



## Charles Friedel <sup>1</sup>,

Mitglied des Instituts, Professor der organischen Chemie an der Sorbonne und Conservator der mineralogischen Sammlungen der Ecole des mines zu Paris.

Am 20. April 1899 starb zu Paris im Alter von 67 Jahren der durch seine mineralogischen und chemischen Untersuchungen hochverdiente Gelehrte CHARLES FRIEDEL. Wie sein Name zeigt, ist er deutscher Abstammung, ein Elsässer, dessen wissenschaftliches Leben sich aber wie bei so vielen seiner Landsleute ganz in Paris abspielte, so dass er zu den hervorragenden Vertretern der französischen Wissenschaft zählt. Er wurde als Sohn eines Banquiers am 12. März 1832 in Strassburg geboren. Sein Grossvater mütterlicherseits war der bekannte Zoologe und Anatom G. L. DUVÉRNOY, der zuerst als Professor an der Strassburger Universität, seit 1832 als Nachfolger von CUVIER am Collège de France und am Musée d'histoire naturelle in Paris wirkte.

Nachdem FRIEDEL sich am protestantischen Gymnasium seiner Vaterstadt auf das Studium vorbereitet hatte, begann er 1850 naturwissenschaftliche Vorlesungen an der heimathlichen Universität zu hören, an der damals die später so berühmten Forscher DAUBRÉE und PASTEUR lehrten. Mit der wissenschaftlichen Entwicklung des letzteren hat die

---

<sup>1</sup> Von der wissenschaftlichen Thätigkeit FRIEDEL's ist hier selbstverständlich nur so weit die Rede, als sie sich auf die Mineralogie bezieht. Von chemischer Seite ist der verstorbene Gelehrte von A. LADENBURG gewürdigt worden, dessen mit einem Portrait geschmückter Nekrolog in den Berliner chemischen Berichten 1900. No. 19. p. 3721—3744 zu finden ist. Ihm ist manches hier Mitgetheilte entnommen worden. Ausserdem bin ich Herrn GEORGES FRIEDEL in St. Etienne bei Lyon, dem Sohn von CHARLES FRIEDEL, für seine liebenswürdige Unterstützung zu lebhaftem Danke verpflichtet. M. B.

FRIEDEL'S eine gewisse Ähnlichkeit, sofern beide, obwohl der Schwerpunkt ihrer Wirksamkeit auf anderen Gebieten lag, sich auf der Grenze zwischen der Chemie und Krystallographie hervorthaten. PASTEUR'S Hauptarbeit dieser Art war es auch, wie wir sehen werden, an die FRIEDEL mit einer seiner letzten Untersuchungen anknüpfte, deren Vollendung aber ein zu früher Tod verhinderte.

Nicht lange sollte indessen zunächst das Studium dauern. Als einziger Sohn trat er auf Wunsch seines Vaters in dessen Geschäft, zu dem Zwecke, es später selbst zu übernehmen und so dessen Fortbestand zu sichern. Jedoch nur kurze Zeit befriedigte ihn diese Thätigkeit. Bald kehrte er zur Wissenschaft zurück und begab sich 1852 nach Paris, um seine unterbrochenen Studien fortzusetzen. Seitdem ist diese Stadt seine Heimath geblieben. Hier erwarb er sich an der Sorbonne im Jahre 1854 den Grad eines Licencié ès sciences mathématiques, 1855 den eines Licencié ès sciences physiques, später, 1869, die Würde eines Doctors.

In der ersten Zeit des Pariser Aufenthaltes war seine Thätigkeit und sein Interesse vorwiegend der Mineralogie gewidmet, die damals hauptsächlich durch DELAFOSSE, DUFRENOY und SÉNARMONT vertreten war. Auch seine erste Anstellung war eine mineralogische; auf Vorschlag des letztgenannten wurde er 1856 zum Conservator der mineralogischen Sammlungen der Ecole des mines ernannt, welches Amt er auch später neben anderen hervorragenderen bis zu seinem Ende beibehalten hat. Daneben war er bestrebt, seine Ausbildung in der Chemie, die ihm bis dahin ferner gelegen hatte, zu vervollständigen und zu vertiefen, wozu er in seinem Landsmanne WÜRTZ einen Lehrer und in dessen Laboratorium in der Ecole de médecine eine Arbeitsstätte fand.

Im Jahre 1856 verheirathete er sich mit EMILIE KÖCHLIN aus Mülhausen. Der dieser Ehe neben mehreren Töchtern entsprossene Sohn, GEORGES FRIEDEL, ist als Mineraloge in die Fussstapfen seines Vaters getreten und hat die Literatur bereits mit zahlreichen bemerkenswerthen Arbeiten bereichert. Er ist z. Z. Professor an der Ecole des mines in St. Etienne bei Lyon. In einer späteren zweiten Ehe wurde noch ein Sohn geboren.

Im Jahre 1871 wurde FRIEDEL als Nachfolger von DES CLOIZEAUX mit den mineralogischen Vorlesungen an der Ecole normale supérieure betraut und kurze Zeit darauf übernahm er auch die Stellung eines Maître de conférences an derselben Anstalt. 1876 erfolgte seine Ernennung zum Professor der Mineralogie an der Sorbonne. Sein Vorgänger war hier DELAFOSSE. Dessen Verdienste setzte er in einem in der Revue scientifique vom 23. November 1878 abgedruckten Eröffnungsvortrage an der Sorbonne auseinander, worin die Entwicklung der Krystallographie in Frankreich von HAÛY bis MALLARD eingehend dargestellt wurde. Die Reihe der Vorlesungen überhaupt wurde eingeleitet durch einen Vortrag, worin der Redner die Entwicklung der Mineralogie und namentlich die der damals noch wenig ausgebildeten Mineralsynthese den Zuhörern vorführte. Auch dieser Vortrag wurde in der Revue scientifique (vom 26. November 1876) abgedruckt. Für die Studenten verfasste FRIEDEL ein elementar gehaltenes Lehrbuch der Mineralogie, von dem aber (1893) nur der erste, allgemeine Theil erschienen ist. Man findet darin u. A. die speciellen Anschauungen des Verfassers über manche wichtige Punkte, so über Isomorphismus und Dimorphismus, über Classification im Mineralreich etc. in auch für weitere Kreise interessanter Weise auseinandergesetzt. Über Isomorphismus und Dimorphismus hatte er sich auch schon früher (1886) ausgesprochen, angeregt durch eine Discussion über diese Gegenstände in einer Sitzung der französischen Mineralogischen Gesellschaft. In dieser in deren Bulletin abgedruckten Auseinandersetzung warnte er vor allem vor einer zu weiten Ausdehnung des Begriffs des Isomorphismus über MITSCHERLICH hinaus und legte ein Hauptgewicht auf das Zusammenkrystallisiren als Kriterium für den Isomorphismus verschiedener Substanzen. Später (1893) hat er noch einmal speciell seine Ansichten über den Polymorphismus mitgetheilt.

Das Jahr 1878 brachte FRIEDEL die Ernennung zum Mitglied des französischen Instituts, und zwar trat er, da damals schon die wichtigsten seiner Arbeiten der Chemie angehörten, in die chemische Abtheilung der Académie des sciences. Seine Verdienste um die Chemie sollten ihn einige Jahre nachher, allerdings nur was die äussere Lebensstellung anbelangt, fast

ganz dem Kreise der Mineralogen entführen. Als WÜRTZ gestorben war, konnte man keinen würdigeren Nachfolger für ihn finden, als seinen früheren Schüler FRIEDEL, und so vertauschte dieser im Jahre 1884 seine bisherige Professur mit derjenigen der organischen Chemie an der Sorbonne, die er bis zu seinem Tode bekleidete. Aber wenn auch so dieses äussere Band gelöst wurde, das ihn mit der Mineralogie verknüpfte, so hörte er doch nicht auf, ihr das regste und wärmste Interesse entgegenzubringen, und in den Musestunden, die ihm seine amtliche Thätigkeit liess, sich mit mineralogischen Problemen zu beschäftigen. Ganz war er freilich ja auch dienstlich nicht von der letztgenannten Wissenschaft losgetrennt, denn nach wie vor behielt er, wie wir schon oben gesehen haben, sein Amt als Conservator der mineralogischen Sammlungen der Ecole des mines bis zu seinem Tode bei.

Gross, umfangreich und angestrengt war FRIEDEL's Thätigkeit, die er nicht nur seinen Amtsgeschäften, seinen zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Mineralogie und Chemie und seinen vielen Schülern widmete. Er fand daneben auch noch Zeit, sich mancherlei Dingen von allgemeinem öffentlichem Interesse zu widmen, doch ist er in der eigentlichen Politik nie hervorgetreten. Was aber noch besonders hervorgehoben werden muss, ist seine rege und unermüdliche Betheiligung an den Bestrebungen der Pariser gelehrten Gesellschaften und, was hier in erster Linie zu betonen ist, der französischen Mineralogischen Gesellschaft. Er hat an ihrer im Jahre 1878 erfolgten Gründung mitgewirkt und ihr bis zu seinem Tode als lebenslängliches, in der letzten Zeit als Ehrenmitglied angehört. Selten und nur aus besonderen zwingenden Gründen hat er in ihren Sitzungen gefehlt und oft hat er sich an den dort geführten Discussionen lebhaft betheiligt. Im Jahre 1881 hat er als Präsident an ihrer Spitze gestanden. In ihren Bulletins hat er auch seit deren Gründung den grössten Theil seiner mineralogischen Arbeiten veröffentlicht, nachdem er hiezu vorher vorzugsweise die Comptes rendus de l'académie des sciences, das Bulletin de la société chimique und die Annales de chimie et de physique benützt hatte.

Nicht lange mehr sollte FRIEDEL eine ungestörte Gesund-

heit geniessen. Schon gegen Ende der achtziger Jahre fühlte er allmählich seine in rastloser Arbeit aufgebrauchten Kräfte schwinden, ohne dass er sich dadurch zur Schonung veranlasst gefühlt hätte. In seinen letzten Lebensmonaten hatte er häufig an Herzschwäche zu leiden. Einem solchen Anfall erlag er am 20. April 1899 zu Montauban bei Toulon, im Hause einer Tochter, die dort an einen Professor verheirathet ist.

Was die wissenschaftlichen Arbeiten FRIEDEL's betrifft, so soll hier auf die chemischen nur so weit eingegangen werden, als sie Beziehungen zur Mineralogie zeigen. Dies ist vor allem bei seinen Untersuchungen über das Silicium der Fall, die er, z. Th. zusammen mit CRAFTS und LADENBURG, in den Jahren 1863—1870 ausführte. Es gelang ihm, das damals noch zweifelhafte Atomgewicht des Si in der jetzt allgemein als richtig anerkannten Weise endgültig festzustellen und so der damals vielumstrittenen Formel  $\text{SiO}_2$  gegen  $\text{SiO}_3$  zum Siege zu verhelfen. Ebenso konnte er die sehr nahen Beziehungen des Kohlenstoffs zum Silicium nachweisen. Ähnliche Versuche mit dem Titan führten zur Synthese des Rutilis und zur Entdeckung des mit dem Eisenglanz isomorphen Titansesquioxids  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ , das wegen der Frage nach der chemischen Constitution des Ilmenits Wichtigkeit erlangt hat. Die Zusammensetzung des letzteren wurde von ihm bei einer anderen Gelegenheit besprochen.

Bei seinen mineralogischen Untersuchungen hat FRIEDEL kaum eines der Hauptgebiete ganz vernachlässigt, vorzugsweise aber auf den Grenzgebieten der Mineralogie und Krystallographie zur Chemie und Physik gearbeitet. Zuerst mit rein krystallographischen Arbeiten beschäftigt, hat er sich später krystallographisch-physikalischen und krystallographisch-chemischen Aufgaben zugewendet, er hat die Kenntniss zahlreicher Mineralien durch seine Forschungen wesentlich gefördert und auch mehrere neue entdeckt, endlich hat er das auch von anderen französischen Forschern mit Vorliebe gepflegte Gebiet der Mineralsynthese mit Eifer und Erfolg bearbeitet.

Von allen mineralogischen Arbeiten FRIEDEL's sind wohl zweifellos diejenigen, die sich mit der künstlichen Nachbildung der Mineralien beschäftigen, die wichtigsten. Sie sind, z. Th.

unter Beihilfe von E. SARASIN und anderen Mitarbeitern, mit besonderer Liebe und Sorgfalt und vielfach mit weiteren Ausblicken auf die chemische Constitution der betreffenden Körper, sowie auf deren Entstehung in der Natur ausgeführt. In letzterer Hinsicht war das Interesse FRIEDEL's auf die Entstehung und die Ausbildung der Gesteine gerichtet, namentlich bei den sauren Eruptivgesteinen. Die Schwierigkeit dieser Frage bestand seiner Ansicht nach wesentlich in der fast völligen Unkenntniss, in der man sich über die wahre chemische Natur der Silicate befand, weshalb er sich um deren Aufklärung durch Analyse und Synthese besonders bemühte. Für diese letztere erdachte er neue Methoden und Apparate. Ein solcher, den er häufig benützte, um wässrige Lösungen bei höheren Temperaturen, bis zu  $500^{\circ}$ , wirken zu lassen, bestand aus einer dicken Stahlröhre, die innen mit Kupfer oder auch mit Platin ausgekleidet war und die sich beiderseits vollkommen dicht schliessen liess. Das ganze konnte in einem gusseisernen Block bis über die genannte Temperatur hinaus erhitzt werden. Mit Hilfe dieses Apparats gelang es ihm, Quarz und Tridymit, sowie eine ganze Anzahl von Silicaten auf wässrigem Wege nachzubilden. Quarz und Tridymit entstanden bei derselben Beschickung der Röhre, aber der letztere erfordert eine höhere Temperatur als der erstere. An seinen künstlich dargestellten Quarzkrystallen konnte er auch ein neues Zwillingsgesetz nach (4489) beobachten, bei dem die beiden Individuen fast rechtwinkelig durcheinander hindurchgewachsen sind. Besonders wichtig ist die Darstellung des Orthoklas und anderer Feldspathe (Albit, Anorthit) auf wässrigem Wege bei hoher Temperatur, was bis dahin noch nicht möglich gewesen war. Andere künstlich hergestellte Silicate sind der Leucit, Topas, Wollastonit und einige Zeolithe, wie Analcim, Natrolith oder doch ein sehr natrolithähnliches Mineral und Laumontit. Schliesslich sei im Vorübergehen die Beschreibung eines in einer Hüttenschlacke entstandenen Pyroxens erwähnt. Durch die Synthese stellte er die durch die Analyse erhaltene, zuerst für unwahrscheinlich gehaltene Formel des Chalcocomenits fest, und erhielt auch eine zweite heteromorphe Modification dieser Verbindung, die aber bisher noch nicht als

Mineral in der Natur gefunden worden ist. In ähnlicher Weise konnte die Verschiedenheit der beiden gleich zusammengesetzten, aber krystallographisch von einander abweichenden Mineralien Boleit und Cumengéit, sowie die Zusammensetzung des seltenen Hopeits festgestellt werden. Nicht ohne Bedeutung ist die künstliche Darstellung des Libethenits und der anderen mit diesem isomorphen Mineralien, des Olivinits und des von ihm entdeckten Adamins, wobei auch noch andere krystallisirte Arseniate des Zinks und des Kupfers entstanden, die bis heute als Mineralien von ganz natürlicher Entstehung noch nicht bekannt geworden sind. Ausserdem sei noch der Phosgenit, Percylith und Atakamit, der Kalkspath und der Honigstein erwähnt als Mineralien, deren künstliche Darstellung FRIEDEL gelungen ist. Durch Erhitzen an der Luft wurden Magneteisenkrystalle in Eisenglanz übergeführt. So wurde der Martit nachgebildet und die pseudomorphe Natur desselben definitiv nachgewiesen und aufgeklärt. Schliesslich sei noch die Synthese des Diamants erwähnt, die FRIEDEL lebhaft beschäftigte, seit dieses Mineral in dem Eisen von Cañon Diablo gefunden worden war. Er hat das Vorkommen selbst untersucht und den Diamant stets von Troilit umgeben gefunden, woraus er schloss, dass jener im Eisen unter Mitwirkung von Schwefel, und zwar bei verhältnissmässig niedriger Temperatur, entstanden sein müsse. Er erhielt bei seinen Versuchen, bei denen er Schwefel bei 450—500° auf sehr kohlenstoffreiches Gusseisen einwirken liess, ein schwarzes Pulver, das Korund polirte. Bei der geringen Menge der Substanz war es aber nicht möglich, ihre Diamantnatur durch die Analyse sicher zu stellen.

Unmittelbar an diese Synthesen schliessen sich diejenigen Arbeiten FRIEDEL's an, in denen er, z. Th. mit seinem Sohne GEORGES FRIEDEL zusammen, die Einwirkung gewisser Agentien auf eine Anzahl von Mineralien, besonders von Silicaten, unter Anwendung des oben beschriebenen Apparates ermittelt. Es sind Untersuchungen, die sich in gewissem Sinne von jenen überhaupt nicht unterscheiden, sofern sie ebenfalls zur künstlichen Herstellung von Mineralien führen. Auch durch sie wurde mehrfach die chemische Constitution der letzteren aufgeklärt und auf ihre Entstehung in der Natur ein neues Licht

geworfen. So studirte FRIEDEL die Einwirkung von alkalischen und von Natronsilicatlösungen auf Zeolithe und führte diese dadurch mehrfach ineinander über. In dieser Weise gelang es z. B. leicht, Laumontit in Analcim umzuwandeln, indem er ihn mit Natronsilicatlösung auf 500° erhitzte, wobei statt des Kalks im Laumontit Natron in die Verbindung eintrat. Gleichzeitig entsteht eine dem Natrolith sehr nahe stehende zeolithische Substanz, die man auch erhält, wenn man Natrolith mit Natronsilicat erhitzt. Interessante Resultate ergaben auch die Versuche betreffend die Umwandlung des Muscovits unter der Einwirkung von Natronlauge, Alkalisilicatlösungen etc. in der Hitze. Es entstehen dabei Mineralien, die in ihrer Gesammtheit mit den bekannten Sommineralien verglichen werden. Die Einwirkung von Natronlauge giebt schöne und reine Krystalle von Nephelin, dessen Zusammensetzung mit Bestimmtheit auf die ganz dem Muscovit analoge einfache Formel  $\text{NaAlSiO}_4$  zurückgeführt wird. Concentrirte Natronlauge lieferte ausser Nephelin ein in der Natur noch nicht bekanntes Nephelinhydrat, dessen Wasser sich ähnlich verhält wie das mancher Zeolithe, des Heulandit etc. Ist gleichzeitig Chlornatrium vorhanden, so entstehen Krystalle von Sodalith, der infolge dieser Reaction als eine moleculare Verbindung von Nephelin mit Chlornatrium nach der Formel  $6\text{NaAlSiO}_4 + 2\text{NaCl}$  betrachtet wird. Setzt man statt Chlornatrium Natriumsulphat zu, so erhält man Krystalle von der Form des Nephelin, die chemisch einen wasserhaltigen Nosean darstellen. Natronlauge und Sodalösung zusammen lassen aus dem Glimmer einen dem Nephelin in der Form entsprechenden Natroncanerinit entstehen, für den die Formel  $6\text{SiO}_4\text{AlNa} + \text{CO}_3\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O}$  aufgestellt wird. Eine analoge Constitution wäre darnach auch für den hiemit isomorphen eigentlichen Canerinit anzunehmen. Orthoklas oder unter etwas anderen Umständen deutlich quadratischer Leucit ergiebt sich bei der Einwirkung von Kalilauge. Enthält die Lösung Kalk und Chlorcalcium, so erhält man deutliche Zwillinge von Anorthit.

Diese zahlreichen und wichtigen Einzelarbeiten stellen FRIEDEL an die Seite derjenigen, die auf dem hier besprochenen Gebiet am erfolgreichsten thätig gewesen sind. Unter diesen



sei hier nur HENRI STE-CLAIRE-DEVILLE erwähnt, dem FRIEDEL nach seinem Tode in einer Sitzung der mineralogischen Gesellschaft einen Nachruf widmete, in welchem dessen entsprechende Verdienste hervorgehoben und seine besonderen Methoden auseinandergesetzt wurden. Ausser hier und in der schon eingangs erwähnten Eröffnungsvorlesung an der Sorbonne hat sich FRIEDEL ganz am Anfang seiner synthetischen Arbeiten über die hiezu dem Forscher zur Verfügung stehenden Methoden zusammenfassend ausgesprochen in einer weiteren Abhandlung, die man in der Revue scientifique vom 11. September 1880 findet und die einen im Laboratorium von WÜRTZ gehaltenen Vortrag wiedergibt. Ähnliches findet man auch in dem Nekrolog auf seinen 1891 verstorbenen Mitarbeiter E. SARASIN.

Hier sei im Anschluss an die zuletzt geschilderten Versuche auch noch der Untersuchung der weissen Verwitterungsrinde gedacht, von der manche Kieselsäureminerale umgeben werden. Die Analyse ergab reine wasserfreie Kieselsäure, deren Entstehung durch Einwirkung alkalischer Lösungen künstlich nachgeahmt werden konnte.

Wir haben die synthetischen Arbeiten FRIEDEL's wegen ihrer besonderen Wichtigkeit ausführlicher besprochen; kürzer werden wir uns bei den krystallographisch-physikalischen fassen, obwohl auch ihre Bedeutung nicht gering ist. Sie beziehen sich fast ausschliesslich auf die Thermo- und Pyroelektricität der Krystalle. Er arbeitete hier theilweise mit J. CURIE und auch mit A. DE GRAMMONT zusammen. Das Bestreben ging hiebei dahin, diese Erscheinungen in den richtigen Zusammenhang mit der Krystallform zu bringen, den er bei den Untersuchungen von HANKEL, RIES, G. ROSE etc. mehrfach vermisste. Er schrieb das neben der z. Th. irrigen Interpretation der in manchen Punkten ungenügenden Anordnung der Versuche der letzteren Forscher zu, bei denen auch unter solchen Umständen Elektrizität erzeugt wurde, wo das bei Ausscheidung aller Fehlerquellen nicht der Fall sein würde. Als solche Fehlerquelle erschien vor Allem die Unregelmässigkeit der äusseren Begrenzung der Krystalle und die Ungleichmässigkeit der Erwärmung bei den gewöhnlichen Methoden. Diese suchte FRIEDEL dadurch zu beseitigen, dass

er die Krystalle nicht in ihrer natürlichen Form, sondern in dünnen planparallelen Lamellen senkrecht zu den betreffenden Richtungen untersuchte, und dass er bei den pyroelektrischen Arbeiten die Erwärmung dieser Platten vornahm mittelst einer kleinen metallenen Halbkugel, die bis zu der gewünschten Temperatur erhitzt und so mit ihrer ebenen Fläche mit jenen Platten in Berührung gebracht wurde. Schon seine mineralogische Doctorarbeit (thèse de doctorat), die er im Jahre 1869 der Faculté des Sciences an der Sorbonne vorlegte, behandelte einen derartigen Gegenstand, und zwar die Thermo-  
elektricität des Schwefelkieses, wobei er sich an die früheren Untersuchungen MARBACH's anschloss und deren Resultate bestätigte. Nicht einverstanden war er aber bei einer später wiederholten analogen Untersuchung mit den bekannten Ergebnissen der inzwischen (1871) erschienenen Arbeit von GUSTAV ROSE. Thermoelektrisch wurde auch Fahlerz und Kupferkies untersucht, pyroelektrisch z. Th. mit negativem Erfolge eine grössere Zahl von Mineralien, wobei sich vielfach Meinungsverschiedenheiten mit HANKEL ergaben. Genannt sei hier Topas, Blende, Apatit, Quarz, Boracit und Skolezit, endlich das künstliche Natriumchlorat.

Zahlreiche Mineralien wurden auch nach anderen Richtungen, namentlich in Beziehung auf die chemische Zusammensetzung und die Krystallform untersucht. Die erste Notiz, die von FRIEDEL herrührt und die DUFRENOY in seinem grossen Handbuch der Mineralogie veröffentlicht, gehört hierher; sie betrifft einen Diamantzwilling. Auch sonst hat dieses Mineral FRIEDEL's Aufmerksamkeit erregt; er studirte die Verbrennung des Diamants, ein Vorkommen (zusammen mit Sapphir) in Australien und die Begleiter des Diamants in Südafrika. Von der Synthese des Diamants auf Grund des Vorkommens im Eisen von Cañon Diablo ist schon oben die Rede gewesen. Mit BERTHELOT zusammen wurde das Meteor-eisen von Magura (Arva) untersucht. Von anderen Elementen ist hier vor Allem der Schwefel zu erwähnen. Es wird der bei der Zersetzung von Schwefelkies ausgeschiedene Schwefel von verschiedenen Fundorten beschrieben, ebenso die von ENGEL entdeckte, allerdings nur künstlich bekannte rhombo-  
ëdrische Modification desselben. Ferner sei erwähnt die Be-

schreibung der Krystallform des Guejarits, von Zirkonkrystallen mit der Basis und des Vorkommens des Brucits von Cogne im Aosta-Thal in Piemont. Von Dawsonit wird ein neues Vorkommen bei Pian Castagnaio in Toscana mitgetheilt und auf Grund einer Analyse die Formel dieses merkwürdigen Minerals festgestellt. Mitgetheilt wird sodann die Zusammensetzung eines Tellurgoldsilbers und die des Nesquehonits nach dem Funde von La Mure (Isère) und die Selbständigkeit dieser Species bewiesen, nachdem man früher mehr an eine Pseudomorphose gedacht hatte. Besondere Hervorhebung verdient die chemische Untersuchung des Apophyllits, in dem eine kleine, bis zu  $\frac{1}{2}$  % steigende Menge Ammoniak gefunden wurde. Endlich sei noch des nach ihm benannten Friedelits gedacht, dessen Formel er nach der Analyse von GORGEU festzustellen suchte, ohne aber zu einem sicheren Resultate zu gelangen. Gleichzeitig von ethnographischem Interesse ist die Untersuchung eines aus Olivin bestehenden Schleudersteins aus der Südsee.

Dass der Chemiker und Mineraloge FRIEDEL auch eine stattliche Zahl künstlicher, besonders organischer Substanzen krystallographisch untersucht hat, sei hier nur in Kürze bemerkt. Auf Einzelheiten soll hiebei nicht eingegangen werden, sie ergeben sich z. Th. von selber aus dem unten folgenden Schriftenverzeichniss.

Auch eine Anzahl neuer Mineralien hat FRIEDEL entdeckt und beschrieben. Vor Allem ist es das mit dem Libethenit und Olivenit isomorphe Zinkarseniat von Chanarcillo in Chile, der Adamin, das er auch in seinem Vorkommen in Laurion untersuchte und künstlich herstellte. Besonders interessant ist das mit Greenokit isomorphe Zinksulphid, der Würtzit von Oruro in Bolivia, dessen Formen FRIEDEL allerdings erst später nach künstlichen Krystallen von SIDOT vollständig zu ermitteln im Stande war. Vielleicht noch nicht völlig aufgeklärt ist die Natur des oktaëdrischen Delafossit, der in einer Suite von Graphiten von Katharinenburg im Ural aufgefunden und für eine Art Spinell  $\text{Cu}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  erklärt wurde. Dasselbe gilt für den Carnotit von Montrose County, Colorado, der ihm als Uranocker übergeben worden war und der sich als ein wasserhaltiges Vanadinat von Uran und

Kalium erwies. Die Untersuchung des Minerals sollte fortgesetzt werden, wurde jedoch durch den Tod unterbrochen.

Noch einer letzten grösseren und wichtigeren Arbeit sei hier zum Schlusse gedacht, die FRIEDEL nicht mehr zu Ende zu führen im Stande war. Er versuchte, endgültig die Beziehung zwischen der Circularpolarisation und dem asymmetrischen Kohlenstoffatom mancher organischer Verbindungen festzustellen, und so die Ansichten seines alten Lehrers PASTEUR und von VAN T'HOFF zum Siege zu führen gegen die allerdings wenig zahlreichen Widersacher, die sich ihnen noch entgegenstellen.

Fasst man die Gesamthätigkeit CHARLES FRIEDEL'S zusammen, so ist es zweifellos, dass seine wichtigsten Arbeiten der organischen Chemie angehören. Aber von der Mineralogie und Krystallographie ist er ausgegangen und zu ihr ist er auch immer wieder zurückgekehrt. Sein Interesse für diese Wissenschaften ist bis zu seinem Tode nie erkaltet, und er hat ihnen so viel gegeben, dass sein Name in der Geschichte der Mineralogie unvergessen bleiben wird.

**Max Bauer.**

Im folgenden sollen nun noch die Arbeiten FRIEDEL'S mineralogischen und krystallographischen Inhalts, angeordnet nach der Zeit ihrer Veröffentlichung, zusammengestellt werden.

1856.

1. Über einen Diamantzwilling. (A. DUFRENOY, *Traité de minéralogie*. 2. Aufl. 2. p. 92.)
2. Über Zirkonkrystalle mit der Basis. (*Ann. d. mines*. (5.) 9. p. 625.)

1861.

3. Sur le dimorphisme du sulfure de Zinc. (*Compt. rend.* 52. p. 983.)

1863.

4. Über die Zusammensetzung des Titaneisens. (*Bull. soc. chim.* p. 202.)

1866.

5. Sur l'adamine, nouvelle espèce minérale. (*Compt. rend.* 62. p. 692; *Bull. soc. chim. de Paris*. (2.) 7. p. 97.)
6. Sur les cristaux de sulfure de zinc obtenus par M. SIDOR. (*Compt. rend.* 62. p. 999 u. 1001.)

1869.

7. Über die Thermoelektricität des Pyrits. (Ann. chim. phys. (4.) 16. p. 14; siehe auch: Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Lyon 1873.)

1873.

8. Sur un nouveau gisement de tellurures. (Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Lyon.)  
 9. Sur une combinaison naturelle des oxydes de fer et de cuivre (De-la-fossite) et sur la reproduction de l'atacamite. (Compt. rend. 77. p. 211; Bull. soc. chim. Paris. (2.) 20. p. 99; Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Lyon. p. 245.)

1874.

10. Sur les relations pouvant exister entre les propriétés thermo-électriques et la forme cristalline. (Compt. rend. 78. p. 508.)

1875.

11. Sur certaines altérations des agates et des silex. (Compt. rend. 81. p. 979; Ann. chim. phys. (5.) 7. p. 540.)  
 12. Sur quelques combinaisons du titane (zusammen mit J. GUÉRIN). (Compt. rend. 81. p. 889.)

1876.

13. Sur quelques combinaisons du titane. (Compt. rend. 82. p. 509; Ann. chim. phys. (5.) 7. p. 24.)  
 14. Über künstlichen Libethenit, Olivenit und Adamin. (Bull. soc. chim. (2.) 25. p. 482.)

1878.

15. Sur l'adamine du Laurium. (Bull. soc. min. de France. 1. p. 31.)  
 16. Sur un pyroxène artificielle. (Ibid. 1. p. 106.)

1879.

17. Reproduction artificielle du quartz cristallisé (zusammen mit E. SARASIN). (Bull. soc. min. de France. 2. p. 113.)  
 18. Sur la composition de la Hopéite (zusammen mit E. SARASIN). (Ibid. 2. p. 153.)  
 19. Sur la Libethenite artificielle (zusammen mit E. SARASIN). (Ibid. 2. p. 157.)  
 20. Sur la pyroélectricité dans la topaze, la blende et le quartz. (Ibid. 2. p. 31.)  
 21. Sur la forme cristalline de la Guejarite. (Ibid. 2. p. 203.)  
 22. Sur les minéraux associés au diamant dans l'Afrique australe. (Ibid. 2. p. 197.)  
 23. Sur la production artificielle d'une matière feldspathique (zusammen mit E. SARASIN). (Ibid. 2. p. 158.)

1880.

24. Sur un silicate artificielle ressemblant à l'orthose (zusammen mit E. SARASIN). (Bull. soc. min. de France. **3**. p. 25.)  
 25. Acide mellique obtenu par l'oxydation de l'hexaméthylbenzène. (Ibid. **3**. p. 189.)

1881.

26. Sur la reproduction par voie aqueuse du feldspath orthose (zusammen mit E. SARASIN). (Bull. soc. min. de France. **4**. p. 171; Compt. rend. **92**. p. 1374.)  
 27. Sur la production artificielle de la Mellite (zusammen mit M. BALSONN). (Bull. soc. min. de France. **4**. p. 26.)  
 28. Forme cristalline de l'acétate de benzhydrol. (Ibid. **4**. p. 228.)  
 29. Reproduction de la phosgénite (zusammen mit E. SARASIN). (Ibid. **4**. p. 175.)  
 30. Reproduction de la Chalcomérite (zusammen mit E. SARASIN). (Ibid. **4**. p. 176.)  
 31. Forme cristalline du sélénite de cuivre (zusammen mit E. SARASIN). (Ibid. **4**. p. 225.)  
 32. Sur un nouveau gisement de Dawsonite (hydrocarbonate d'aluminium et de sodium) et sur la formule de ce minéral. (Ibid. **4**. p. 28.)  
 33. Nachruf an HENRI SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. (Ibid. **4**. p. 187.)

1882.

34. Sur la pyroélectricité du quartz (zusammen mit J. CURIE). (Bull. soc. min. de France. **5**. p. 282; Compt. rend. **96**. p. 1262 und 1389. 1883.)  
 35. Sur la brucite de Cogne (Vallée d'Aoste). (Bull. soc. min. de France. **5**. p. 324; Atti R. Accad. Torino. **23**. p. 75.)

1883.

36. Über künstlichen Albit und Analcim. (Bull. soc. chim. de Paris. (2.) **39**. p. 626; Compt. rend. **97**. p. 290.)  
 37. Sur la pyroélectricité dans la blende, le chlorate de sodium et la boracite (zusammen mit J. CURIE). (Compt. rend. **97**. p. 61; Bull. soc. min. de France. **6**. p. 191.)  
 38. Sur la reproduction de l'albite par voie aqueuse. (Compt. rend. **97**. p. 290.)  
 39. Künstlicher Leadhillit. (Ann. chim. phys. **39**. p. 626.)

1884.

40. Sur la formule de la Friedelite. (Bull. soc. min. de France. **7**. p. 71.)  
 41. Expériences de combustion du diamant. (Bull. soc. chim. (2.) **41**. p. 100.)  
 42. Künstliche Darstellung der Zeolithe und Umformung derselben in einander. (Bull. soc. chim. Paris. (2.) **41**. p. 593.)

1885.

43. Crystallisation de la calcite en présence d'une solution de chlorure de calcium (zusammen mit E. SARASIN). (Bull. soc. min. de France. 8. p. 304; Bull. soc. chim. Paris. (2.) 44. p. 50.)
44. Sur la pyroélectricité de la topaze (zusammen mit J. CURIE): (Compt. rend. 100. p. 213; Bull. soc. min. de France. 8. p. 16.)
45. Sur la pyroélectricité de la scolezite (zusammen mit A. DE GRAMMONT). (Bull. soc. min. de France. 8. p. 75.)

1886.

46. Über den Isomorphismus und Polymorphismus. (Bull. soc. franç. de min. 9. p. 121.)
47. Reproduction de la Wollastonite. (Ibid. 9. p. 193.)

1887.

48. Forme cristalline de la quercine. (Compt. rend. 105. p. 95.)
49. Sur la forme cristalline de la cinchonamine. (Ibid. 105. p. 985.)
50. Formel und künstliche Darstellung des Topases. (Bull. soc. chim. Paris. 47. p. 737.)

1888.

51. Sur une macle nouvelle du quartz. (Bull. soc. franç. de min. 11. p. 29.)
52. Sur un gisement de diamants et de saphirs en Australie. (Ibid. 11. p. 64.)

1889.

53. Sur l'acide mésocamphorique. (Compt. rend. 108. p. 978.)

1890.

54. Sur le fer météorique de Magura, Arva (Hongrie) (zusammen mit M. BERTHELOT). (Compt. rend. 111. p. 296.)
55. Action des alcalis et des terres alcalines, des silicates alcalins et de quelques solutions salines sur le mica; production de la néphéline, de la sodalithe, de l'amphigène, de l'orthose, de l'anorthite etc. (diese Arbeit wie die fünf folgenden zusammen mit seinem Sohne GEORGES FRIEDEL). (Compt. rend. 110. p. 1170.)
56. Action des alcalis et des silicates, alcalins sur le mica (I): Production de la néphéline, de l'amphigène, de l'orthose. (Bull. soc. franç. de min. 13. p. 129.)
57. Action des alcalis et des silicates alcalins sur le mica (II): Production de l'amphigène et de la sodalithe. (Ibid. 14. p. 182.)
58. Action de la chaux et du chlorure de calcium sur le mica. (Ibid. 13. p. 233.)
59. Action de la soude et du sulfate de sodium sur le mica. (Ibid. 13. p. 238.)

1891.

60. Action du sulfate de sodium et du carbonate de sodium sur le mica en présence de la soude. (Bull. soc. franç. de min. **14**. p. 69.)
61. Nekrolog auf E. SARASIN. (Ibid. **14**. p. 31.)
62. Sur un diamant creux. (Ibid. **14**. p. 7.)
63. Sur la nesquéhonite. (Ibid. **14**. p. 60.)
64. Sur la forme cristalline et sur les propriétés optiques de la nouvelle variété cristallisé de soufre (de M. ENGEL). (Compt. rend. **112**. p. 834.)
65. Sur les deux hexachlorures de benzène. (Bull. soc. chim. Paris. (3.) **5**. p. 130.)
66. Sur une pyrite épigène renfermant du soufre. (Bull. soc. franç. de min. **14**. p. 230.)

1892.

67. Sur des cristaux de soufre contenus dans une pyrite épigène. (Bull. soc. franç. de min. **15**. p. 123.)
68. Sur la reproduction de la percyllite. (Ibid. **15**. p. 96.)
69. Sur une pierre de fronde canaque en péridot. (Ibid. **15**. p. 256.)
70. Sur l'existence du diamant dans le fer météorique de Cañon Diablo. (Compt. rend. **115**. p. 1037; Bull. soc. franç. de min. **15**. p. 258.)

1893.

71. Sur le fer météorique de Cañon Diablo. (Compt. rend. **116**. p. 290.)
72. Sur la reproduction du diamant. (Ibid. **116**. p. 224.)
73. Production artificielle de divers minéraux (zusammen mit E. SARASIN). (Arch. sciences phys. et nat. Genève. (3.) **27**. p. 5 u. 145.)
74. Cours de minéralogie, professé à la faculté des sciences de Paris. Partie I. Minéralogie générale. 416 p. Mit 364 Fig.
75. Sur le polymorphisme. (Bull. soc. chim. Paris. (3.) **9**. p. 292.)

1894.

76. Sur la boléïte artificielle. (Bull. soc. franç. de min. **17**. p. 6.)
77. Sur la composition de l'apophyllite. (Ibid. **17**. p. 142; Compt. rend. **118**. p. 1232.)
78. Sur une martite artificielle. (Bull. soc. franç. de min. **17**. p. 150.)

1899.

79. Analyse d'un silicate d'aluminium et de sodium artificiel. (Bull. soc. franç. de min. **22**. p. 17.)
80. Sur un nouveau minéral d'urane (carnotite) (zusammen mit E. CUMENGE). (Ibid. **22**. p. 26; Bull. soc. chim. Paris. (3.) **21**. p. 328.)