Teil noch weiterer Bearbeitung harrenden chemischen Wirkungen der dunklen elektrischen Entladungen, die nach ihm auch in der Natur eine Rolle spielen, zu der glänzenden Synthese des Schwefelheptoxyds führten und selbst das sonst noch unbezwungene Argon zu einer ein-

²⁾ Von den Lebenden sei hier nicht gesprochen.

³⁾ Cf. Berthelot, *Science et philosophie*, S. 86. Berthelot, *Die chem. Synthese*, Leipzig 1877, 229.

zigen, freilich noch wenig geklärten Einwirkung auf organische Substanz in Berthelots Händen gebracht haben. Der Meister ist sich stets der vollen Bedeutung seiner Arbeiten und Ziele bewußt gewesen, die er in klassischer Form in seinen „*Leçons sur les méthodes générales de Synthèse en chimie organique*“ 1864 und auch deutsch 1877 unter dem Titel: „*Die chemische Synthese*“, veröffentlicht hat⁴⁾. Stolz schließt er mit den Worten: „Die Chemie besitzt diese schöpferische Kraft in einem noch höheren Grade als die übrigen Wissenschaften, weil sie tiefer in das Wesen der Naturkörper eindringt und bis zu den Elementen derselben fortschreitet. Sie schafft nicht nur Erscheinungen, sondern sie ist auch imstande, das, was sie zerstört hat, wieder herzustellen, sie ist auch imstande, eine Menge künstlicher Körper hervorzubringen, welche den natürlichen ähnlich sind und alle Eigenschaften derselben besitzen. Diese künstlich dargestellten Körper sind die realisierten Bilder der abstrakten Gesetze, deren Kenntnis die Chemie erstrebt. So brauchen wir uns nicht damit zu begnügen, in Gedanken die materiellen Umwandlungen zu durchlaufen, welche sich ehemals vollzogen haben und sich täglich in der anorganischen und organischen Welt vollziehen, wir brauchen uns nicht damit zu begnügen, ihre flüchtigen Spuren durch direkte Beobachtung der gegenwärtigen Erscheinungen und Existenzen zu verfolgen, sondern wir können uns, ohne den Kreis berechtigter Hoffnungen zu verlassen, die Aufgabe stellen, die allgemeinen Typen aller möglichen Substanzen zu begreifen und zu realisieren. Wir dürfen hoffen, alle Materien, die sich seit dem Anfang der Dinge entwickelt haben, von neuem zu bilden und zwar unter denselben Bedingungen, nach denselben Gesetzen und durch dieselben Kräfte, welche die Natur zur Bildung derselben anwendet.“

„Die Gesetze und Klassifikationen der Chemie sind in der Außenwelt lebendig: Sie erzeugen jeden Tag in unseren Händen Wesen, welche ganz denen gleichen, die von der Natur selbst hervorgebracht werden. Dies ist also der einzige strenge Nachweis von der Identität der Gesetze, welche unser Geist erfaßt hat, und den notwendigen Ursachen, welche im Weltall herrschen. Durch diese schöpferische Fähigkeit hat die Chemie eine so wesentliche Rolle in der materiellen Weltordnung gewonnen, aus ihr fließen alle ihre Anwendungen in der Industrie und der Gesellschaft. Jener Charakter verleiht auch ihren Methoden und Ergebnissen einen fundamentalen Einfluß auf die allgemeine Entwicklung des menschlichen Geistes.“ So schließt Berthelot, der künftige Minister des öffentlichen Unterrichts seine Vorlesungen am Collège de France im Jahre 1864, und es mutet uns fast wie ein Anachronismus an, wenn wir vor wenigen Wochen noch in dieser Zeitschrift gelesen haben, wie reformbedürftig der Unterricht in der Che-

mie und den Naturwissenschaften in den Schulen unseres deutschen Vaterlandes ist.

Berthelots synthetische Entdeckungen würden hinreichend gewesen sein, ein ruhmgekröntes Leben auszufüllen, diesem vielseitigen Geiste aber mußten während der Arbeit auch notwendig Fragen allgemeinerer Natur sich aufdrängen. Indem der Chemiker durch die Synthese organischer Körper der schöpferischen „*Lebenskraft*“ wenigstens einen Teil ihrer Domäne raubte, mußte er auch darauf ausgehen, sie in ihrem eigenen Laboratorium, im Organismus selbst, zu belauschen. So entstand die physiologische Chemie, und auch auf diesem Gebiete verdanken wir Berthelot⁵⁾ wichtige Untersuchungen über Gärung, Fermente, Vegetationsverlauf und Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs, sowie über die tierische Wärme⁶⁾.

Berthelot ist z. B. der erste gewesen, welcher 1885 die später durch die schönen Arbeiten von Winogradsky, Hellriegel, Beyerinck u. A. genauer studierte, fundamentale Tatsache entdeckt hat, daß auch der freie Luftstickstoff unter Mithilfe von Mikroorganismen des Erdbodens fixiert wird. — In einer Kontroverse mit seinem ebenbürtigen, genialen Gegner und vitalistischen Antipoden Pasteur isoliert er ferner aus der Hefe das den Rohrzucker invertierende Enzym, das Invertin, und entzieht so bereits 1860 die Zuckerinversion in ähnlicher Weise der Herrschaft der „Lebenstätigkeit“ innerhalb der Zelle, wie das für die Alkoholgärung neuerdings durch Buchner geschehen ist.

Die Erscheinung der tierischen Wärme, die schon seit Lavoisier auf die Verbrennung organischer Substanz im Organismus zurückgeführt ist, dürfte Berthelot zu jener ungeheuren Arbeit angeregt haben, in der er gleichzeitig mit dem Dänen Julius Thomsen die heutige Thermochemie⁷⁾ geschaffen hat. Besonders auf dem Gebiete der organischen Thermochemie sind Berthelots Arbeiten bahnbrechend und grundlegend geworden. Wer kennt heute nicht die von ihm erfundene calorimetrische Bombe, in welcher er die bei der Verbrennung erzeugte Wärme in meisterhafter, eleganter und genauester Weise messen gelehrt hat, eine Größe, die nicht nur für die Physiologie der Ernährung, sondern auch für die Technologie von fundamentaler Bedeutung ist. Wer heute in das große zweibändige Werk: „*Thermochemie*“ von Berthelot, blickt, staunt über die fast erdrückende Fülle experimenteller Arbeit, die er mit seinen Schülern auf diesem Gebiete geleistet hat.

Einem zu philosophischen Betrachtungen von

⁵⁾ Chimie végétale et agricole 1899, 4 Bde.

⁶⁾ Chimie animale. Principes chimiques de la production de la chaleur chez les êtres vivants 1899, 2 Bde.

⁷⁾ Essai de mécanique chimique 1879, 2 Bde. Traité pratique de Calorimétrie chimique 1893; deutsch: Praktische Anleitung zur Ausf. thermochim. Messungen; Thermochemie: Données et lois numériques 1897, 2 Bde.

⁴⁾ Vgl. außerdem: La Synthèse chimique, 7. Aufl. 1897; Chimie organique fondée sur la Synthèse 1860, 2 Bde; Leçons sur les principes sucrés 1862; Leçons sur l'Isomérie 1863; Leçons sur les méthodes générales de Synthèse en Chimie organique 1864; Les carbures d'hydrogène 1901, 3 Bde.

Jugend an hinneigenden Kopfe wie Berthelot war es, wie gesagt, selbstverständlich, hinter all diesen Erscheinungen auch die beherrschenden großen allgemeinen Gesichtspunkte zu suchen, und so konnte es nicht ausbleiben, daß er auch dem erhabenen **Probleme der chemischen Verwandtschaft** gegenübertrat.

Berthelot war gewiß ein Held der Naturforschung, aber diesem Heldentum fehlt auch die Tragik nicht. Aus seinen eigenen Händen sind zahlreiche Forschungsergebnisse hervorgegangen, die den richtigen Weg zur Lösung des Affinitätsproblems hätten zeigen können, er selbst hat in Gemeinschaft mit Péan de St. Gilles in einer ebenfalls klassisch gewordenen Arbeit das **chemische Gleichgewicht** und die **Geschwindigkeit einer typischen umkehrbaren Reaktion**, der **Esterbildung**, ausführlich studiert, aber das Rätsel von der chemischen Verwandtschaft hat sich ihm nur halb entschleiert, so großartig auch der **thermochimische Hebel** war, mit dem er die Pforten dazu zu sprengen meinte. Berthelots „**Troisième principe**“ der Thermochemie, daß „jede chemische Änderung, die ohne Mitwirkung einer äußeren Energie verläuft, zur Bildung der Körper führe, welche die meiste Wärme entwickeln“, hat sich zur Lösung des Affinitätsproblems als unbrauchbar, ja in vielen Fällen sogar als unrichtig herausgestellt, obwohl er tragischer Weise dem unrichtigen Satze einen richtigen Namen, nämlich „**Principe du travail maximum**“ gegeben hat. Wir wissen heute dank den Taten eines Carnot und Clausius, daß die Wärmeentwicklung eines Vorganges nicht unter allen Umständen seine **Arbeitsfähigkeit** und daher auch nicht unbedingt seine Tendenz zu geschehen darstellt. Wir kennen auch die exaktere Beziehung zwischen beiden, die nicht ganz so einfach ist, wie sie die ältere Thermochemie, Thomsens und Berthelots „**Troisième principe**“ voraussetzt. Männer wie Horstmann, van't Hoff, W. Gibbs, Helmholz, Le Chatelier haben hier die richtigere Beziehung zwischen Wärmeentwicklung und chemischer Verwandtschaft gezeigt, die wesentlich von Berthelots Prinzip abweicht, so daß wir nicht immer, wie Berthelot wollte, ohne weiteres die chemische Verwandtschaft und die Richtung der chemischen Vorgänge sondern nur ihre Veränderlichkeit mit der Temperatur quantitativ voraussagen können, wenn wir nur ihre **thermochimischen Daten** allein kennen. Aber ein so genialer Schütze wie Berthelot hat gleichwohl immerhin nicht allzuweit neben das Ziel geschossen, denn es gibt in der Tat eine große Anzahl von chemischen Vorgängen, wo sein und Thomsens Prinzip ohne weiteres als Näherungsregel wohl zu brauchen ist, und beim absoluten Nullpunkte der Temperatur, dem wir uns immer mehr nähern, wäre allerdings die **freie**, bei konstanter Temperatur in Arbeit verwandelbare Energie, durch welche allein wir die Tendenz chemischer Vorgänge, zu geschehen, d. h. also ihre chemische Verwandtschaft messen dürfen, mit der Wärmetonung der Reaktion exakt identisch. Auch bereitet sich in allerjüngster Zeit in der physikalischen Chemie in der Tat eine neue Bewegung

vor, welche schließlich doch dahin führen will, die chemische Verwandtschaft aus thermochemischen Daten in einem weiteren Sinne vorauszuberechnen. Hat also Berthelot auch das gelobte Land der Affinitätslehre nicht selbst als Sieger betreten, so hat er doch eifrig gearbeitet, die Pfade dorthin zu ebnen, und er hat dies Land doch wohl in dämmernder Ferne geschaut.

Berthelot hat auch zuerst den später von Landolt, Brühl u. a. so erfolgreich verwerteten Begriff der **Molekularrefraktion** in die Wissenschaft eingeführt und als erster mit **Jungfleisch** die neuerdings besonders durch Nernst so fruchtbar behandelte **Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Lösungsmitteln** experimentell untersucht. Der neuen Blüte physikalisch-chemischer und elektrochemischer Renaissance aber hat Berthelot als ein Fremder gegenüber gestanden, die riesige, ehrwürdig ragende Eiche streckte zuletzt eben auch einen verdornten Ast nach der Seite jung aufblühender Gefilde hin aus. Auch dieser hatte einst genug grüne Blätter getragen.

Die Thermochemie und wohl auch der Dienst des Vaterlandes führte den genialen Experimentator zu einem wichtigen Zweige der angewandten Chemie, zu der **Chemie der Explosivstoffe**⁸⁾. Wie überall, wo sie hingriff, wirkte auch hier seine mutige und originelle Experimentierkunst bahnbrechend. So lehrte er in Gemeinschaft mit Vieille die nach Kilometern pro Sekunde zählenden Geschwindigkeiten messen, mit denen sich Explosions in Gasgemischen, in flüssigen oder festen Sprengstoffen fortpflanzen, und seine thermochemischen und gasometrischen Methoden ergaben die dabei frei werdenen Wärme- und Energiemengen. Berthelot ist zweifellos der Erste gewesen, der dieses **ganze Gebiet** auf **wissenschaftliche** Grundlage gestellt hat. Bis dahin existierten dafür nur die in ihrer Art auch klassischen, aber **vereinzelt** Arbeiten Bunsens über die Explosionsdrucke bei Gasgemischen und über die Zusammensetzung der Pulvergase. Berthelot und seine Mitarbeiter haben zuerst in planmäßiger Weise für die Sprengstofftechnik eine **wissenschaftliche, experimentelle, chemische Ballistik** unter Konstruktion originell ersonnener Apparate im physikalisch-chemischen Sinne geschaffen, deren Fortentwicklung dank den Arbeiten von Vieille, Mallard, Le Chatelier, Sarrau, Dixon, Jouguet, Nernst u. a. noch viel versprechend geworden ist.

Wie schon im Eingange betont wurde, war der universelle Geist Berthelots in gleicher Weise wie zu den Naturwissenschaften auch zu den sogenannten humanistischen Studien hervorragend befähigt. Neben dem experimentell enorm fruchtbaren Bedürfnisse der Naturerkennnis machte sich bei ihm auch der retrospektive Erkenntnistrieb der **Geschichtsforschung** in glänzendster Weise geltend. Ein vorzüglicher Kenner der alten Sprachen vertieft er sich in die Welt der griechischen Papyri, in die Schriften der alten Alchy-

8) Sur la force des matières explosives 1883, 2 Bde.

misten und wird neben Hermann Kopp zum größten Historiker der Chemie⁹⁾.

Die Beschäftigung mit der Natur und mit der Geschichte macht den Menschen notwendigerweise zum Philosophen, und so werden wir uns nicht wundern, unter den Werken Berthelots auch drei Bände zu finden mit den Titeln: *Science et Philosophie*; *Science et Morale*; *Science et Education*, aus welchen der ganze Zauber Berthelotscher Beredsamkeit, der auch in seinen Fachlehrbüchern zutage tritt, hervorleuchtet.

Die ungeheure Vielseitigkeit dieses Mannes, die ihm nicht mit Unrecht den Namen des „*letzten Encyclopädisten*“ verschafft hat, war verbunden mit einer erstaunlichen Arbeitskraft, von welcher eine große Zahl wissenschaftlicher Hand- und Lehrbücher und eine schier unabsehbare Reihe von Abhandlungen, deren Anzahl man auf 1200 schätzt, beredtes Zeugnis ablegen. Noch in seinem letzten Lebensjahre hat er zwei Bücher veröffentlicht, *Archéologie et Histoire des Sciences* und *Traité pratique de l'analyse des gaz*. „Das Wort *Vespasians*, ich glaube, es heißt *La borme*, und sein Wille, aufrecht zu sterben, ist unser aller Pflicht!“ schreibt er 1892 an Renan, und er hat es erfüllt. Während Berthelot heute über die Humussubstanzen und ihre Rolle in der Pflanzenphysiologie schreibt, berichtet er morgen über Färbung von Edelsteinen durch radioaktive Körper, übermorgen über die Analyse einer alt-egyptischen oder altpersischen Bronze, ein andermal über die Durchlässigkeit von Quarzgefäßen für Gase bei hoher Temperatur, hier wieder über die Thermochemie des Hämoglobins oder von Strychnin und Brucin usw., und zwar stammen die meisten der letztgenannten Mitteilungen noch aus den letzten beiden Lebensjahren des fast Achtzigjährigen. Wenn in dem riesigen Berge der von ihm aufgetürmten Wissensschätze unter die vielen Goldkörner sich hier und da ein geringeres Steinchen verirrt hat, wer wird darüber rechten!

Bei diesen großartigen wissenschaftlichen Leistungen ist es kein Wunder, daß weite Kreise Frankreichs in ihm, und zum Teil mit Recht, den eigentlichen legitimen Vertreter der Naturwissenschaft ihres Landes überhaupt gesehen haben, und er hat diesen Ehrenposten stets mit anmutiger Würde ausgefüllt. Als 1894 der bekannte Literaturhistoriker Brunetière, ausgehend von mystisch-ästhetisierenden, frömmelnden, falschen Voraussetzungen über die Aufgaben und Ziele der Wissenschaften, besonders aber der Naturforschung, einen Feldzug gegen diese begann und feierlich ihren Bankerott zu erklären sich erkührte, da war es für die „Intellektuellen“ Frankreichs beinahe selbstverständlich, daß Berthelot als sieggewohnter Vorkämpfer auf den Plan trat und mit ebenso jugendlicher Begeisterung wie mit vornehmstem Taktgefühl die angegriffenen Ideale der naturwissen-

schaftlichen Welt verteidigte. Ein jugendfrischer Idealist, nicht angekränkelt von Skeptizismus, den nur Unkenntnis dem wahren Naturforscher zuschreiben kann, ist Berthelot trotz seiner rationalistischen Weltanschauung stets gewesen.

Wie erfrischend ist sein unverwüstlicher Optimismus, wenn er auf dem klassischen Boden von Florenz in einem Briefe an Renan seinen Empfindungen folgenden Ausdruck gibt: „Die Geschichte von Florenz und Toscana ist eines der treffendsten Beispiele zugunsten des Fortschrittes. Auf diesem Boden haben schon zwei Zivilisationen gelebt. Etrurien hat gelebt und ist gestorben, fast ohne Spuren zu hinterlassen, wenn es nicht die Keime sind, durch welche sich die römische Kultur fortgepflanzt hat. Und auf diesem erschöpften Boden, an der Stätte dieses erloschenen Volkes hat sich nach zweitausend Jahren eine neue Kunst, ein neues Volk entwickelt, welches noch einmal die Humanität repräsentiert hat. Unsere Welt ist noch sehr jung, und hier sind schon Vergangenheiten, die uns das beste Vertrauen einflößen müssen. Es gibt keinen definitiven Tod; und wenn die Kunst nach einigen glänzenden Perioden zu erschlaffen scheint, so zeigt das nur, daß ihr Wesen ein unstetiges und periodisches ist. Aber, obwohl während langer Jahrhunderte erloschen, ist sie schon wieder erschienen und hat mit einer Vollendung, welche der einstigen gleicht, ein höheres Ideal zum Ausdruck gebracht.“

In der Tat, sein ganzes Leben zeugt von solchen Idealen, und ihm war das rastlose Streben nach wissenschaftlicher Erkenntnis untrennbar mit der Arbeit für seine Mitwelt und das Vaterland verbunden. Wer dies recht kennen lernen will, der lese seinen Aufsatz¹⁰⁾ „*Les savants pendant le siège de Paris*“, wo der Patriot Berthelot schildert, wie das „wissenschaftliche Komitee zur Verteidigung von Paris,“ dessen Vorsitzender er war, dem Vaterlande in verzweifelter Lage seine Kräfte zur Verfügung stellte. „Während der äußersten Krise, welche über Frankreich hereingebrochen war, durfte niemand gleichgültig bleiben, ein jeder, auch der Niedrigstgestellte, mußte seine Beihilfe zollen. So wurde auch ich meinen abstrakten Studien entrissen und habe mich mit der Herstellung der Kanonen, des Schießpulvers und der Sprengstoffe beschäftigen müssen. Ich habe versucht, meine Pflicht zu tun, ohne teilzunehmen an den engen Gehässigkeiten mancher gegen Deutschland, dessen Wissenschaft ich verehre.“ Besonders auch war es das Problem des Nachrichtendienstes zwischen der eingeschlossenen Hauptstadt und der Provinz, welches die Pariser Gelehrten beschäftigte, ein Problem, dessen Schwierigkeit uns heute im Zeitalter der drahtlosen Funktelegraphie kaum mehr in seiner ganzen Härte gegenwärtig ist. Als die Belagerer die Kabel durchschnitten hatten, und auch Heliograph, Luftballons, Brieftaubenpost und Mikrophotographie der Depeschen nicht mehr ausreichten, da versuchte man selbst, das elektrisch genügend leitende Wasser der Seine als Kabel zum Telegraphieren zu benutzen, und Berthelot und seine Mitarbeiter scheuteten selbst die Miasmen der Pariser Schleusen-

9) *Les origines de l'Alchimie* 1885; *Collection des Alchimistes grecs* 1887—1888, 3 Bde.; *Introduction à la Chimie des anciens et du moyen âge* 1889; *La Chimie au moyen âge* 1893. 3 Bde.; *La révolution chimique*, Lavoisier 1890. *Archéologie et Histoire des Sciences* 1906.

10) *Science et philosophie* S. 416.

kanäle nicht, um an ihrer Mündung die Apparate aufzustellen. Man sah Berthelot auf dem Plateau von Avron, um das Feuer der Artillerie zu beobachten, auf den Türmen von Paris, um die heliographischen Signale zu erspähen, in den Steinbrüchen von Clamart, um Minen zur Verteidigung seiner Vaterstadt zu legen. Und wie im Kriege, so war er auch im Frieden stets bereit, dem Vaterlande seine Kräfte zu widmen. Seit dem Jahre 1882 war er „Sénateur inamovible“, seit 1876 Generalinspekteur des höheren Unterrichtswesens, in den Jahren 1886—1887 Minister des öffentlichen Unterrichts, 1895—1896 Minister der auswärtigen Angelegenheiten.

Berthelots Leben besteht in einer fast ununterbrochenen Reihe von Ehrungen, die man wohl verdient seiner unermüdlichen Arbeit im Dienste der Wissenschaft und des allgemeinen Wohles darbrachte. So wurde er 1869 zum Mitgliede der bayerischen, 1899 zum Mitgliede der preußischen Akademie der Wissenschaften, 1894 zum Ehrenmitgliede der Deutschen chemischen Gesellschaft ernannt. Die Royal Society verlieh ihm die Davy-Medaille. Nahezu beispiellos ist die großartige Huldigung, die ihm die gesamte offizielle und gebildete Welt Frankreichs unter lebhafter Beteiligung des Auslandes im Jahre 1901 zur Feier seiner fünfzigjährigen wissenschaftlichen Laufbahn im großen Amphitheater der Sorbonne darbot. Fast sämtliche gelehrten Akademien und Körperschaften der Welt, die ihn mit Stolz zu ihren Mitgliedern zählten, überbrachten dem Jubilar ihre Glückwünsche. Zu seinen Ehren hatten seine Bewunderer, Schüler und Freunde eine Plaquette (vgl. Bild) gestiftet, die, aus Chaplains Meisterhand hervorgegangen, ihm vom Präsidenten der Republik überreicht wurde. Die Inschrift auf der Rückseite, die die Synthese des Acetylens darstellt, lautet:

„POUR LA PATRIE ET LA VÉRITÉ.“

Wer die ungeheure Summe von Arbeit und Ämtern betrachtete, denen Berthelot gewachsen sein mußte, dem konnte es leicht begegnen, daß er hinter jener Wolke von sozialem und wissenschaftlichem Ruhme den Menschen Berthelot nicht zu sehen wagte. Und doch wie deutlich offenbart sich als sein innerstes Wesen ein einfacher, herzensguter und seelenvoller Mensch, wenn man nur die Augen richtig dafür öffnet, sogar, wenn man ihm nur, wie der Schreiber dieser Zeilen, als einfacher Anfänger und Gast seines Laboratoriums gegenübertrat, besonders aber, wenn man z. B. einen Blick wirft in die Briefe, die er mit seinem Jugendfreunde Renan gewechselt hat. Man muß dort die ernsten Klagen aus dunklen Tagen gelesen haben oder die schelmischen Berichte über Renans Bébé, während die Eltern desselben in Syrien weilten, um zu erkennen, daß auch in seiner Brust ein warmes Menschenherz pulsierte mit all seiner Fähigkeit zu Leid und Freud, das, unbezwingen durch sechzigjährige treue Arbeit im Dienste der Menschheit, erst dann zu schlagen aufhörte, als die

edle Gefährtin seines Lebens, die Mutter seiner Kinder, in die Ewigkeit einging.

Im Pantheon zu Paris wurde er neben Victor Hugo und Sadi Carnot von seinem dankbaren Vaterlande begraben.

Heidelberg 24.3. 1907.

Der Bleikammerprozeß und die Oxyde des Stickstoffs.

Von Dr. F. RASCHIG, Ludwigshafen a. Rh.¹⁾

(Eingeg. d. 30.1. 1907.)

Meine letzte Mitteilung²⁾ über die chemische Reaktion in der Bleikammer hat Lunge und Berlin Anlaß zu einer ausführlichen Gegenarbeit²⁾ gegeben, nach welcher von dem, was ich gefunden habe, eigentlich gar nichts übrig bleibt — mit Ausnahme der Hauptsache allerdings: die Nitrosulfosäure oder, wie Lunge und Berlin sie nennen, die Sulfonitronsäure erkennen sie mit mir als Zwischenprodukt des Bleikammerprozesses an. Damit geben sie zu, was von Lunge so lange hartnäckig abgelehnt wurde, daß Säuren aus der Gruppe der Schwefelstickstoffsäuren im Kammerprozeß die Hauptrolle spielen; und wenn sie auch heute noch daran festhalten, daß die Nitrosulfosäure, ihrer Ansicht nach „der Angelpunkt des ganzen Prozesses“, als Nitrosylschwefelsäure, ONOSO_3H , aufzufassen ist, also Schwefel nicht an Stickstoff gebunden enthält und demnach keine Schwefelstickstoffsäure ist, so werden sie es auf die Dauer doch nicht können. Denn es ist entschieden gesucht, wie sie es tun, anzunehmen, daß allemal, wenn Nitrosulfosäure zur Nitrosulfosäure oxydiert wird, eine Atomverschiebung (S. 887) eintritt, und der Stickstoff vom Schwefel fort an den Sauerstoff wandert, um dann, wenn man die Nitrosulfosäure wieder durch Schütteln mit Kupfer oder Quecksilber zur Nitrosäure reduziert, schleunigst die Rückreise anzutreten. Es ist gewiß einfacher, zu glauben, daß der Stickstoff bleibt, wo er ist, nämlich am Schwefel; und der Umstand, daß die Nitrosulfosäure aus salpetriger Säure und Schwefelsäure herzustellen ist (S. 886), steht dieser Auffassung gar nicht im Wege; denn von der salpetrigen Säure steht fest, daß sie in zwei tautomeren Formen, als HONO und als HNO_2 auftritt und in dieser letzten Form wahre Nitroverbindungen, so das Nitromethan, bildet.

Wenn also der Dichter immer Recht hätte: „Halb zog sie ihn, halb sank er hin und ward nicht mehr gesehen“, so könnte ich die Hände in den Schoß legen und zusehen, bis meiner Auffassung des Kammerprozesses, welche von der Lungenischen

¹⁾ Teilweise vorgetragen am 2. März 1907 zu Heidelberg in der gemeinschaftlichen Sitzung des Oberrheinischen Bezirksvereins deutscher Chemiker und der Heidelberger Chemischen Gesellschaft.

²⁾ Wo im folgenden nur Seitenzahlen angegeben sind, ist stets entweder meine letzte Arbeit, diese Z. 18, 1281 (1905) oder die Abhandlung von Lunge und Berlin, diese Z. 19, 807 (1906) gemeint.