

Walter Nernst zu seinem sechzigsten Geburtstag.

Von E. H. RIESENFIELD, Berlin.

Am 25. Juni 1864 wurde Walter Nernst in Briesen in Westpreußen geboren. Wie die meisten unserer großen Naturforscher hatte er eine humanistische Gymnasialausbildung. Er erhielt diese auf dem Gymnasium in Graudenz, an dem er 1883 das Abiturientenexamen ablegte. Nernst studierte der Reihe nach in Zürich, Berlin, Graz und Würzburg. In Graz hörte er Ludwig Boltzmann, dessen Persönlichkeit von allen seinen akademischen Lehrern den größten Eindruck auf Nernst gemacht hat. Die exakt atomistische Vorstellung jedes Naturgeschehens, das „mechanische Bild“ als Forschungsmittel, das Nernst später zur höchsten Kunst entfaltete, hat er von ihm. Aber mehr als auf dem Gebiete der theoretischen Physik lag seine Neigung auf dem der experimentellen Forschung. Daher verwandte er in Graz seine Hauptzeit zu experimentellen Studien, die er auf Anregung und in Gemeinschaft mit dem dortigen Physiker Albert von Ettlinghausen, dem er später sein bekanntes Lehrbuch widmete, ausgeführt hat. Auch seine Dissertation, auf Grund deren er im Jahre 1887 in Würzburg bei Friedrich Kohlrausch promovierte, schließt sich an diese Arbeiten an. Sie ist betitelt: „Über die elektromotorischen Kräfte, welche durch den Magnetismus in von einem Wärmestrom durchflossenen Metallplatten geweckt werden“. Auf sie stützte sich seinerzeit Paul Drude, als er eine Theorie der Leitfähigkeit der Metalle aufstellte. Wohl aus dem Gefühl heraus, daß die Zeit noch nicht reif sei, diese thermoelektrischen Untersuchungen fortzusetzen, ist Nernst später nie mehr auf sie zurückgekommen. Sie sind noch nicht überholt, und wenn auf Grund unserer heutigen Kenntnisse vom Bau der Atome eine neue Theorie der metallischen Leitfähigkeit aufgestellt werden sollte, so wird man die Untersuchungen von Nernst und Ettlinghausen nicht unbeachtet lassen können. In Würzburg lernte Nernst Svante Arrhenius, der damals gleichfalls bei

Kohlrausch arbeitete, und Emil Fischer kennen, der zwei Jahre vorher als Nachfolger von Joh. Wislicenus als Ordinarius der Chemie dorthin berufen war. Zusammen mit Arrhenius kehrte er nach seiner Promotion in das ihm liebgewordene Graz zurück und setzte dort seine Arbeiten mit Ettlinghausen fort.

1887 war Wilhelm Ostwald, der durch sein bekanntes, zweibändiges „Lehrbuch der allgemeinen Chemie“ das Interesse für physikalische Chemie neu geweckt hatte, als Professor für diese Disziplin nach Leipzig gekommen. Um sich einen Assistenten zu suchen, reiste Ostwald nach Graz zu Arrhenius. Dieser empfahl Nernst, der die Stelle annahm und sich damit der physikalischen Chemie zuwandte.

In erstaunlich kurzer Zeit arbeitete er sich in das neue Gebiet ein. Schon im folgenden Jahre wurde „Die Theorie der Diffusion“¹⁾ veröffentlicht, in der die Grundgedanken zu Nernsts Theorie der elektromotorischen Kraft enthalten sind. In abgeschlossener Form erschien diese Untersuchung 1889 als Habilitationsschrift.

Durch diese Abhandlung, betitelt „Die elektromotorische Wirksamkeit der Ionen“²⁾, ist die osmotische



Theorie der elektromotorischen Kraft von Konzentrationsketten und galvanischen Elementen, die Nernst Weltruf brachten, geschaffen und vollendet worden. Sie hat im Laufe der Jahrzehnte keine wesentlichen Veränderungen mehr erfahren. Nicht viele Theorien haben sich so fruchtbar und sicher gefügt erwiesen, wie diese. Sie bildet die Grundlage der wissenschaftlichen Elektrochemie und trug mit bei zu den erstaunlichen Fortschritten der elektrochemischen Technik. Alle Nachbarwissenschaften wurden durch sie gefördert, und die Begründung neuer Wissenschaften, z. B. der Elektrobiologie durch sie erst ermöglicht.

¹⁾ Z. phys. Ch. 2, 613 [1888].

²⁾ Z. phys. Ch. 4, 129 [1889].

Um Ostwald hatte sich damals ein Kreis gleichstrebender, junger Forscher gebildet, die auch viele fröhliche Stunden zusammen verlebten. Arrhenius, der in der Zwischenzeit bei van't Hoff in Amsterdam gewesen war, Gustav Tammann, James Walker, Max Le Blanc, Wilhelm Meyerhoff und auch die beiden anderen Assistenten Ostwalds, Ernst Beckmann und Julius Wagner gehörten zu diesem.

Im Sommersemester 1889 berief Brühl, der an Stelle des vom Lehramt zurückgetretenen Bunsen in Heidelberg die Vorlesung über Experimentalchemie las, Nernst als Vorlesungsassistenten. Nernst blieb nur das eine Semester in Heidelberg, kehrte im Winter nach Leipzig zurück und ging Ostern 1890 auf Veranlassung von Eduard Recke an das physikalische Institut der Universität Göttingen. Im folgenden Jahre erhielt er einen Ruf nach Gießen, lehnte ihn aber ab, da er in Göttingen ein Extraordinariat erhielt und Recke ihm eine selbständige Abteilung an seinem Institut übertrug. Im Jahre 1894 wurde Nernst als Nachfolger seines früheren Lehrers Boltzmann, der nach Wien übersiedelte, nach München berufen. Um ihn in Göttingen zu halten, wurde für ihn ein neues Ordinariat geschaffen, und er erhielt ein eigenes Institut, das Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie. In diesem entfaltete Nernst eine intensive und umfassende Forschungstätigkeit, die sich über das ganze Gebiet der physikalischen Chemie erstreckte. Um den richtigen Eindruck der gewaltigen Produktionskraft Nernsts zu erhalten, muß man seine und seiner Schüler Arbeiten als ein gemeinsames Ganzes zusammenfassen. Denn die Zusammenarbeit im Nernst'schen Institut war eine so innige, daß jeder an den Arbeiten des anderen teilnahm, und alle gemeinsam dem von Nernst gesteckten Ziele entgegenstrebten. Durch die Aufstellung der Theorie der elektromotorischen Kräfte war der Eingang in ein weites, unerforschtes Gebiet erzwungen, in dem in schneller Folge viele wertvolle Entdeckungen gemacht wurden: die Theorie der Polarisation und kapillar-elektrischen Erscheinungen, die Theorie des Bleiakkumulators und anderes mehr. Das Studium der elektrolytischen Erscheinungen an der Grenzfläche zweier Lösungsmittel führte zu einer Theorie der elektrischen Nervenreizung, die für die weitere Entwicklung der Nervenphysiologie von Bedeutung wurde, die Messung der elektromotorischen Kräfte der Metalle zur Beobachtung der Überspannung und Definition der Wasserstoff-Normalelektrode usw. 1891 stellte Nernst den Verteilungssatz auf, der auf allen Gebieten der Chemie vielseitige praktische Anwendung gefunden hat. Eine große Anzahl physikalisch-chemischer Meßmethoden wurde von ihm oder auf seine Anregung hin teils neu geschaffen, teils verfeinert. Es sei hier nur an die bekannte Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten, an die Molekulargewichtsbestimmungen durch Gefrierpunktniedrigung in verdünnten Lösungen, an die Dampfdichtemessungen bei extrem hohen Temperaturen und an die Konstruktion einer Mikrowage erinnert. Andere Reihen von Untersuchungen beschäftigten sich mit dem Massenwirkungsgesetz und der Reaktionsgeschwindigkeit. Nernst erkannte, wie wichtig es wäre, einfache Gasgleichgewichte bei hohen Temperaturen zu untersuchen. So wurden das Wasser-, Stickoxyd-, Ammoniakgleichgewicht und viele andere, die auch für die Entwicklung der Technik von grundlegender Bedeutung wurden, in seinem Institute studiert, und neue Methoden zur Verfolgung der Dissoziationserscheinungen bei den höchsten, erreichbaren Temperaturen geschaffen. Das Studium der gegenseitigen Löslichkeitsbeeinflussung der

Salze, der Auflösungsgeschwindigkeit von festen Stoffen, der Empfindlichkeit der Indicatoren und vieles andere gehören auch hierher. Neben diesen rein theoretischen Arbeiten beschäftigte sich Nernst mit Fragen von technischer Bedeutung. Hierzu sind seine Studien über den Verbrennungsvorgang in Gasmotoren und über die Elektrizitätsleitung in geglühten Oxyden zu zählen, die zur Erfindung des Nernstlichts führten. Wenn der Oxydstift durch die Metallfadenlampe an Wirtschaftlichkeit übertrffen ist, so ist er doch für gewisse Zwecke (z. B. Galvanometerablesungen) noch heute allen anderen Lichtquellen überlegen, und es ist daher sehr zu hoffen, daß die Nernststiftfabrikation, die aus wirtschaftlichen Gründen schon seit Jahren eingestellt ist, wieder aufgenommen wird.

Schon im Beginn seiner Göttinger Zeit (1892) hatte Nernst seine „Theoretische Chemie“ geschrieben. Sie bildete ursprünglich die Einleitung in Dammers „Handbuch der anorganischen Chemie“, erschien kurz darauf als selbständiges Lehrbuch, hat bald die weiteste Verbreitung gefunden und ist noch heute das in allen Kulturländern am meisten benutzte physikalisch-chemische Lehrbuch. In Gemeinschaft mit A. Schönflies schrieb er die Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, ein Buch, das in seiner 10. Auflage ebenso beliebt ist, wie bei seinem ersten Erscheinen vor bald 30 Jahren. In Gemeinschaft mit W. Borchers gründete Nernst das „Jahrbuch der Elektrochemie“. Auch gehörte er zu den Gründern der Deutschen elektrochemischen Gesellschaft (späteren Deutschen Bunsengesellschaft) und redigierte einige Jahre lang die von dieser herausgegebene „Zeitschrift für Elektrochemie“. Durch diese trockene Aufzählung, die aber weit davon entfernt ist, erschöpfend zu sein, habe ich mich bemüht, ein anschauliches Bild von der rastlosen, vielseitigen und erfolgreichen Tätigkeit Nernsts in seiner Göttinger Zeit zu geben.

Im Jahre 1905 wurde Nernst als Nachfolger Landolt nach Berlin berufen. Im ersten Semester seiner Berliner Tätigkeit konnte er nur eine theoretische Vorlesung lesen und wählte hierzu die Thermodynamik. Während der letzten Vorlesungsstunden wurde es ihm klar, daß man, um aus Wärmedaten chemische Gleichgewichte berechnen zu können, zu der sogenannten klassischen Thermodynamik als Zusatzhypothese die Annahme hinzufügen müsse, daß die Änderung der freien Energie mit der Temperatur in der Nähe des absoluten Nullpunkts gleich Null wird. Es gehörte der nahezu einzig dastehende Spürsinn Nernsts dazu, eine solche Hypothese zu finden und das Bewußtsein einer Treffsicherheit, wie es nur ganz großen Männern zu eigen ist, um zu wagen, eine so kühne Hypothese aufzustellen.

Der größte Teil der Laboratoriumstätigkeit des physikalisch-chemischen Instituts der Berliner Universität wurde der experimentellen Bestätigung der durch dieses neue heuristische Prinzip vorausgesagten Erscheinungen gewidmet. Vor allen Dingen erwies es sich notwendig, die Abnahme der spezifischen Wärme bei tiefen Temperaturen bis möglichst nahe an den absoluten Nullpunkt heran zu verfolgen. Hierzu waren der Bau einer einfachen Wasserstoffverflüssigungsanlage und die Ausbildung neuer Meßmethoden erforderlich. Wie früher auf dem Gebiete der hohen Temperaturen, so erweiterte Nernst jetzt auf dem der tiefen Temperaturen die Grenze der experimentellen Forschung. Neben der großen theoretischen sei hier besonders auf die praktische Bedeutung dieses Satzes hingewiesen, der heute als Nernst'scher Wärmesatz oder dritter Hauptsatz der Thermodynamik bezeichnet wird. Wie die Elektrochemie durch

Aufstellung der Theorie der elektromotorischen Kraft, so wurde die Thermodynamik durch Aufstellung des dritten Hauptsatzes zu einer auch für den praktischen Chemiker unentbehrlichen Disziplin. Denn es läßt sich jetzt, wenn auch nur näherungsweise, jedes chemische Gleichgewicht aus Wärmetönung und chemischer Konstante vorausberechnen.

Diese erfolgreiche und erfolgversprechende Tätigkeit wurde 1914 durch den Ausbruch des Weltkrieges jäh unterbrochen. Die Schüler, In- und Ausländer, die soeben noch friedlich zusammen gearbeitet hatten, eilten zu den Waffen und standen sich bald zum Teil feindlich gegenüber. Auch Nernst stellte sich der Heeresverwaltung zur Verfügung und wurde, nachdem er kurze Zeit als Automobilfahrer tätig war, mit kriegschemischen Arbeiten betraut. Der Erfolg und die Bedeutung derselben geht wohl am besten daraus hervor, daß sein Name an erster Stelle unter denen stand, deren Auslieferung das feindliche Ausland verlangte. Daneben aber fand er immer noch Muße zu wissenschaftlicher Konzentration, und so schrieb er „in Zeiten von Trübsal und Not“, wie er selbst im Vorwort 1917 sagt, „Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes“.

Nach dem Kriege wandte er sich wieder rein wissenschaftlichen Arbeiten zu. Er nahm jetzt das Studium photochemischer Erscheinungen auf, und unter seiner Leitung wurden Arbeiten ausgeführt, welche bewiesen, daß der Primärvorgang photochemischer Prozesse dem Einsteinischen Gesetz entsprechend die quantenmäßige Energieaufnahme ist. Außerdem wandte er seine Aufmerksamkeit mehr und mehr kosmischen Fragen zu, worüber an anderer Stelle ausführlich berichtet wird.

Im Jahre 1922 übernahm Nernst als Nachfolger Emil Warburgs das Präsidium der Physikalisch-technischen Reichsanstalt, das er nur zwei Jahre lang inne hatte. Er hat in dieser schwersten Zeit der Geldentwertung sich mit Erfolg bemüht, die nötigen Mittel zu schaffen, um die wissenschaftlichen Arbeiten dieser Anstalt ungestört weiterzuführen. Auch gelang es ihm, die Vereinigung der Phys.-Techn. Reichsanstalt und der Reichsanstalt für Maß und Gewicht durchzusetzen. Für eigene experimentelle und theoretische Tätigkeit blieb ihm dabei nur wenig Zeit. Nernst schätzt seiner ganzen Veranlagung nach die Tätigkeit des Forschers und Lehrers höher als die des Verwaltungsbeamten. Er zog es daher vor, zu Ostern dieses Jahres den durch den Tod von Heinrich Rubens frei gewordenen Lehrstuhl für Physik an der Universität Berlin zu übernehmen.

Die Bedeutung Nernsts für die Entwicklung der Chemie darf nicht nur nach dem beurteilt werden, was in seinem Institut geleistet wurde, sie erstreckt sich noch wesentlich weiter dadurch, daß Nernst, wie selten einer, es verstand, wissenschaftliche Schule zu machen, und daß der Einfluß seines Wirkens sich auch in den späteren Arbeiten seiner Schüler zeigte. Nicht nur viele von denen, welche heute in Deutschland in Wissenschaft und Technik an ersten Stellen stehen, haben ihre Ausbildung durch Nernst erhalten, auch sehr viele der ersten Chemiker und Physiker des Auslandes bezeichnen sich mit Stolz als Nernstschüler.

Schon als junger Dozent — mit 25 Jahren schuf er die Theorie der elektromotorischen Kraft — hat Nernst sich Weltruf erworben. Aber es folgten nicht, wie bei so vielen anderen, denen auch ein großer Wurf gelang, Jahre des Schweigens. Mit sicherem Blick erkannte er, welche Probleme mit den jeweils der Forschung zur Verfügung stehenden Mitteln lösbar seien und ging dann mit rastloser Energie an ihre Bewältigung. So reihte er eine wissenschaftliche Großtat an die andere und hat bis in

die letzten Jahre hinein eine seltene Produktivität bewiesen.

So ziemlich alle Ehrenbezeugungen, welche wissenschaftlichen Größen seines Ranges erteilt zu werden pflegen, hat er erhalten. Er ist Ehrendoktor aller Fakultäten und Mitglied aller bekannten Gesellschaften der Wissenschaften außer denen des feindlichen Auslandes, aus deren Liste er zu Kriegsbeginn gestrichen wurde. Er war Rektor der Universität Berlin, ist Ritter des Ordens Pour le Mérite, Nobelpreisträger usw.

Äußere Ehrungen werden ihm zu seinem 60. Geburtstage kaum mehr geboten werden können. Aber was wir ihm bieten können und wollen, ist der herzlichste Glückwunsch und Dank seiner Freunde und Schüler, aller Fachgenossen in Chemie und Physik und der Ungezählten, die aus dem Aufblühen dieser beiden Wissenschaften und ihrer Technik Nutzen gezogen haben. Das neue Arbeitsgebiet, dem sich der Jubilar jetzt zuwendet, wird neue Aufgaben stellen. Wir wünschen Nernst, daß er sie mit gleichem Erfolg lösen möge wie alle früheren und dadurch die Welt im kommenden Dezenium seines Lebens mit neuen Gedanken beschenke und der Wissenschaft neue Wege weise.

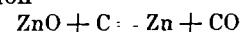
[A. 111.]

Der Mechanismus der hüttenmännischen Zinkgewinnung.

Von MAX BODENSTEIN.

Nach Versuchen von Dr.-Ing. P. Windelband.

Vor einigen Jahren habe ich gemeinsam mit Friedrich Schubart¹⁾ über Versuche berichtet, welche das Gleichgewicht der in der Zinkmuffel sich abspielenden Reaktion

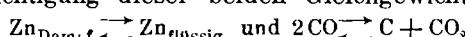


zum Gegenstand hatten. Wir hatten dabei gefunden, daß das System $\text{ZnO} + \text{C}$ in der Muffel weit über die Temperatur erhitzt werden muß, wo der Druck der Gase $\text{Zn} + \text{CO}$ im Gleichgewicht eine Atmosphäre erreicht, daß also zugunsten einer flotten Reaktionsgeschwindigkeit die Gleichgewichtsbedingungen weit überschritten werden müssen.

Das Gleichgewicht ließ sich beobachten in Versuchen, in denen bei tagelang festgehaltenen Temperaturen der Druck der entwickelten Gase verfolgt wurde, und hier zeigte sich, daß der Druck einer Atmosphäre bei etwa 770° schon erreicht wird — während die Temperatur der flotten Reduktion je nach der Kohlesorte zwischen 1030 und 1080° liegt.

Bei dieser niedrigen Temperatur ist aber auch das ganze Gleichgewichtssystem ein anderes geworden: Es tritt neben dem dampfförmigen auch flüssiges Zink auf, und das Kohlendioxyd, das bei den hohen Temperaturen im Gleichgewicht über Kohlenstoff völlig zurücktrat, hat hier erhebliche Konzentrationen angenommen.

Eine genaue Durchrechnung der Beobachtungen mit Berücksichtigung dieser beiden Gleichgewichte



haben wir damals noch nicht vorgenommen, weil für diese letzteren neue experimentelle Bestimmungen in Aussicht standen. Diese liegen zwar jetzt vor²⁾, aber die genannte Durchrechnung mag trotzdem noch zurückstehen, weil seitens des Herrn Dipl.-Ing. Theiß in Hannover noch eine Untersuchung im Gange ist, um die Messungen von Schubart, die ja nur wenig zahlreich sind, zu vertiefen.

¹⁾ Z. Elektroch. 23, 105 [1917]; Metall u. Erz 14, 177 [1917].

²⁾ Insbesondere Braune, Z. anorg. Ch. 111, 109 [1920] (Dampfdrucke des Zinks).