

WOLCOTT GIBBS.

Mit Wolcott Gibbs, dessen Tod wir am 9. Dezember 1908 zu beklagen hatten, verlor die amerikanische Wissenschaft eine der bedeutsamsten Erscheinungen aus den Reihen ihrer Veteranen. Er war der einzige Amerikaner, dem die Deutsche Chemische Gesellschaft je die Ehrung der Aufnahme in die Liste ihrer Ehrenmitglieder zuteil werden ließ. Gibbs weilt noch durch ein Vierteljahrhundert, nachdem die deutschen Kollegen seiner hervorragenden Bedeutung diese Anerkennung gezollt hatten, unter den Lebenden. Er erreichte ein Alter von 86 Jahren, und so war er auch lange Zeit hindurch fast der einzige, der von den Pionieren der amerikanischen Wissenschaft übrig geblieben war.

Oliver Wolcott Gibbs wurde in der Stadt New York am 21. Februar 1822 geboren. Er war der zweite Sohn von George Gibbs (1776—1833) und dessen Gemahlin Laura Wolcott Gibbs, die beide aus angesehener Familie stammten und dem Knaben das unschätzbare Gut einer reichen Erbschaft an guter Gesundheit und geistiger Befähigung mit auf den Weg gaben. Seine Mutter war eine Tochter von Oliver Wolcott, der unter den Präsidenten George Washington und John Adams das Amt des Secretary of the Treasury (d. h. des Finanzministers) der Vereinigten Staaten bekleidete. Sie war eine Frau von edelstem Charakter und ungewöhnlicher Begabung; zweifellos hat sie nicht allein durch ihren persönlichen Einfluß, sondern auch durch den Kreis höchst intelligenter und gut erzogener Menschen, den sie in ihrem Hause zu versammeln verstand, die rasche Entwicklung ihres späterhin so berühmten Sohnes in ausgezeichneter Weise gefördert. Energisch, patriotisch und voll Interesse für das Gemeinwohl lebte sie noch viele Jahre nach seiner Geburt und kam so in die glückliche Lage, ihm reiche Gelegenheit zu gesunder körperlicher, geistiger und moralischer Entwicklung zu geben. Dies war für den Knaben auch deshalb ein besonderes Glück, weil er schon im Alter von 11 Jahren seinen Vater durch den Tod verlor. Sein Vater, der den Titel Oberst führte, besaß ein großes Landgut auf Long Is-



Wolcott Gibbs

land, das unter dem Namen »Sunswick« bekannt war und nur wenige Meilen von der Stadt New York entfernt lag. Auf dieser schön gelegenen Besitzung konnte der künftige Chemiker seine Jugend in vollem Maße genießen. Wie er später selbst erzählte¹⁾, beschäftigte er sich hier oft damit, unter Verwendung aller ihm nur irgendwie erreichbaren Materialien künstliche Vulkane herzustellen, sowie die Steinmauern nach Mineralien oder die Gärten und Felder nach Blumen abzusuchen. Der Vater war ein begeisterter Mineraloge und widmete viel Zeit für die Anlage einer schönen Sammlung, die dann später den Grundstock zu dem berühmten mineralogischen Museum des Yale College bildete. Unzweifelhaft hat der Knabe von diesem hervorragenden Mann, nach welchem das Mineral Gibbsit benannt worden ist, die ersten wissenschaftlichen Anregungen empfangen; aber auch Wolcotts älterer Bruder, der wie sein Vater den Namen George führte, erwarb sich später einen Ruf als Mineraloge. Diese Umgebung mußte — im Verein mit der ererbten Veranlagung — die Ursache werden, daß sich der junge Oliver Wolcott Gibbs zu einem Mann von ungewöhnlicher Befähigung, gepaart mit praktischem Verständnis, entwickelte.

Einen Teil seiner Kindheit verbrachte er auch in Boston in dem Hause einer unverheirateten Tante, während er im Sommer in der Familie einer anderen Tante lebte, die die Gattin von William Ellery Channing war, eines hervorragenden Predigers der Unitarischen Kirche. Auch in diesem Hause verkehrten viele interessante Leute, und auch hier wieder konnte der stille, trotzdem aber höchst bedeutsame Einfluß eines liebevollen Familienlebens auf den Charakter des Knaben zur Geltung kommen. Im Alter von 12 Jahren kehrte er dann nach New York zurück und begann dort, sich in der Columbia Grammar School für das Columbia College vorzubereiten, in welches er 3 Jahre später im Alter von 15 Jahren eintrat. Er verließ dann 1841 das College als Promovierter, nachdem er in den 4 Jahren, die er dort zubrachte, sich mit wissenschaftlichen Dingen weit intensiver beschäftigt hatte, als es den noch mittelalterlichen Gepflogenheiten, die damals auf den amerikanischen Colleges herrschten, entsprach. Während des dritten Jahres seines Aufenthalts auf dem Columbia College veröffentlichte Gibbs, damals erst ein junger Mensch von 18 Jahren, schon eine wissenschaftliche Mitteilung; sie hatte eine neue Form der galvanischen Batterie zum Thema, bei welcher — vielleicht zum ersten Mal — die Kohle das Material für

¹⁾ Eine kurze Autobiographie, die Wolcott Gibbs zwei Jahre vor seinem Tode niedergeschrieben hatte, ist von einem seiner Neffen in der Science (vergl. das Heft vom 18. Dezember 1908. S. 875) veröffentlicht worden.

eine der Elektroden darstellte. Dies ist, wie F. W. Clarke¹⁾ in seinem interessanten Nekrolog treffend ausführte, ein deutlicher Beweis dafür, daß die frühzeitigen Impulse, die der junge Gibbs von seinem Vater erhalten hatte, durch die klassizistischen Tendenzen der beschränkten Erziehungsmethode jener Zeit nicht mehr unterdrückt werden konnten.

Nachdem er das Columbia College verlassen hatte, wandte sich der junge Gibbs nach Philadelphia, wo er für einige Monate Laboratoriumsassistent von Dr. Robert Hare wurde, der als Erfinder des Knallgas-Gebläses bekannt geworden ist. Hare hatte damals die Lehrkanzel für Chemie an der Medical School der University of Pennsylvania inne, und der junge Wolcott beschloß dann rasch, angeregt durch den begeisternden Einfluß seines Lehrers, sich dem Studium der Medizin zu widmen, wobei ihn die Absicht leitete, sich die für ein ähnliches Amt erforderlichen Kenntnisse anzueignen. Das College of Physicians and Surgeons in New York wurde dann die Stätte, an welcher er die Mehrzahl seiner medizinischen Erfahrungen sammelte, und hier promovierte er auch im Jahre 1845 als Doktor der Medizin. Während er sich noch auf die hierfür erforderlichen Prüfungen vorbereitete, erwarb er 1844 auf dem Columbia College den Titel eines Master of Arts. Obwohl er sich in dieser Weise genügend zur praktischen Ausübung der Heilkunde vorbereitet hatte, dachte Gibbs wahrscheinlich doch niemals ernstlich daran, seine Kenntnisse für den Beruf des Arztes zu verwerten. Sein Hauptinteresse hatte von Anfang an der Chemie gegolten, und auch seine medizinischen Studien hatte er wohl hauptsächlich mehr im Hinblick auf diese Wissenschaft als mit der Absicht unternommen, sie später einmal in der Praxis zu verwenden.

Da es in Amerika zu jener Zeit an einer passenden Gelegenheit fehlte, sich in der Chemie eingehender zu unterrichten, ging Gibbs, der damals 23 Jahre alt war, nach Europa und setzte in Berlin als Schüler von Carl Rammelsberg seine schon ziemlich weit vorgeschrittenen Studien fort. Nach mehrmonatlichem Aufenthalt in der preußischen Hauptstadt trat er in das Laboratorium von Heinrich Rose ein, in welchem er dann ungefähr ein Jahr verblieb. Dieser große Meister auf dem Gebiete der analytischen Chemie nahm bald unter den Lehrern Gibbs' die bevorzugte Stelle ein, und der Einfluß des älteren Mannes läßt sich dann auch durch das ganze spätere Leben des amerikanischen Pioniers hindurch

¹⁾ Journ. Chem. Soc. 95, 1299 [1909]. Ich verdanke der Lektüre dieses Nekrologs eine Reihe von Anregungen, die ich im Folgenden verwerten konnte.

verfolgen. Nach Beendigung seines Aufenthalts in Berlin siedelte Gibbs nach Gießen über, wo er ein Semester hindurch unter dem anregenden Einfluß von Liebig stand; von hier aus wandte er sich nach Paris, um dort die Vorlesungen von Laurent, Dumas und Regnault zu hören. Ohne Zweifel hat Gibbs durch seine sich auf so verschiedenen Gebieten unserer Wissenschaft bewegenden Studien einen weit tieferen Einblick in die allgemeineren Beziehungen der Chemie erhalten, als dies auf der Basis einer enger begrenzten Ausbildung möglich gewesen wäre. Sicherlich hat auch das umfassende Verständnis, mit welchem er Probleme aus der physikalischen und physiologischen Chemie ebenso gut zu meistern wußte, wie solche aus seinen Spezialarbeitsgebieten, der anorganischen und analytischen Chemie, seine gesamte Lebensarbeit so besonders reichhaltig gestaltet und ihn befähigt, sich das Interesse für wissenschaftliche Dinge bis unmittelbar vor dem Abschluß eines ungewöhnlich langen Lebens zu bewahren.

Ungefähr um jene Zeit ließ er seinen ersten Vornamen Oliver fallen und machte sich von nun als Wolcott Gibbs bekannt. Als ihm im Herbst des Jahres 1848 vom College of Physicians and Surgeons ein Amt als außerordentlicher Professor der Chemie angeboten wurde, kehrte er nach New York zurück. Im gleichen Jahr noch hielt er eine kurze Reihe von Vorlesungen am Delaware College in Newark (Delaware); 1849 wurde ihm dann die ordentliche Professur für Chemie und Physik an der neu begründeten Free Academy, dem jetzigen College of the City of New York, übertragen. Hier blieb er 14 Jahre lang, während welcher Zeit seine Haupttätigkeit augenscheinlich dem Unterricht der jungen Studierenden gewidmet war.

Im Jahre 1851 wurde Gibbs zum Assistenten des Redakteurs von Sillimans American Journal of Science ernannt; dieser Zeitschrift hat er dann 22 Jahre hindurch viel Zeit geopfert, indem er eine große Reihe vortrefflicher Referate über die hauptsächlichsten Untersuchungen der chemischen Weltliteratur verfaßte. Im Jahre 1856 erschien dann seine erste wirklich bedeutende Arbeit, die er in Gemeinschaft mit Prof. Genth aus Philadelphia ausgeführt hatte. Es war dies die allgemein bekannte Untersuchung über die Kobalt-Ammoniak-Basen, auf welche wir später noch mehrfach zurückkommen werden. 1861 veröffentlichte er die erste seiner Mitteilungen über die Platinmetalle und zeigte damit, daß er in die erste Reihe der damaligen amerikanischen Chemiker gehörte.

Während dieser Zeit mußte Gibbs die Enttäuschung erleben, daß ihm nicht die Professur für Chemie an dem Columbia College, der jetzigen Columbia Universität, übertragen wurde, weil er ein Unitarier war, während das College damals auf streng sektirischer Basis ge-

leitet wurde. Doch bildete sein unitarischer Glauben kein Hindernis, als er 1863 zum Professor an der Harvard-Universität ernannt wurde. Die Professur, zu welcher er hiermit berufen wurde, war von dem bedeutenden Count Rumford begründet worden und sollte ihrer Bestimmung nach eine »Professorship of the Application of Science to the useful Arts« werden.

Dem »Rumford-Professor« lag damals sowohl die Leitung des Chemischen Laboratoriums an der Lawrence Scientific School der Universität ob, wie auch das Halten von Vorlesungen über Licht und Wärme, und so bot sich denn eine ausgezeichnete Gelegenheit für Gibbs, seine an verschiedenen Universitäten des Auslandes gesammelten Erfahrungen im Dienste einer Aufgabe zu verwerten, für die er ganz besonders geeignet erschien. Als »Rumford-Professor« hat Gibbs der Harvard-Universität dann vierundzwanzig Jahre hindurch seine Dienste gewidmet, zu einer Zeit, in der Cambridge ganz besonders reich an interessanten und außergewöhnlichen Menschen war: Der Zoologe Louis Agassiz, der Botaniker Asa Gray, der Mathematiker Benjamin Peirce, der Chemiker J. P. Cooke, der Anatom Jeffries Wyman sowie die berühmten Literaten Longfellow, Lowell und Holmes — sie alle waren seine unmittelbaren Kollegen. In eine anregendere Umgebung hätte Gibbs nicht kommen können.

In die Zeit dieser Professur fällt zwischen 1864 und 1867 auch seine Tätigkeit als »University Lecturer« der analytischen, optischen und physikalischen Chemie, sowie zwischen 1865 und 1868 als Dekan der School of Mining and Practical Engineering. 1869 beginnt dann auch die interessante Reihe von Referaten über amerikanische chemische Arbeiten für die »Berichte« der Deutschen Chemischen Gesellschaft, die Gibbs bis 1877 fortgeführt hat.

1871 wurde der Chemie-Unterricht an der Harvard-Universität reorganisiert. Das wissenschaftliche Unterrichtslaboratorium, dessen Vorsteher Gibbs war, wurde mit dem gleichartigen Institut an dem Harvard-College vereinigt und nach Boylston Hall verlegt, wo es unter die Leitung von Prof. Josiah Parsons Cooke kam, der zu jener Zeit, wie auch noch viele Jahre später erster Professor der Chemie in der »academic« Fakultät der Harvard-Universität war. Durch diese Veränderung wurde Gibbs von dem Elementarunterricht der Studenten entlastet, und es blieb ihm von jetzt an mehr freie Zeit für seine eigenen Untersuchungen übrig. Die Neuerung brachte aber den Nachteil mit sich, daß seinem anregenden Einfluß eine größere Zahl von jungen Männern entzogen wurde, die sonst durch sein Beispiel und seine Anleitung wohl zu größeren Leistungen angefeuert worden wären. Um jene Zeit änderte Gibbs auch den Cha-

rakter seiner Vorlesungen, in welchen er sich von nun an im wesentlichen mit der Spektroskopie und der Thermodynamik beschäftigte.

Für seine Arbeit im Laboratorium hatte Gibbs einen Privatassistenten zur Verfügung; im übrigen begnügte er sich mit einer äußerst bescheidenen apparativen Ausrüstung, unter welcher beispielsweise ein gewöhnlicher Kochherd als seine hauptsächlichste Wärmequelle diente.

Nicht lange danach — im Jahre 1877 — begann Gibbs ein neues Gebiet zu bearbeiten, indem er sich dem Studium der komplexen Säuren zuwandte; auf die hierher gehörenden Untersuchungen werden wir noch später gelegentlich der eingehenderen Schilderung seiner Lebensarbeit zurück zu kommen haben. Erst als 1884 das neue, nach Jefferson benannte physikalische Laboratorium der Harvard-Universität erbaut wurde, bekam Gibbs in diesem Gebäude bequeme Arbeitsräume, die er dann drei Jahre hindurch innegehabt hat. Im Jahre 1887 erhielt Gibbs den Titel eines Professors emeritus der Harvard-Universität und zog sich nun auf sein Landgut nach Newport in der Gibbs Avenue zurück, wo seine Familie schon vor langer Zeit Grundbesitz erworben hatte. Hier richtete er sich ein Privatlaboratorium ein und setzte mit Hilfe mehrerer Assistenten seine Arbeiten auf allen den Gebieten fort, die ihn schon in früherer Zeit interessiert hatten; gleichzeitig nahm er aber auch die Bearbeitung einiger Probleme aus der physiologischen Chemie in Angriff. Länger als zehn Jahre hindurch ist dann in diesem Laboratorium sehr eifrig gearbeitet worden, und erst ein sehr hohes Alter und zunehmende Gebrechlichkeit wurden die physischen Gründe, daß Gibbs seine experimentelle Tätigkeit einstellte.

Neben diesen akademischen und rein chemischen Arbeiten widmete sich Gibbs zu verschiedenen Zeiten seines Lebens auch anderen Aufgaben, unter denen einige im besonderen nationale Ziele verfolgten. So machte er, als 1861 der große Bürgerkrieg ausbrach, unter Betätigung von großem Patriotismus und tiefem Verständnis für die allgemeinen Angelegenheiten, seinen Einfluß auf das Exekutiv-Komitee der »Sanitary Commission« geltend, und regte die Gründung des »Union League Club« an — einer Gesellschaft, »which should be devoted to the social organisation of sentiments of loyalty to the Union«. Am 30. Januar 1863 fand dann in seinem Hause eine Versammlung statt, in welcher dieser Plan besprochen und die Gründung eines Klubs mit dem angedeuteten Zweck beschlossen wurde. Obwohl Gibbs in der Öffentlichkeit niemals eine hervorragende Rolle gespielt hat, war er doch auch in seinem späteren Leben immer gern bereit, seine Kenntnisse in den Dienst des Staates zu stellen. So erstattete er als Beauftragter der Regierung für die Weltausstellung in Wien (1873) einen

ausführlichen Bericht über die Apparate für physikalische Untersuchungen. Unter den weiteren Berichten, die er verfaßt hat, betrifft einer die Zölle auf Sämereien, während sich mehrere andere mit verschiedenen chemischen Gegenständen beschäftigen.

Im Jahre 1863 finden wir ihn unter den Begründern der National Academy of Science. Diese Akademie ist die exklusivste unter den wissenschaftlichen Gesellschaften Amerikas; sie nimmt aus den hauptsächlichsten gelehrten Disziplinen nur etwa je ein Dutzend Vertreter auf und besteht im ganzen vielleicht aus kaum hundert Mitgliedern. Die Wahl zu ihrem Mitglied gilt deshalb als eine hohe Auszeichnung. Die National Academy of Science stand ihm wohl am nächsten unter den verschiedenen Gesellschaften, denen er angehört hat; mehrere Jahre war er als ihr Vizepräsident und später auch — von 1895 bis 1901 — als ihr Präsident tätig. Der American Association for the Advancement of Science hat Gibbs als auswärtiger Sekretär, 1866 auch als Vizepräsident und 1897 als Präsident Dienste geleistet. Ferner war er lange Jahre hindurch Mitglied der American Academy of Arts and Sciences of Boston. Mit Rücksicht auf seine hohe Bedeutung als Chemiker wurde Gibbs zum Ehrenmitglied der American Philosophical Society of Philadelphia ernannt, und in gleicher Eigenschaft gehörte er auch der Amerikanischen, der Englischen und der Deutschen Chemischen Gesellschaft an. Von der letzteren war er im Jahre 1883 zum Ehrenmitglied erwählt worden. Zwei Jahre später ernannte ihn die Königl. Preußische Akademie der Wissenschaften zum korrespondierenden Mitglied: eine große Ehrung, die nur selten einem amerikanischen Gelehrten zuteil geworden ist. Der British Association for the Advancement of Science hat Gibbs ebenfalls als korrespondierendes Mitglied angehört. Den Grad eines L. L. D. (Legum doctor) erhielt Gibbs vom Columbia College 1873, von der Harvard-Universität 1888, von der Columbian University in Washington 1895 und von der Universität in Toronto 1897. Als eine besondere Auszeichnung wurde ihm der gleiche Titel in absentia 1902 auch von der Universität in Pennsylvania verliehen.

Unter den kleineren Diensten, die er der Wissenschaft geleistet hat, seien noch seine Tätigkeit für das Rumford-Committee der American Academy of Arts and Sciences genannt. Dreißig Jahre hindurch (von 1864—1894) stellte er seine Arbeitskraft in den Dienst dieses Komitees; und sein Einfluß war auch der ausschlaggebende Faktor dafür, daß die Rumford-Medaille bereits 1880 an J. Willard Gibbs in New Haven verliehen wurde, lange bevor weitere Kreise die Leistungen dieses großen Physikers ihrer fundamentalen Bedeutung nach zu würdigen wußten. Dieses Beispiel möge als Illustration für die Tatsache dienen, daß Gibbs, obwohl er im wesentlichen experi-

mentell tätig war, doch als einer der ersten zu gelten hat, die unter den amerikanischen Chemikern die Wichtigkeit der Thermodynamik richtig einschätzten.

Zur bleibenden Erinnerung an alles das, was Wolcott Gibbs geleistet hat, sind seine Züge in Form eines Basreliefs über der Haupttür zum westlichen Eingang des Kapitols in Washington eingemeißelt worden.

Im Jahre 1853 hatte sich Gibbs mit Josephine Mauran, der Tochter von Oroondates und Martha Eddy Mauran verheiratet. Seine Frau ist bereits vor vielen Jahren gestorben; Kinder sind aus der Ehe nicht hervorgegangen. Nur weniger Worte bedarf es, um den ruhigen, durch besondere Ereignisse kaum bewegten Verlauf seines Alltagslebens zu schildern. Seine Mannesjahre verlebte er teils in New York, teils in Cambridge, wie es gerade die akademische Stellung, die er inne hatte, erforderte; schließlich brachte er Winter und Sommer in Newport auf Rhode Island zu, einer der schönsten und vornehmsten unter den amerikanischen Sommerresidenzen. Hier verwendete er viel Zeit auf die Anlage und Instandhaltung eines ganz entzückenden Gartens, der interessante und wertvolle Blumen in großer Zahl enthielt. Diese anmutige Liebhaberei hat einen freundlichen Schimmer auch noch über die Jahre verbreitet, als seine Kräfte abzunehmen begannen. Am 9. Dezember 1908 ist Wolcott Gibbs dann im Alter von nahezu siebenundachtzig Jahren entschlafen. Er wurde in der Familiengruft zu Newport beigesetzt. Zur Zeit seines Todes war Gibbs der Senior unter den Professoren, deren Namen in den Listen der Harvard-Universität geführt worden.

Im Folgenden soll nunmehr eine etwas eingehendere Schilderung der wissenschaftlichen Lebensarbeit von Wolcott Gibbs gegeben werden, bei welcher eine chronologische Betrachtung als die zweckmäßigste erscheint. Sein erster Versuch, selbständiger Forscher zu werden, bestand, wie schon erwähnt, in dem Vorschlag, als inaktiven Pol einer elektrischen Batterie die Kohle zu verwenden. 1845 verfaßte er dann eine Dissertation über chemische Klassifizierung, und kurz darauf veröffentlichte er mehrere Abhandlungen analytischen Charakters, darunter auch eine Mitteilung über die Bestandteile des Sirocco-Staubes (1851) und eine Beschreibung über die Verwendbarkeit von Bleisuperoxyd für die Abscheidung des Mangans. Während der zehn Jahre, die der Erwerbung des Doktorgrades folgten, schrieb er mehrere Abhandlungen aus dem Gebiet der chemischen Strukturlehre, sowie über andere Gegenstände theoretischer Art.

Im Jahre 1855 erschien, nachdem Gibbs inzwischen das 34. Lebensjahr erreicht hatte, eine seiner wichtigsten Abhandlungen, in welcher er zum ersten Mal von seinen Untersuchungen über die Kobalt-Ammoniak-Basen Mitteilung machte. Sie wurde nicht nur im *Silliman-Journal*, sondern auch von der *Smithsonian-Institution* veröffentlicht. In dieser Untersuchung, die er in Gemeinschaft mit F. A. Genth ausgeführt hatte, unterschied er zum ersten Male klar zwischen den Roseo-, Purpureo- und Luteo-Verbindungen, über welche Klassen von Körpern bereits Arbeiten von Claudet, Fremy, Rogojski und Gregory vorlagen. Im November 1852 hatte Gibbs die Reihe der Xanthokobaltamminsalze aufgefunden. In der diese merkwürdigen Substanzen behandelnden Abhandlung beschrieb er nicht allein deren Darstellung, Analyse und Verhalten, sondern besprach auch ihre Kristallform, welche Dana im Laufe der Untersuchung bestimmt hatte.

1856 veröffentlichte Gibbs dann eine kurze Mitteilung über die Verwendbarkeit des Wasserstoffes als Normalgas für Vergleichszwecke bei der Ausführung von Dampfdichtebestimmungen; im nächsten Jahre folgten mehrere Notizen strukturechemischen Inhalts und eine Abhandlung über Atmgewichte.

In das Jahr 1858 fällt der erste Hinweis auf sein Interesse für die Platinmetalle: in einer vorläufigen, gemeinschaftlich mit Genth publizierten Notiz beschäftigte er sich zunächst mit einer neuen Base, welche Osmium und die Elemente des Ammoniaks enthielt. 1860 und 1861 folgten zwei weitere kurze Mitteilungen über die zur Gruppe des Platins gehörenden Metalle, aber erst 1862 schloß sich an diese eine umfangreichere Abhandlung an, in welcher er auch einige neue Methoden zur Trennung der Elemente dieser Klasse beschrieb. Diese Untersuchung setzte er dann nach seiner Übersiedelung nach Cambridge fort; 1864 gab er eine weitere Abhandlung in den Druck, welche ebenfalls die Platinmetalle zum Gegenstand hatte. Diese Arbeiten sind ebenso wie seine Untersuchungen über die Kobaltamminbasen von grundlegender Bedeutung geworden und müssen noch jetzt von allen denen gründlich studiert werden, die jenes Gebiet zu beherrschen wünschen. In jene Zeit fallen ferner verschiedene andere Veröffentlichungen aus dem Gebiet der analytischen Chemie, die in der Bibliographie am Schluß dieses Nachrufs mit ihren Titeln aufgeführt worden sind.

Wie die meisten Chemiker jener Epoche, wurde auch Gibbs von den glänzenden Entdeckungen, die wir Kirchhoff und Bunsen verdanken, in hohem Maße angeregt; unter ihrem Einfluß wandte er sich ebenfalls spektrochemischen Problemen zu und veröffentlichte bereits 1863 eine kurze Notiz, in der er eine neue Form des Spektroskops beschrieb. Im gleichen Jahr erschien noch seine Mitteilung

über das Spektrum des Natriums. Mehrere Jahre hindurch hat dann das Spektroskop ständig sein Interesse in Anspruch genommen, und in jener Zeit konstruierte er auch ein ungewöhnlich großes Instrument dieser Art mit einer großen Zahl von Prismen und mit außerordentlich vollkommenen und großen Linsen. Dieses Instrument machte er der Harvard-Universität zum Geschenk, und dort findet es noch jetzt Verwendung, so oft im chemischen Laboratorium eine Arbeit ausgeführt wird, bei welcher ein Apparat von starker optischer Wirksamkeit notwendig ist.

Kurze Zeit darauf (1865) veröffentlichte Gibbs eine Abhandlung, in der sich zum ersten Male die Beschreibung einer Arbeitsmethode findet, bei welcher man mittels des galvanischen Stromes Kupfer und Nickel in einer direkt zur Wägung geeigneter Form ausfällen kann; hierdurch bereicherte er die analytische Chemie mit einer einfachen Methode zur Abscheidung der Metalle aus allen Lösungen, die Kupfer oder Nickel enthalten. Der späterhin von dem Deutschen Luckow erbrachte Nachweis, daß er die gleiche Methode zur Ausfällung des Kupfers schon vor Gibbs angewendet hatte, vermag der Originalität der Gibbsschen Idee keinen Abbruch zu tun, denn dieser hatte bei Veröffentlichung seiner Mitteilung noch keine Kenntnis von der Arbeit Luckows.

Durch seine Untersuchungen über die komplexen Kobalt- und Platinverbindungen wurde Gibbs dann auf einige Lücken und Mängel in der damals allgemein angenommenen Theorie einer Quantivalenz der Elemente aufmerksam, und so veröffentlichte er 1867 eine theoretische Abhandlung über Molekularverbindungen im allgemeinen. In dieser Mitteilung sprach er die Vermutung aus, daß der Sauerstoff im Krystallwasser vierwertig sein könne. Im gleichen Jahr beschrieb er ein unter Zuhilfenahme von Sand und zerstoßenem Glas hergestelltes Filter, das dann in der Folgezeit mehrfach modifiziert worden ist und sich schließlich unter den Händen von F. A. Gooch in die heute wohlbekannte Form des Gooch-Tiegels verwandelt hat.

Im Jahre 1868 erhielten die Arbeiten von Gibbs eine neue Richtung: es erschien seine Untersuchung über die Harnsäure, in welcher er einige neue Methoden zu ihrer Reindarstellung beschrieb und gleichzeitig auch einige vorläufige Mitteilungen über die Struktur der Säure einflucht. Dieses Thema behandelte er dann im nächsten Jahre weiter; die ganze Zeit hindurch erschienen aber gelegentlich wieder Mitteilungen, die sich mit Gegenständen aus der analytischen oder spektroskopischen Chemie beschäftigten. Auch im Jahre 1870 betraf seine Hauptveröffentlichung die Spektroskopie: er empfahl als durch ein besonders hohes Zerstreuungsvermögen ausgezeichnete Flüssigkeit zur Fällung von Hohlprismen eine Lösung von Phosphor und Schwefel in Schwefel-

kohlenstoff. Erwähnt sei noch, daß er 1869 — wahrscheinlich als erster — die Anwendung eines Vergleichsrohres als einfachstes Hilfsmittel für solche gasanalytischen Arbeiten vorgeschlagen hatte, bei welchen man die Ermittlung von Temperatur und Druck umgehen möchte.

Bis zum Jahre 1873 erschien nun von Gibbs keine weitere Abhandlung; dann aber begann er in Sillimans Journal eine weitere Reihe von Notizen analytischen Charakters zu publizieren, denen sich bald neuere Untersuchungen über die 6-atomigen Kobaltammin-Derivate anschlossen. Als wichtigster Teil dieser Abhandlungen ist die Beschreibung der Flavoverbindungen hervorzuheben, einer neuen Klasse von Dekaaaminen des Kobalts, in welchen vier Nitrogruppen vorhanden sind. Diese Körper werden jetzt oft Xanthokobaltchloronitrat usw. genannt. Der Unterschied zwischen den Xantho- und den Flavoderivaten liegt darin, daß die ersteren auf jedes Kobalt-Doppelatom zwei, die letzteren aber vier Nitrogruppen enthalten. In allen diesen komplizierten Arbeiten sind Gibbs gelegentlich Irrtümer in der Interpretation der einzelnen Verbindungen untergelaufen, welche jedoch nicht ins Gewicht fallen, wenn man die verwirrende Vielgestaltigkeit der Kobaltamine in Betracht zieht, und welche auch die Dankbarkeit nicht verringern können, die ihm die chemische Welt für seine Mühe und die in allen Hauptpunkten sehr genaue und zuverlässige Untersuchung dieser Körperklasse schuldet.

Im gleichen Jahr schob Gibbs dann in seine analytischen Veröffentlichungen die Beschreibung eines mit einem Gebläse verbundenen Ringbrenners ein, der zum Erhitzen des oberen Teiles einer Flüssigkeit im Tiegel dient.

Hieran schloß sich unmittelbar die Bekanntgabe eines geistreich ersonnenen porösen Diaphragmas an, das mechanische Verluste verhüten sollte, die der Analytiker so oft erleidet, wenn er in dem bekannten Rose-Tiegel im Wasserstoffstrom erhitzt.

Die beiden folgenden Jahre brachten in den Proceedings der American Academy zusammenfassende Abhandlungen über die Kobaltammin-Verbindungen, die im ganzen etwa sechzig Seiten beanspruchten; überhaupt hat Gibbs um diese Zeit seine Aufmerksamkeit im wesentlichen diesen Basen zugewandt und das Spektroskop mehr in den Hintergrund treten lassen. 1877 erschien seine erste Abhandlung über einen nicht weniger schwierigen und komplizierten Gegenstand: die komplexen Säuren. Mit dieser Mitteilung wandte sich Gibbs, der unsere Kenntnisse in Bezug auf höchst verwickelt zusammengesetzte anorganische Basen schon so wesentlich erweitert hatte, nunmehr diesen Säuren zu, in deren Molekül sich ebenfalls eine ganze Reihe von Elementen vereinigt findet. Auf dieses

eine unermüdliche Ausdauer erfordernde Thema verwandte er von Zeit zu Zeit, so lange er überhaupt noch arbeiten konnte, immer wieder eine ganze Reihe von Monaten. In der oben erwähnten ersten Veröffentlichung zog er bis zu einem gewissen Grade allgemeiner gültige Schlüsse aus den älteren Untersuchungen und beschrieb gleichzeitig mehrere neue, komplizierte Wolframate und Molybdate. In den folgenden Jahren setzte er dann diese Untersuchungen fort, wobei er sich mit den Salzen des Kaliums, Ammoniums, Zinks und anderer Metalle beschäftigte und eine große Zahl bis dahin noch unbekannter krystallisierter Substanzen auffand. Er bemühte sich hierbei, ebenso wie bei Gelegenheit seiner früheren Arbeiten über die Kobaltaminbasen, diese sehr komplizierten Verbindungen durch Strukturformeln auszudrücken, die wir jedoch heutigen Tages zum Teil nicht mehr gelten lassen können. Es muß auch als möglich zugegeben werden, daß Gibbs in jener schon weit zurückliegenden Zeit, in welcher die Kenntnisse über feste Lösungen und isomorphe Gemische weit weniger sichere waren als jetzt, hierbei gelegentlich auch isomorph krystallisierende, ihrer Art nach nicht genau bestimmte Gemische für definierte chemische Individuen gehalten hat, und daß die Zahl der in Wirklichkeit selbständig existierenden Verbindungen nicht ganz so groß ist, als es auf Grund seiner Arbeiten scheinen könnte. Trotzdem kann kein Zweifel darüber herrschen, daß er auch auf diesem schwierigen Gebiet unsere Kenntnisse wesentlich durch Entdeckung einer großen Zahl von neuen komplexen Säuren erweitert hat, die schon durch die Mannigfaltigkeit in ihrer Zusammensetzung unser Interesse anregen müssen, da in ihnen nicht nur die bereits erwähnten Elemente, sondern auch noch Phosphor, Arsen, Antimon und Vanadium vorkommen. In dem Zeitraum von 1879—1885 hat er dann zu diesem Kapitel eine lange Reihe von Abhandlungen beige-steuert, die in den Proceedings der American Academy of Arts and Sciences abgedruckt sind.

Von 1886 ab wandte er seine Aufmerksamkeit den platinhaltigen komplexen Stoffen zu, für deren Bearbeitung er durch seine älteren Versuche über die Platinmetalle und die späteren Arbeiten über die komplexen Säuren und Basen besonders geschult war. Mit dieser Körperklasse hat er sich dann auch noch beschäftigt, als ihn das hohe Alter bereits an der Ausführung eigener experimenteller Arbeiten hinderte. Seine letzte Veröffentlichung über komplexe, anorganische Säuren, die nicht nur Platin und Gold, sondern auch Silicium, Selen, Tellur, Cer und andere Elemente neben den bereits erwähnten enthalten, ist erst 1894 erschienen.

In Gemeinschaft mit Hare und Reichert begann Gibbs 1889 die toxische Wirkung einer Reihe von organischen Substanzen auf

Tiere zu studieren. Zu den Arbeiten dieser Gattung befähigten ihn besonders seine medizinischen Vorkenntnisse, die er zwar schon in früher Jugend gesammelt, inzwischen aber keineswegs vergessen hatte. Bei diesen physiologischen Untersuchungen beschäftigte er sich mit dem Verhalten der Nitrophenole, der Nitroaniline, der Amino- und Nitrobenzoesäuren, der Kresole, der aromatischen Hydrazine, des Nitrobenzols und Acetamids, sowie verschiedener anderer Amide und Anilide, ferner des Resorcins, Brenzcatechins, Phloroglucins und Pyrogallols. Durch systematische Heranziehung von Substanzen, die zueinander in genetischen Beziehungen stehen, bemühte er sich hierbei, die Wechselwirkung zwischen chemischer Konstitution und physiologischem Verhalten aufzuklären. Obgleich Untersuchungen dieser Art nur einen Anfang darstellen und zur Deutung ihrer Ergebnisse die Koordination noch mancher Variablen erfordern, so erscheint die Grundidee, von der Gibbs ausging, doch so wichtig, daß man nicht zu fürchten braucht, den Wert dieser Studien zu überschätzen. Denn das ganze Leben hängt von der Einwirkung ab, die gewisse Substanzen gegenseitig auf einander ausüben, deren Struktur von vitaler Bedeutung für das Tier ist. Solche Untersuchungen, so schwierig sie auch zu interpretieren sind, tragen doch die Verheißung in sich, uns weit bestimmtere Aufklärungen zu geben, als jene roheren, physiologischen Arbeiten, die sich nur mit dem gesamten Eingang und Ausgang von Stickstoff beschäftigen, oder sich eines ähnlichen Verfahrens bedienen, bei welchem auf die strukturellen Beziehungen zwischen der zugeführten Nahrung und den Zellen des Körpers keine Rücksicht genommen wird.

In der Zwischenzeit (1893) hatte Gibbs dann noch die Bearbeitung eines neuen Gebietes in Angriff genommen, das schon für sich allein ein Menschenleben ausfüllen könnte: die Untersuchung der seltenen Erden, die im Cerit, Samarskit, Gadolinit und Fergusonit vorkommen. Im Laufe dieser Arbeiten beschrieb er eine neue Methode zur approximativen Bestimmung von Atomgewichten der in Rede stehenden Elemente mit Hilfe der Oxalate. Er teilte hierbei den getrockneten Niederschlag des unlöslichen Oxalats in mehrere Portionen; einige der letzteren verglühte er und wog die hinterbleibende Oxyde; andere titrierte er mit Permanganat und ermittelte so die in ihnen vorhandene Oxalsäure. Auf diesem Wege konnte er das Äquivalentgewicht der betreffenden Oxyde mit größter Leichtigkeit und mit einer vielleicht innerhalb zweier Zehntel eines Prozentes liegenden Genauigkeit bestimmen. Wenn dieses Verfahren auch nicht als ein zuverlässiges Hilfsmittel zur Ermittlung von Atomgewichten angesprochen werden kann, so leistet es doch recht nützliche Dienste,

sobald es nur auf annähernd richtige Werte ankommt und man sich etwa nur über das Fortschreiten einer Trennung durch fraktionierte Krystallisation zu orientieren wünscht.

Die Arbeiten über die seltenen Erden waren der letzte Gegenstand, mit dem Gibbs sich beschäftigte, und da ihm nur noch wenige Jahre zur Bearbeitung dieses Themas übrig blieben, so sind die erreichten Fortschritte nicht mehr sonderlich große; immerhin sind auch noch hier seine Leistungen bedeutend genug, um seinem Namen bei der Behandlung gewisser Fragen aus diesem Gebiet eine dauernde Erinnerung zu sichern.

Wenn man die so mannigfaltigen Abhandlungen dieses Pioniers der amerikanischen Chemie durchliest, erstaunt man immer wieder über die Weite des Forschertriebs, der sich in ihnen kundgibt. Kaum findet man ein Feld in dem so ausgedehnten Bereich der Chemie und Physik, dem Gibbs nicht seine Aufmerksamkeit und Sympathie zugewendet hätte, und so hat denn auch eine ungewöhnlich große Zahl von Kapiteln durch seine experimentelle Arbeit Förderung erfahren. Allerdings darf es uns unter diesen Umständen nicht überraschen, daß Gibbs hierbei gelegentlich an Stelle eines vollendeten Gemäldes nur eine Skizze hinterlassen hat: denn es würde das Maß dessen, was ein Mensch überhaupt zu leisten vermag, weit überstiegen haben, wenn er jeden der so weit aus einander liegenden Gegenstände mit gleicher Gründlichkeit hätte durcharbeiten wollen. Wenn man nun auch nicht vergessen darf, daß in jenen Tagen das Vollbringen einer wissenschaftlichen Leistung weit eher möglich war, als jetzt, wo bereits jedes einzelne Arbeitsfeld so gründlich beackert ist, so wird man doch zugeben müssen, daß Gibbs selbst für einen Chemiker des vorangegangenen Jahrhunderts sicherlich viel umfassender gearbeitet hat, als dies damals gewöhnlich der Fall war. Er war eben ein geborener Pfadfinder und ungewöhnlich reich an fruchtbaren Ideen: bei ihm löste ein Gedanke so rasch den anderen ab, daß keiner von ihnen völlig ausreifen konnte.

Die ganze Reihe von Jahren hindurch hat Gibbs Mitarbeiter zur Verfügung gehabt; unter diesen befanden sich, neben den bereits genannten, F. A. Gooch, W. W. Jewett, Morris Loeb, S. P. Mulliken, H. E. Sawyer, ferner Hare und P. Reichert. Von seinen Schülern aus den Tagen der Lawrence Scientific School seien die folgenden genannt: J. M. Crafts, S. P. Sharples, F. W. Clarke, E. R. Taylor, S. P. Sadtler, C. H. Wing, T. M. Chatard und C. E. Munroe. Wie schön erwähnt, brachten ihn die besonderen Umstände, unter denen er seine akademische Laufbahn begann, aber nur mit wenigen Schülern in engere Berührung. Dies ist um so mehr

zu bedauern, als sein enthusiastischer Geist, seine unermüdlige Energie, seine freimütige Anerkennung alles Guten und nicht zum wenigsten seine warme Menschenfreundlichkeit ihn allen denen lieb und wert machten, die ihn kannten. Wer aber so glücklich war, ihm als Schüler oder als Kollege näher zu treten, wird ihm immer eine treu ergebene Dankbarkeit bewahren, und für alle Zeit wird ihm ein Ehrenplatz unter den Pionieren der amerikanischen Wissenschaft gesichert bleiben.

Th. W. Richards.

Abhandlungen von (Oliver) Wolcott Gibbs.

[Zusammengestellt von Clarence L. Speyers.]

- A Description of a New Form of Magneto-Electro Machine, and an Account of a Carbon Battery of Considerable Energy. *Amer. Journ. Arts Sciences* **39**, 132 [1840].
- Remarks on the Theory of Compound Salt Radicals (1843). *Ebenda* **46**, 52 [1844].
- Dissertation on a Natural System of Chemical Classification; by W. Gibbs (Review by Editor). *Ebenda* **49**, 384 [1845].
- Analysis of a Dust of a Sirocco. (In einer Abhandlung von C. G. Ehrenberg). *Ebenda* [2] **11**, 374 [1851].
- On Williamson's Theory of Ethers. *Ebenda* **11**, 422.
- On Cahours' Views on Anisol. *Ebenda* **11**, 423.
- To Landolt on Stibmethyl. *Ebenda* **12**, 431 [1851].
- On the Great Exhibition in London. *Ebenda* **12**, 440.
- Contributions to Analytical Chemistry. *Ebenda* **14**, 204 [1852].
- Note on the Cacodyl of Valerianic Acid. *Ebenda* **15**, 118 [1853].
- Note to Dr. Smith's Paper on the Decomposition of Chlorides by Nitric Acid. *Ebenda* **16**, 416 [1853].
- Researches on the Ammonia-Cobalt Bases. (Mit F. A. Genth). *Ebenda* **23**, 234, 319; **24**, 86 [1857].
- On the Calculation of the Densities of Vapors. *Publications of the Smithsonian Inst.* [1856].
- New Derivatives of Salicyl and New Iodides of Organic Radicals. *Amer. Journ. Arts Sciences* [2] **24**, 425 [1857].
- On the True Formula of Oxalic Acid. *Ebenda* **24**, 426 [1857].
- On the Rational Constitution of Certain Organic Compounds. *Ebenda* **25**, 18 [1858].
- Preliminary Notice of a New Base Containing Osmium and the Elements of Ammonia. (Mit F. A. Genth). *Ebenda* **25**, 248.
- On the Equivalents of Certain Metals. *Ebenda* **25**, 438.
- Researches on the Platinum Metals. (Auszug aus einem Brief.) *Ebenda* **29**, 427 [1860].
- Researches on the Platinum Metals. *Ebenda* **31**, 63 [1861].

- Remarks on the Atomic Weights of the Elements. *Ebenda* **31**, 246.
- Book Reviews. *Ebenda* **32**, 110 [1861].
- Researches on the Platinum Metals. *Ebenda* **34**, 341 [1862].
- On a New Form of Spectroscope. (Auszug aus einem Brief.) *Ebenda* **35**, 110 [1863].
- On the Spectrum of Sodium. *Ebenda* **35**, 414.
- Researches on the Platinum Metals. *Ebenda* **37**, 57 [1864].
- On the Constitution of Columbite. *Ebenda* **37**, 118.
- Contributions to Chemistry from the Laboratory of the Lawrence Scientific School. *Ebenda* **37**, 346.
- On the Relations of Hyposulphite of Soda to Certain Metallic Oxides.
- On the Determination of Nitrogen by Weight.
- On the Separation of Cerium from Didymium and Lanthanum.
- On the Separation and Estimation of Cerium.
- On the Quantitative Separation of Cerium from Yttrium, Aluminium, Glucinum, Manganese, Iron and Uranium.
- On the Employment of Fluohydrate of Fluoride of Potassium in Analysis.
- Contributions to Chemistry from the Laboratory of the Lawrence Scientific School. *Amer. Journ. Arts Sciences* [2] **39**, 58 [1865].
- On the Separation of Chromium from Aluminium, Iron, Manganese, Cobalt, Nickel, Zinc and Magnesium.
- On the Employment of Acetate of Sodium for the Separation of Iron and Aluminium from other Bases.
- On the Separation of Manganese from Cobalt, Nickel and Zinc.
- On the Separation of Cobalt from Nickel.
- On the Separation of Uranium from Zinc, Cobalt and Nickel.
- On the Electrolytic Precipitation of Copper and Nickel as a Method of Analysis.
- On the Wave Lengths of Fraunhofer's Lines. *Amer. Journ. Arts Sciences* **39**, 215 [1865].
- On the Construction of a Normal Map of the Solar Spectrum. *Ebenda* [2] **43**, 1 [1867].
- Contributions to Chemistry from the Laboratory of the Lawrence Scientific School. *Ebenda* **44**, 207 [1867].
- On a New General Method of Volumetric Analysis.
- On the Precipitation of Copper by Hypophosphorous Acid.
- On the Precipitation of Copper and Nickel by Alkaline Carbonates.
- On the Employment of Sand and Glass Filters in Quantitative Analysis.
- On the Estimation of Manganese as Pyrophosphate.
- On Certain Points in the Theory of Atomicities. *Amer. Journ. Arts Sciences* [2] **44**, 409.
- Christian Gottlieb Ferdinand Engel. (Nachruf.) *Ebenda* **45**, 282 [1868].
- On the Measurement of Wave Lengths by the Method of Comparison. *Ebenda* **45**, 298.
- On the Molecular Structure of Uric Acid and Its Derivatives. *Ebenda* **46**, 289 [1868].

- On the Wave Lengths of the Spectral Lines of the Elements. *Ebenda* **47**, 194 [1869].
- Contributions to Chemistry from the Laboratory of the Lawrence Scientific School. *Ebenda* **48**, 215 [1869].
- On a Simple Method of Avoiding Observations of Temperature and Pressure in Gas Analysis.
- On the Application of Sprengel's Mercurial Pump in Analysis.
- Miscellaneous Optical Notices. *Amer. Journ. Arts Sciences* [2] **50**, 45 [1870].
- On the Measurement of Wave Lengths by Means of Indices of Refraction.
- On Liquids of High Dispersive Power.
- On an Advantageous Form of Apparatus for the Study of the Absorption of Light in Colored Liquids.
- On Tests for the Perfection and Parallelism of Plane Surfaces of Glass.
- Korrespondenz aus Amerika. *Diese Berichte* **4**, 279 [1871].
- Atomgewichte des Kobalts und des Nickels.
- Korrespondenz aus Amerika. *Ebenda* **4**, 789 [1871].
- Analytische Notizen.
- Analytical Notices. *Amer. Journ. Arts Sciences* [3] **5**, 110 [1873].
- On the Quantitative Estimation of Chromium and the Separation of Chromium from Uranium.
- On the Estimation of Magnesium as Pyrophosphate.
- On the Estimation of Cobalt.
- On Some Forms of Laboratory Apparatus.
- Researches on the Hexatomic Compounds of Cobalt. *Amer. Journ. Arts Sciences* [3] **6**, 116 [1873].
- Combinations of Higher Alkaloids — Strychnin, Brucin, etc. — with Phosphates and Arsenates of Uranium and of Metals of the Magnesium Group. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **8**, 501 [1873].
- Researches on the Hexatomic Compounds of Cobalt. *Ebenda* [3] **10**, 1 [1874].
- Part II of Researches on the Ammonia-Cobalt Bases by W. Gibbs and F. A. Genth.
- Researches on the Hexatomic Compounds of Cobalt. *Amer. Journ. Arts Sciences* [3] **8**, 189, 284 [1874].
- On the Hexatomic Compounds of Cobalt. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **10**, 466 [1874].
- Researches on the Hexatomic Compounds of Cobalt. *Amer. Journ. Arts Sciences* [3] **10**, 477 [1875].
- Note referring to complete investigation published in *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **11**, Abdruck. 51 S. Oktav.
- Optical Notices. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **10**, 401, 417 [1875].
- On a New Optical Constant.
- On a Method of Refractive Indices without the Use of Divided Instruments.
- Discovery of Extensive Series of well Defined Salts Having Molybdic and Tungstic Teroxydes as Bases. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **10**, 471.
- Announced a New Optical Instrument. *Ebenda* [3] **10**, 474.
- Researches on the Hexatomic Compounds of Cobalt. *Ebenda* [3] **11**, 1 [1875].
- Researches on the Hexatomic Compound of Cobalt. *Ebenda* [3] **11**, 316.

- Korrespondenz aus Amerika. Diese Berichte **9**, 186 [1876].
Eine neue Art des Bunsenschen Elementes.
On a New Form of Bunsen Battery. (Vortrag.) *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **11**, 322 [1875].
On Complex Inorganic Acids. (Brief an einen der Herausgeber). *Amer. Journ. Arts Sciences* [3] **14**, 61 [1877].
Korrespondenz aus Amerika. Diese Berichte **10**, 1387 [1877].
Bereitung des Stickstoffs.
Preparation of Nitrogen Gas. (Vortrag.) *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* **12**, 288 [1877].
On the Law of Boyle and Mariotte. *Ebenda* **13**, 434 [1878].
On a Compensated Air Thermometer. *Ebenda* **13**, 434.
On a Differential Calorimeter. *Ebenda* **13**, 434.
On the Complex Inorganic Acids. *Amer. Chem. Journ.* **1**, 1 [1879].
On Complex Inorganic Acids. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **14**, 331 [1879].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Ebenda* [3] **15**, 1 [1879].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Ebenda* [3] **16**, 109 [1880].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Amer. Chem. Journ.* **2**, 217 [1880].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* **17**, 62 [1881].
On Osmyl-Ditetramin. *Amer. Chem. Journ.* **3**, 233 [1881].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Ebenda* **3**, 317, 402 [1881—1882].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **18**, 232 [1883].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Amer. Chem. Journ.* **5**, 361 [1883—1884].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **21**, 50 [1885].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Amer. Chem. Journ.* **7**, 210, 313, 392 [1885—1886].
Further Researches on the Complex Inorganic Acids. *Ebenda* **8**, 289 [1886].
A Systematic Study of the Action of Definitely Related Chemical Compounds upon Animals. (Mit H. A. Hare.) *Ebenda* **11**, 435 [1889].
A Systematic Study of the Action of Definitely Related Chemical Compounds upon Animals. (Mit H. A. Hare.) *Ebenda* **12**, 145, 365 [1890].
A Systematic Study of the Action of Definitely Related Chemical Compounds upon Animals. (Mit E. T. Reichert.) *Ebenda* **13**, 289, 361, 570 [1891].
Notes on the Oxides Contained in Cerite, Samarskite, Gadolinite and Fergusonite. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **28**, 26 [1893].
A Systematic Study of the Action of Definitely Related Chemical Compounds upon Animals. (Mit E. T. Reichert.) *Amer. Chem. Journ.* **16**, 443 [1894].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Proceed. Amer. Acad. Arts Sciences* [3] **30**, 251 [1894].
Researches on the Complex Inorganic Acids. *Amer. Chem. Journ.* **17**, 73, 167 [1894].