



Dr. Brodlander

## GUIDO BODLÄNDER.

In ordinandis nostris cogitationibus et imaginibus semper attendendum est ad illa, quae in unaquaque re bona sunt, ut sic semper ex laetitiae affectu ad agendum determinemur.

Spinoza.

Am 25. December 1904 starb Guido Bodländer. Ungewöhnlich gross war die Zahl derer, welche es drängte auszusprechen, wie sie die Wesenheit und das Schaffen dieses Mannes sahen. Die rein menschliche Empfindung, die er — unbewusst und nur indem er sich gab wie er war — erweckte, schien weithin erkennbaren Ausdruck zu suchen und ebenso auch die rein sachliche Anerkennung, welche die Arbeit seines Lebens bei den zum Urtheil Berufensten gefunden hatte.

Nicht darum, weil diese Zeugnisse liebenvoller Freundschaft oder des Interesses an der Entwicklung seines Arbeitsgebietes noch einer Ergänzung bedürftig erschienen, entstand die nachfolgende Lebensskizze, sondern darum, weil an der Stelle, an welcher wie in einer Ruhmeshalle, Bild an Bild der Grossen unserer Wissenschaft sich reiht, auch sein Name nicht fehlen sollte. Und wie er selbst — entsprechend dem vorangestellten Worte — an jedem Dinge, jedem Menschen und jeder Lage das Gute aufzufinden wusste, das zum Wirken aus dem Affect der Freude heraus ihn trieb, so möchte auch der Verfasser dieser Lebensskizze sich nicht scheuen dürfen, die persönliche Note voll anklingen zu lassen, hervorgerufen von der Freude, das Bild, das in fast zehnjähriger Freundschaft sich ihm immer deutlicher zeigte und in neuen Zügen stets sich selbst bestätigte, auch anderen sichtbar zu machen.

Guido Bodländer wurde am 31. Juli 1855 in Breslau geboren als Jüngster von fünfzehn Geschwistern. Der Vater — Kaufmann und Kalkwerkbesitzer — war ein ungewöhnlich intelligenter und ener- gischer Mann, der eine Atmosphäre von Furcht und Verehrung um sich verbreitete; sein Leben war ausgefüllt von der Sorge für die grosse Familie. Die Mutter war eine stille und sanfte Natur, die mit

leisem Worte ihre Kinder zu treffen und zu lenken wusste. Unter diesen aber, die in den bescheidenen, doch gesicherten Verhältnissen heranwuchsen, gedieh ein fröhlicher Umgangston und jenes gute Rüstzeug für alle Kämpfe des Lebens, ein Humor, welcher in liebevoller Beobachtung der Menschen und in der Freude am Kleinen und Geringen wurzelt. Bodländer suchte, wenn er später davon erzählte, gern Vergleiche bei Dickens, zu dem er — vielleicht in Erinnerung an den Ton der Kindertage — unter dem Vielen, was er las, immer wieder zurückkehrte. Auch schon damals, als Schüler des Magdalenen-Gymnasiums, hatte er solche Freude am Lesen, dass seine Leistungen darunter litten und er als kein besonders guter Schüler galt. Das mag Zweifel an seiner Befähigung zu wissenschaftlicher Thätigkeit in ihm geweckt haben. Zudem lockte der Geist der Zeit in andere Richtung. Das Fieber des Erwerbslebens jener Periode nach dem Kriege hatte eine Atmosphäre geschaffen, in welcher auch solche von den Keimen ergriffen wurden, deren innerste Natur dagegen immun war. Der Ober-Secundaner entschloss sich auf Zureden eines Freundes Kaufmann zu werden. Bald aber erkannte er, dass hier sein Platz im Leben nicht sein konnte, dass es nicht seine Sache war, das äussere Leben frisch zu ergreifen, sondern mit nach innen gerichtetem Blick zunächst auszustalten, was dort keimte. Der durch den Tod des Vaters erschwerte Entschluss fand die verständnissvolle Billigung der Mutter, und so trat nach zweijähriger Kaufmannszeit Guido Bodländer in die Prima seines alten Gymnasiums wieder ein, bestand dort 1878 das Abiturientenexamen und bezog die Universität seiner Vaterstadt.

Seine Neigung wies ihn auf das Studium der Chemie, speciellere Richtung gab ihr die Persönlichkeit seiner Lehrer. Der Physiker O. E. Meyer interessirte ihn lebhaft und nachhaltig. Insbesondere aber hatte er das Glück, in dem Vertreter der Mineralogie gleich zu Beginn einen Lehrer zu finden, dem er entscheidende Anregungen für sein ganzes Leben verdankte. Es war ihm später stets eine Freude, wenn sich ein Anlass bot, seiner Dankbarkeit gegen Th. Liebisch in Wort und That Ausdruck zu geben. Die Dissertation (1<sup>1</sup>) behandelte ein von Liebisch gestelltes Thema: »Ueber das optische Drehungsvermögen isomorpher Mischungen aus den Diethionaten des Bleis und des Strontiums.« Die optischen Brechungs-coefficienten isomorpher Gemenge hatten sich, im Anschluss an Untersuchungen von Dufet, als eine additive Eigenschaft in Bezug auf die Gemengtheile erwiesen. Bodländer gelang es, das Vorhandensein der

---

<sup>1)</sup> Die Zahlen beziehen sich auf die Zusammenstellung der Arbeiten am Schlusse.

gleichen Beziehung auch für die Circularpolarisation festzustellen. So hatte die erste Arbeit bereits seinen Blick auf die Beziehungen zwischen physikalischen und chemischen Eigenschaften gelenkt, und die Wünschelruthe, die ein rechter Naturforscher in sich trägt, hatte beim Betreten des schätzebergenden Gebietes alsbald sich bewegt. In einer These der Doctorarbeit weist er ahnungsvoll auf die Bedeutung des physikalisch-chemischen Zwischengebietes. In einer anderen erkennt er den damals im Kreise der Chemiker noch hart bekämpften Gedanken van't Hoff's von der räumlichen Lagerung der Atome als durch die Thatsachen mit Nothwendigkeit gefordert an.

Noch ein weiteres Moment kam hinzu, um seine Gedanken auch von anderer Richtung her in gleiche Bahnen zu lenken. In Breslau lebte damals jene eigenartige Persönlichkeit, deren Lebensschicksale wie deren Forschungen gleich weit abseits von dem Gewohnten lagen, Moritz Traube, der nach hoffnungsvollsten Anfängen einer rein wissenschaftlichen Lanfbahn — dem Wunsche des Vaters nachgebend — dessen Weingeschäft übernommen hatte und dabei dennoch ein »nicht durch sein Amt, sondern nur durch Fähigkeiten und Leistungen berufener Förderer der Wissenschaften« wurde. In dessen Privatlaboratorium trat Bodländer als Assistent ein und nahm thätigen Anteil an den Untersuchungen über die Eigenschaften halb durchlässiger Membranen, sodass später für die Aufnahme der Gedanken van't Hoff's bei ihm nicht ein Gefüge abstracter Ideen erst erweckt werden musste, sondern die anschauliche Vorstellung selbst beobachteter Thatsachen ihr entgegenkam. Von Moritz Traube sagt Bodländer in dem schönen Nekrolog, den er ihm gewidmet hat (28): »Durch das von ihm gegebene Vorbild, durch seine Erfindungsgabe in technischen Hülfsmitteln und durch die Tiefe und Vielseitigkeit seiner Kenntnisse machte er den jüngeren Fachgenossen das Arbeiten in seinem Laboratorium zu einer Quelle reicher Belehrung.« Auf ihn selbst von nachhaltigster Wirkung erwies sich die Antheilnahme an den Untersuchungen über die Entstehung von Wasserstoffsuperoxyd bei der Oxydation durch molekularen Sauerstoff. Die damit in naher Beziehung stehenden Arbeiten über Fermentwirkungen hatten sein Interesse auf physiologische Vorgänge gelenkt. Lebhaft ergriff er die Gelegenheit, seinem Wissen ein neues Gebiet anzugliedern, und in solchem Thun jederzeit mehr consequent als in der Verfolgung äusserlicher Ziele, nahm er freudig eine sich ihm bietende Stellung als Assistent bei Binz am pharmakologischen Institut der Universität Bonn an.

In der ersten Arbeit, die er hier ausführte, behandelte er, von einer vorgekommenen Vergiftungsscheinung ausgehend, die durch

den Genuss von Conserven herbeigeführte toxische Wirkung des Zinns auf den Organismus (2). Er bewies durch Versuche an Thieren und dann auch an sich selbst, dass ein Theil des aufgenommenen Zinns wirklich zur Resorption gelangt. Eine spätere an diese anknüpfende Untersuchung behandelt die Einzelheiten der Intoxication durch Zinnverbindungen (10). Sodann setzt eine Reihe Arbeiten ein, die — seiner auch später gern befolgten Neigung entsprechend — nicht aus einem ziellosen Haschen nach interessanten Aufgaben, sondern aus der ruhewollen Ausgestaltung eines einzigen Gedankens sich gestalteten. Sie betrafen das Verhalten des Alkohols im lebenden Organismus. Die erste Fragestellung war, ob aufgenommener Alkohol überhaupt, und weiter, wieviel davon unverändert wieder ausgeschieden wird, durch Niere, Haut, Lunge oder Darm. Die Untersuchung (3) bewies, dass keine nennenswerthen Mengen Alkohol den Organismus verlassen, dass vielmehr der Alkohol annähernd quantitativ, circa 96 pCt., zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird und somit als Nährmittel für den gesunden Organismus nicht in Betracht kommen kann. Die Untersuchung hat er zu einem Theil an Thieren, zum anderen an sich selbst angestellt. Die mehrfach wiederkehrende Wendung, »Verfasser trank 80 ccm Alkohol«, wird der Leser, der mit Bodländer jemals »gezecht« hat, nicht ohne Rührung aufnehmen über die Grösse des Opfers, das er da der Wissenschaft brachte. An diese Untersuchung knüpft sich das Studium der Veränderungen, welche der thierische Gaswechsel unter dem Einflusse des Alkohols erfährt. In einer Voruntersuchung gelang es, den complicirten und kostspieligen Mechanismus, welcher bis dahin für ähnliche Versuche an Thieren gedient hatte, durch eine sehr einfache Anordnung zu ersetzen (7). Die Freude am Gelingen scheint ihm selbst bei der Darstellung wohl zu deutlichen Ansdruck gefunden zu haben und seine Bescheidenheit dictirt die Schlussworte der Abhandlung: »Vielleicht aber erscheinen mir, der ich so viele Versuche mit dem Apparate gemacht, so manchen Tag mit ihm zugebracht habe, seine Vorzüge wie die eines vertrauten Freundes im hell-ren Lichte, während ich seine Fehler übersehe.« Das Ergebniss der neunen Untersuchungen (8) mit Hülfe des Apparates an Hunden und Kaninchen ist, dass unter dem Einflusse des Weingeistes eine Herabsetzung der Sauerstoffaufnahme und der Kohlensäureabscheidung stattfindet. Der Alkohol schützt also durch seine Verbrennung Bestandtheile des Organismus oder andere Nahrungsmittel vor der Oxydation; er schützt sie um so mehr, als er die Summe der Oxydationen nicht steigert, sondern herabsetzt. Insofern kann der Alkohol in Krankheitszuständen auch ernährend wirken. Endlich (9) wird noch die Wasserausscheidung durch die menschliche Haut nach Aufnahme von Weingeist der Untersuchung unterzogen mit.

lem Ergebniss, dass die Wasserausscheidung und damit auch die Wärmeausscheidung durch die Haut nach der Aufnahme von Alkohol beträchtlich vermindert wird. Im Laufe dieser Arbeiten hatte Bodländer für die Theorie der Narkose Interesse gewonnen, welche einen Zusammenhang zwischen chemischer Constitution der Stoffe und ihrer physiologischen Wirksamkeit suchte. Die zur narkotischen Wirksamkeit erforderliche gemeinsame Eigenschaft jener Stoffe ist erst in jüngster Zeit durch Hans Meyer und Overton festgestellt worden; aber die experimentellen Beiträge Bodländer's hierzu (4, 5, 6) über die narkotische Wirksamkeit der Trichloressigsäure, des Perchloraethans und des Wasserstoffsuperoxyds, die zuerst den scharf geäußerten Widerspruch eines hervorragenden Physiologen erweckten, haben sich als zutreffend erwiesen.

Drei arbeitsvolle und ertragreiche Jahre waren ihm so in Bonn vergangen; und die Freude an der schönen Rheinlandschaft, dazu ein anregender Freundeskreis, hatten die frohen Feste, welche selbstgewählte Arbeit ihm stets bereitete, auch abwechselungsvoll gestaltet. Was er aber auch an innerem Reichthum anhäufte — es schien nicht von der Art zu sein, die in klingende Münze sich umsetzen lässt. Und doch war ein Anlass vorhanden, der seine Wünsche auch in diese Richtung lenkte. Vor mir liegt ein stattlicher Band, der Bodländer's gesammelte Arbeiten enthält, jede mit einer Widmung versehen, und die letzte Arbeit trägt die gleiche, die schon auf der Doctor-Dissertation steht. Aber manches Jahr noch weiter zurück reicht der Entschluss der Beiden, deren Namen da vereint sind, ihr Leben gemeinsam zu führen. Er ging in sein dreissigstes Jahr, und noch fehlte zur Verwirklichung dieses Entschlusses auch auf bescheidener Grundlage die materielle Möglichkeit. Und er hatte doch dem Schicksal in der reichen und vielseitigen Ausbildung, die er sich angeeignet, sich für manchen Platz im Leben zur Verfügung gestellt. Zu allem übrigen hatte er in Bonn auch noch sein Staatsexamen für Mathematik und Naturwissenschaften bestanden. Aber es scheint, dass das Schicksal sich an Bodländer dafür gerächt hat, dass er niemals ohne »egoistische«, das heisst hier seiner innersten Natur gemäss Nebenabsichten materielle Ziele verfolgt hat. Er bildete sich ein, für das Staatsexamen zu arbeiten, um Lehrer zu werden, aber im Grunde trieb ihn die helle Freude, sein Wissen in neuen Richtungen ausbreiten zu können. Und ähnlich erging es, als er die sich ihm bietende Gelegenheit ergriff, an der Leitung eines Handelslaboratoriums in Hannover theilzunehmen: neue Aufgaben lockten, und auch zu rein wissenschaftlicher Thätigkeit würde sich wohl die Möglichkeit finden —

nebenbei war ja dem Schicksal wieder Gelegenheit geboten, ihm auch materielle Vortheile zuzuwenden. In den Mittheilungen an die Braut, von denen eine Anzahl zur Einsicht mir gütig überlassen wurde, schliesst er einmal den Bericht über eine Arbeit mit den Worten: »Freilich hat das nur ideellen Werth — das »nur« ist eigentlich falsch, denn es giebt keinen höheren Werth, als einen ideellen.«

Es entstanden in den zwei Jahren in Hannover einige Untersuchungen. Bereits in Bonn hatte Bodländer ein Verfahren zur Analyse der Peptone ausgearbeitet, dessen Grundlage die von Heynsius beobachtete Thatsache bildete, dass die Peptone durch Sättigen ihrer Lösungen mit Ammoniumsulfat ausgefällt werden können. Diese Untersuchung (11) wird abgeschlossen und in Gemeinschaft mit I. Traube ein Verfahren zur Unterscheidung von Eiweisskörpern, Leim und Peptonen auf capillarimetrischem Wege (12) ausgearbeitet. Die gleiche Methode erwies sich geeignet zur genauen Feststellung des in spirituosen Getränken vorhandenen Fuselgehaltes, und es werden Vorschläge ausgearbeitet zur Festlegung eines gesetzlich zulässigen Fuselgehaltes (13). Endlich wird ein Verfahren zur Reinigung von Rohspiritus und Holzgeist ausgearbeitet, in welchem die Trennung der Verunreinigungen durch Bildung zweier Schichten aus diesem und dem gereinigten Alkohol bei Zusatz von Soda, Pottasche etc. bewirkt wird.

Diese zwei Jahre waren die einzigen seines Lebens, von denen Bodländer später niemals gern sprach. Er, der so leicht sah, »quae in unaquaque re bona sunt«, hatte neben dem Ausbleiben jeden äusseren Erfolges nun zum ersten Male eine Zeit durchlebt, die ihm auch nichts an innerlicher Förderung gebracht hatte. Er zog in die Heimath, um von dort aus Umschau nach einer Stellung zu halten. Im Ausblick auf ein etwas bedrückendes Jubiläum schrieb er der Braut: »Hoffentlich wird das erste Decennium unserer Brautschaft nicht zu Ende gehen, ohne die Aussicht zu gewähren, dass wir ein zweites nicht mehr durchzumachen haben.«

Um die Zeit des Wartens nicht nutzlos zu verbringen, nahm er für ein halbes Jahr seine alte Stellung bei Moritz Traube in Breslau wieder an. Dabei suchte er irgend einen Platz in der Technik — ohne Erfolg. »Ich wünschte, ich wäre Holzhacker in irgend einem Winkel der Welt und Du mit mir«, schrieb er einmal, und im nächsten Brief: »Der Holzhackerposten — die vielleicht auch schon alle vergeben sind — tritt mir etwas greifbarer in Gestalt eines Buchhalterpostens entgegen, um den zu bewerben ich mich fest entschlossen habe.« Dabei hatte er, trotz allen äusseren Misserfolges, das Vertrauen zu sich, zu seiner Arbeitskraft und seinem Können nie verloren, und sein

Vertrauen fand Stärkung in dem Bewusstsein, dass noch Jemand ohne Wanken an ihn glaubte. Die Braut hatte ihm geschrieben, dass er ihr doch für nichts so zu passen schiene als für die akademische Laufbahn. Da antwortete er: »Ich weiss, dass ich mehr kann und weiss, als fünfzig Procent aller Chemiker, dass ich vielleicht auch nicht dümmer bin als neunzig Procent, aber mit den übrigen zehn Procent ist der Bedarf nach akademischen Lehrkräften völlig gedeckt.« Endlich im Januar 1889 bekam er eine Anstellung als »Cementchemiker«, erst in Nienburg a. d. Saale und nach einigen Wochen eine bessere in Trubenhausen am Fusse des Meissner, unweit von Cassel. Nicht unlustig und wie in Ermangelung eines Besseren, sondern mit Ernst und Freude geht er an die Arbeit in seiner Einsamkeit »fern von aller Cultur und allen orthographisch sprechenden Menschen«. Zuversichtlich glaubt er, dass bei der kleinen Besserung der äusseren Verhältnisse auch sein innerer Mensch nicht zu darben brauche: »Bei dem Interesse, das mir die heterogensten Seiten meines Faches bisher eingeflossen haben, die mineralogische und die physiologische, wird auch die technische mich befriedigen.« Aber bereits nach wenigen Monaten einer Thätigkeit, die noch besonderen Reiz für ihn durch sein gutes Verhältniss zu den Arbeitern gewann, welches ihm die Beilegung eines Streiks ermöglichte, wurde er in neue . . . . vielmehr in alte, in seine rechte Bahn gewiesen. Sein Lehrer Liebisch hatte ihn nicht vergessen und ihn empfohlen, als eine Assistentenstelle an der Bergakademie in Clausthal bei Prof. Klockmann frei wurde. Bodländer griff freudig zu — und hat es nie bereut. In fröhlichem Optimismus wurde von ihm und seiner Braut das Assistentengehalt als hervorragend geeignet zur Begründung eines Haustandes erklärt, und im Juni 1889 thaten sie den nach der Meinung aller klugen Leute höchst unüberlegten Schritt, zu heirathen. Er hatte also doch Recht gehabt, als er in einem Briefe eine ernsthafte Auseinandersetzung über den der Welt nach dem zweiten Hauptsatz bevorstehenden Wärmетод mit dem beruhigenden Worte schloss: »Aber das hat noch lange Zeit, und vielleicht findet selbst unsere Hochzeit noch eber statt.«

Und nun folgten Jahre frohen Schaffens und — wenn auch der Mehrzahl der Menschen die Bedingungen dafür zu fehlen scheinen — heiteren Lebensgenusses. Die Beiden machten später höchst erstaunte Gesichter, wenn man sie bewunderte oder gar bedauerte, dass sie in Enge und Einschränkung so lange in Clausthal hätten aushalten müssen. Als gar zu den 1800 M Gehalt noch 300 hinzukamen, da erklärte Bodländer befriedigt, es sei doch ein angenehmes Gefühl, in »rangirte Verhältnisse« gekommen zu sein.

Bodländer's erste Aufgabe bestand in der Ordnung der umfangreichen mineralogischen Sammlung der Bergakademie. Dabei entstanden einige kleinere mineralogisch-chemische Untersuchungen (14, 20), unter anderem die Weiterführung einer Beobachtung über die Entstehung von Melilith beim Brennen von Portland-Cement (18), die er noch in Nienburg gemacht hatte, und daran anknüpfend eine Arbeit über die Zusammensetzung des Meloliths (19).

\* \* \*

Unterdessen hatte die »physikalische Chemie«, die schon an den Quellen der Chemie mit entstanden und niemals völlig versiegt war, so reiche Zuflüsse von verschiedenen Gebieten her erfahren, dass ihr Lauf zum breiten Strome zu werden begann.

Für das alte Problem der chemischen Verwandtschaft hatten die Daten der Thermochemie sich als Lösung ausgegeben. Der Kritik, welche Rathke an der durch Berthelot unter diesem Gesichtspunkte gegebenen Zusammenfassung thermochemischer Ergebnisse geübt hatte, waren die Arbeiten von Helmholtz gefolgt, welcher den Begriff und die Messbarkeit der — der Affinität entsprechenden — freien Energie im Gegensatz zu der thermochemisch gemessenen Gesamtenergie bei chemischen Vorgängen kennen lehrte. Von anderer Richtung her hatte Guldberg und Waage's grosser Gedanke einen Weg gezeigt, welcher zur Messung der chemischen Affinität führte. Den Zusammenhang ihrer Betrachtungen mit den aus der Thermodynamik für chemische Vorgänge abgeleiteten zeigten Horstmann, Gibbs und in die speciellen Fragen am tiefsten eingehend van't Hoff.

Wenn dies alles schon genügend war, um einem bis dahin mühevoll bearbeiteten, aber ertraglosen Gebiet von weiter Ausdehnung Jahre der Fruchtbarkeit zu sichern und Arbeiter zu werben, so geschah das in vielleicht noch höherem Maasse durch das, was sich an die Erkenntniss van't Hoff's von der Uebertragbarkeit der Avogadro'schen Regel auf gelöste Stoffe anschloss. Die scheinbaren Abweichungen fanden ihre Deutung in der Dissociationstheorie von Arrhenius. Damit war der Blick auf die elektrischen Eigenschaften der in Lösung befindlichen Stoffe gelenkt, und, indem Nernst diese in das Centrum der Betrachtung rückte, gab er die erste anschauliche Deutung von der Entstehung des galvanischen Stromes. Die Anwendbarkeit des Massenwirkungsgesetzes auf die Dissociation der Elektrolyte wurde von Ostwald gezeigt. Und es war wie ein Einlenken des Stromes in das Bett der reinen und analytischen Chemie, als durch die quantitative Fassung der Löslichkeitsbeeinflussung Nernst qualitativ wohlbekannte chemische Thatsachen der exacten Untersuchung zugänglich machte.

Die Entwicklung hatte sich an wenigen Stätten vollzogen. Eine Zeitlang schien es, als ob — wie ein mohammedanischer Pilger das Zeichen seiner Mekkafahrt sein Leben lang am Turban trägt — ein physikalischer Chemiker wenigstens eine Arbeit aus Leipzig datirt haben musste. Es lockten die Ideen, welche dort entstanden, und diejenigen, welche dort hingetragen waren.

Bodländer erzählte später gern, dass ihm, als er zum zweiten Male Assistent bei Moritz Traube in Breslau war, dieser eines Tages die eben in französischer Sprache erschienene Arbeit von Arrhenius gab und dazu sagte: »Es ist mir zu unbequem, mich jetzt noch da hinein zu finden, aber so viel sehe ich, dass es etwas Grosses ist; arbeiten Sie es für sich durch.« Diese Gedanken und was mit ihnen zusammenhang, haben ihn dann in seiner wissenschaftlichen Vereinsamung unaufhörlich beschäftigt, bis die aus den angedeuteten Gründen gerade in den Kreisen der Chemiker erfolgreich werbende Kraft der Arbeit über Löslichkeitsbeeinflussung ihn als überzeugten Anbänger der neuen Anschauungen gewann. Der Wunsch, die immer mehr anschwellende Literatur des Gebietes sich mit der Gründlichkeit, die ihm erst genügte, zu eigen zu machen, wurde zur mühevollen, aber willkommenen Pflicht, als er die regelmässigen Referate über die physikalische Chemie für das Chemische Centralblatt übernahm. In dieser Thätigkeit hat er sich, unterstützt von einer nicht gewöhnlichen Kraft des Gedächtnisses, jene ebenso umfassende wie woblgeordnete Literaturkenntniss angeeignet, die später — in Gesprächen und Debatten — oft die Bewunderung der Fachgenossen erregte.

\* \* \*

Stets hatte die Bethätigung und Weiterentwickelung seiner receptiven Fähigkeiten, die ihn den Weg von Examens zu Examens gewiesen hatten, ihm eine nicht geringe Befriedigung gewährt; aber in jedem Falle hatte es ihn auch gedrängt, die erlangte Herrschaft über ein neues Gebiet in eigener Production zu erweisen.

Schon mehrfach halten ihn Löslichkeitserscheinungen beschäftigt. Er hatte noch in Bonn die von anderer Seite dann weitergeföhrte Beobachtung gemacht, dass beim Auflösen von Ammoniumsulfat in Gemischen von Alkohol und Wasser bei bestimmter Concentration die Flüssigkeit sich plötzlich in zwei wohlgesonderte Schichten trennt. So lockten ihn eigene Beobachtungen und das, was ihn den neuen Anschauungen zugeführt hatte, zu dem alten Problem der Löslichkeit. Zwei Fragen besonders drängen in diesem Problem auf Antwort: Die Beeinflussung der Löslichkeit eines Stoffes durch einen anderen und weiter die Verknüpfung der Löslichkeit eines Stoffes mit

anderen Eigenschaften physikalischer oder chemischer Natur. Der erste Theil war für den Fall der Löslichkeitsverminderung eines dissociirbaren Stoffes in verdünnter Lösung durch Hinzufügung eines zweiten mit einem gemeinsamen Ion von Nernst erledigt worden. Bodländer unternahm den Versuch, Gesetzmässigkeiten der Löslichkeit im Gebiete concentrirter Lösungen zu suchen (16). Rohrzucker ist in Wasser leicht, in Alkohol praktisch unlöslich. Es sollte untersucht werden, ob die Löslichkeitsverminderung, welche Rohrzucker in Wasser durch den Zusatz des gegen ihn indifferenten Alkohols erfährt, auf specifische, nur den betreffenden Stoffen eigene oder auf Eigenschaften allgemeinerer Natur zurückzuführen sei. Es ergab sich, dass das in einem Alkohol-Wasser-Gemisch enthaltene Wasser weniger Zucker zu lösen im Stande ist, als die gleiche Menge reinen Wassers, und um so weniger, mit je mehr Alkohol es vermischt ist. Es wird darin — nach Discussion verschiedener anderer Möglichkeiten — eine Stütze für die Ansicht erkannt, dass der Alkohol ebensowenig wie auf den Zucker auf das Wasser irgend welchen chemischen oder physikalischen Einfluss ausübt und nur deshalb dessen Lösungsvermögen herabsetzt, weil er dasselbe verdünnt, es in einen grösseren Raum verbreitet. Dies kommt in der Constanz einer gewissen zahlenmässigen Beziehung zwischen der in einem bestimmten Volumen vorhandenen Wassermenge und gelösten Substanzmenge zum Ausdruck. Wenn nun hier wirklich keine specifischen Einflüsse vorhanden sind, so muss die gleiche zahlenmässige Beziehung unabhängig vom gelösten Stoffe gelten, und es gelingt, den experimentellen Beweis dafür an einer Reihe gelöster Substanzen zu erbringen. Es bestätigt sich somit die Ansicht, dass die Löslichkeit in Wasser durch Zusatz von Alkohol nur mechanisch, in Folge der Verdünnung des Lösungsmittels, beeinflusst wird. Dieser Gedanke wird in einer anschliessenden Arbeit (17) nach der Richtung ausgeführt, dass das Fehlen der Specificität auch dadurch gezeigt wird, dass das vorher angewendete Verdünnungsmittel für das Wasser, Alkohol, durch andere indifferente Substanzen ersetzt und nachgewiesen wird, dass auch dann noch die gefundene Beziehung — Constanz des Quotienten aus der in bestimmten Volumen der Lösung enthaltenen Wassermenge durch die dritte Wurzel aus der Menge des gelösten Stoffes — bestehen bleibt. Die Prüfung der Formel von anderer Seite ergab Abweichungen, deren Deutung Bodländer (27) zum Theil auf unrichtige Berechnung, zum anderen Theil darauf zurückführen konnte, dass die verwendeten Substanzen nicht die geforderte Indifferenz gegen einander zeigten. Zu den hier behandelten Fragen ist er später — trotzdem sie kaum zu den Anfängen einer Klärung geführt waren — nicht wieder zurückgekehrt, wohl in der Erkenntniss, dass leitende theoretische Gesichtspunkte, die sich auf

den Einfluss der Aenderung des Mediums bei Lösungen beziehen, noch nicht vorhanden sind. Auch auf dem Felde der Wissenschaft gilt Mommsen's Wort: »Die sichere Erkenntniss des Erreichbaren und des Unerreichbaren unterscheidet den Helden vom Abenteurer.«

Bodländer wendete sich in dieser Zeit einer Arbeit zu, die ihn voll in Anspruch nahm. Der Wunsch, die Errungenschaften der neueren physikalischen Chemie sich zur freien Handhabung für seine Untersuchungen zu eigen zu machen, hatte sich ihm zu dem Plane gestaltet, ein Lehrbuch der Chemie von dem neu gewonnenen Standpunkte aus zu schreiben. Der Muth zu diesem damals neuen Unternehmen und das Verdienst der Ausführung kann nicht gering erscheinen angesichts der Thatsache, dass ihm in seiner Einsamkeit das werthvolle Hülfsmittel der Klärung eigener Ansichten in der Aussprache mit Fachgenossen völlig fehlte. Das Buch, dessen Eigenart neben der klaren, elementaren Darstellung der Grundbegriffe der physikalischen Chemie in der Heranziehung zahlreicher Beispiele aus der Technik besteht, fand die Zustimmung der zum Urtheil Berufensten. Ostwald rühmte es als »ersten Versuch in einer neuen Richtung, der unzweifelhaft die nächste Zukunft gehört«, und Nernst schrieb anerkennend, dass es »dem Verfasser, der hier als Erster systematisch vorgegangen ist, gelungen ist, die an sich recht heterogene Materie eng mit einander zu verknüpfen und statt einer mehr beschreibenden und aufzählenden Darstellung ein in sich zusammenhängendes Ganze zu liefern«. Dass der äussere Erfolg des Buches geringer war, als sich nach solchen Urtbeilen erwarten liess, liegt wohl daran, dass zu jener Zeit die Hochschullehrer zum kleineren Theile noch nicht gewillt, zum grösseren noch nicht in der Lage waren, dem Unterricht entsprechende Gestaltung zu geben. Als aber die Bedingungen für solches Vorgehen günstigere wurden, war Bodländer's Lehrbuch nicht mehr das einzige seiner Richtung.

Neben diesem Werk, welches Bodländer's Gedanken auf sich concentrirte, fand sich naturgemäss nicht Raum für Reihen von Untersuchungen, welche einen Grundgedanken mit Folge verarbeiten. Der Wunsch zu eigener Production, welcher aber wie immer in ihm rege war, liess eine Anzahl von Arbeiten aus verschiedenen Gebieten entstehen.

Es war eine bekannte Thatsache, dass Suspensionen fein vertheilter Substanzen bei Zusatz gewisser Stoffe sich mehr oder weniger rasch absetzen, während andere Stoffe ohne Einfluss sind. Bodländer untersuchte dieses Verhalten näher (22) mit dem Ergebniss, dass elektrolytisch leitende Körper wirksam, Nichtleiter dagegen wirkungslos sind. Es giebt für jeden wirksamen Körper einen Schwellenwerth der Concentration, unter welchem er ohne Einfluss auf die Suspension ist,

während oberhalb des Schwellenwerthes die klärende Einwirkung rasch mit der Concentration zunimmt. Der Beweis dafür, dass es nicht ein chemischer Vorgang zwischen dem suspendirten Stoff — es wurde Kaolin verwendet — und den Zusätzen ist, welcher die Klärung veranlasst, ist überzeugend darin zu sehen, dass schon minimale Zusätze eine starke Wirkung üben; so wirkt Salzsäure noch in einer Verdünnung von 1:1 $\frac{1}{2}$  Millionen Theilen Wasser, ähnlich Schwefelsäure, Chlormagnesium etc. Dass es die elektrolytische Natur der Substanzen ist, welche für die Wirksamkeit wesentlich ist, zeigt sich darin, dass Klärfähigkeit und Leitfähigkeit einander annähernd proportional gefunden werden. Die Ergebnisse sind von grosser Tragweite für die Erklärung geologischer Erscheinungen geworden, so für die Sedimentablagerung an Flussmündungen, wo die Berührung mit dem salzhaltigen Meerwasser die mitgeführten Suspensionen zur Abscheidung bringt. Ferner — worauf Liebisch hinweist, der Bodländer's Arbeit der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften vorlegte — erklärt sich so zum Theil der schützende Einfluss der Vegetation auf die Erhaltung der Ackerkrume, da die den lebenden oder verwesenden Pflanzen entstammende Kohlensäure sich im Wasser löst und so die Ackerkrume hindert, in Suspension zu gelangen. Was aber die inneren Gründe für die Erscheinung der Klärung der Suspension durch Elektrolyte betrifft, so hat Bodländer keinen Deutungsversuch gegeben, eine Zurückhaltung, die auch heute noch gerechtfertigt erscheinen muss, nachdem zahlreiche Arbeiten in ähnlicher Richtung — von Bredig am Schlusse seines Berichtes über die Principien der elektrischen Endosmose zusammengestellt — noch nicht zu einer befriedigenden Theorie der Erscheinungen geführt haben.

Seine Thätigkeit im analytischen Laboratorium der Bergakademie hat Bodländer zur Construction von neuen Apparaten zur Gasanalyse geführt. Das Princip des von ihm angegebenen »Gasbaroskops« (23, 24) sowohl, wie das des »Gasgravimeters« (26) besteht in einer Umkehr der gewöhnlichen Methode zur Messung von Gasen. Es wird hier, statt das Volumen bei nahezu constantem — atmosphärischem — Druck zu messen, der Druck des Gases bei constantem Volumen festgestellt, was eine erhebliche Vereinfachung der Reductionsrechnung bedeutet.

Gleichfalls seiner praktischen Thätigkeit an der Bergakademie entnahm er die Anregung, und den bei Moritz Traube erworbenen Auschauungen über Autoxydationsprocesse den leitenden Gedanken zu einer Arbeit über die Chemie des Cyanidverfahrens bei der Goldgewinnung (29). Es war die Frage, ob Lösungstension und Stärke der Complexbildung ausreichen, um die Auflösung des Goldes in Cyan-

kalium unter Wasserstoffentwickelung erfolgen zu lassen, oder ob dazu die Mitwirkung des Sauerstoffs erforderlich sei. Gegenüber den vorhandenen, einander widersprechenden Angaben wird von Bodländer experimentell zu Gunsten der letzteren Annahme entschieden. Der Mechanismus der Reaction wird — in Analogie zu der Mehrzahl der Oxydationsprozesse mit Hülfe gasförmigen Sauerstoffs — in der intermediären Bildung von Wasserstoffsuperoxyd gesucht, und es gelingt, diesen Körper bei der Auflösung von Gold in Cyankalium nachzuweisen. In dieser Arbeit und in einer schon vorher ausgeführten über das Verhalten der Molekularverbindungen bei der Auflösung (18), an die dann wieder angeknüpft wird, beginnt er seine Gedanken auf ein Gebiet zu richten, welches von ihm später mit Vorliebe gepflegt wird, und das ihm reichsten Ertrag bringen sollte: die Complexverbindungen.

Neben den Experimentaluntersuchungen entstanden in dieser Zeit einige grössere Arbeiten mehr referirenden Inhalts. So die Studie über die Constitution einiger Legirungen, welche sich in Anknüpfung an die Untersuchungen von Heycock und Neville mit den Schmelzpunkten von Legirungen und mit der daraus abgeleiteten Molekulargewichtsbestimmung von Metallen in Lösungen anderer Metalle beschäftigt. Daraus hervorgehoben sei die interessante Behandlung des Zink-Entsilberungsprozesses im Lichte der aus den Schmelzpunkten gezogenen Folgerungen über die Existenz von Verbindungen. — Umfassender noch ist die Arbeit »Ueber feste Lösungen«, welche eine kritische Sichtung des gesammten über den Gegenstand vorhandenen Materials darstellt. Das Ergebniss ist, dass die Theorie der festen Lösungen bisher nur bei gewissen anomalen Mischungen Bestätigung gefunden hat. Aus den Beobachtungen, die über Schmelzpunkt und Löslichkeit von isomorphen Mischungen ausgeführt worden sind, wird in Uebereinstimmung mit F. W. Küster der Schluss gezogen, dass auf diese die Gasgesetze nicht anwendbar zu sein scheinen.

So war Bodländer, abseits von den Centren der Wissenschaft, in seinem stillen Wirken nur auf sich selbst angewiesen, dahin gelangt, dass man seiner mit Achtung und Anerkennung gedachte; und als sich eine Gelegenheit dazu bot, forderte ihn Nernst auf, als Assistent in das Göttinger Institut für physikalische Chemie einzutreten. Wieder griff Bodländer auf diesen Ruf, mit welchem gleichsam die Wissenschaft ihn auch äusserlich näher zu sich heran rief, freudig zu und siedelte 1897 an das zwei Jahre zuvor begründete Göttinger Institut über.

Von dem wissenschaftlichen Leben, das dort herrschte, erzählen die Arbeiten, die aus dem Institut hervorgegangen sind. Aber neben dem Wissenschaftlichen war es auch das rein Menschliche, was allen,

die zu jener Anfangszeit im Institut waren, wohl für ihr Leben in gutem Andenken bleiben wird. Es waren fast ausnahmslos an Jahren und Semestern ältere Prakticanten, die dort arbeiteten und in lebhaftem und fruchtbarem Gedankenaustausch einander nahe traten. Im Institut und auch ausserhalb. Eine Anzahl von Ehepaaren aus aller Herren Ländern war vorhanden, und friedlich und freundschaftlich verkehrten alle diese mit einander in Sprachen, als sollte auch hier an der Ausgestaltung einer mittleren Sprache, einer Art »Esperanto«, gearbeitet werden. Möge dieses Blatt den Freunden aus jener Zeit herausgehen als ein Gruss aus guten Tagen. — Es konnte nicht fehlen, dass Bodländer und seine Gattin in der Gesinnung, die ihnen nach kurzer Zeit bereits von allen entgegengebracht wurde, sich wohl fühlten.

Bald nach der Uebersiedelung habilitirte sich Bodländer als Privat-docent. Sein Probevortrag betraf die langsame Verbrennung, einen Gegenstand, der ihn experimentell bei Moritz Traube und bei der Arbeit über das Cyanidverfahren der Goldgewinnung beschäftigt hatte, und den er in seinem ganzen Umfange wieder durchdacht hatte, als er in einem Nekrolog die Lebensarbeit von Moritz Traube schilderte (28), in deren Mittelpunkt das Verhalten des molekularen Sauerstoffs bei Oxydationsvorgängen gestanden hatte. Bodländer hat diesen Vortrag zu einer grösseren Monographie (38) ausgestaltet, welche Nernst als »gerade vorbildlich« bezeichnet »für die Bezeugung eines grossen und scheinbar ganz heterogenen chemischen Thatsachenmaterials durch die logische Kraft einiger einfacher, leitender Gedanken«. Die Abhandlung ist aber nicht nur eine kritische Sichtung und Ordnung des Vorhandenen, sondern bringt eine Reihe neuer Betrachtungen, so über die Oxydationsgeschwindigkeit des Wasserstoffs aus dem Spannungsabfall einer Knallgaskette bei Entnahme constanten Stromes, über die Quellen der Energie für die verschiedenen Phasen des Weldon-Processes, über Entstehung der Benzopersäure bei der Autoxydation von Benzaldehyd, die hier vorhergesagt und dann von A. v. Baeyer und V. Villiger gefunden wurde.

Neben seiner Thätigkeit als Assistent am Institut hatte Bodländer die Leitung von elektroanalytischen und elektropräparativen Uebungen übernommen, dazu die auf diese Gegenstände bezüglichen Vorlesungen. So war er, in einer elektrochemischen Betrachtungsweisen besonders günstigen Atmosphäre, auch noch im Speciellen auf Gedankengänge gleicher Richtung gewiesen. Die Continuität seines Denkens führte ihn mit den neuen Waffen auf den alten Kampfplatz, zu dem Problem der Löslichkeit. Und es gelang ihm, für die zweite der beiden Fragen, die nach den oben gegebenen Ausführungen dessen Inhalt bilden, einen ersten erfolgreichen Lösungsversuch zu geben: Die Eigenschaft

der Löslichkeit mit anderen Eigenschaften so zu verknüpfen, dass aus der Kenntniss dieser sich eine Vorhersage über die Grösse der Löslichkeit eines Stoffes machen lässt (34). Wenn man die Zersetzungsspannung eines Salzes kennt, das heißt die Spannung, welche erforderlich ist, um aus einer für die Ionen normalen Lösung ihre Entladung zu bewirken, so kann aus der Spannung, welche für irgend welche andere Concentration zur Abscheidung der Ionen erforderlich ist, nach der Formel von Nernst die betreffende Concentration angegeben werden. Wenn man also die für die Zersetzung der gesättigten Lösung eines starken, wenig löslichen Elektrolyten erforderliche Spannung kennt, so ergiebt sich deren Concentration, das ist die Löslichkeit der Substanz. Die Spannung zur Zersetzung der gesättigten Lösung bei Anwesenheit festen Salzes ist aber die zur Aufspaltung des festen Salzes selbst in die Producte der Elektrolyse erforderliche, da ja die Lösung bei dem Vorgange keine Veränderung erfährt. Man kann nun statt der zur Zerlegung des festen Salzes nothwendigen Energie den Werth für die Bildung des Salzes aus den Componenten setzen, indem man die thermochemisch gemessene Gesamtenergie — die Bildungswärme — auf Grund der Berthelot'schen Regel als annäherndes Maass für die elektrisch gemessene freie Energie annimmt. Es ergiebt sich, dass die Berechnung der Löslichkeiten nach diesen Principien zu Werthen führt, die der Grössenanordnung nach mit den direct gemessenen übereinstimmen.

Nachdem so die weitreichende Bedeutung der elektrochemisch gemessenen Grösse der Zersetzungsspannung auf scheinbar abseits liegendem Gebiete sich gezeigt hatte, musste der Versuch lockend erscheinen, auch andere Thatsachen der Chemie auf Beziehungen zu jener Grösse zu prüfen. Schon vorher hatte, wie oben erwähnt, Bodländer sich mit dem Verhalten der Molekularverbindungen bei der Auflösung beschäftigt. So lag ihm jenes grosse Problem der anorganischen Chemie nicht fern, die Frage nach einer einheitlichen Systematik, welche die einfachen und die complexen Verbindungen umfasst. Er traf in seinen Erwägungen mit Abegg zusammen, und Beide begannen während der letzten Zeit ihres Göttinger Aufenthaltes die Arbeit über »Die Elektroaffinität, ein neues Princip der chemischen Systematik«, deren Abschluss erst jenseits ihres gleichzeitigen Fortganges von Göttingen fällt (37). Als Grundlage für die Systematik wird die Verwandtschaft der Elemente und der Radicale zur Elektricität angenommen. Einer völlig befriedigenden Durchführung steht die Thatsache im Wege, dass für diese »Elektroaffinität« sich ein exactes Maass nicht geben lässt. Ein solches würde etwa durch die Spannung bezeichnet sein, bei welcher die Ionen in ungeladene Atome von gleicher Concentration wie die Ionen übergehen. Es ist ersichtlich, dass bei der

Ueberführung der Ionen in die festen Elemente oder freien Gase andere Grössen sich der Elektroaffinität überlagern müssen. Es wird nun die — wie es scheint in der Mehrzahl der Fälle berechtigte — Annahme gemacht, dass die Entladungspotentiale der Ionen aus normaler Lösung der Elektroaffinität proportional sind. In seiner früheren Arbeit (34) hatte Bodländer gezeigt, dass bei den wenig löslichen Verbindungen die Löslichkeit in der Regel um so kleiner ist, je kleiner die Summe der Entladungspotentiale von Anion und Kation ist. Jetzt wird gefunden, dass auch die Neigung zur Complexbildung in regelmässiger Weise mit den Entladungspotentialen der Bestandtheile sich ändert und um so grösser wird, je kleiner diese sind. Die aufgestellten Beziehungen der Entladungsspannung zur Löslichkeit, Dissociation und Complexbildung haben bei ihrer Prüfung Abweichungen in nicht zu vernachlässigender Zahl erbracht, deren innere Gründe sich nicht immer in einfacher Weise angeben lassen. Andererseits ist unverkennbar geworden, dass die Gesetzmässigkeiten in der bezeichneten Richtung liegen. In jedem Falle hat die aufgestellte Theorie die experimentelle Forschung über Complexverbindungen ausserordentlich befreut. Abegg gibt (diese Berichte 36, 3686 [1903]) eine Zusammenstellung der durch sie angeregten Arbeiten, deren Zahl seitdem noch beträchtlich vermehrt worden ist. Für den Ausbau der Theorie wird es voraussichtlich wesentlich sein, ob die Grösse der Elektroaffinität einer directen Messung zugänglich gemacht werden kann. Aber auch wenn die Theorie durch eine andere zu ersetzen sein wird, hat sie die Kenntniss der Complexverbindungen erheblich vermehren helfen. »Es ist mit Meinungen, die man wagt«, sagt Goethe einmal, »wie mit Steinen, die man im Brette bewegt: sie können geschlagen werden, aber sie haben ein Spiel eingeleitet, das gewonnen wird.«

Auch in Göttingen setzte Bodländer seine altgewohnte Thätigkeit am Chemischen Centralblatt fort. Als einen willkommenen Zwang, seine Literaturkenntniss auf alter Höhe zu erhalten, wollte er und als wesentliches Moment für den bescheidenen Haushalt konnte er sie nicht entbehren. Und so war er, der seine Zeit stets so vorzüglich einzutheilen wusste, dass er für andere davon immer übrig hatte, regelmässig am Sonnabend Nachmittag allen unzugänglich und dictirte in seinem kleinen Arbeitszimmerchen der getreuen Mitarbeiterin eine nur durch die langjährige Uebung möglich gewordene Fülle von Referaten, welche den Lesern, die einen knappen Bericht, und den Autoren, die das Wesentliche ihrer Arbeiten betont zu sehen wünschten, in gleicher Weise genug thaten. Aber nicht nur ernstes Schaffen auf eigenen Wegen und liebevolle Vertiefung in das Schaffen Anderer haben diese Räume gesehen, sondern auch frohe Geselligkeit. Freilich

nur in ganz kleinem Kreise, denn sie waren bald gefüllt. Ausserdem hatte des Hauses Dachconstruction der Wohnung ihren Stempel mehr, als für den »Comfort« erwünscht war, aufgeprägt. Aber kein gerades Dach der Welt hat zufriedenere Menschen unter sich gesehen als dieses schräge Dach. Und manches Kapitel des Lieblingsdichters Dickens ist in diesen Räumen, die dazu geschaffen schienen, nicht nur gelesen, sondern gelebt worden.

Nicht das schlechteste unter ihnen war es, als eines Tages in diese Umgebung ein silberner Humpen von nicht gewöhnlichen Dimensionen gebracht wurde, ein Geschenk der Studirenden, gegeben wie die Liebe zu geben pflegt, mehr nach eigenen Neigungen, als in Erwägung der Neigungen des Empfängers. Es hatte sie alle gedrängt, ihrem Bedauern und ihrer Freude sichtbaren Ausdruck zu geben, als sie die Wendung in Bodländer's Schicksal vernahmen: Er war als ordentlicher Professor für physikalische Chemie und anorganisch-chemische Technologie an die Technische Hochschule in Braunschweig berufen worden.

»So himmelstürmerische Gedanken hege ich nicht«, hatte er vor Jahren an die Braut geschrieben, als sie ihn wieder einmal auf die akademische Laufbahn gewiesen hatte. Und nun wurde mit seltener Einmütigkeit der Zustimmung bei den Fachgenossen dieser Ruf aufgenommen. Sachlich und auch persönlich; denn er war ein Mensch, dem Andere Gutes gönnten.

So war Bodländer 43 Jahre alt geworden, als er in sichere und unabhängige Lebensstellung gelangte. Sie war ihm als äusserer Preis seiner Lebensarbeit zugefallen, obne dass er ein directes Streben darauf gerichtet hätte. Und so blieben denn die Triebkräfte, welche ihn zu wissenschaftlicher Production angeregt hatten, auch weiterhin in der früheren Stärke bestehen. Da aber die zahlreichen Hemmungen und Widerstände, welche des Lebens Noth und Zwang der freien Be-thätigung jener Kräfte entgegengestellt hatten, nunmehr fortfielen, so stiegen seine Leistungen an Zahl und Werth über das Frühere hinaus.

---

In der ersten Zeit war er vollkommen in Anspruch genommen durch die Einrichtung des neu begründeten Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie, sodann durch den Umfang der von ihm geforderten Vorlesungen. Aber die Mühe, welche er insbesondere auf diejenigen über anorganische Technologie zu verwenden hatte, trug ihm bald Früchte von der Art, d'e ihm immer als die erstrebenswerthesten erschienen waren: Er begann die Reihe seiner Untersuchungen zur Theorie technischer Processe, und er hatte die Freude,

bald Schüler zu finden, welche die experimentelle Durchführung unter seiner Anleitung übernahmen.

In einer mit P. Breull ausgeführten Arbeit behandelte Bodländer die Grundlagen des Ammoniak-Soda-Proesses vom Standpunkte der physikalischen Chemie (43). Es ist dies eine seiner gedankenreichsten Arbeiten, und er freute sich ihrer immer ganz besonders. Der erste Theil dürfte wohl eine der leichtest zugänglichen und dabei doch das Wesentliche berührenden Einführungen in die Thermodynamik chemischer Processe bilden. Die dem Vorgange des Solvay-Proesses zu Grunde liegende Reaction  $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{HCl}$  verläuft unter gewöhnlichen Umständen von rechts nach links. Die Wärmetönung der Reaction giebt keinen Anhalt für den Verlauf; sie ist negativ. Die freie Energie des Vorganges muss, da er von selbst verläuft, positiv sein. Bei dem technischen Process soll nun der Verlauf in umgekehrter Richtung erzwungen werden, er soll von links nach rechts vor sich gehen. Dies aber kann nach dem Gesagten nur unter Zuführung von Energie geschehen. Bodländer ermittelt die freie Energie des von selbst verlaufenden Proesses und damit also diejenige, welche bei dem erzwungenen Verlauf in der anderen Richtung zugeführt werden muss. Er bedient sich für die Rechnung des Gleichgewichts zwischen  $\text{H}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und seiner Beeinflussung durch Änderung der activen Masse der verschiedenen Componenten. Die dabei erforderlichen Daten hat er in einer vorbereitenden Arbeit (40) ermittelt. Nachdem dann noch durch Messungen die Löslichkeit des Natriumbicarbonats in Chlornatriumlösungen festgestellt ist, lässt sich berechnen, wie gross der Druck der in eine Kochsalzlösung gepressten Kohlensäure sein muss, um Natriumbicarbonat zum Ausfallen zu bringen. Gelingt es nun, den in Betracht kommenden Vorgang in einer reversibeln galvanischen Kette zum Ablauf zu bringen, so ist in der Messung der elektromotorischen Kraft dieser Kette jene berechnete Energiegrösse auch der directen Messung zugänglich gemacht. In der That lässt sich eine Gaskette bilden, in welcher der von selbst verlaufende Process, also die Reaction obiger Gleichung, von rechts nach links reversibel vor sich geht. Die gemessene elektromotorische Kraft stimmt mit der berechneten überein. Schickt man andererseits diese Energie in umgekehrter Richtung durch die Anordnung, so erhält man den umgekehrten Vorgang, die Bildung von Natriumbicarbonat.

Im Anschluss an diese Arbeit hat Bodländer später eine Methode zur Bestimmung von Kohlensäure in Gasgemischen ausgearbeitet (64), welche darauf beruht, dass der Säuretiter einer Bicarbonat-Lösung wächst, wenn ein kohlensäurehaltiges Gas, etwa Sauerstoff oder Luft,

durch die Lösung geleitet wird. Diese Änderung kann in bekannter Weise elektromotorisch gemessen werden, wozu eine handliche Apparatur angegeben wurde.

Weiter beteiligte sich Bodländer an der Durcharbeitung des Schwefelsäure-Contact-Versahrens, indem er in Gemeinschaft mit K. Köppen die Reactionsgeschwindigkeit bei Platin als Katalysator (57) und in origineller Anordnung die Gleichgewichte untersuchte. Nach Ausschaltung einer Fehlerquelle bei diesen Versuchen, die in der Sauerstoffabsorption durch Iridium-haltiges Platin erkannt wurde, hat Bodländer's Assistent R. Lucas die Versuche zu Ende geführt.

Die Lösung der grossen Aufgabe, die Bodländer als die zur Zeit wichtigste des Theoretikers in der Technologie erkannte, die Ermittlung der freien Energie chemisch-technischer Vorgänge, wurde erheblich gefördert in einem »Beitrag zur Theorie einiger technischer Reductions- und Oxydations-Processe« (52). Für die Beherrschung der technisch wichtigen Reduction von Oxyden durch Kohlenstoff unter Bildung von Kohlenoxyd bzw. Kohlensäure ist die Kenntniss der freien Bildungsenergie der Oxyde des Kohlenstoffs sowie deren Änderung mit der Temperatur und ebendasselbe für die in Betracht kommenden Metalloxyde erforderlich. Nernst hatte aus dem Dissociationsgleichgewicht zwischen Kohlensäure, Kohlenoxyd und Sauerstoff für verschiedene Temperaturen die Bildungsenergie der Kohlensäure berechnet. Es lässt sich mit den gleichen Daten die Bildungsenergie des Kohlenoxyds, die freie Energie von dessen Oxydation und diejenige für die Reduction der Kohlensäure durch Kohle erhalten. Die dazu kommende Kenntniss der Bildungswärme des Wasserdampfs erlaubt diejenige für die Reduction des Wassers durch Kohle, das heißt für die Entstehung des technisch wichtigen Wassergases zu berechnen und zugleich auch die Abhängigkeit der Zusammensetzung des Wassergases von der Temperatur. Die freie Energie der Reduction von Metalloxyden durch Kohle, z. B. des Zinkoxyds, ergibt sich aus der Bildungswärme des Oxyds und der Reductionstemperatur unter Entstehung von Kohlenoxyd, dessen freie Bildungsenergie bei dieser Temperatur der gesuchten gleich ist. Die Betrachtungsweise wird eingehend auch auf die Vorgänge in der Bessemerbirne angewendet. Anschliessend wird ein Oxydationsprocess discutirt, derjenige der Chlorgewinnung nach Deacon. Die Bildungsenergie der Salzsäure ist aus der elektromotorischen Kraft der Wasserstoff-Chlor-Gaskette bekannt, deren Temperatur-Coëfficient verschwindend ist. Die bei Zimmertemperatur viel grössere, freie Bildungsenergie des Wasserdampfes nimmt bei steigender Temperatur stark ab und erreicht schliesslich diejenige der Salzsäure, sodass sich ein Gleichgewicht zwischen Chlor, Salzsäure, Wasser und Sauerstoff herstellt.

bei welchem die freie Bildungsenergie des Wassers gleich derjenigen der Salzsäure sein muss. Aus der Kenntniss dieser beiden Bildungsenergien und ihrer Temperaturcoefficienten lässt sich die Zusammensetzung des Gemisches im Gleichgewicht angeben. Die Arbeit legt einerseits die Wichtigkeit der Ermittelung der freien Bildungsenergie für technische Processe dar und ist andererseits eine Anregung, die Kenntniss der den ausgeführten Berechnungen zu Grande liegenden Daten erneuter und erweiterter experimentellen Prüfung zu unterwerfen, wie es seitdem auch in einer Reihe von Fällen geschehen ist. Diese Gruppe von Arbeiten war nicht zum wenigsten in der Absicht unternommen, den Beweis zu liefern, dass die Vertretung der physikalischen Chemie auch an technischen Hochschulen nicht nur gerechtfertigt, sondern eine Nothwendigkeit ist. Auch eine noch nicht vollständig erschienene Arbeit über Causticirung (67) gehört hierher, in welcher das Gleichgewicht  $K_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 + 2KOH$  behandelt wird. Der Schluss, dass die Causticirung vollständiger werden muss, wenn statt der Calciumverbindung eine solche verwendet wird, deren Hydroxyd leichter und deren Carbonat schwerer löslich ist, wird in schlagender Weise durch die Verwendung von Strontium an Stelle des Calciums bestätigt, was auch von technischem Interesse ist, zumal die Regenerirung des Strontiumcarbonats leicht durchführbar ist.

Eine zweite Gruppe betraf die Weiterführung der Forschungen über die Complexverbindungen. Ihr Ziel ist die Aufklärung des Zustandes dieser Verbindungen in Lösung. Bereits früher hatte Bodländer die Chlorsilberammoniakverbindung untersucht (18) und durch Löslichkeitsversuche festgestellt, dass in Lösung eine Verbindung  $Ag_m(NH_3)_nCl_m$  vorhanden sei, in welcher  $n = m + 1$  sein müsse. Die Frage aber, ob diese Verbindung das auch in fester Form aufgefundene  $Ag_2(NH_3)_3Cl_2$  sei oder  $Ag(NH_3)_2Cl$  bzw.  $Ag_3(NH_3)_4Cl_3$  etc., musste damals offen bleiben. Bodländer entwickelt jetzt — in der Festschrift für Dedekind (44) — die Grundzüge einer Methode zur Ermittelung der Einzelwerthe von  $m$  und  $n$ . Die Entscheidung ist von Bedeutung für die in der Arbeit über Elektroaffinität berührten systematischen Fragen, wie auch für die Beziehungen der Kräfte, welche die Bestandtheile im krystallirten und im gelösten Zustande zusammenhalten. In einzelnen Fällen lässt sich die vollständige Formel des in Lösung befindlichen Complexsalzes schon erhalten aus der Löslichkeit des einen Bestandteils des Complexsalzes, der in Wasser für sich wenig löslich ist (Chlorsilber, Kupferchlorür, Zinkcyanid etc.) in Gegenwart wechselnder Mengen des zweiten Bestandteils (Ammoniak, Chlorkalium, Cyankalium). Allgemein anwendbar dagegen und sichere Entscheidung gebend ist eine andere Methode. Sie besteht in der-

Messung der elektromotorischen Kraft von Concentrationsketten unter Verwendung von Elektroden aus dem im Complex enthaltenen Schwermetall. Die elektromotorische Kraft giebt dabei das Verhältniss der vorhandenen einfachen Ionen des Schwermetalls in den beiden zu einer Kette verbundenen Lösungen. Dieses Verhältniss wird auf zwei verschiedene Arten variiert; einmal, indem beide Lösungen den gleichen Gehalt des einfachen Metallsalzes führen und der Zusatz des Complexbildners verschieden stark bemessen wird, das andere Mal, indem der Complexbildner in gleicher Concentration verwendet und der Zusatz des einfachen Metallsalzes verschieden gemacht wird. In beiden Fällen ändert sich nach dem Massenwirkungsgesetz, angewendet auf den Zerfall des Complex-Ions, die Concentration der Metall-Ionen, und die elektromotorische Kraft ergiebt nach der Nernst'schen Formel die Grösse dieser Aenderung. Misst man so an Lösungen von Chlorsilber in Ammoniak, welche komplexe Kationen der Formel  $\text{Ag}_m(\text{NH}_3)_n$  enthalten, mit Silberelektroden die elektromotorische Kraft einer Concentrationskette, deren beide Lösungen gleich viel Chlorsilber, aber verschiedene bekannte Mengen von Ammoniak enthalten und darauf an solchen, deren Lösungen gleiche Mengen Ammoniak, aber verschiedene Mengen von Chlorsilber enthalten, so erhält man die Werthe von m und n, die in diesem Falle die Verbindung  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$  ergeben, also nicht die im festen Zustande gefundene Verbindung  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_2$ . Die Potentialmessungen ergeben unmittelbar die Gleichgewichtsconstante der Zerfallreaction des Complexes und liefern so ein Maass für die Festigkeit des Zusammenhalts des Complexions. Während die Formeln der Complexsalze von Interesse für die Frage nach der Valenz oder Nebenvalenz oder Coordinationszahl der Elemente sind, ist die Beständigkeit der Complexe von Wichtigkeit für die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Fähigkeit der Elemente, komplexe Verbindungen zu bilden und deren übrigen Eigenschaften. Es kann hier nicht der Ort sein, alle die Arbeiten, welche Bodländer's fruchtbarer Gedanke gezeigt hat (46, 49, 59, 60, siehe auch das Referat von R. Lucas über die Arbeiten von Bodländer's Schülern in dem seinem Andenken gewidmeten Heft der Zeitschr. für Elektroch. 1905), im einzelnen zu besprechen. So werthvolle Beobachtungen etliche von ihnen enthalten, das Princip der Untersuchung bleibt das gleiche. Wir haben auf solche Weise Kenntniss der Formeln einer grossen Anzahl von Complexverbindungen im Zustande der Lösung erhalten und ebenso Kenntniss der Beständigkeit der Complexe, die durch Untersuchungen von anderen Seiten noch ergänzt und vermehrt wurden. Zu einer vollkommenen befriedigenden Theorie der Complexverbindungen scheint es zunächst noch eines Fortschreitens auf diesem Wege zu bedürfen. »Der Geist«, sagt Jakob Grimm einmal, »der im

herbeigeschafften Material schläft, wird mit der Zeit schon erwachen oder erweckt werden.«

So hatte sich trotz der Höhe der Anforderungen, welche Bodländer nothwendig an seine Mitarbeiter stellen musste, ein stattlicher Kreis um ihn zusammengefunden, der in ihm den Lehrer erkannt hatte, dem es zwar nicht gegeben war, mit eindrucksvollem Worte die Gedanken einer grösseren Menge in von ihm gewollte Bahnen zu zwingen, der aber in persönlicher Unterweisung den Einzelnen auf die ihm irgend errichbare Höhe zu heben wusste. Ihm leitete dabei ein ernstes Pflichtgefühl gegenüber denjenigen, welche sich ihm anvertraut hatten, zugleich aber die Freude, die eigene Kraft mehr der eigenen Begabung gemäss verwenden zu können. Niemals hat er aus freien Stücken Versuche zu den Gedanken Anderer angestellt, eine Befriedigung im Experimeutiren an sich gefunden; aber gern und häufig, so gerade in seinen besten Arbeiten, hat er mit eigenen Gedanken fremden Versuchen, die als todter Stoff dalagen, Leben gegeben. Und so konnten auch jetzt noch, während hülfreiche Hände ihm für Experimentalarbeiten zu Gebote standen, Arbeiten wie die oben geschilderte über die freie Energie chemisch-technischer Processe und andere entstehen, welche vorhandene Daten unter neuen Gesichtspunkten verknüpfen und damit erst an die rechte Stelle im Bestande der Wissenschaft rücken.

Zudem hatte er zwar die ständigen Referate am Centralblatt aufgegeben, aber in der Aufforderung, dem alten stark in Rückstand gerathenen »Jahresbericht der Chemie« wieder zu seiner früheren angesehenen Stellung zu verhelfen, gern den Anlass zu einem Ersatz für die so viele Jahre erfolgreich geübte Thätigkeit gesehen. Es gelang denn auch, Dank der treuen Mitarbeit von W. Kerp, in das Vorhandene Ordnung zu bringen und das Werk in kurzer Zeit erheblich zu fördern (39, 41, 42, 45, 53, 56, 64, 65). Gewohnt aber, gerade die neueste Literatur mit der Gründlichkeit zu verarbeiten, die fast von selbst zu schriftlicher Fixirung drängte, übernahm er außerdem den Bericht über die physikalische Chemie im Jahrbuch der Chemie (61).

So konnte er seine Kenntniss der Literatur auf gewohnter Höhe erhalten. Hatte er doch in der sicheren Beherrschung des Vorhandenen das seiner Natur gemäss Fundament zur Weiterarbeit erkannt. Und ob er gleich in der Bezeichnung als »gelehrtester Chemiker«, die ihm von sehr hochgeschätzter Seite einmal gegeben wurde, nicht nur das Lob empfand, so hat er doch in klarer Selbstbeurtheilung gerade hier die beste Quelle seiner Kraft erkannt und hat neidlos anderen

zugesehen, denen ein Gott gegeben hatte, weniger beschwert in höherem Fluge und kühnerer Intuition werthvollere Beute heim zu bringen.

Wie in der Wissenschaft, die ihm Beruf war, so waren umfassende Kenntnisse ihm Bedürfniss auch da, wo er in freier Neigung sich erging. Er hatte es sich zur Gewohnheit gemacht, jeden Tag etwa eine Viertelstunde irgend etwas ganz abseits vom Fach Liegendes zu lesen. Wenn man aber das durch ein Leben »mit Folge« thut, so kommt man wohl auch darin eine Strecke. Bodländer hielt es für eine Nothwendigkeit, dass ein Naturforscher über die Grundlagen der Erkenntnisstheorie unterrichtet sei. »Wie ein Physiker Fernrohr und Galvanometer untersuchen muss, mit denen er arbeitet, sich klar machen, was er damit erreichen, wo sie ihn täuschen können, so schien es mir geboten, auch die Leistungsfähigkeit unseres Denkvermögens zu untersuchen.« Im Sinne dieser Worte von Helmholtz beschäftigte er sich, immer wieder zurückkehrend, mit den »thatsächlichen Fragen, über die bestimmte Antworten gegeben werden konnten und mussten«. Und so hat er auch sein »Philosophiren« auf die Basis sicherer Kenntnisse gestellt und blieb unablässig bemüht, sie weiter auszustalten. Noch in Braunschweig hat er eine Vorlesung über Kant in regelmässigem Besuche gehört.

Während er damit Studien weiter fortsetzte, denen sein Bemühen von jeher gegolten hatte und die ihn durch alle Noth des Lebens begleitet hatten, konnte er einen Jugendtraum, der eine andersartige Geistesthätigkeit anstrehte, erst jetzt erfüllen, nachdem er zu einer ihm gemässen Freiheit gelangt war. In den wenigen Jahren, die ihm nur noch gegönnt waren, zog er mit der Gattin um die Osterzeit nach Italien. Aber kein Stipendiat, der zu ausführlichem Bericht verpflichtet war, hätte sich gründlicher darauf vorbereiten können. Die Mussestunden des Winters waren zu geschichtlichen und kunsthistorischen Studien benutzt worden, und in den Wochen dann in Florenz oder ein anderes Mal in Rom konnte das, was in Wort und Tradition ihm bereits vertraut war, zum lebendigen Begriff werden. Dass er aber dabei recht eigentlich von innen heraus wuchs, das konnte Denen nicht zweifelhaft sein, die noch die kleinen Zimmer unter dem schrägen Dach in Göttingen gekannt hatten. Keinerlei Kunstwerk hatte sich darin gefunden, aber man gewahrte etwas weit Selteneres: das Fehlen alles Geschmacklosen und Banalen. Nun aber, da in bescheidenen Grenzen auch eine positive Bethätigung ermöglicht war, erzählte der Schmuck des schönen und behaglichen Heims leise noch immer, aber doch vernehmlich, von der Sonesart seiner Bewohner.

Fünf Jahre hat er hier noch gelebt — ein glücklicher und zufriedener Mensch; oft in stiller Verwunderung, dass das Leben so über alles Hoffen auch äusserlich noch sich ihm günstig erwiesen hatte. Denn dass er innerlich vor Vielen begünstigt war, so insbesondere durch seine ungewöhnliche Arbeitskraft, dessen war er sich — klar wie in allem, so auch über sich selbst — wohl bewusst. Hierzu kam jener Factor, von dem im letzten Grunde am meisten das dauernde Wohlgefühl des Menschen abhängt, ein glückliches Temperament. Er pflegte den Stoff zum Aerger nicht in sich zu verarbeiten, sondern fand überall bald den Punkt, wo ein versöhnlicher Humor lindernd in die Betrachtung eingreifen konnte. Er wollte in Wahrheit allezeit nicht loben oder tadeln, sondern zu verstehen suchen.

Wie er aber für alles, was seinen Geist beschäftigte, ein breites Fundament sicherer Wissens suchte, so hat er auch hier den Gleichklang bei Spinoza begrüsst und war in ernstem, lange fortgesetztem Studium in ihn eingedrungen, wobei naturgemäss weniger die metaphysischen Bestandtheile als der ethische und psychologische Gehalt ihn anzogen. Nicht weil ihm, wie manchem, den es auf den gleichen Weg getrieben hat, eine ersehnte Ruhe dort sich zeigte, sondern er erbaute sich daran, dass er für die eigene Ruhe da den schönsten Ausdruck fand. »Ich nenne es »Erbauen«, sagt Goethe einmal, »wenn man für das, was man für das Rechte hält, die Bestätigung und die Belege findet.« Mit solcher Gesinnung, in der er einen Jeden als reales Wesen nahm, das nicht anders handeln kann, als es thut, wurde es ihm leicht, mit den Menschen zu leben, ohne dass er je sich mit dem Eindruck beschäftigt hätte, den er auf andere machte. Soweit mir Aeusserungen von Freunden, Collegen und Schülern vernehmbar wurden, kann dieser Eindruck nicht wesentlich verschieden gewesen sein von dem, welchen diese Blätter zu gestalten versuchten und der in der Göttinger Zeit, als wir während zweier Jahre Sonntag für Sonntag zusammen in die schöne Umgebung hinauswanderten, sich formte und festigte.

Wie geistig so auch körperlich war er von kernhafter Gesundheit. Darum achtete er es nur gering, als gegen Ende des Jahres 1904 ein Leiden sich zeig'e, das zuerst als ein bartnäckiger Katarrh angesehen wurde, dessen Grund aber später in dem Eindringen eines Fremdkörpers in die Lunge vermutet wurde. In der Ruhe der Weihnachtsferien hoffte er Genesung zu finden und lebte in Plänen für künftiges Schaffen in alter Kraft. Da trat am Nachmittage des ersten Weihnachtstages plötzlich eine innere Blutung ein, und in wenigen Minuten hatte er kampflos geendet. Nur seine Gattin war bei ihm, wie sie bei ihm gewesen war . . . und hier am Schlusse möge auch davon die Rede sein dürfen, was gerade der, der am meisten davon wusste,

m meisten zu berühren sich scheute . . . wie sie bei ihm gewesen war als guter Geist in hoffnungsvoller Jugendzeit, da er aus der Enge es Kaufmannsstandes zum Lichte wissenschaftlicher Thätigkeit sich ufrang; bei ihm war und siegessicher in die Zukunft wies, als die Nogen von Noth und Sorge selbst die Höhe seines Idealismus überluthen wollten; die mit ihm gearbeitet, mit ihm gedacht und sein bestes anderes Leben mit ihm gelebt hatte.

Still und zufrieden wie immer — »es ist eigentlich ganz hübsch, ich auch einmal so pflegen zu lassen« sagte er — und ohne die leiste Ahnung von dem, was bevorstand, ging das Leben auch noch in den letzten Tagen. Sein reger Geist hatte nach Lectüre verlangt, und der Arzt hatte solche leichter Art gestattet. Als er aber kam, als Bodländer Spinoza's Ethik — das Buch, dessen beste Weisheit ein Leben erfüllt hatte: »In ordinandis nostris cogitationibus et imaginibus semper attendendum est ad illa, quae in unaquaque re bona sunt, ut sic semper ex laetitiae affectu ad agendum determinemur.«

Göttingen, im December 1905.

Alfred Coehn.

#### Verzeichniß der Arbeiten Bodländer's.

1. Ueber das optische Drehungsvermögen isomorpher Mischungen aus den Dithionaten des Bleis und des Strontians. Inaugural-Dissertation. Breslau 1882.
2. Gemeinsam mit E. Ungar: Der Zinngehalt der in verzinnten Conservenbüchsen aufbewahrten Nahrungs- und Genuss-Mittel und seine hygienische Bedeutung. Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege 1, Bonn 1883.
3. Die Ausscheidung aufgenommenen Weingeistes durch den Körper. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 32, 398 [1883].
4. Experimenteller Beitrag zur Narkose. Centralbl. f. klin. Med. 1884, 16.
5. Zur Wirkung der Trichloressigsäure. Centralbl. f. klin. Med. 1885, 7.
6. Berichtigung zu dieser Arbeit. Centralbl. f. klin. Med. 1885, 12.
7. Ein neuer Apparat zur Bestimmung des thierischen Gaswechsels. Zeitschr. f. klin. Med. 11, 552 [1887]; Med. Centralbl. 25, 340 [1887].
8. Ueber den Einfluss des Weingeistes auf den Gaswechsel. Zeitschr. f. klin. Med. 11, 548 [1887]; Med. Centralbl. 25, 340—341 [1887].
9. Die Wasserausscheidung durch die menschliche Haut nach Aufnahme von Weingeist. Zeit-chr. f. klin. Med. 13, Heft 5 [1888].
0. Gemeinsam mit E. Ungar: Ueber die toxischen Wirkungen des Zinns, mit besonderer Berücksichtigung der durch den Gebrauch verzinnter Conservenbüchsen drohenden Gefahren. Zeitschr. f. Hyg. 2, 241—296. Bonn 1887.

11. Ein neues Fleischpepton. Bonn 1884.
12. Zur Analyse der Peptone. Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege **2**, 179 — 190 [1886].
13. Gemeinsam mit I. Traube: Ueber die Unterscheidung von Eiweisskörpern, Leimen und Peptonen auf capillarimetrischem Wege. Diese Berichte **19**, 1871 [1886].
14. Gemeinsam mit I. Traube: Ueber die Grenzzahl des in spirituosen Getränken zulässigen Fuselgehalts. Report. f. anal. Chemie, 15. Februar. Hannover 1887.
15. Ein Doppelsalz der Unterschwefelsäure. Chem.-Ztg. **14**, 1140 — 1141 [1890].
16. Ueber die Löslichkeit einiger Stoffe in Gemischen von Wasser und Alkohol. Z. P. **7**, 308 — 322 [1891].
17. Ueber die Löslichkeit von Salzgemischen in Wasser. Ztschr. f. physik. Chem. **7**, 358 — 366 [1891].
18. Das Verhalten der Molekularverbindungen bei der Auflösung. Ztschr. f. physik. Chem. **9**, 730 — 743 [1892].
19. Entstehung von Melilith beim Brennen von Portlandzement. Jahrb. f. Min. **1892**, I, 53 — 56.
20. Die Zusammensetzung des Melilith. Jahrb. f. Min. **1893**, I, 15 — 21.
21. Ueber kobalthaltigen Eisenspath von der Grube Ende in Hartebornthal (Neunkirchen-Liegen). Jahrb. f. Min. **1892**, II, 236.
22. Versuche über Suspensionen. I. Jahrb. f. Min. **1893**, II, 147 — 168; Gött. Anz. **1893**, 267 — 276.
23. Das Gasbaroskop, ein neuer Apparat zur Gewichtsbestimmung von Gasen. Zeitschr. f. angew. Chem. **1894**, 425 — 431.
24. Das Gasbaroskop und dessen Anwendung für die Stickstoffbestimmung nach Dumas und für die Bestimmung der Dampfdichte nach V. Meyer. Diese Berichte **27**, 2263 — 2264, 2894 [1894].
25. Die Zusammensetzung des Polybasits. Jahrb. f. Min. **1895**, I, 98 — 100.
26. Das Gasgravimeter, ein bequemer Apparat für chemische Analysen auf gasometrischem Wege. Zeitschr. f. angew. Chemie **1895**, 49 — 55.
27. Ueber die Löslichkeit einiger Stoffe in Gemischen von Wasser und Alkohol. Zeitschr. f. phys. Chemie **16**, 729 — 730 [1895].
28. Nekrolog auf Moritz Traube. Diese Berichte **28**, 1085 [1885].
29. Die Chemie des Cyanidverfahrens. Zeitschr. f. angew. Chemie **1896**, 583 — 587.
30. Lehrbuch der Chemie für Studirende und zum Selbststudium. 1. Band: Anorganische Chemie. Verlag von F. Enke, Stuttgart 1896.
31. Abnorme Gefrierpunktserniedrigungen. Zeitschr. f. phys. Chemie **21**, 378 — 382 [1896].
32. Ueber die Constitution einiger Legirungen. Berg- und Hüttenm. Ztg. **56**, 279 — 282, 331 — 334 [1897].
33. Ueber feste Lösungen. N. Jahrb. f. Min. Beilageband **12**, 52 — 114. [1898].
34. Ueber Beziehungen zwischen Löslichkeit und Bildungswärme von Elektrolyten. Zeitschr. f. phys. Chemie **27**, 55 — 74 [1898].

5. Ueber feste Lösungen. N. Jahrb. f. Min. 1899, II, 181—187.
6. Gemeinsam mit A. Coehn: Löslichkeit und Dielektrizitätstante. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte 70, II, 120—122 [1898].
7. Gemeinsam mit R. Abegg: Die Elektroaffinität, ein neues Prinzip der chemischen Systematik. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 20, 453—490 [1899].
8. Ueber langsame Verbrennung. Stuttgart 1899: Sammlung Ahrens, Bd. III, H. 11 u. 12.
9. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften, Jahrgang 1893, Braunschweig 1900.
10. Ueber die Löslichkeit der Erdalkalcarbonate in kohlensäurehaltigem Wasser. Zeitschr. f. phys. Chem. 35, 23—32 [1900].
11. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1896, Braunschweig 1901.
12. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1897; Braunschweig 1901.
13. Gemeinsam mit P. Breull: Beiträge zur Theorie technischer Prozesse. I. Die Bildung des Natriumbicarbonats. Zeitschr. f. angew. Chemie 14, 381—390, 405—413 [1901].
14. Die Untersuchungen von complexen Verbindungen. Sonderabdruck aus der Festschrift zur Feier des 70. Geburtstages von Rich. Dedekind. S. 153—182. Braunschweig, Vieweg 1901.
15. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1894. Braunschweig 1901 und 1902.
16. Gemeinsam mit R. Fittig: Das Verhalten der Molekularverbindungen bei der Auflösung. II. Zeitschr. f. phys. Chemie 39, 597—612 [1902].
17. Ueber die relative Stärke der Salz- und Salpeter-Säure. Diese Berichte 35, 99—102 [1902].
18. Gemeinsam mit O. Sackur: Ueber die relative Stärke der Salz- und Salpeter-Säure, Erwiderung an Hrn. O. Kühling. Diese Berichte 35, 1255 [1902].
19. Gemeinsam mit O. Storbeck: Beiträge zur Kenntniss der Cuproverbindungen. I. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 31, 1—41 [1902]. II. Zeitschr. f. anorg. Chemie 31, 458—476 [1902].
20. Gemeinsam mit R. Abegg: Elektroaffinität als Grundlage der Klassification anorganischer Verbindungen. Amer. chem. Journ. 28, 220—228 [1902].
21. Zur Elektrolyse geschmolzener Salze. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 32, 235—238 [1902].
22. Beitrag zur Theorie einiger technischer Reductions- und Oxydations-Prozesse. Zeitschr. f. Elektrochemie 8, 833—843 [1902].
23. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1895. Braunschweig 1902 und 1903.
24. Gemeinsam mit R. Abegg: Das Problem der Systematisirung der anorganischen Verbindungen. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 34, 180—186 [1903].

- 
- 55. Technische Bedeutung der Katalyse. Zeitschr. f. Elektrochemie 9, 732—736 [1903].
  - 56. Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie. Für 1898. Braunschweig 1903 und 1904.
  - 57. Gemeinsam mit K. Köppen: Beiträge zur Theorie technischer Prozesse. I. Bildungsgeschwindigkeit von Schwefelsäureanhydrid bei Anwesenheit von Platin. Zeitschr. f. Elektrochemie 9, 559—668 [1903].
  - 58. Gemeinsam mit K. Köppen: Beiträge zur Theorie technischer Prozesse. II. Gleichgewichte zwischen  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$  und  $\text{O}_2$ . Zeitschr. f. Elektrochemie 9, 787—794 [1903].
  - 59. Ueber einige komplexe Metallverbindungen. Diese Berichte 36, 3933—3945 [1903].
  - 60. Gemeinsam mit W. Eberlein: Ueber die Zusammensetzung der in Lösung existirenden Silberverbindungen des Methyl- und Aethyl-Amins. Diese Berichte 36, 3945—3951 [1903].
  - 61. Jahrbuch der Chemie, herausgegeben von Richard Meyer. Braunschweig 1901. Physikalische Chemie.
  - 62. Gemeinsam mit W. Eberlein: Complexe Silbersalze. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 39, 197—239 [1904].
  - 63. Zeitgrößen der Complexbildung, Complexconstanten und atomistische Dimension. Zeitschr. f. Elektrochemie 10, 604—607 [1904].
  - 64. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1899. Braunschweig 1904.
  - 65. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1904, Heft 1 und 2.
  - 66. Elektrometrische Kohlensäure-Bestimmung. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte 76, II, 1, 89 [1904].
  - 67. Ueber Kausticirung. Ges. Deutsch. Naturf. und Aerzte 76, II, 1, 139 [1904].
  - 68. Gemeinsam mit K. Idaszewski: Versuche über das elektrolytische Verhalten von Schwefelkupfer. Zeitschr. f. Elektrochemie 11, 161 [1905].
-