

Henri Moissan †.

Von E. WEDEKIND.

Eben gekrönt mit dem diesjährigen Nobelpreis für Chemie ist **Henri Moissan** unerwartet aus dem Leben geschieden, nachdem er kurz vorher noch die Huldigungen seiner Schüler entgegengenommen hatte. Die chemische Welt, sowohl Wissenschaft wie Technik, beklagen den allzufrühen Hingang dieses glänzenden Vertreters der präparativen anorganischen Chemie. Moissans Ruf und Einfluß sind schon seit so langer Zeit über die Grenzen seines Vaterlandes gedungen, daß sein Name auch vielen Laien bekannt war, hauptsächlich wohl durch die Herstellung künstlicher Diamanten, die ihm den Nimbus eines modernen Alchimisten verlieh. Moissan war der typische Vertreter des rastlosen Volkes der Chemiker. Kaum ein Vierteljahr verging, ohne daß Arbeiten aus seinem Laboratorium in den französischen Journalen erschienen. Dazu kamen eine vielseitige Tätigkeit im Dienste des Unterrichts, der gelehrten Gesellschaften und neuerdings auch der chemischen Literatur¹⁾. In den letzten Jahren sah man Moissan auch häufig im Ausland auf Kongressen, Zusammenkünften usw.; vielen Besuchern des internationalen Kongresses für angewandte Chemie zu Berlin (2.—8./6. 1903) wird der glänzende Vortrag in der zweiten Plenarsitzung „Les hydrures métalliques“ in der Erinnerung geblieben sein.

In Bezug auf den Lebensgang des französischen Gelehrten kann ich mich hier kurz fassen.

Henri Moissan wurde am 28. September 1852 zu Paris geboren, woselbst er auch seine Schulbildung erhielt. An der Pariser Universität widmete er sich auch dem Studium der Naturwissenschaften, insbesondere demjenigen der Chemie und der Physik.

Erst 22 Jahre alt veröffentlichte er (in Gemeinschaft mit **P. Dérain**) seine erste wissenschaftliche Arbeit; welche die Aufnahme und Abgabe von Kohlendioxyd und Sauerstoff bei der Respiration der Pflanzen in der Abhängigkeit von der Belichtung behandelte. Moissan verließ

dieses Arbeitsgebiet für immer, um sich von nun an der anorganischen Chemie zu widmen, die ihm im Verein mit dem modernen Hilfsmittel des elektrischen Stroms eine reiche Ernte von wissenschaftlichen Erfolgen bringen sollte. Bis zum Jahre 1884 befaßte sich Moissan hauptsächlich mit der Chemie des Chroms sowie mit den Amalgamen der Metalle der Eisengruppe; u. a. wurde auch die bekannte Blaufärbung studiert, welche bei der Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Chromsäure auftritt. Eine neue Etappe in den Arbeiten Moissans setzt mit dem Jahre 1884 ein, indem er mit dem eingehenden Studium der Fluorverbindungen, zunächst des Phosphor- und Arsen-trifluorides begann. Besonders bemerkenswert sind die Untersuchungen über die Einwirkung von



Henri Moissan †.

elektrischen Funken auf Phosphortrichlorid, über das Additionsprodukt von Brom an Phosphortrifluorid PF_3Br_2 , sowie die Darstellung des Phosphorpentafluorides und des Phosphoroxylfluorides. Das wichtigste Resultat dieser Arbeiten, das in der ganzen internationalen Chemikerwelt das größte Aufsehen erregte, war aber die Isolierung des widerspenstigen Elementes Fluor durch Elektrolyse²⁾ von wasserfreier Flußsäure, der durch Zusatz von Fluorkalium die erforderliche Leitfähigkeit verliehen war (1887). Moissan hat bekanntlich in einer Monographie „Le Fluor et ses Composés“, die auch ins Deutsche übertragen wurde, ausführlich die Darstellung und die merkwürdigen Eigenschaften dieses reaktionsfähigsten aller Elemente beschrieben. Hier sei nur an die Bildung

von Ozon bei der Einwirkung von Fluor auf Wasser erinnert; ist letzteres nur in geringer Menge zugegen, so kann man in einem mit zwei Flußspathplatten verschlossenen Platinrohr die schöne blaue Farbe des konz. Ozons beobachten. Später wurde auch das flüssige Fluor gewonnen in Gemeinschaft mit Sir J. Dewar; es zeigte sich, daß dieses Element seine einzig dastehende Reaktionsfähigkeit auch bei den tiefsten Temperaturen — namentlich dem Wasserstoff gegenüber — behält. Von interessanten Fluor-

²⁾ Als Gefäß diente zunächst ein kostbarer Apparat aus Platin; später (1899) zeigte sich, daß die Darstellung von Fluor auch in billigen kupfernen Apparaten so bequem erfolgen kann, daß die Eigenschaften dieses Elementes einem Auditorium demonstriert werden können.

¹⁾ Vgl. **H. Moissan**, *Traité de Chimie Minérale*, Bd. 1—4 erschienen, Paris, Masson & Co.

verbindungen, die im Anschluß an die Isolierung des elementaren Fluors untersucht wurden, erwähne ich das wasserfreie Platinfluorid sowie das gasförmige Schwefelhexafluorid SF_6 ; letzteres ist gewissermaßen ein handgreiflicher Beweis für die Sechswertigkeit des Schwefels.

Mit dem Jahre 1892 beginnt der dritte große Abschnitt in der wissenschaftlichen Tätigkeit Moissans: die Erschließung der Chemie der extrem hohen Temperaturen mit Hilfe des elektrischen Lichtbogenofens. Folgende bis dahin nicht ausführbare Operationen ließen sich nunmehr realisieren:

1. Krystallisation von Metalloxyden.
2. Schmelzen und Verflüchtigen von feuerbeständigen Stoffen.
3. Darstellung von künstlichem Graphit und Diamant.
4. Reduktion der Metalloxyde durch Kohlenstoff (elektrothermische Metallurgie).
5. Darstellung von Verbindungen des Kohlenstoffes, des Siliciums und des Bors mit den Metallen (der Carbide, Silicide und Boride); diesen Körpern schlossen sich die Phosphide und Arsenide an, welche durch Reduktion der Phosphate bzw. Arseniate mit Kohle gewonnen wurden.

In Bezug auf die so berühmt gewordenen „synthetischen Diamanten“ sei daran erinnert, daß die Ausbeute an diesem wertvollen Produkt leider ebenso minimal ist, wie ihre Dimensionen, und daß z. B. ein schöner durchsichtiger Krystall, der im Sauerstoffstrom fast ohne Rückstand zu Kohlendioxyd verbrannte, nur 0,38 mm in seiner größten Ausdehnung maß.

Die Carbide zeigten z. T. die wichtige Eigenschaft, durch Wasser zerlegt zu werden unter Bildung von Kohlenwasserstoffen, wie Acetylen, Methan usw. Die heute Jedermann geläufigen Namen Calciumcarbid und Acetylen sind für immer mit dem Namen Moissan verknüpft. Besonders eigenartig war das Verhalten des Urancarbid U_2C_3 , welches mit Wasser nur ein Drittel seines Kohlenstoffgehaltes als Methan abgibt, während der Rest in flüssige und feste Kohlenwasserstoffe sowie in bituminöse Massen verwandelt wird. Diese Beobachtung hat bekanntlich den Anstoß gegeben zu der von Moissan sowie von dem ebenfalls kürzlich verstorbenen Mendelejew aufgestellten Theorie über die Entstehung des Erdöls. In den letzten Jahren hat sich Moissan besonders mit den Nitriden, Hydriden und den Metallammoniumverbindungen befaßt. Besonders wertvoll ist der Nachweis, daß den Metallhydriden jeder Metallcharakter fehlt, daß sie den elektrischen Strom ebensowenig leiten wie der flüssige Wasserstoff, wodurch die Metalloidnatur des letzteren bewiesen ist. Bekanntlich haben die Untersuchungen über Hydride den französischen Forscher vorübergehend in das Reich der organischen Chemie geführt, welche er u. a. durch eine Synthese der Ameisensäure im Sinne der Gleichung $\text{CO}_2 + \text{KH} = \text{HCO}_2\text{K}$ bereicherte. Im Anschluß an Arbeiten über die Diamanten führenden Meteoriten von Cañon Diablo hatte Moissan neuerdings seine berühmten Versuche über die künstliche Herstellung von Diamanten wieder aufgenommen. Die Ausbeute war etwas besser wie

früher: ein einziges Metallkorn lieferte häufig 8–10 kleine Diamanten, von denen ein Teil ohne Zuhilfenahme der Lupe mittels einer Stahlnadel ausgelesen werden konnte. Wie ergiebig noch die beiden großen von Moissan erschlossenen Arbeitsgebiete sind, zeigen seine letzten Veröffentlichungen, aus denen einerseits die Darstellung des sehr reaktionsfähigen Nitrylfluorides NO_2F aus Stickoxyd und Fluor, andererseits die Destillation der Metalle im elektrischen Ofen hervorgehoben sei. Gelegentlich der erfolgreichen Destillation des schwerflüchtigen Titanmetalles kommt Moissan zu folgender Schlußfolgerung über die mutmaßliche Temperatur der Sonne. Da alle einfachen und zusammengesetzten Körper der Erdoberfläche mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens vergast werden können, und die Höchsttemperatur des letzteren annähernd 3500° beträgt, so dürfte demnach die Temperatur der Sonne 3500° nicht übersteigen.

Die vorstehende gedrängte Übersicht über die wissenschaftlichen Leistungen des großen Anorganikers läßt annähernd die Vielseitigkeit und Produktivität Moissans erkennen und rechtfertigt das Bedauern, daß ein solches Genie auf der Höhe der Schaffenskraft vorzeitig der Wissenschaft entrissen ist. Die Zahl der von Moissan publizierten Originalarbeiten übersteigt 300; dieselben wurden fast ausschließlich in den *Compt. r. d. Acad. d. sciences*, in dem *Bll. Soc. chim. Paris* sowie in den *Ann. Chim. et Phys.* niedergelegt. Eine der wenigen Abhandlungen, die Moissan (allein unter seinem Namen) in deutscher Sprache veröffentlicht hat, erschien kurz vor seinem Tode in Liebigs Annalen der Chemie (Sonderdruck des Lieben-Jubelbandes). Die literarischen Publikationen des französischen Forschers wurden schon oben erwähnt; es sei noch hinzugefügt, daß Moissan kurz vor seinem Tode die Redaktion der „Annales de chimie et physique“ von Berthelot übernommen hatte.

Endlich einige Worte über die Persönlichkeit Moissans. Die hervorstechendste Eigenschaft dieses großen Chemikers, auf die sich in erster Linie seine großen wissenschaftlichen Erfolge zurückführen lassen, war die Unermülichkeit und Hartnäckigkeit, mit welcher er die schwierigsten experimentellen Probleme verfolgte, wobei er in glücklichster Weise von einer hervorragenden Experimentierkunst unterstützt wurde. Rein theoretische Aufgaben lagen Moissans Veranlagung fern; nur gelegentlich des Abschlusses eines größeren Arbeitsgebietes pflegte er seine Schlußfolgerungen zu einer mehr oder minder kühnen Hypothese zusammenzufassen. Moissan war auch ein glänzender Redner; sein Organ war allerdings nicht stark, aber seine schwunghafte und eigenartige Darstellungsweise, mit welcher er auch einem unbedeutenden Objekt Interesse zu verschaffen wußte, verfehlte selten ihre Wirkung auf die Zuhörer. Moissans wissenschaftliche Erfolge lockten viele jüngere Chemiker in sein Laboratorium, denn es lag in der Natur der Sache, daß man seine Arbeitsweisen nur an Ort und Stelle, d. h. in seinem mit speziellen Hilfsmitteln vorzüglich ausgerüsteten Laboratorium kennen lernen konnte. Bekanntlich war Moissan schon seit mehreren Jahren in der angenehmen Lage, über

ein Laboratorium zu verfügen, welches ausschließlich der wissenschaftlichen Forschung dient (Laboratoire de chimie générale). In dem stetig wachsenden Kreis der Schüler war das Ausland, in erster Linie Deutschland, besonders stark vertreten. Leider erlaubte die vielseitige Tätigkeit³⁾ Moissans — zur Zeit seiner Sprechstunde glaubte man oft in dem Vorzimmer eines berühmten Arztes zu sein — ihm nicht, sich täglich seinen Mitarbeitern zu widmen; hatte man aber Gelegenheit ihn zu sprechen, so konnte man einer äußerst anregenden Unterhaltung sicher sein. Der Mittelpunkt des Laboratoriumsbetriebes war natürlich der elektrische Ofen, welcher von der elektrischen Zentrale der Sorbonne gespeist und in der Regel zweimal der Woche in Benutzung genommen wurde; für diese „Schmelz-Tage“ reservierte man die Mischungen, die erhitzt werden sollten. Wenn Stromstärken über 1000 Amp. erforderlich waren, stand ein entsprechend gespeister Ofen in einer Edison-Zentrale des Stadtteils Montmartre zur Verfügung; die nötigen Utensilien und Materialien wurden in einen Koffer verpackt und in Begleitung des sachverständigen Assistenten wurde die Reise zum „grand four“ in einer Droschke angetreten. Wenn Moissans selbst experimentell tätig war, erschien er meistens mit einer grünen Schürze angetan und mit einer schwarz-samtenen Wagnermütze auf dem Kopfe; in diesem Aufzuge pflegte er auch Besucher in seinem Institute herumzuführen. Moissans war als Vollblutfranzose von Haus aus auf die Deutschen nicht gut zu sprechen und verstand auch von der deutschen Sprache nicht viel; ein Assistent mußte ihm deutsche Publikationen, die von Interesse für ihn waren, übersetzen. Moissans lebte in sehr glücklicher Ehe; auf Reisen befand er sich fast immer in Begleitung seiner Frau und seines Sohnes.

Daß einem so erfolgreichen und faszinierenden Forscher alle erdenklichen Ehrungen zuteil wurden, zuletzt noch der Nobelpreis für Chemie, braucht hier nicht hervorgehoben zu werden. Moissans' Hingang ist nicht nur für Frankreich, sondern auch für die ganze internationale Wissenschaft ein schwerer, kaum zu ersetzender Verlust.

Tübingen, im Februar 1907.

Archäologisch-keramische Untersuchungen.

Von Prof. H. LE CHATELIER, Paris.

Autorisierte Übersetzung von Fritz Salmen, Chemiker.

Industriell-wissenschaftliche Untersuchungen können zwei voneinander verschiedene Zwecke verfolgen: den Fortschritt der Industrie fördern — hieran hat die „Gesellschaft zur Förderung der Industrie“ in den letzten Jahren regen Anteil genommen — oder die rein wissenschaftliche Lösung

1) Moissans war zugleich Direktor der école de chimie appliqué; die laufenden Geschäfte wurden aber von einem Subdirektor geführt.

eines Problems suchen. Unsere Untersuchungen wurden angeregt sowohl durch mehrere Anfragen und Zusendungen der Direktoren der Abteilung für Altertumskunde in Kairo, Maspéro und de Morgan, des Konservators der griechischen Altertümer am Louvre zu Paris, Pottier, des Konservators der ägyptischen Altertümer, Bénédite, als auch durch persönliche Beobachtungen, die ich bei einigen Besuchen in Fabriken gemacht habe. Die Untersuchungen erstrecken sich auf folgende Gegenstände: Griechische, sogen. etruskische Tonwaren, gebrannte, schwarze Tonwaren von Dänemark, ägyptisches Porzellan, emaillierte ägyptische Steine, ägyptische Statuetten aus Sandmasse mit blauer Glasur, antikes Blau und künstliche Lasursteine.

Griechische Tonwaren.

Diese Tonwaren zeichnen sich durch die Vollkommenheit ihrer Herstellung und ihrer Dekoration aus. Ich hatte mich über die Natur der schwarzen Emaille, die zur Dekoration diente, zu äußern. Meine Untersuchungen haben nicht viel genauere Resultate ergeben als die des Herzogs von Luynes, des Herrn von Salvétat und anderer Forscher. Die Analyse der Tonmasse verschiedener Scherben von Vasen aus dem fünften und sechsten Jahrhundert ergab folgendes:

	Dicke Fußpartie (V)	Dünne Wände (VI)
Kieselsäure	55	59
Aluminium- und Eisenoxyd	30	31,4
Kalk	9,7	4,6
Magnesia	1,6	0,2
Alkali	2,2	4,2
Glühverlust	1	1
	99,5	99,4

Von Bedeutung ist das Vorhandensein einer bedeutenden Menge von Alkalien, die in den meisten früheren Arbeiten nicht angegeben worden sind. Der Gehalt von 2,2 bei einem dicken Stücke entspricht gewiß dem des dabei verwendeten Tones, welcher sehr reich an Glimmer sein mußte. Die größere Menge bei einem dünnen Scherben von 3 mm Dicke kann wohl von den zur Glasur verwendeten Alkalien herrühren. Diese mußten in Form von löslichen Salzen angewandt werden und tief in die Tonmasse eindringen. Die fortschreitende Verschmelzung dieser Erden beim Erhitzen auf hohe Temperatur stimmt mit obiger Hypothese überein.

Die Hauptfrage bei Anwendung einer Töpferglasur ist die Temperatur des Brennens. Die Brenntemperatur eines bereits fertigen Gegenstandes kann leicht bestimmt werden. Man bringt den Gegenstand von neuem in den Ofen und beobachtet unter allmählicher Temperatursteigerung den Punkt, bei dem sich eine Volumenverminderung zeigt. Bei verschiedenen Probestücken trat die Umfangsverminderung bei folgenden Wärmegraden ein:

1	2	3	4	5	6	i. Mittel
950°	1000°	1000°	1050°	1000°	950°	1000°

Man kann somit 950° als Brenntemperatur der griechischen Töpferwaren annehmen. Noch heute werden unsere Tonwaren und das zinnhaltige Steingut bei dieser Temperatur gebrannt.