

RICHARD ABEGG.

Am 3. April 1910 verunglückte Abegg auf einer Fahrt in einem Freiballon in der Zeit seines besten Mannesalters; ich erfülle im Folgenden die traurige, aber dankbare Pflicht, das wissenschaftliche Lebenswerk des Verblichenen zu schildern.

Über seinen Lebensgang sei vorausgeschickt, daß er am 9. Januar 1869 in Danzig als Sohn des Dr. jur. Kommerz- und Admiralitätsrates Wilhelm Abegg und Frau Margarete geb. Friedenthal zur Welt kam; sein Großvater F. H. Abegg wirkte als ein hervorragender Rechtsgelehrter an den Universitäten Königsberg und Breslau. Nach der Übersiedlung seiner Eltern nach Berlin absolvierte er das Wilhelms-Gymnasium und promovierte 1891, nachdem er die Universitäten Tübingen, Kiel und Berlin besucht hatte, an letzterer mit der unter Hofmanns Leitung ausgeführten Arbeit: »Über das Chrysen und seine Derivate«; es gelang ihm, durch Reduktion von Mononitrochrysen mittels Jodwasserstoffsäure, zum ersten Male Amidochrysen darzustellen, sowie weiter eine Reihe neuer Derivate, zu deren einfacher Nomenklatur er für den Rest $C_{18}H_{11}$ den Namen »Chrysyl« vorschlug.

Hierauf widmete er sich, besonders auch, wie er mir oft erzählte, durch die Lektüre von Lothar Meyers »Moderne Theorie der Chemie« angeregt, der physikalischen Chemie und arbeitete in den Laboratorien von Ostwald (Leipzig) und Arrhenius (Stockholm). Gelegentlich eines Aufenthalts in Berlin anfangs 1894 fragte ich Landolt nach einem geeigneten Privatassistenten; er nannte den mir damals noch unbekannten Namen Abegg, woraufhin sofort ein Engagement nach Göttingen zustande kam. Bald darauf habilitierte sich Abegg, erhielt 3 Jahre später den Professortitel, nahm auch vorübergehend eine Assistentenstelle an dem von mir geleiteten Institut für physikalische Chemie an und wurde dann 1899 als Abteilungsvorsteher an das chemische Institut der Universität Breslau berufen, woselbst er bis 1909 an dem ehemals von Ladenburg geleiteten Laboratorium tätig war. 1900 erhielt Abegg einen Ruf nach Christiania als Nachfolger Waages, den er jedoch ablehnte, worauf ihn später die dortige Gesellschaft der Wissenschaften zum Mitgliede ernannte. 1909 wurde

er zum Ordinarius an der neu zu gründenden Technischen Hochschule in Breslau ernannt, und er begann ungesäumt mit den Vorarbeiten für die Erbauung und Einrichtung eines Institutes für physikalische Chemie, dessen Eröffnung er nicht mehr erleben sollte.

Wenn Abegg so spät zu einer selbständigen Stellung gelangte, und wenn er sogar die Erfüllung seines sehnlichsten Wunsches, die Leitung eines wissenschaftlichen Laboratoriums zu übernehmen, nicht mehr erlebte, so war daran gewiß nicht Zurücksetzung oder Mißgunst seitens der Fachgenossen oder irgend eine Art von Abneigung seitens der maßgebenden Unterrichtsbehörden schuld; es ist dies vielmehr lediglich auf eine Ungunst der akademischen Verhältnisse zu schieben, die mangels geeigneter freier Stellen häufig auch tüchtige Leute unverdient trifft. Ich glaube aber, daß man weder in Göttingen noch in Breslau es an irgend welcher Förderung von Abeggs wissenschaftlichen Arbeit hat fehlen lassen, wie sie einem Institutsdirektor eifrigen jüngeren Kollegen gegenüber nur irgend möglich ist, und daß daher die wissenschaftliche Produktion Abeggs unter der erwähnten Ungunst der Zeiten nicht hat leiden müssen; auch darf hinzugefügt werden, daß in unserem Falle weder die reichlichen materiellen Hilfsmittel noch der schlichte Sinn ihres Besitzers eine besondere Sehnsucht nach einer weiteren Vergrößerung der Einnahmen durch Erlangung einer ordentlichen Professur aufkommen ließen.

In die Göttinger Zeit fällt auch die Begründung eines eigenen Hausstandes; im Juni 1895 führte er Frau Lina geb. Simon aus Kirn a. N. heim, die ihm auch darin stets zur Seite stand, wenn es galt, sein Haus zu einem Mittelpunkt anregender und fröhlicher Geselligkeit zu machen.

Abegg war, wenn auch nur mittelgroß, von ungewöhnlich kräftiger Konstitution, die lebhaft nach einer Betätigung ihres Kraftüberschusses verlangte. So war er denn ein eifriger Freund fast jeglicher Art von Sport: er war ein guter Reiter (auch in seiner Eigenschaft als Reserveoffizier eines Husaren-Regiments), er segelte, brachte es, besonders bei seinem Stockholmer Aufenthalt, zu einer gewissen Meisterschaft im Schlittschuhlaufen und widmete sich später auch dem Skilauf. Sehr eifrig aber trieb er nach seiner Übersiedlung nach Breslau den Sport der Freiballonfahrt und begründete den Schlesischen Verein für Luftschiffahrt, dessen Vorsitzender er blieb, bis ihn gerade als Ballonführer das Verhängnis ereilte.

Die näheren Umstände seiner Todesfahrt werden sich völlig wohl nicht mehr aufklären lassen, wie auch eine Besprechung im Kaiserlichen Aeroklub, der auch ich beiwohnte, meiner Meinung nach nicht volle Klarheit gebracht hat. Es scheint festzustehen, daß der Ballon, in welchem außer Abegg und seiner Gattin sich noch weitere zwei

Passagiere befanden, durch eine unvermutet stark auftretende Luftströmung nach abwärts zu einer so plötzlichen Landung gebracht wurde, daß Abegg nicht rechtzeitig Vorsorge treffen konnte; bei dem plötzlichen Anprall auf den Erdboden wurden die Mitpassagiere, ohne übrigens Schaden zu nehmen, aus der Gondel geschleudert und der Ballon stieg infolgedessen mit Abegg allein sehr rasch wieder in die Höhe. Daß Abegg, ein Mann von ruhiger und sicherer Geistesgegenwart, nunmehr, nachdem er die Folgen einer vorübergehenden Unachtsamkeit so stark zu spüren bekommen hatte, noch weitere Fehler begangen hätte, ist mir aufs äußerste unwahrscheinlich, und ich möchte daher annehmen, daß entweder der Ballon bei seinem nochmaligen Aufstieg bereits angerissen oder bei dem Stoß das Ventil irgendwie in Unordnung geraten war, um den weiteren Verlauf des Unglücksfalles zu erklären. Tatsache ist jedenfalls, daß alsbald der Ballon aus großer Höhe mit ungeheurer Wucht niederstürzte, und so sein Führer ein jähes Ende fand.

Abeggs Streifzug in das Gebiet der organischen Chemie, zugleich seine erste wissenschaftliche Leistung, wurde bereits oben erwähnt; die späteren Forschungen fallen fast sämtlich in das Gebiet der physikalischen und anorganischen Chemie, wobei er vielfach mit Mitarbeitern sich vereinigte und späterhin zahlreiche Schüler heranzog.

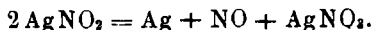
Als Abegg auf physikalisch-chemischem Gebiete zu arbeiten begann, war gerade durch van't Hoff die Bedeutung des osmotischen Drucks in helle Beleuchtung gerückt worden; einer der wichtigsten Methoden zur Messung desselben, dem Studium der Gefrierpunkterniedrigung, sind eine Reihe von Arbeiten gewidmet. Einerseits lockten ihn die Abweichungen, die der osmotische Druck bei hoher Konzentration von den Gasgesetzen aufweisen muß und die er dem Verhalten stark komprimierter Gase an die Seite zu stellen sich bemühte, andererseits arbeitete er eine exakte Methode zur Messung des Gefrierpunkts sehr verdünnter Lösungen aus. Besonders die letzteren Arbeiten hatten eine große Bedeutung, weil sie die auf Grund anderweitiger, stark fehlerhafter Versuche geäußerten Bedenken an der genauen Gültigkeit der Gasgesetze in verdünnten Lösungen zum endgültigen Verstummen brachten. In engem Zusammenhang mit dem osmotischen Druck steht ferner auch die Diffusionsfähigkeit gelöster Stoffe; hier war es besonders der etwas kompliziertere Fall der Diffusion in Gemischen gelöster Stoffe, der wiederholt Abeggs Interesse fesselte.

Eine andere Reihe von Arbeiten (teilweise gemeinschaftlich mit W. Seitz) betrifft die Messung von Dielektrizitätskonstanten,

besonders bei tiefen Temperaturen. Er stellt die sehr bemerkenswerte Tatsache fest, daß die Alkohole, die im flüssigen Zustande bekanntlich sehr hohe Werte besitzen, im glasig-festen Zustande ähnlich kleine Dielektrizitätskonstanten annehmen, wie sie feste Körper auch sonst in der Regel zeigen; die Aufhellung einer trüben, sogenannten krystallinisch-flüssigen Phase durch Temperatursteigerung macht sich hingegen im Gange der Dielektrizitätskonstanten nicht bemerklich. Wichtig ist ferner, daß Flüssigkeiten mit abnorm hoher Dielektrizitätskonstante einen relativ starken Temperatureinfluß zeigen.

Wiederholt hat sich Abegg mit elektrochemischen Problemen beschäftigt; gemeinsam mit Bose untersuchte er vom Standpunkte der Diffusionstheorie den Einfluß von Neutralsalzen auf die Diffusionsgeschwindigkeit der Elektrolyte, speziell von Säuren und Basen, wobei eine von der Theorie vorhergesehene starke Beschleunigung ihrer Diffusion auch experimentell konstatiert wurde. Andere Arbeiten betrafen eine Prüfung des Faradayschen Gesetzes, die Elektrochemie des Bleis, den Einfluß des Lösungsmittels auf das elektromotorische Verhalten der Metalle; gemeinsam mit Steele wurde eine Methode zur Bestimmung der absoluten Ionengeschwindigkeiten ausgearbeitet.

Am wichtigsten und vielseitigsten sind von Abeggs experimentellen Arbeiten aber diejenigen, welche die Ermittlung chemischer Gleichgewichte betreffen, und zu denen er vielfach durch seine weiter unten zu besprechende Valenztheorie angeregt wurde. Erwähnt seien die Arbeiten über das Gleichgewicht zwischen Amylalkohol und Borsäure, zwischen Chromsäure, Chromat und Überchromsäure, über das Lösungsvermögen von Salzlösungen für Ammoniak, ferner über das besonders interessante, gemeinsam mit H. Pick untersuchte Gleichgewicht



Einen Fall von Tautomerie auf anorganischem Gebiet fand Abegg im Thalliumtrijodid; dieser Körper vermag in Lösung sowohl nach der Formel ThJ^{I}_3 (Molekularverbindung von Thallojodid mit einem Mol. Jod), wie auch nach der Formel $\text{ThJ}_3^{\text{III}}$ (Jodid des dreiwertigen Thalliums) zu reagieren. In engem Zusammenhang hiermit stehen die sehr gründlichen Arbeiten über die Beständigkeit der Polyjodide der Alkalimetalle.

Wir kommen nun zur Besprechung von Abeggs valenztheoretischen Arbeiten, auf die er selber jedenfalls das Hauptgewicht gelegt hat und die den Leitstern für zahlreiche Spezialuntersuchungen bilden, die er gemeinsam mit einer großen Reihe von Schülern in den letzten Jahren seines Lebens durchgeführt hat.

Die bereits 1899 gemeinsam mit seinem Freunde Bodländer veröffentlichte Studie »Die Elektroaffinität, ein neues Prinzip der chemischen Systematik« geht gewissermaßen auf Berzelius zurück, indem den zweifellos vorhandenen Beziehungen zwischen der chemischen Affinität und dem elektrochemischen Verhalten der Elemente nachgespürt wird. Als wichtigste neue Erkenntnis möchte ich den Nachweis bezeichnen, daß die Fähigkeit der Komplexbildung (d. h. die Betätigung der Nebenvalenzen) im allgemeinen an ein geringes elektrochemisches Entladungspotential der betreffenden Ionen geknüpft ist. Auch sonst ist die Lektüre dieser Arbeit ungemein reizvoll, weil sie eine Fülle von Beobachtungsmaterial in eine neue Beleuchtung rückt; die Theorie leidet aber unter den Umständen, daß die Elektroaffinität einer scharfen präzisen Formulierung nicht fähig ist. Denn wenn man, wie Abegg und Bodländer es tun, unter Elektroaffinität die Spannung bezeichnet, bei der ein Ion in das ungeladene Radikal bei gleicher Konzentration übergeht, so hat diese Definition nur Sinn, wenn man angibt, in welchen Zustand die abgeschiedenen Elektronen gebracht werden sollen (was anzugeben offenbar kaum möglich ist), und wenn man dafür das gewöhnliche Entladungspotential in wäßriger Lösung einführt, so nimmt man, wie die Autoren übrigens selber betonen, eine Reihe sekundärer Faktoren mit in den Kauf, die bei einer allgemeinen Systematik offenbar zu eliminieren sind.

In der Folgezeit beschäftigte sich Abegg mit der allgemeinen Frage nach der Natur der chemischen Valenz überhaupt; er gelangte zu der gewiß denkbaren, wenn auch immer noch diskutablen Auffassung, daß sämtliche Valenzen der Elemente polarer Natur sind, und daß die Summe aller positiven und negativen Valenzen bei jedem Element 8 beträgt. Das folgende Schema kennzeichnet diese Auffassung; man muß sich dabei die Elemente nach dem periodischen System geordnet denken.

8.=0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.=0.	Gruppe
+ 0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	+ 8	+ Valenz
- 8	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	- 0	- Valenz

Die Valenzen, die sich weniger deutlich betätigen, z. B. die sieben positiven Valenzen des der siebenten Gruppe angehörigen Chlors, bezeichnet Abegg auch als Kontravalenzen.

Daß sich alle oder selbst nur einige der möglichen Valenzen auch wirklich betätigen, ist nicht notwendig; ein wachsendes Atomgewicht begünstigt im allgemeinen die volle Betätigung. Die negative Elektroaffinität ist dem Umstande entsprechend, daß das positive Elektron zur Materie im allgemeinen eine viel größere Affinität besitzt, als

das negative, erheblich schwächer als die positive, was besonders in den Kontravalenzen zum Ausdruck kommt; so betätigt das Chlor z. B. sämtliche Maximalvalenzen, das Natrium (erste Gruppe) aber nur die eine positive und keine seiner negativen Kontravalenzen. — Besonders originell kommt die Reziprozität der nullten Gruppe (Edelgase) und der achten Gruppe (Eisen usw.) in obigem Schema zur Geltung; die negativen Valenzen der Edelgase betätigen sich freilich ebensowenig, wie z. B. die der Alkalimetalle.

Dem Umstande, daß die positiven Kontravalenzen sich viel leichter betätigen, als die negativen, entspricht die Tatsache, daß die Zahl der komplexen Anionen viel größer ist als die Zahl der komplexen Kationen. — Ein Wesensunterschied zwischen den gewöhnlichen und den sogenannten Molekularverbindungen würde hiernach nicht existieren.

Die Annahme von Valenzen, deren Betätigung bisher nie nachgewiesen werden konnte, wird manchem vielleicht als zu kühn erscheinen; die Frage, ob es nicht doch Valenzen nichtpolaren Charakters gibt, ist bis heute wohl noch offen. Trotzdem wird Abeggs Auffassung der Valenz, auch wenn sie erheblich modifiziert werden sollte, ihren Platz in der Geschichte chemischer Theorien behaupten; zahlreiche bemerkenswerte Regelmäßigkeiten, auf die Abegg in der Verfolgung dieses Gegenstandes gestoßen ist, werden einen dauernden Bestand unseres Wissens bilden.

Der Bericht über Abeggs wissenschaftliche Tätigkeit ist jedoch durch die Besprechung seiner wissenschaftlichen Spezialuntersuchungen noch nicht erschöpft; wir verdanken ihm außerdem eine Reihe von Lehrbüchern, welche durch dieselbe ruhige Klarheit ausgezeichnet sind, durch die er seine Zuhörer in der Vorlesung oder auf wissenschaftlichen Kongressen erfreute. Er empfand ein tiefes Bedürfnis, seine Forschungstätigkeit durch sonstige publizistische Arbeiten zu ergänzen und so seinem Fache die von ihm als nötig empfundene weitere Verbreitung zu verschaffen. In der Überzeugung, daß die physikalische Chemie besonders für die anorganische Chemie von grundlegender Bedeutung sei, entschloß sich der Vielbeschäftigte im Verein mit einer größeren Anzahl von Mitarbeitern zur Herausgabe eines großen Handbuches der anorganischen Chemie. Wie er in dem Vorwort bemerkt, »sollte, wo irgend möglich, der theoretische Zusammenhang der chemischen Erscheinungen hervorgehoben und die vielfach ersichtliche Deutung chemischer Tatsachen gegeben werden, die bisher lediglich aufgezählt worden sind.« Sein Programm läßt sich auch so aussprechen, daß er, was in der Chemie noch von einer rein beschreibenden Naturwissenschaft steckt, möglichst verringern und das deduktive Prinzip, das in der Physik schon längst die Hauptrolle spielt, so weit als möglich auch hier einbürgern wollte.

Es wird wohl allgemein anerkannt, daß ihm dies bis zu einem hohen Grade gelungen ist, ohne daß die Mitteilung des ungeheuren Tatsachenmaterials, das man in einem derartigen Handbuch notwendig verlangen muß, irgendwie zu kurz gekommen wäre.

Außerdem schrieb Abegg zusammen mit W. Herz eine kleine Anleitung für das chemische Praktikum, dessen Tendenz ähnlich darin besteht, die neueren Fortschritte der physikalischen Chemie möglichst bereits in dem analytischen Anfängerunterricht zur Geltung zu bringen. Ob hier in didaktischer Hinsicht überall richtig Maß gehalten ist, vermag ich nicht sicher zu entscheiden. Sehr nützlich ist ferner seine Anleitung zur Berechnung volumetrischer Analysen (Breslau 1900) und die gemeinsam mit O. Sackur verfaßte Sammlung von physikalisch-chemischen Rechenaufgaben (Sammlung Göschen, 1909). Schließlich ist besonders seine Beteiligung an dem Organ der deutschen Bunsen-Gesellschaft, der Zeitschrift für Elektrochemie, zu nennen, die er seit 1901 mit volledem Takt redigierte, und in der er zahlreiche Referate und Berichte von wissenschaftlichen Kongressen, Feiern und dergl. veröffentlichte.

Auf der Grenze zwischen wissenschaftlicher Arbeit und persönlicher Liebhaberei lag Abeggs intensive Beschäftigung mit der photographischen Camera. Sowohl vom physikalischen Standpunkt, was die optischen Verhältnisse anlangt, wie auch als Chemiker, was die Reaktionen in der photographischen Platte betrifft, hat er sich in einer Anzahl kleinerer Mitteilungen wissenschaftlich betätigt, wie er auch in seiner Göttinger Zeit die Photochemie in seinen Vorlesungen und Übungen besonders berücksichtigte. Stärker war in ihm aber vielleicht auf diesem Gebiete noch die Freude an der künstlerischen Ausführung von Landschaftsbildern, und so brachte er denn von seinen Reisen, die ihn in die verschiedensten Gegenden der Erde führten, eine Fülle herrlichster Reiseerinnerungen in Gestalt teils gewöhnlicher, teils stereoskopischer Aufnahmen mit nach Hause. Als wertvolle Erinnerung besitze ich z. B. ein mir von ihm verehrtes Album, das mir immer wieder die Erinnerung an eine selten genüßreiche gemeinsame Reise nach der Riviera und Südfrankreich zurückeruft. Selbst bei anstrengenden Fußwanderungen schob er häufig besondere Kletterpartien ein, um von möglichst geeignetem Standpunkte aus ein ihn reizendes Motiv auf die Platte zu bringen; wie in seinen sonstigen Liebhabereien brachte es Abegg auch hier zu einer ungewöhnlichen Meisterschaft, die in gleicher Weise seinem experimentellem Geschick wie seinem offenen Blick für alles Schöne entsprang.

Als feinsinniger Belletrist zeigte er sich in den für seine Freunde verfaßten Reiseschilderungen: »Eine Reise nach Lappland« (Kirn a. N. bei F. Mendel) und besonders »Indische Reise« (als Manuskript ge-

druckt bei Vieweg in Braunschweig). Überall erfrischt der in akademisch gemäßigter Form auftretende, ihm angeborene Berliner Humor; in der zweiten Schrift sei besonders seine begeisterte Schilderung der Tadsch, »dieses herrlichsten Bauwerks der Erde«, hervorgehoben.

Die ungewöhnlich tiefe Trauer um den so plötzlich Dahingeschiedenen galt dem Menschen nicht minder als dem Gelehrten. Und so seien am Schlusse dieses Gedenkblattes noch einige Worte Abeggs Persönlichkeit gewidmet. Im Verkehr war er von feinsten weltmännischer Liebenswürdigkeit, ohne jedoch durch Übermaß von Höflichkeit sich je etwas zu vergeben oder gar mit seiner eigenen Meinung unnötig stark zurückhaltend zu sein; wer mit ihm zu tun hatte, konnte sich stets seines freundlichen Wesens erfreuen und wußte dabei doch immer, wie er daran war. Die Energie, die in seiner Persönlichkeit steckte, äußerte sich im täglichen Leben in einem ungewöhnlichen Fleiß.

Unser gemeinschaftlicher Freund Des Coudres schilderte ihn treffend in seinem ungemein reizvoll für die physikalische Zeitschrift geschriebenen Nachrufe folgendermaßen: »Von allen Seiten wird als Abeggs hervorragendste Eigenschaft seine ganz erstaunliche Leistungsfähigkeit gerühmt. Sie stand scheinbar in gewissem Gegensatze zu einer fast bedächtig ruhigen Art zu sprechen, einem liebenswürdigen und humorvollen Sichgeben, das immer und für jeden Zeit hatte. Ohne ungewöhnliche Raschheit des Urteils und gewandte leichte Feder ist ein Lebenswerk wie das Abeggs natürlich nicht zu leisten. Dazu kam bei ihm aber eine Gesundheit, die jeweils einen 24-stündigen Arbeitstag einzuschalten erlaubte, und außerdem eine seltene Praxis peinlichster Ordnung in wissenschaftlichen wie bürgerlichen Dingen, äußerlich unterstützt durch alle Art Registratoren, innerlich durch ein vorzügliches Gedächtnis. Abegg gehörte zu den wenigen Menschen, die nichts auf morgen verschieben, was heute getan werden kann. Ja er wartete mit nichts bis halb acht Uhr, was sich um sieben hätte erledigen lassen.«

Ich darf mich nicht zu seinen Lehrern zählen — dafür war der Altersunterschied wohl nicht groß, genug und außerdem kam er erst als ein nahe zur Habilitation reifer Forscher zu mir —, aber ich kann darauf hinweisen, daß manches Thema für eine neue Untersuchung unseren Unterredungen entsprang. Und aus dieser genauen Kenntnis seiner wissenschaftlichen Persönlichkeit heraus muß ich bezeugen, daß sich Abegg in seinem Forschungsdrang von niemandem übertreffen ließ. Seinen Schülern war er daher, wie noch kürzlich gelegentlich der Übergabe seines Reliefs an die Technische Hochschule zu Breslau zum Ausdruck kam, ein vorbildlicher akademischer Lehrer.

W. Nernst.

Wissenschaftliche Publikationen Abeggs.

Abkürzungen:

- A. = Zeitschrift für anorganische Chemie.
 E. = Zeitschrift für Elektrochemie.
 P. = Zeitschrift für physikalische Chemie.
 B. = Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.
 W. = Wiedemanns Annalen.

1890.

Über Amino-chrysen. B. 23, 792.

1891.

Über einige neue Chrysenderivate. B. 24, 949.

1893.

Untersuchungen über Diffusion wäßriger Salzlösungen. P. 11, 248.

1894.

Studien über Gefrierpunkte konzentrierter Lösungen. P. 15, 209.

(Mit Nernst.) Über den Gefrierpunkt verdünnter Lösungen. P. 15, 681;
 18, 658 [1895].

1896.

Gefrierpunktserniedrigungen sehr verdünnter Lösungen. P. 20, 207.

1897.

Über die Depolarisationsgeschwindigkeit von Elektroden und über Dielektrizitätskonstanten bei tiefen Temperaturen. W. 62, 249.

Über die Veränderung von Salzen durch Kathodenstrahlen. E. 4, 118.

1898.

Über die an verdünnten Lösungen ausgeführten Gefrierpunktsbestimmungen und ihre Beziehungen zu den Theorien der Lösungen. W. 64, 486.

Über das dielektrische Verhalten von Eis. W. 65, 229.

Ein einfacher Apparat zur Demonstration des Ludwigschen Phänomens. P. 26, 161.

1899.

Das Verhältnis von anorganischer und organischer Chemie aus physikalisch-chemischen Gesichtspunkten. (Antrittsvorlesung, Breslau.)

(Mit Bodländer.) Die Elektroaffinität, ein neues Prinzip der chemischen Systematik. A. 20, 453.

1900.

(Mit W. Herz.) Die analytische Trennung und Erkennung der Säuren. A. 23, 236.

1901.

Über die Elektrochemie des Eisens. (Zeitschrift »Stahl und Eisen«.)

(Mit Bose.) Über den Einfluß gleichioniger Zusätze auf die elektromotorische Kraft von Konzentrationsketten und auf die Diffusionsgeschwindigkeit. P. 30, 545.

1902.

(Mit W. Gaus.) Beiträge zur Theorie der direkten Bestimmungsmethode von Ionenbeweglichkeiten. P. 40, 737.

Versuch einer Theorie der Valenz und der Molekularverbindungen. Christiania.
 (Mit Riesenfeld.) Über das Lösungsvermögen von Salzlösungen für Ammoniak nach Messungen seines Partialdrucks. P. 40, 84.

1903.

(Mit Bodländer.) Das Problem der Systematisierung der anorganischen Verbindungen. A. 34, 180.

Über die Stabilität von Salzen mit oxydationsfähigen Kationen und Anionen. E. 9, 569.

(Mit Herz.) Borsäure, Fluorkalium und Flußsäure. A. 35, 129.

(Mit Cox.) Über die Löslichkeitsverhältnisse einiger schwerlöslicher Silber-salze. P. 46, 1.

Über die Komplexbildung der Quecksilberhaloide. E. 27, 549.

1904.

(Mit A. J. Cox.) Chromat, Bichromat und Chromsäure. P. 48, 725.

Die Valenz und das periodische System; Versuch einer Theorie der Molekular-verbindungen. A. 39, 330.

(Mit Labendzinsky.) Zur Kenntnis der Konstitution von Salzlösungen. E. 5, 77.

Anwendung der physikalischen Chemie auf die organische Chemie. E. 12, 185.

1905.

Zur Theorie der Grignardschen Reaktionen. B. 38, 4112.

Zur periodischen Anordnung der Elemente. B. 38, 2330.

(Mit Spencer.) Beziehungen der Wertigkeitsstufen des Thalliums und die Oxydationskraft des Sauerstoffs. A. 41, 379.

(Mit Spencer.) Zur Kenntnis der Thalliumoxalate. A. 46, 406.

(Mit Schäfer.) Über die Elektroaffinität der Anionen. I. A. 45, 293.

1906.

(Mit Scholtz.) Über das Gleichgewicht bei den Reaktionen $\text{BaSO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightleftharpoons \text{BaCrO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ und $\text{BaCO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightleftharpoons \text{BaCrO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3$. E. 25, 425.

(Mit Maitland.) Über Thalliumjodide, ihre Existenzbedingungen und ihre Wertigkeit. A. 49, 341.

Über die Fähigkeit der Elemente, miteinander Verbindungen zu bilden. A. 50, 309.

(Mit A. Hamburger.) Über die festen Polyjodide der Alkalien, ihre Stabilität und Existenzbedingungen bei 25°. A. 50, 403.

(Mit H. Pick.) Untersuchungen über die Elektroaffinität der Anionen. II. A. 51, 1.

1907.

(Mit P. Müller.) Borsäure, Amylalkohol und Wasser. P. 52, 513.

1909.

Zur Systematik der Oxyde, Sauerstoffsäuren und ihrer Salze. P. 59, 1.

(Mit Neustadt.) Über elektrochemische Potentiale in nichtwässrigen Lösungen. P. 59, 486.

1910.

Chemische Affinität, Valenz. (Scientia, Bologna.)