

---

**Hans-Georg Bartel**

**Walther Nernst**

Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band 90  
1989 BSB B. G. Teubner Leipzig

Abschrift und LaTeX-Satz: 2023

<https://mathematikalpha.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Jugend, „Lehr- und Wanderjahre“</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Die Göttinger Zeit</b>	<b>15</b>
3.1	Beginn der Laufbahn als Hochschullehrer . . . . .	16
3.2	Die frühen Göttinger Arbeiten . . . . .	21
3.3	Das neue Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie . . . . .	23
3.4	Die Forschungen ab 1895 . . . . .	28
3.5	Die Nernst-Lampe . . . . .	32
3.6	Fachkollege und Hochschullehrer . . . . .	36
3.7	Sonstiges und Privates . . . . .	41
<b>4</b>	<b>Berlin</b>	<b>45</b>
4.1	Das Jahr 1905 . . . . .	45
4.2	Der III. Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	51
4.3	Im ersten Weltkrieg . . . . .	61
4.4	Nernst als Wissenschaftsorganisator . . . . .	64
4.5	Rückkehr zur Physik . . . . .	67
4.6	Die wissenschaftliche „Familie“ . . . . .	72
4.7	Der private Bereich . . . . .	74
<b>5</b>	<b>Die letzten Jahre</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>Ehrungen und Gedenken</b>	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>Chronologie</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>Nachweis der Zitate</b>	<b>88</b>

# 1 Vorwort

Eines Menschen Leben, was ist's?  
Doch Tausende können Reden über den Mann, was er und wie er's getan.  
J.W.v. Goethe (Venezianische Epigramme 36)



1 Walther Nernst  
(25. 6. 1864 bis 18. 11. 1941) (Porträt von Max Liebermann, 1912)

Es ist eine merkwürdige Erscheinung, dass einige bedeutende und daher ziemlich allgemein bekannte Gesetze der Natur zwar mit dem Namen Walther Nernst verbunden werden, dass man sonst aber fast immer auf Unkenntnis stößt, wenn man nach dem Leben und der Persönlichkeit dieses Wissenschaftlers fragt. Zuweilen werden noch anekdotenhafte Episoden in die Erinnerung gerufen oder pauschale Urteile über die Bedeutung des Gelehrten abgegeben.

Das ist umso bemerkenswerter, da Walther Nernst zu Lebzeiten durchaus anerkannt war und ihm größte Hochachtung und Wertschätzung entgegengebracht wurde. Diese äußert sich in zahlreichen Aufsätzen, die aus Anlass von Jubiläen und Gedenktagen oder als Nekrolog sein Leben, sein Werk und seine Persönlichkeit ehren und würdigen. Und doch ist der Mann, den viele Menschen aus Wissenschaft, Kultur und Politik des In- und Auslandes kannten, nie eigentlich populär gewesen wie etwa Albert Einstein oder Max Planck, obwohl er, dem Leben stets zugewandt, sich niemals in seiner Wissenschaft versteckt hat, einer Popularisierung seiner Person nicht abgeneigt war, ja Erfindungen hervorgebracht hat, die für den allgemeinen Bedarf bestimmt waren, und der häufig zitierte Satz Einsteins

"I have never met any one who resembled him in any essential way (Ich habe nie wieder jemanden getroffen, der ihm auch nur in irgendeinem Punkt ähnlich gewesen wäre)"  
[1]

wohl unbedingt zutreffend ist. Ebenso besitzt die Feststellung Kurt Mendelssohns "In ihm verkörpert sich alles Gute und Rechtschaffene jener eigenartigen, dynamischen Zeit" [2], einen hohen Wahrheitsgrad. Tatsächlich war das 19. Jh. zugleich das Säkulum der Elektrizität, der Thermodynamik und der Chemie.

Die ersten beiden zum Nutzen und Fortschritt mit der letzteren verbunden zu haben ist in bedeutendem Maß auch das Verdienst Nernsts. Er hat die thermodynamische Elektrochemie ebenso vollenden helfen wie die klassische Thermodynamik. Aber auch der technischen Nutzung dieser Gebiete hat er sich erfolgreich zugewandt.

Zu diesen Leistungen für Naturwissenschaft und Technik befähigte ihn die Gabe, das Mögliche und das Notwendige zu erkennen, Gesetze und Strukturen in der Natur zu erahnen und richtig vorauszusagen. Dem Modernen, dem Neuen und Voranschreitenden ist er zugetan. Er ist geschäftstüchtig und ein guter und engagierter Organisator, eine Fähigkeit, die er in erster Linie für die Wissenschaft einsetzt.

Er ist kein trockener Gelehrter, liebt die Kunst, die Jagd, das Reisen, das Leben auf dem Lande, gutes Essen und schöne Frauen. Zuweilen dichtet er, betreibt in geringem Umfang Politik und landwirtschaftliche Forschungen. Nernst kennt keinerlei Vorurteile. Er ist ein hervorragender und erfolgreicher Lehrer.

Diese Aufzählung lässt sich sicher noch ergänzen. Man hat auch sonst immer, wenn man über Nernst spricht oder schreibt, selbst über ein Teilproblem, das Gefühl, vieles vergessen zu haben oder hinzufügen zu müssen, ein Umstand, der bei der Vielseitigkeit und Bedeutung des Gelehrten durchaus verständlich wird.

Nernsts Größe kann auch daran abgelesen werden, dass nicht selten Kritik an der einen oder anderen Meinung oder Verhaltensweise geübt wird. Auch wenn diese im Detail richtig ist, so kann sie nicht die Leistungen Nernsts herabsetzen und zeigt am Ende doch nur, dass er kein überirdischer Genius, sondern ein genialer Mensch war, zu dessen wesentlichen Merkmalen es zählt, dass er sich auch irrt oder zu Fehleinschätzungen kommt.

Wenn man das Gesagte berücksichtigt, ist es umso verwunderlicher, dass es neben den vielen biographischen Aufsätzen lange keine eigentliche Biographie Nernsts gegeben hat. 1964, anlässlich des 100. Geburtstages des großen Gelehrten, hat Wilhelm Jost die noch lebenden Nernst-Schüler aufgefordert, eine solche zu schreiben. Kurt Mendelssohn, der Nernst selbst nur in den letzten Jahren von dessen akademischer Laufbahn kennengelernt hat, unternahm mit seinem Buch "The World of Walther Nernst", das später unter dem Titel "Walther Nernst und seine Zeit" in deutscher Sprache erschien, in dieser Richtung einen ersten Versuch.

Leider aber leidet die flüssige Darstellung, die weit über eine Nernst-Biographie hinausgeht, an historischer Ungenauigkeit und Unkorrektheit.

So muss der Versuch noch einmal gewagt werden, da das erhoffte Ziel ebenso lohnend wie dessen Erreichen notwendig ist. Da von den eigentlichen Schülern aus der großen Zeit in Berlin oder gar Göttingen wohl niemand mehr am Leben ist, muss das persönliche Erleben des beliebten Lehrers durch eine 20jährige Tätigkeit an der Wirkungsstätte Walther Nernsts in der Berliner Bunsenstraße, von der immer noch genügend Faszination ausgeht, ersetzt werden.

Trotzdem habe ich mich auch um eine ausführliche Darstellung der Göttinger Periode bemüht, da sie sonst verhältnismäßig kurz abgehandelt wurde. Im Leben Walther Nernsts und für sein Gesamtwerk ist diese Zeit gerade von außerordentlicher Bedeutung.

Der zur Verfügung stehende Raum und die Fülle von Daten und Problemen, die das Leben und Schaffen Walther Nernsts auszeichnen, geboten jedoch insgesamt eine Beschränkung. Vollständigkeit konnte aus objektiven Gründen ohnehin nicht das Ziel sein, sondern vielmehr den Leser kurz und doch in gewissem Sinn erschöpfend mit einer so bedeutenden Persönlichkeit, wie sie Walther Nernst verkörpert, bekannt zu machen.

Daher bin ich der B.G.Teubner Verlagsgesellschaft sehr dankbar, dass sie mir die Möglichkeit dazu eingeräumt hat. Herrn Prof.Dr.Friedrich Herneck, der mich mit freundlichem und wertvollem Rat unterstützte, und Herrn Dr.Hans Dietrich, Leitender Lektor der Verlagsgesellschaft, mit welchem zusammenzuarbeiten nicht nur angenehm, sondern auch hilfreich war, bin ich zu großem Dank verpflichtet.

Dezember 1987

Hans-Georg Bartel

## 2 Jugend, „Lehr- und Wanderjahre“

Es hatte unter den Vorfahren Walther Nernsts keine Naturforscher gegeben, und der Tod beider Söhne im ersten Weltkrieg machte jede Möglichkeit, dass weitere Träger des inzwischen weltberühmten Namens den Ruhm des Vaters fortsetzen können, zunichte.

Schon seit dem Ende des 17. Jh. sind Vorfahren Walther Nernsts in Prenzlau als Handwerker bekannt. Der mit Friedrich Schiller gleichaltrige Urgroßvater Johann David war Pastor an der Marienkirche dieser Stadt, der Großvater Philipp pachtete das Gut Potzlow bei Prenzlau.

Der Vater schließlich, Gustav Nernst, der Ottilie Nerger geheiratet hatte, war Richter. Während seiner Amtszeit in Briesen (heute Wabrzezno/VR Polen) wurde Walther Hermann Nernst am 25. Juni 1864 als drittes Kind, dem noch zwei Geschwister folgen sollten, geboren. Die Familie siedelte allerdings bald nach dem nahen Graudenz (heute Grudziadz/VR Polen) über, wo der Vater nun als Landgerichtsrat tätig war. Hier durchlebte der spätere Gelehrte seine Kindheit, "genoss ... den Schulunterricht" [3a], besuchte und absolvierte das humanistische Gymnasium.

Obwohl die Traditionen des Elternhauses und die Verhältnisse an den Bildungseinrichtungen der Kleinstadt im damaligen Westpreußen nicht gerade dafür prädestiniert waren, eine naturwissenschaftliche Laufbahn vorzubereiten, so bedingte doch der nach industrieller Entwicklung und damit nach wissenschaftlicher und technischer Erkenntnis strebende Zeitgeist, dass einer solchen keine Schranken gesetzt wurden, dass sie sogar in einem gewissen Grade eine Förderung erfuhr.

So hatte besonders die Einstellung zur Chemie seit dem Anfang des Jahrhunderts eine starke Wandlung erfahren. Justus v. Liebig musste am Ende des zweiten Jahrzehnts noch das Gelächter seiner Schulkameraden und seines Lehrers am Gymnasium ertragen, als er den Wunsch äußerte, Chemiker zu werden. Auch Jacobus Henricus van't Hoff stieß noch auf Unverständnis seiner Eltern, als er 1869 dasselbe Anliegen vortrug. Im Falle des Gymnasiasten und Abiturienten Nernst war es schon ganz anders.

Während der Schulzeit sind aber bei Walther Nernst auch andere Neigungen stark ausgeprägt, denen er während seines ganzen Lebens nachging. Wie der Großvater hatte der Bruder der Mutter, Rudolf Nerger, ein Gut gepachtet, die Domäne Engelsburg in der Nähe von Graudenz.

Hier lebte der Onkel mit seiner Frau Anna und fünf Töchtern. Hierher zog es Walther Nernst in den Ferien und an vielen freien Wochenenden. Aus diesen Erlebnissen entsteht eine lebenslange Liebe zum Landleben und zur Jagd, die seine einzige sportliche Betätigung bleibt.

Das Land außerhalb der Städte sollte für Nernst immer wieder eine Rolle spielen, bis dahin, dass er später selber Güter kaufte, auf denen er seine Freizeit und schließlich seinen Lebensabend zubrachte. Die Landsitze Nernsts waren Orte vieler Zusammenkünfte mit Kollegen, Mitarbeitern und Schülern, von denen man häufig Worte der Dankbarkeit für die dort verlebten Stunden hört.

Auf der "Dom. Engelsburg bei Graudenz" empfing 1891 der Privatdozent Dr. Nernst die Nachricht, dass er zum außerordentlichen Professor berufen wurde.

Als der erste Weltkrieg ausbrach, war Nernst mit seinen Schülern auf seinem Rittergut Rietz bei Treuenbrietzen, so dass er von dem folgenschweren Ereignis erst bei seiner Rückkehr nach Berlin erfuhr. In Oberzibelle bei Muskau starb Walther Nernst in ländlicher Umgebung. Dass Nernst die Wurzeln seiner Liebe zum Landleben in seinen Aufhalten in Engelsburg sah, bewies er u.a. dadurch, dass er die Erbschaft, die ihm vom Vater zufiel, seiner Tante schenkte, damit sie das Gut nach dem Tode des Onkels erhalten konnte, und dass er seiner jüngsten Tochter den Namen Angela (angelus, lat. = Engel) gab.

Besondere Fähigkeiten und Neigungen zeigten sich bei Walther Nernst seit der Schulzeit im Umgang mit dem Lateinischen. Seinem Vater las er auf dessen Wunsch lateinische Texte vor, und seine glänzende Abschlussrede am Graudener Gymnasium hielt er in dieser Sprache.

Auch die engen Beziehungen zum Theater und zur Schauspielkunst setzten sich in späteren Jahren fort und zeigten sich in gewissen Eigenheiten des Gelehrten. Sein Auftreten, seine Überraschung beim Erhalt von Nachrichten waren nicht selten von guter schauspielerischer Qualität. In der Graudener Zeit hatte er alle Inszenierungen des dortigen Theaters gesehen. Die Zuneigung zu den Musen war so stark, dass er zeitweilig den Wunsch hatte, Schauspieler oder Dichter zu werden.

Schließlich war aber der Einfluss eines Gymnasiallehrers und eines im Keller des Elternhauses eingerichteten Laboratoriums stärker, so dass sich die Naturwissenschaften als Studien- und Berufsziel herausbildeten. Zuvor musste noch das Abitur abgelegt werden. In bezug auf das dabei erreichte Ergebnis kann man große Persönlichkeiten wohl in zwei Gruppen einteilen. Die einen bestehen ihr Abitur mit Mühe, so dass es später einen Anlass zum Erstaunen gibt, die anderen erzielen die besten Erfolge, was als selbstverständlich angesehen wird. Zu den letzteren gehörte Walther Nernst, der das Gymnasium als primus omnium seines Jahrgangs verließ.

Mit einer humanistischen und musischen Bildung ausgerüstet und emotional sowie rational der Natur zugetan, konnte Walther Nernst sich im April 1883 in die Universitätsliste einschreiben, um sich "dem Studium der Physik, Chemie und Mathematik zu widmen" [3a].

Zuerst besuchte er die Universität von Zürich. In seinem Lebenslauf von 1890 [3a] nennt Nernst als seine Lehrer dort nur den Chemiker Victor Merz und den Mathematiker Arnold Meyer. Sicher wird er aber auch den Physiker Heinrich Weber kennengelernt haben. Dieser hatte 1875 bei einigen Elementen (z. B. Bor, Calcium, Silicium) sehr niedrige Werte der Wärmekapazität festgestellt, aber deren Anwachsen mit steigender Temperatur aufzeigen können.

Diese Erkenntnisse stellten später einen der Ausgangspunkte dar, die Nernst zur Entdeckung des III. Hauptsatzes der Thermodynamik führten.

Die nächste Station ist für kurze Zeit Berlin. Wieder nennt Nernst 1890 nur den Physikochemiker Hans Heinrich Landolt und den Mathematiker Hermann Georg Hettner als Lehrer. Hermann v. Helmholtz, der damals Vorlesungen über Thermodynamik hielt, wird dort nicht erwähnt. Immerhin wusste Nernst 1890 noch nicht, dass er 15 Jahre

später der Nachfolger Landolts werden sollte und einmal die Wohnungen von Helmholtz beziehen würde.

Nach einem weiteren Semester, das Nernst wieder in Zürich zubringt, geht er nach Graz, das er etwa ein halbes Jahrhundert später am 17. Februar 1936 in einer Rede im österreichischen Rundfunk als seine zweite wissenschaftliche Heimat bezeichnet. Der Wechsel der Universitäten, der damals durchaus üblich war, hat bei Nernst in erster Linie den Aspekt der Zielgerichtetheit.

Er will die Naturwissenschaften studieren und sich dabei sogleich den modernsten Erkenntnissen und Richtungen annähern. Sich einer studentischen Verbindung anzuschließen, sieht er als sinnlos und zeitraubend an.

Nach Graz zieht Nernst vorrangig Ludwig Boltzmann, der durch seine Arbeiten zur statistischen Begründung der Thermodynamik ab 1877 (Definition der Entropie mit Hilfe der Wahrscheinlichkeit) das atomare Konzept in die Physik einführte, das sich seit den Ideen John Daltons für die Chemie schon als außerordentlich fruchtbar erwiesen hatte. Von dem Theoretiker Boltzmann übernimmt Nernst die Neigung, komplizierte Sachverhalte durch anschauliche Modelle zu verdeutlichen, die beide Gelehrte in ihrer Lehrtätigkeit auszeichnete.

Mathematische Physik studiert Nernst in Graz bei Heinrich und Franz Streintz sowie Ignaz Klementic.

Als Nernst nach Graz kam, musste er allerdings mit Enttäuschung feststellen, dass Boltzmann nur einen Anfängerkurs las. Dieser vermittelte daher den schon fortgeschrittenen Studenten an seinen ehemaligen Schüler Albert v. Ettingshausen. Unter dessen Leitung sollte Nernst ein experimentelles Thema bearbeiten, das Boltzmann selbst stellte und für welches er schon ein theoretisches Resultat erhalten hatte. Das meint Nernst, wenn er schreibt:

"In den Jahren 1885 u. 1886 führten Professor v. Ettingshausen u. ich in Graz eine Experimentaluntersuchung über die Einwirkung des Magnetismus auf strömende Elektrizität und Wärme aus, deren Resultate in drei, der Wiener Akademie vorgelegten Abhandlungen niedergelegt sind." [3a]

Nach wenigen Jahren des Studierens befindet sich Nernst damit an der Spitze der Forschung. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind heute als Ettingshausen-Nernst-Effekte bekannt.

Schon 1887, nach vier Jahren Studium, wurden die Arbeiten als Doktordissertation verteidigt, dann allerdings bereits am Physikalischen Institut der Königlichen Julius-Maximilian-Universität zu Würzburg. Die vorgelegte Arbeit hatte den etwas umständlichen Titel "Über die elektromotorischen Kräfte, welche durch den Magnetismus in von einem Wärmestrome durchflossenen Metallplatten geweckt werden".

Da schon bald Paul Drude den Wert der Forschungen für die Schaffung seiner Metallbindungstheorie erkannte und die Effekte Bedeutung für die moderne Festkörperphysik besitzen, sollen ihre Aussagen kurz erwähnt werden. In einem Elektronenleiter, etwa einem Metall, fließe ein Wärmestrom. Wenn auf diesen ein Magnetfeld einwirkt, so



entsteht senkrecht zu diesem und senkrecht zum Wärmestrom eine elektrische Spannung.

Dieser sog. 1. Ettingshausen-Nernst-Effekt stellt somit ein Analogon zum Hall-Effekt dar, bei dem der Wärmestrom durch einen elektrischen ersetzt ist. Behält man die Anordnung des 1. Effektes bei, so bezeichnet man die Erscheinung, dass sich in Richtung des Wärmestromes eine Temperaturdifferenz ausbildet, als den 2. Ettingshausen-Nernst-Effekt.

Es sei am Rande erwähnt, dass es außerdem noch einen gesonderten Ettingshausen- und einen Nernst-Effekt gibt. Bei ersterem handelt es sich im Gegensatz zu der gerade beschriebenen thermomagnetischen Erscheinung um eine galvano-magnetische, denn er besagt, dass beim Fließen eines elektrischen Stromes durch einen Leiter in Bandform in einem Magnetfeld senkrecht zum Strom und zum Feld eine Temperaturdifferenz entsteht.

Der Nernst-Effekt hängt mit demjenigen zusammen, der nach Jean Charles Athanase Peltier benannt ist und nach welchem in einem von einem elektrischen Strom durchflossenen Leiterkreis aus zwei unterschiedlichen Metallen an den Lötstellen Wärme erzeugt oder vernichtet wird. Die an Eisen, Nickel und Bismut beobachtete Erscheinung, nach welcher der Peltier-Effekt im Magnetfeld gegenüber dem feldfreien Zustand eine Änderung erfährt, ist die Aussage des Nernst-Effektes.

Aber kehren wir nach Würzburg zurück. Auch hierher war Nernst durch eine große Forscherpersönlichkeit gezogen worden, durch den Physiker Friedrich Kohlrausch, in dessen Laboratorium modernste Forschung auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre betrieben wurde.

Diese Arbeiten stehen im engsten Verhältnis zur Elektrochemie, einem Wissenschaftszweig, der damals noch kein Jahrhundert alt war. Durch Michael Faraday war am Anfang der 30er Jahre des 19. Jh. der Begriff des Ions in die Wissenschaft eingeführt worden, und seit 1853 untersuchte Wilhelm Hittorf die Ionenwanderung. Nun war u.a. die Frage aktuell, ob das 1826 von Georg Simon Ohm entdeckte Gesetz auch auf Elektrolytlösungen anwendbar ist.

Da man bisher bei den Untersuchungen Gleichstrom verwendete, hatten die Experimente wegen der einsetzenden Elektrolyse keinen Fortschritt erzielt. Seit 1869 hatte sich nun Kohlrausch dem Problem der Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen zugewandt. Er benutzte dabei Wechselspannung.

Dadurch und durch eine Reihe weiterer Verbesserungen zur Erhöhung der Messgenauigkeit gelang es ihm und seinem Schüler August Nippoldt zu zeigen, dass das Ohmsche Gesetz auch für Elektrolytlösungen gültig ist. Weitere Forschungen und die Einführung der konzentrationsbezogenen Leitfähigkeit hatten ihn 1879 zum Gesetz von der unabhängigen Wanderung der Ionen geführt, nach welchem die auf die Konzentration bezogene Leitfähigkeit sich durch Summieren der Beweglichkeiten der einzelnen Ionen ergibt.

Etwa ein Jahr vor dem Eintreffen Nernsts im Herbst 1886 in Würzburg hatte Kohlrausch entdeckt, dass sich die molare Leitfähigkeit jedes Elektrolyten bei unendlicher

Verdünnung einem Grenzwert nähert.

Diese Arbeiten Kohlrauschs wurden etwas ausführlicher dargestellt, da die Elektrochemie für Walther Nernst bald von vorrangiger Bedeutung werden und für lange Zeit bleiben sollte. In Würzburg ist Nernst aber noch einer Reihe weiterer Persönlichkeiten begegnet, die für sein Leben zum Teil von starkem Einfluss waren.

Da ist zunächst der Chemiker Johannes Wislicenus, der der modernen Entwicklung der Chemie im Gegensatz zu manchen Fachkollegen sehr aufgeschlossen gegenüber stand. Immerhin hatte er die deutsche Übersetzung der Arbeit van't Hoff's über die räumlichen Strukturen der Moleküle veranlasst.

Mathematik studierte Nernst in Würzburg bei Friedrich Emil Prym und mathematische Physik möglicherweise bei Carl Adolf Joseph Krazers. Der Nachfolger von Wislicenus, Emil Fischer, gehörte später in Berlin zum unmittelbaren Kollegenkreis von Nernst.

Außer diesen Lehrern lernte Nernst einen anderen Forscher kennen, der sich als Gast in Würzburg aufhielt und mit dem sich eine lebenslange enge wissenschaftliche und persönliche Beziehung entwickelte. Er lenkte den jungen talentierten Wissenschaftler in die Richtung, die für sein Schaffen entscheidend war, die physikalische Chemie. Die Rede ist von dem schwedischen Naturwissenschaftler Svante Arrhenius.



2 Der junge Doktor Nernst im Kreise seiner Lehrer und Kollegen (v.l.n.r. stehend: 1. Nernst, 3. Arrhenius; sitzend: 2. v. Ettingshausen, 3. Boltzmann)

Kurz zuvor (1884) hatte er in seiner Dissertation in Stockholm die Grundgedanken der Dissoziationstheorie entwickelt, die wiederum einen der Eckpfeiler der Elektrochemie darstellt. 1886 hatte er eine Reihe von Studienaufenthalten begonnen, die ihn, gefördert durch ein Stipendium, zu den bedeutendsten Stätten der physikalisch-chemischen Forschung: führte.

Die erste Station war das Laboratorium von Wilhelm Ostwald in Riga gewesen. Nun war er in Würzburg, wohin ihn wie Nernst die Forschungen Kohlrauschs gezogen hatten. Natürlich mussten den derartig vorgebildeten und an den fortschrittlichsten Richtungen der Naturforschung interessierten Nernst die Erkenntnisse von Arrhenius und die Erzählungen von Ostwald und dessen Arbeiten brennend interessieren. Das Jahr 1887 ist in verschiedener Hinsicht für die physikalische Chemie von Bedeutung. Zusammen mit van't Hoff gründete Ostwald in Leipzig die Zeitschrift für physikalische Chemie, das

Organ dieser Fachrichtung, in deren erster Ausgabe die vervollständigte elektrolytische Dissoziationstheorie von Arrhenius und die allerdings bereits 1885 in drei Arbeiten dargelegte Theorie der verdünnten Lösungen von van't Hoff publiziert werden.

Am 10. Mai verteidigte Nernst seine Dissertation, das Ergebnis ist - wie zu erwarten - summa cum laude. Das Sommersemester verbrachte er wieder in Graz. Hier fand die erste, für die Zukunft der physikalischen Chemie bedeutende Begegnung Nernsts mit Ostwald statt. Dieser befand sich damals auf einer Rundreise zu mehreren deutschen Universitäten, die er noch von Riga ausgehend unternahm.

Ostwald bot Nernst eine Assistentenstelle in seinem Institut an. Es wurde verabredet, dass Nernst im Herbst nach Riga kommen sollte. An seine Frau Helene teilte Ostwald befriedigt am 23. Juni mit:

"Nach der Herzlichkeit, mit welcher mir alle Lebewohl sagten, habe ich ihnen ebenso gut gefallen, wie sie mir; ... und der Dr. Nernst will nach Riga kommen, um unter meiner Leitung zu arbeiten." [4a]

Allerdings erhielt Ostwald noch in diesem denkwürdigen Jahr den Ruf nach Leipzig auf den Lehrstuhl für physikalische Chemie als Nachfolger von Gustav Wiedemann, so dass Nernst ihm dorthin folgte. Damit war der entscheidende Schritt getan, den Nernst selbst zweiundeinhalbes Jahr später mit folgenden Worten kommentiert:

"Im October 1887 folgte ich einem Anerbieten des Herrn Professor Ostwald, Direktor des II Chemischen Laboratoriums der Universität Leipzig, als Assistent für Physik in diesem Institute thätig zu sein. Von meinem Chef in das Grenzgebiet der Physik und Chemie, die physikalische Chemie, eingeführt, habe ich mich in meinen Arbeiten fortan auf diesem Gebiete bewegt." [3a]

Die Zielstrebigkeit und die Fähigkeiten des jungen Doktors machten es möglich, dass in kurzer Zeit fünf Publikationen erscheinen konnten, von denen eine zusammen mit dem Amerikaner Morris Loeb und eine andere mit Ostwald angefertigt worden waren. Die erste Arbeit, die Nernst in der Zeitschrift für physikalische Chemie veröffentlichte, hatte der "Chef" angeregt und trägt den Titel "Über die Bildungswärmen der Quecksilberverbindungen" [5].

Man hatte in Leipzig vermutet, dass die von Julius Thomsen in Kopenhagen an diesen Salzen gemessenen Wärmetönungen fehlerhaft sein müssen, da sie nicht in Übereinstimmung mit den an galvanischen Zellen ermittelten elektromotorischen Kräften zu bringen waren. Nicht nur die Bestätigung dieser Annahme ist bemerkenswert, sondern vielmehr der Umstand, dass sich Nernst hierbei erstmals mit galvanischen Elementen beschäftigte.

Wahrscheinlich reizte Nernst an der Elektrochemie besonders die Möglichkeit, das atomare Konzept, das er bei Boltzmann kennengelernt hatte, mit der thermodynamischen Theorie, die, von Helmholtz und Clausius entwickelt, seit der Mitte des Jahrhunderts in fast vollendeter Form vorlag, verbinden zu können. Über die Vorstufen der erwähnten Arbeiten, die zum Inhalt die Diffusion, die Leitfähigkeit und die Ionenbeweglichkeit hatten, dringt er schon nach zwei Jahren zu grundlegenden Erkenntnissen vor, die in der

Habilitationsschrift "Die elektromotorische Wirksamkeit der Ionen" niedergelegt wurden.

Mit dieser Arbeit ist es Nernst gelungen, die Erzeugung eines galvanischen Stromes auf der Grundlage einer osmotischen Theorie, wie sie kurz zuvor von van't Hoff geschaffen worden war, zu erklären und somit ein Grundproblem der Elektrochemie zu lösen.

Eine zentrale Stellung nimmt der Begriff des Lösungsdruckes ein, der heute allerdings keine Bedeutung mehr besitzt. Nernst stellt sich dabei in der für ihn typischen anschaulichen Weise vor, dass das Metall der Zelle in der Lage ist, Ionen an die umgebende Lösung abzugeben, wobei der osmotische Druck der Ionen in dieser ansteigt.

Mit Hilfe thermodynamischer Überlegungen kann aus diesem Druckanstieg die geleistete Arbeit berechnet werden. Sie ist somit als eine Folge der anwachsenden Ionenkonzentration zu verstehen. Über den Zusammenhang dieser elektrischen Arbeit und der elektromotorischen Kraft wird also die letztere mit dem osmotischen Druck der Ionen in Beziehung gesetzt.

Nernst ging dabei von der Annahme aus, dass zwischen dem osmotischen Druck der Ionen aus der Lösung  $p$  und dem Lösungsdruck der Teilchen der Metallelektrode  $P$  ein Gleichgewicht herrscht. Für die Potentialdifferenz zwischen Metall und Elektrolyt konnte er den Ausdruck  $RT \cdot \ln(P/p)$  ableiten, in dem  $T$  die absolute Temperatur und  $R$  die Gaskonstante bedeuten.

Fügt man den Umrechnungsfaktor  $1/nF$  ( $n$  - Anzahl der Ladungsträger,  $F$  - Faraday-Konstante) hinzu und führt statt der Drücke Konzentrationen ein, wie es Ostwald zuerst tat, so erhält man die jetzt nach Nernst benannte Gleichung in der bekannten Form. Selbstverständlich hatte Nernst seine Vorstellungen durch Experimente überprüft und bestätigt. Er spricht sogar von seinen "zum Theil rein theoretischen, größtenteils aber gleichzeitig experimentellen Arbeiten" [3a].

Wie man es im Leben von vielen Künstlern antrifft, dass sie durch ein Werk gewissermaßen schlagartig weltbekannt werden, so findet man es nicht selten auch bei Wissenschaftlern.

Bei Walther Nernst waren es die elektrochemischen Arbeiten der beiden Leipziger Jahre. Neben der Grundgleichung für die Diffusion in Elektrolyten, die eine Beziehung zwischen dem Diffusionskoeffizienten und der Ionenbeweglichkeit herstellt, waren es die soeben erwähnten Ergebnisse über die galvanischen Zellen, Erkenntnisse also, die nicht nur die bis dahin fehlende Theorie dieser Elemente schufen, sondern auch den Gipfelpunkt der Beschreibung von Gleichgewichten an Elektroden auf der Grundlage der klassischen Thermodynamik darstellen.

Das Quartett von Forschern, die als die wesentlichen Begründer und Förderer der physikalischen Chemie zu betrachten sind, war jetzt für alle Welt augenscheinlich vervollständigt worden.

Zu dem Holländer van't Hoff, der die Theorie der Lösungen und bedeutende Gedanken zur Herausbildung einer chemischen Kinetik lieferte, dem aus dem Baltikum stammenden Wilhelm Ostwald, welchem viele Beiträge zur Entwicklung des Wissensgebietes, besonders zur Katalyse zu verdanken sind, und dem Schweden Arrhenius, dessen Dis-

soziationstheorie schon erwähnt wurde, trat nun der 25jährige Walther Nernst, der soeben in dem genannten Sinn einen Abschluss der Gleichgewichtselektrochemie erreicht hatte und etwa zwei Jahrzehnte später die klassische Thermodynamik vollendete.

Wenn man überhaupt in Anbetracht der Verhältnisse des vorigen Jahrhunderts davon sprechen kann, so sind zwei dieser vier Männer ihrer Entwicklung nach mehr als Chemiker zu bezeichnen, die beiden anderen, die zugleich die jüngeren sind, als Physiker. Es wäre in diesem Zusammenhang aber ungerecht, nicht der vielen Forscher zu gedenken, die ebenfalls bedeutende, wenn auch nicht so umfassende Beiträge zur Entwicklung der physikalischen Chemie lieferten.

Zu nennen wären hier stellvertretend August Friedrich Horstmann, Hans Heinrich Landolt, Hans Jahn und auch Max Planck, dessen Leistungen für die Theorie der Elektrolyte im Schatten anderer stehen, insbesondere in dem von Nernst.

Die Namen Ernst Beckmann, der zusammen mit Nernst Assistent am Institut von Ostwald war, und von Gästen dieses Laboratoriums, wie Gustav Tammann und Max Le Blanc, dem späteren Nachfolger Ostwalds in Leipzig, haben in der physikalischen Chemie ebenfalls einen Klang.

Neben Nernst und Beckmann wirkte in dieser Zeit noch Julius Wagner als Assistent. 1888 war auch Arrhenius in Leipzig, nachdem er seine Studienreise von Graz nach Amsterdam zu van't Hoff fortgesetzt hatte. Das Leipziger Institut war das Zentrum, das Ideen der osmotischen und der Dissoziationstheorie ausbaute, anwandte und bearbeitete. Ostwald arbeitete an der Dissoziation der Säuren, Nernst an den galvanischen Zellen, Arrhenius an der Vervollkommnung seiner Theorie und Beckmann an der Realisierung von Präzisionstemperaturmessungen im Zusammenhang mit der Bestimmung von Molmassen.

Dass sich in solcher wissenschaftlicher Atmosphäre das Talent Nernsts voll und schnell entfalten konnte, ist keineswegs verwunderlich.

Im Sommersemester 1889 ist Nernst in Heidelberg. Dort war Robert Bunsen aus dem Lehramt geschieden. Bis zur Berufung Victor Meyers las Julius Wilhelm Brühl über Experimentalchemie. Er hatte Nernst für dieses Semester als seinen Vorlesungsassistenten berufen.

Im Herbst ist Nernst wieder in Leipzig, um sich im Oktober zu habilitieren. Seine Probeerlesung über "Molekulargewichte" hielt er "Mittwoch den 23. Oktober Mittags 12 Uhr".

Im Wintersemester 1889/90 hielt er privatim eine Vorlesung "Über Anwendungen der Mathematik auf chemische Probleme". Die Thematik war zur damaligen Zeit durchaus nicht selbstverständlich. Sie spricht ebenso für den auf das Moderne und zugleich Notwendige in der Chemie gerichteten Sinn Nernsts als auch für den Einfluss Ostwalds auf diese Problematik.

Von dem russischen Studenten Aleksandr Speranskij wissen wir leider nur, dass er die Vorlesung hörte, um die deutsche Sprache zu lernen. Die Meinung, die unter den Chemikern gewöhnlich in Bezug auf die Anwendung der Mathematik vorherrschte, können wir aus der Bemerkung ablesen: "Man hört nicht selten den Vorwurf gegen die physi-

kalische Chemie erheben, dieselbe sei zu mathematisch geworden." [6]

Sie stammt aus der Feder von Hans Jahn. Wie dieser und Ostwald hat sich Nernst auch weiterhin ständig für die fruchtbare Durchdringung der Chemie mit mathematischen Methoden eingesetzt. Wir werden auf diese Frage schon bald zurückkommen.

### 3 Die Göttinger Zeit

Im Frühjahr 1890 siedelt Nernst nach Göttingen über. Eduard Riecke, ein Schüler Wilhelm Webers, der sich u.a. mit der Physik elektrischer und magnetischer Erscheinungen beschäftigte, hatte ihn aufgefordert, an seinem Physikalischen Institut eine Assistentenstelle anzunehmen. Die angebotenen Arbeitsbedingungen, die hervorragenden Traditionen in der physikalischen und mathematischen Forschung und das in baldige Aussicht gestellte Extraordinariat mögen die Hauptgründe für die Annahme der Stelle gewesen sein.

Die Universität in Göttingen, die Georgia Augusta, war 1737 von dem Kurfürsten von Hannover, Georg August, der zugleich als Georg II. König von England war, gegründet worden. Seit 1866 gehörte sie zu Preußen. Ihr Ruf hatte sich rasch in Europa verbreitet. So waren z.B. die "Göttinger Gelehrten Anzeigen" eine der führenden wissenschaftlichen Zeitschriften.

Für die klassische deutsche Literatur hatte der Göttinger Hainbund eine Rolle gespielt. In Göttingen begründeten Jacob und Wilhelm Grimm die deutsche Sprach- und Altertumswissenschaft.

Besonderen Ruhm errang die Universität durch das Wirken ausgezeichneter Mathematiker und Physiker. Eine hervorragende Stellung erlangte die Mathematik durch Carl Friedrich Gauß. Die Tätigkeit von Peter Gustav Lejeune Dirichlet, Bernhard Riemann, Felix Klein, David Hilbert u.a. baute sie ständig weiter aus. Während der ersten Göttinger Zeit Nernsts riefen Felix Klein und Heinrich Weber 1892 die Göttinger Mathematische Gesellschaft ins Leben.

Die Reihe der großen Physiker, deren Leben und Schaffen mit Göttingen verbunden ist, beginnt mit Georg Christoph Lichtenberg, der 1769 hier die Professur für Experimentalphysik erhielt. 1777 entdeckte er die nach ihm benannten elektrischen Figuren, mit denen er die Wirkung der Elektrizität sichtbar machen konnte. Besonders hervorzuheben sind die gemeinsamen Arbeiten von Gauß und Wilhelm Weber über Elektrizität und Magnetismus und ihre Konstruktion des ersten elektromagnetischen Telegraphen mit nur einem Stromkreis im Jahre 1833. Fortgesetzt wurden diese Untersuchungen von Eduard Riecke.

Göttingen ist somit eine Stätte, von welcher starke Impulse bei der Erforschung und Erkenntnis der elektrischen und magnetischen Erscheinungen ausgingen. Hierher konnte sich also Nernst gezogen fühlen, und er hat die Traditionen nicht nur auf diesem Gebiet durch seine Erfolge in trefflicher Weise fortgeführt.

Nernst kannte seine Fähigkeiten, und er wollte sie optimal zur Wirkung bringen. Der in Leipzig begonnene Weg sollte fortgeführt werden. Tatsächlich erfüllten die 15 Göttinger Jahre alle Wünsche, die die Hochschulkarriere, die Forschungstätigkeit und die persönlichen Belange betrafen. Wir wollen versuchen, soweit das überhaupt möglich ist, diese drei Richtungen und den Aspekt der Lehrtätigkeit getrennt darzustellen.

### 3.1 Beginn der Laufbahn als Hochschullehrer

Die Hochschullehrerlaufbahn zu möglichst hohen Positionen zu durchheilen bot die Voraussetzung dafür, wissenschaftliche Ideen und Anliegen wirkungsvoll durchzusetzen und ihre Fortsetzung und Weiterentwicklung durch einen engeren und weiteren Schülerkreis zu garantieren. Natürlich ist damit ein gewisser Wohlstand verbunden, der sich auch auf die persönlichen Belange auswirkt.

Üblicherweise beginnt die Laufbahn mit der Erlangung der "venia legendi". Bereits am 10. März 1890 teilte die Philosophische Fakultät in Göttingen dem Kurator ihrer Universität mit, dass "dem Dr. phil. Walther Nernst ..." auf Grund seiner bisherigen elf im Druck erschienenen Arbeiten einschließlich der Habilitationsschrift und seiner am 9. März gehaltenen "öffentlichen Probevorlesung Ueber die Betheiligung elektrischer Kräfte an chemischen Reaktionen die venia legendi für das Fach der Physik ertheilt" [3b] wurde.

War Nernst die außerordentliche Professur von Anfang an versprochen, so brauchte er auch tatsächlich nicht allzu lange darauf zu warten. Bereits am 1. März 1891 kann er Ostwald berichten, dass man ihm Ende Februar ein Extraordinariat in Gießen angeboten habe. Außer Nernst kamen noch Arrhenius und Beckmann in Frage. Es handelte sich dabei um eine neu eingerichtete zweite Professur mit einem jährlichen Gehalt von 3000 M, die Nernst u.U. am 1. Oktober an der 1607 gegründeten Ludwigs-Universität, die zu Hessen-Darmstadt gehörte, antreten sollte.

Nernst antwortete erst einmal positiv und gab Ostwald gegenüber zu, dass er "sehr gerne Professor der physikalischen Chemie werden wollte" [7.b2]. Obwohl die Chemie in Gießen durch das Wirken Liebig's von 1824 bis 1852 Weltgeltung erlangt hatte, wäre Nernst jedoch lieber in Göttingen geblieben. Er teilte Riecke das Gießener Angebot mit, sicher um diesen an sein Versprechen zu erinnern. Die Rechnung ging auch auf, denn Riecke beantragte umgehend in einer Fakultätssitzung die Einrichtung des Extraordinariats für Nernst.

Inzwischen ist Nernst's Strategie folgende: Wird der Ruf nach Gießen offiziell, will er beim Kultusministerium in Berlin in Erfahrung bringen, ob er die Professur außerhalb Preußens abschlagen darf. Er rechnet mit der Bejahung der Frage, woraus er dann sehen würde, dass sein Avancieren bald bevorstehe. Es spricht für Nernst, dass er bei seinen Erwägungen nicht nur an persönliche Belange denkt, sondern die Entwicklung der physikalischen Chemie insgesamt im Auge hat.

So sieht er sich in Göttingen, Arrhenius sollte in Stockholm eine Professur und "den gewünschten Wirkungskreis" [7.b2] erhalten, und die neue Stelle in Gießen wäre für Beckmann frei. In der Tat "ging die Sache dann programmäßig weiter" [7.b2], wie es sich Nernst gedacht hatte. Arrhenius wurde vorerst an Stockholms Hoegskola "Laborator" und 1895 Professor für Physik. Beckmann erhielt die Professur in Gießen, ging bald nach Erlangen und kehrte später nach Leipzig zurück.

Ab 1912 war er Direktor am Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie in Berlin, an dessen Begründung und personeller Besetzung Nernst großen Anteil haben sollte. Auch in Göttingen entwickeln sich die Dinge. Am 14. August 1891 kommt aus Darm-



stadt die Frage, ob Nernst bereit ist, dem an ihn ergangenen Ruf Folge zu leisten, wobei um baldige Antwort gebeten wird. Zwölf Tage später unterschreibt Nernst in Berlin zwei Schriftstücke. In dem einen verpflichtet er sich, im Falle seiner Berufung zum Extraordinarius in Göttingen mindestens für sechs Semester nach der Ernennung ohne Erlaubnis des Ministers weder die Universität noch die Stellung überhaupt zu wechseln.

In dem anderen nimmt Nernst die Berufungsmodalitäten zur Kenntnis und genehmigt sie. Dazu zählt auch, dass er weiterhin die Assistentenstelle bei Riecke bekleidet, solange dieser das Direktorat des Physikalischen Instituts innehat. Ob Nernst den Titel des Assistenten noch führen muss, wird hier nicht entschieden.

Weiterhin wird ein jährlicher Zuschuss in Höhe von 600 M festgelegt, der den wissenschaftlichen Arbeiten Nernsts und seinen Vorlesungen zugute kommen soll. In diesem Dokument steht nicht, dass man das Extraordinariat von der medizinischen auf die philosophische Fakultät übertragen hatte, um Nernsts Besoldung zu gewährleisten.

Wie schon eingangs erwähnt, erreichte Nernst die eigentliche Nachricht der Ernennung in Engelsburg, wo er getrost Urlaub machen konnte, da er ja nun Sicherheiten hatte. Das diesbezügliche Schreiben des Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten ist vom 7. September datiert. Nernst muss es etwa eine Woche später erhalten haben, denn er schreibt am 15. September an Ostwald:

"Soeben habe ich meine Ernennung zum Extraordinarius in Göttingen erhalten, zum gleichen Gehalt, welches mir in Gießen geboten worden war." [7.b3]

Er erwähnt die 600 M Sonderetat und fügt hinzu: "Mehr kann man nicht verlangen!" Tatsächlich belief sich die Besoldung seit dem 1. September auf jährlich 2500 M. Hinzu kam ein "tarifmäßiger Wohnungsgeldzuschuss" von 540 M pro Jahr. Nernst bekommt das Extraordinariat an der philosophischen Fakultät verliehen "mit der Verpflichtung, die physikalische Chemie in Vorlesungen und Uebungen zu vertreten" [3c]. Die Vereidigung des jungen Professors fand am 12. Oktober statt.

Nernst ist mit Recht stolz auf das Erreichte. Schon in dem Brief aus Engelsburg am 15. September hatte er an Ostwald geschrieben:

"Hoffentlich werde ich in Lpzg. auch Ihre Frau Gemahlin und Ihre Kinder munter und gesund antreffen, denn ich möchte mich sobald wie möglich den Ihrigen in meiner neuen Würde zeigen." [7.b3]

Die Erlangung der nächsten Stufe, die des ordentlichen Professors, ist mit Nernsts ehemaligem Lehrer in Graz, Ludwig Boltzmann, verbunden. Dieser führte in bezug auf den Wechsel der Universitäten ein beinahe ruhelos zu nennendes Leben. Die erste Professur, für theoretische Physik, hatte er 1869 in Graz erhalten.

1873 wechselte er auf den Lehrstuhl für Mathematik in Wien. In der zweiten Grazer Zeit von 1876 bis 1890, diesmal als Professor für Experimentalphysik, hatten wir ihn als Lehrer von Nernst kennengelernt. Danach bekleidete er den Lehrstuhl für theoretische Physik in München. 1894 kehrte er in seine Geburtsstadt Wien zurück, und eben das hatte für Nernst seine Bedeutung.

Von 1900 bis 1902 wirkte Boltzmann schließlich in Leipzig und zuletzt bis zu seinem freiwilligen Tode 1906 in Duino noch einmal in Wien.

Boltzmann muss wohl das weitere Schicksal seines Schülers aus den Augen verloren haben, denn in der Zeit, in welcher in Göttingen über Nernsts außerordentliche Professur verhandelt wird, fragt er am 22. Juli 1891 aus München neben fachlichen Problemen bei Ostwald an: "Ich möchte Sie noch bitten mir mitzutheilen, wo sich gegenwärtig Hr.Nernst befindet und in welcher Stellung." [4b]

Ob Boltzmann hierbei schon daran denkt, Nernst einmal als seinen Nachfolger vorzuschlagen? Drei Jahre später sollte es so kommen. Die Münchener Universität bietet Nernst die ordentliche Professur für theoretische Physik an.

Diesmal geht es schneller als 1891. Am 23. Oktober 1894 teilt Nernst Ostwald mit:

"Gestern aber bereits wurde ich glücklicher Inhaber eines Rufs nach München an Boltzmanns Stelle; die Berufung kam mir ganz überraschend ..." [7.e3]

Die Arbeitsräume des Ordinarius wären im neuen Physikalischen Institut. Von diesen Aussichten ist Nernst begeistert. Er würde bald nach München fahren wollen, "um die Sache definitiv zu machen" [7.e3]. Da er seine Frau wegen ihrer Schwangerschaft nicht verlassen kann, unterbleibt die Reise. Die Münchener Universität hat es jedoch eilig. Sie möchte, dass Nernst schon am 1. November die Professur antritt. Die Göttinger Fakultät will aber den 30jährigen Wissenschaftler nicht verlieren. Bereits am 25. Oktober schickt sie ein Schreiben an den Minister in Berlin mit der ausführlich begründeten Bitte, alles zu unternehmen, um Nernst an Göttingen "zu fesseln", und ein kürzeres an den Kurator der Universität, in welchem dieser ersucht wird, die "Darlegungen bei dem Herrn Minister kräftigst unterstützen zu wollen" [3d].

Diese Ausführungen sind ein derart interessantes Zeugnis dafür, welches hohe Ansehen Nernst auf Grund seiner physikalischen und physikalisch-chemischen Arbeiten sowie seiner Lehrtätigkeit schon damals besaß, und zugleich für die Bedeutung, die man der physikalischen Chemie und besonders der Elektrochemie beimaß, dass es sich lohnt, sie trotz ihrer Länge fast ungekürzt mitzuteilen, zumal das anderen Orts wohl nicht geschehen ist:

"Euer Exzellenz gestattet sich die philosophische Fakultät den Antrag auf Beförderung des außerordentlichen Professors Dr. Nernst zum ordentlichen Professor der philosophischen Fakultät unserer Hochschule ehrerbietigst zu unterbreiten. Euer Exzellenz wissen, dass Professor Nernst einen Ruf als ordentlicher Professor der theoretischen Physik nach München erhalten hat auf den durch den Weggang Boltzmanns erledigten Lehrstuhl. Die dringende Gefahr, dass er einem so ehrenvollen Rufe folgt, kann schwerlich bloß dadurch abgewandt werden, dass ihm in Göttingen ein äußerliches Äquivalent geboten wird; wenn daher gelänge, ihm hier eine Stellung zu schaffen, in der er auf dem Felde seiner eigensten Begabung und Neigung höhere Ziele verfolgen, neue und umfassende Aufgaben in Angriff nehmen kann, so halten wir es für möglich, ihn unserer Hochschule zu erhalten.

Sein Verlust aber würde eine schwere Schädigung unseres wissenschaftlichen Lebens

bedeuten. Er ist einer der erfolgreichsten und glücklichsten Forscher, einer der leiten- den Geister auf einem Gebiete, das im Laufe der letzten Jahre, nicht zu mindestens durch sein Verdienst, in ungeahnter Weise sich entfaltet hat, das den Schwesterwissen- schaften der Physik und Chemie dauernd eine Fülle von Anregungen zuführt und auch in praktischem Sinne eine immer steigende Wichtigkeit gewinnt.

Professor Nernst hat es in ausgezeichnete Weise verstanden, durch Vorlesungen und Uebungen der physikalischen Chemie in den Kreisen unserer Hochschule Eingang zu verschaffen; er ist durch die klare und übersichtliche Darstellung in seinem Buche ... zu einem Lehrer seiner Wissenschaft geworden, dessen Wirksamkeit über die Grenzen unseres Vaterlandes sich erstreckt, und schon kommen aus weiter Ferne Schüler her- bei, um unter seiner persönlichen Leitung der neuen Wissenschaft sich zu widmen. Der Keim zu einer reichen und fruchtbaren Entwicklung ist vorhanden, und nur mit Schmerz würden wir den scheiden sehen, der ihn gepflanzt hat, der vor Allen berufen ist, die Frucht zu ernten. ... Der Verlust von Nernst würde uns aber umso schwerer treffen, als unter den in Frage kommenden jüngeren Forschern keiner ist, den wir unmittelbar als Nachfolger in Aussicht nehmen könnten.

Für die Richtung und den Erfolg von Nernsts wissenschaftlicher Thätigkeit war es von entscheidender Bedeutung, dass er, bevor er sich der physikalischen Chemie zuwandte, mit Untersuchungen über verwickelte Erscheinungen der Elektrizität beschäftigt war. Er gewann dadurch die vollkommenste Herrschaft über die Methoden elektrischer Beob- achtung, die genaueste Kenntniß der theoretischen Anschauungen auf dem Gebiet der Elektrizität. ... Darüber aber dürfte in wissenschaftlichen Kreisen kein Zweifel sein, dass gerade auf dem Gebiete der Elektrochemie noch reiche Schätze zu heben sind. Keiner von unseren jüngeren Forschern vereinigt die zum Erfolg nothwendigen Eigenschaften in dem Maße wie Nernst, keiner wäre wie er geeignet, der Vorsteher eines Institutes für Elektrochemie zu werden.

Die Schöpfung eines solchen, die Durchforschung der Elektrochemie in einem hohen und umfassenden Geiste, das ist die Aufgabe, durch die wir hoffen, Professor Nernst an un- sere Hochschule zu fesseln; er selbst hat erklärt hierbleiben zu wollen, wenn ein solcher Wirkungskreis sich öffnen würde. Die Einrichtung eines Institutes für Elektrochemie ist aber überdieß eine Forderung der Zeit; seine Leistungen werden die wissenschaftliche Erkenntniß erweitern, sie werden ebenso der Technik und dem Wohlstande unseres Lan- des zu Gute kommen, sie werden Deutschland auch auf diesem Gebiete den Vorrang sichern, den es auf dem Felde der allgemeinen Chemie seit langem besitzt. Dieses Zu- sammentreffen ist so ausgezeichnet und hängt mit den wichtigsten Interessen unserer Universität so unmittelbar zusammen, dass wir nicht unterlassen dürfen, nachdrück- lichst auf dasselbe hinzuweisen, um die dringende Bitte an Euer Exzellenz zu richten, unsere Wünsche in wohlwollende Erwägung ziehen zu wollen.

Die philosophische Fakultät. Der Dekan. (gez.) Prof. Dr.F.Klein." [3e]

Nernst muss dann aber doch nach Berlin und München gereist sein. Er kehrt am 28. Oktober nach Göttingen zurück. Sein zweites Kind, die Tochter Hildegard, war bereits einen Tag zuvor geboren worden. Wahrscheinlich aus Berlin bringt er die noch nicht offizielle, überraschende Neuigkeit mit:

"Außerdem komme ich (kaum glaublich! bitte aber nicht darüber zu sprechen) für Berlin gegenwärtig in Frage. Wir Ionier sind jetzt wirklich obenauf!" [7.e4]

Hier nimmt Nernst Bezug auf die Bezeichnung "wildes Heer der Ionier", die August Friedrich Horstmann für die Vertreter der moderneren, u.a. von der Ionentheorie ausgehenden Ansichten geprägt hatte. Bei seinem Besuch in München hat Nernst bis zum 20. November, "nötigenfalls bis 1. Dez." [7.e4] Bedenkzeit erhalten.

Die Situation ist diesmal so unklar, dass Nernst doch unruhig wird. Mitte November bittet er Ostwald, nach Göttingen zu kommen. Dieser soll ihn in bezug auf den geplanten Bau des Instituts für Elektrochemie und in der Frage eines Nachfolgers beraten. Da es nun sicher sei, dass er auch für Berlin in Vorschlag gekommen ist, beschreibt Nernst seine Lage:

"... ich vertreibe mir meine Unruhe mit allerlei Allotria. Es ist ja auch eine sonderbare Situation, dass ich nicht weiß, ob ich nächstes Semester physikalische Chemie, mathematische Physik oder schließlich Experimentalphysik lesen werde und zwischen drei möglichst verschiedenartigen Instituten schwanke." [7.e5]

Es dauert aber noch bis kurz vor Weihnachten, bis das "an den Königlichen außerordentlichen Professor Herrn Dr. Walther Nernst Wohlgeboren zu Göttingen" am 20. Dezember in Berlin ausgestellte Schreiben mit der erlösenden Nachricht, dass seine Majestät der Kaiser und König Allernädigst geruht haben, Sie zum ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen zu ernennen [3f], den ungeduldig wartenden erreichte.

Nernst wird verpflichtet, die physikalische Chemie und insbesondere auch die Elektrochemie in Vorlesungen und Uebungen zu vertreten und die Direktion des für diese Fächer zu begründenden Instituts zu führen [3f].

Rückwirkend vom 1. Oktober wird das Gehalt vorerst um 500 M jährlich erhöht. Hinzu kommt ein außerordentlicher Zuschuss von 900 M.

Neben der hohen fachlichen Wertschätzung, die Nernst genoss und von der wir hörten, kann für diesen Ausgang der Einsatz des seit 1882 im Berliner Ministerium als Vortragender Rat tätigen Friedrich Althoff eine Rolle gespielt haben. Hier ist zu beachten, dass Althoff sich in seiner Amtszeit außerordentlich verdienstvoll für die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Mathematik an den preußischen Hochschulen engagiert hat und dass der Göttinger Dekan der philosophischen Fakultät Felix Klein seit 1885 mit ihm in einem guten Verhältnis stand.

Das Göttinger Ereignis war so bedeutend, dass am 1. Januar 1895 die Voßische Zeitung darüber berichtet. Es ist dort u. a. zu lesen:

"Bei der Universität Göttingen wird eine Universitätsanstalt für physikalische Chemie demnächst ins Leben treten. Die Leitung dieser wird Prof. Walther Nernst übernehmen ... Er hat sein Verbleiben in Göttingen aber von der Bedingung abhängig gemacht, dass für seine Disziplin eine eigene Arbeit eingerichtet wird ..." [3g]

und etwas später:

"Nernst ist gegenwärtig einer der hervorragendsten Pfleger der physikalischen Chemie."

[3g]

## 3.2 Die frühen Göttinger Arbeiten

Bis zur Eröffnung des neuen Instituts vergingen noch etwa anderthalb Jahre. Es wurde, wie erwartet, eine bedeutende und international bekannte Stätte der Forschung. Aber auch in den ersten sechs Göttinger Jahren hatte die Tätigkeit Nernsts und seiner Schüler reiche Früchte getragen. Es ist nicht möglich, jede der Arbeiten im einzelnen zu nennen, so dass wir nur die wichtigsten hervorheben wollen.

So hört man in den ersten Monaten in Göttingen von "Molekulargewichtsbestimmungen im Äther" und von "Dampftensionen" von Lösungen flüchtiger Stoffe. Schon am 9. August 1890 wird Ostwald, obwohl noch vom "Trubel meiner Übersiedlung" [7.21] die Rede ist, eine Abhandlung "Über die Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Lösungsmitteln" vorgelegt.

Es handelt sich um einen Sachverhalt, den man heute als den Nernstschen Verteilungssatz bezeichnet. Die diesem zugrundeliegende Erscheinung hatte vor beinahe zwei Jahrzehnten bereits Marcelin Berthelot erkannt und 1872 veröffentlicht.

Er hatte festgestellt, dass sich ein Stoff zwischen zwei Lösungsmitteln, die nicht miteinander mischbar sind, bei gleicher Temperatur konzentrationsmäßig in einem konstanten Verhältnis verteilt. Obwohl der mathematische Ausdruck für diesen Zusammenhang,  $K(T) = c_I/c_{II}$  wobei  $c_I$  und  $c_{II}$  die Konzentration des Stoffes im jeweiligen Lösungsmittel bedeuten, demjenigen ähnlich ist, der mit dem Massenwirkungsgesetz gegeben ist, erklärt dieses nicht die gleichbleibende Verteilung.

Tatsächlich handelt es sich hier nicht um eine chemische Reaktion, sondern um ein Phasengleichgewicht. Nernst hat das Gesetz in seiner Arbeit, die 1891 in der Zeitschrift für physikalische Chemie erschien, tiefgreifender erklärt und Ausnahmefälle diskutiert.

So behandelt er auch die Möglichkeit, dass der Stoff in beiden Phasen nicht die gleiche Molekülgröße bzw. Molmasse besitzt. Es konnte gezeigt werden, dass die mit Benzoesäure gewonnenen Resultate nur dann mit dem Gesetz übereinstimmen, wenn man annahm, dass diese Säure in Benzen als Dimeres, in Wasser dagegen als Monomeres vorliegt. Mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes konnte Nernst die Lage des Depolymerisationsgleichgewichtes berücksichtigen.

Die erwähnten Molmassebestimmungen unter Verwendung von Ether gehen von Messungen des Gefrierpunktes von Ether-Wasser-Mischungen aus, deren partielle Mischbarkeit damit verfolgt wurde. Nernst hatte nämlich zeigen können, dass die Molmasse eines Stoffes dadurch ermittelt werden kann, dass man deren Größe mit dem Absinken dieser Mischbarkeit in Verbindung bringt. Dieses "neue Prinzip der Molekulargewichtsbestimmung" ist der Schwerpunkt der 1890 erschienenen Publikationen.

Daneben erfolgen Untersuchungen, die sich an die erste wissenschaftliche Betätigung anlehnen. Zusammen mit Paul Drude wird der Einfluss der Temperatur und des Aggregatzustandes auf das "Verhalten des Wismuths im Magnetfelde" betrachtet. Weiterhin bleibt die elektrolytische Dissoziation im Blickwinkel. Hier bemerkte Nernst, dass die

Kontaktpotentiale an den Flüssigkeiten einen experimentellen Beweis für das Vorhandensein von freien Ionen in der Lösung darstellen.

Auch die Forschungen der nächsten Jahre überstreichen ein breites Feld der physikalischen Chemie. Löslichkeitsfragen, konzentrierte Lösungen, der osmotische Druck, Gefrierpunktsbestimmungen verdünnter Lösungen, einige Untersuchungen zur chemischen Kinetik und natürlich die Elektrochemie sind nur einige Stichpunkte des Programms. So schreibt Nernst 1892 in einem Brief, in welchem von konzentrierten Lösungen, Ionenbeweglichkeiten und Diffusion die Rede ist:

"Kompliziert bleibt nur das Stadium, in welchem eine Lsg. aus dem "idealen verd." in den "idealen konz." Zustand übergeht." [7.c2]

Ende 1891 stellt Nernst fest: "Im übrigen war ich in der letzten Zeit mehr Physiker." [7.b4] Hiermit sind besonders die ebenfalls mit Paul Drude durchgeführten Fluoreszenzuntersuchungen an dünnen Häuten in Verbindung zu bringen.

Bei den Arbeiten zur chemischen Kinetik handelt es sich um Geschwindigkeitsuntersuchungen bei der Reaktion von Essigsäure und deren Derivaten mit "Amylen" zu den entsprechenden Estern und bei deren Verseifung. Zur Beteiligung des Lösungsmittels an der Umsetzung wurden ebenfalls Aussagen getroffen.

Die elektrochemischen Untersuchungen im Zeitraum von etwa 1892 bis 1894 stellten neben Konzentrationsketten die Dielektrizitätskonstante in den Mittelpunkt. Die von Nernst dafür entwickelte Messmethode, die noch lange Zeit verbreitet Anwendung fand, ist ein frühes Beispiel für dessen ausgeprägte Fähigkeit, Apparaturen und technische Geräte auf der Basis neu erdachter Prinzipien zu entwickeln.

Hier ging er von der Brückenschaltung Wheatstones aus. Die dielektrische Leitfähigkeit wurde durch einen verstellbaren Kondensator und die elektrolytische gleichzeitig durch einen variablen Widerstand kompensiert. Mit dieser Anordnung konnte auch die Leitfähigkeit stark verdünnter Lösungen ermittelt werden. Nernst kann also auf seine Methode stolz sein, so dass er Ostwald berichtet:

"Ich arbeite soeben eine Methode aus, um dielektrische Konstanten (auch leitender Stoffe) ebenso einfach wie das Leitungsvermögen zu bestimmen; Flüssigkeitswiderstände von 20000 Ohm bestimme ich ganz sicher, vielleicht verdränge ich sogar die Kohlrauschsche Methode." [7.c3]

Die "Apparate zur Bestimmung von Dielektricitätskonstanten und Leitfähigkeit" [7.d2] sollen 1893 in Nürnberg vorgeführt werden. Nicht nur hier finden sie tatsächlich großes Interesse. Die Arbeiten ziehen sich eine Weile hin, so dass Nernst Anfang 1894 feststellt: "Ich stecke immer noch in der Dielektricität". [7.e1]

Die Untersuchungen der Dielektrizität haben sich nicht nur in apparativer und methodischer Hinsicht gelohnt. So konnte Nernst als erster zeigen, dass Lösungsmittel mit einer großen Dielektrizitätskonstanten eine starke elektrolytische Dissoziation hervorrufen. Nur wenige Monate nach Nernsts Publikation (Juli 1893) erschien die Arbeit Joseph John Thomsons (Oktober), in welcher er die gleichen Resultate vorlegte, zu denen er unabhängig von Nernst gekommen war.

Weiterhin wies Nernst nach, dass Lösungsmittel mit großer Ionisationskraft zur Assoziation neigen. Es wurde von ihm auch auf weitere Effekte hingewiesen, die die Ionisation beeinflussen. Hier ist insbesondere die Assoziation der Ionen mit den Lösungsmittelmolekülen zu nennen.

Eine weitere Arbeit, die gemeinsam mit Paul Drude herausgegeben wurde, ist bemerkenswert. Die Verfasser zeigen, dass ein ionisierter Stoff in einem Lösungsmittel dessen Kontraktion durch Elektrostriktion auf Grund der geladenen Teilchen verursacht, wenn die Dielektrizitätskonstante des Lösungsmittel mit dem Druck zunimmt. Die ersten Gedanken zu diesem Problem stammen schon aus dem Sommer 1893, denn Nernst ist

"gewissen elektrischen Eigenschaften auf der Spur, hieraus kann sich vielleicht mancherlei entwickeln. Z.B. ist die erhebliche Kontraktion, die nach allen bisherigen Erfahrungen (vgl.z.B. Kohlrauschs neue Messungen) mit der Dissoziation in Ionen verbunden ist, vermutlich als Elektrostriktion (herrührend vom elektrischen Felde der Ionen) aufzufassen." [7.d2]

Ein Jahr später hofft er,

"dass das elektrostatische Feld in nicht zu langer Zeit der elektroosmotischen Wirksamkeit der Ionen sich etwa gleichbedeutend an die Seite stellen wird. Hier scheint ein großes Feld zum Schnitt reif zu sein." [7.e2]

### 3.3 Das neue Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie

Ein zweiter Abschnitt in der Göttinger Forschungstätigkeit kann mit der Eröffnung des neuen Instituts angesetzt werden, auch wenn die begonnenen Untersuchungen lückenlos bei ständiger Steigerung der Qualität fortgesetzt wurden. Aber die nunmehr verbesserten Möglichkeiten geben dazu Anlass.

Tatsächlich waren Nernsts Arbeitsbedingungen in Göttingen nie schlecht. Schon mit dem außerordentlichen Ordinariat war ihm im Oktober 1891 am Physikalischen Institut eine eigene Abteilung für physikalische Chemie eingerichtet worden. Nernst selbst hat sich in dieser wie in der gesamten Zeit seiner Beschäftigung mit der physikalischen Chemie stets als Physiker gefühlt. Davon sprechen die erwähnten Arbeiten mit Paul Drude sowie eine Bemerkung von 1893:

"Von Zeit zu Zeit in der ganz reinen Physik zu schwelgen, ist doch ein Hochgenuss; ich glaube, ich werde bald einmal in Hertzschen Schwingungen machen." [7.d1]

Obwohl, wie wir hörten, der Bau des neuen Instituts erst im Oktober 1894 beantragt wurde, konnte Nernst bereits zu Ostern des folgenden Jahres die Einweihung begehen, deren offizielle Feier allerdings erst über ein Jahr später stattfand. Mit einem Kostenaufwand von 105000 M hatte man das Wohnhaus des ehemaligen Universitätskurators Adolf v. Warnstedt in der Bürgerstraße 50 ausgebaut und durch einen Anbau erweitert. Für die Ausrüstung mit Apparaturen, Maschinen und dgl. wurde eine Summe von 60000 M benötigt.

Das Institut erhielt in seiner ersten Etage eine Wohnung für den Direktor. Am 2. August 1895 berichtete Nernst an Ostwald, dass er gerade im Begriff sei, von seiner ehemaligen Wohnung in der Buhlstraße 36 in das neue Heim umzuziehen.

Die Verpflichtung, sich um das neue Institut zu sorgen, die Nernst bei seiner Berufung erhielt, nahm er sehr ernst. Am 25. November 1895 meldete er es zur Aufnahme in die Elektrochemische Gesellschaft bei Ostwald an. Eine Informationsreise zu Einrichtungen in Darmstadt, Heidelberg, München, Erlangen und Würzburg, über welche Nernst Ende Juni 1895 berichtet, ist hier einzuordnen.

Mitte August 1896 fährt er zum "Mechanikertag" nach Berlin. Im Zusammenhang mit einer dabei veranstalteten Ausstellung will er Material für sein Institut und dessen Ausstattung sammeln. So reiht sich eine Bemühung an die andere. Erst am 15. Mai 1897 kann Nernst feststellen:



3 Das Göttinger Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, vor 1906

"Ich selber hoffe, nach dem ich fast zwei Jahre so gut wie völlig von der Inbetriebsetzung des Instituts in Anspruch genommen war, nunmehr auch wieder einiges vornehmen zu können." [7.h1]

Aber da die Persönlichkeit des berühmten Lehrers und sein Wissensgebiet viele Studenten aus aller Welt anzieht, hört die Mühe vorläufig nicht auf. Das Institut ist nach zwei Jahren schon zu klein. In dem soeben zitierten Brief an Ostwald ist auch davon schon die Rede:

"Das Institut ist überfüllt, ich werde, wenn Ihr neues Institut nicht Entlastung schafft, demnächst anbauen müssen oder die Dienstwohnung räumen müssen." [7.h1]

Aus diesen Zeilen wird erneut deutlich, dass Nernst neben allem persönlichen Ehrgeiz die Entwicklung des jungen Wissenschaftszweiges im Auge hatte. Das folgt auch daraus, dass die 1898 tatsächlich durchgeführte Erweiterung durch einen Anbau mit je drei Räumen im Erdgeschoss und im Keller nicht nur von Nernst angeregt, sondern auch finanziert wurde. Die dafür notwendige Summe von 40000 M konnte er aus dem Gewinn nehmen, den seine Glühlampe gebracht hatte. Der Kaiser hatte der Annahme der Spende zugestimmt:

"Auf den Bericht vom 8ten d. Mis. will Ich der Universität Göttingen zur Annahme der ihr von dem Professor Dr. Walther Nernst im Interesse der Ausgestaltung ihres Instituts



für Physikalische Chemie geschenkten vierzigtausend Mark hierdurch Meine landesherrliche Genehmigung ertheilen." [3h]

Am Rande sei erwähnt, dass Nernst mit zwei weiteren Ordinarien das Geld spendete, das den Bau einer Universitätsturnhalle ermöglichte.

Für die Bedeutung des neuen Göttinger Instituts ist auch zu bedenken, dass es im damaligen Preußen zuvor nur eine derartige Lehranstalt gegeben hat, das II. Chemische Laboratorium an der Berliner Universität, das seit 1891 unter der Direktion von Hans Heinrich Landolt stand. In Deutschland gab es de facto nur noch das Leipziger Laboratorium, das zugleich eines der ältesten für die junge Fachrichtung in diesem Lande war.

1871 war es auf Betreiben von Gustav Wiedemann gegründet worden. Als dieser 1887 Wilhelm Gottlieb Hankel als Direktor des Physikalischen Instituts in Leipzig ablöste, war sein Nachfolger Wilhelm Ostwald geworden. Dieser setzte seine "quasi ganze Kraft daran, das Interesse für die allgemeine und physikalische Chemie zu beleben" [3g].

Da Victor Meyer in Heidelberg und Lothar Meyer in Tübingen sich u.a. auch einigen physikalisch-chemischen Forschungen zugewandt hatten, konnte diese Fachrichtung in begrenztem Umfang auch dort studiert werden. An Ernst Beckmann und Erlangen braucht hier nicht gedacht zu werden, da dieser 1897 bereits wieder in Leipzig eine Professur annahm.

Diese Aufzählung deutscher Lehranstalten kann nur durch eine ebenfalls kleine Anzahl von Hochschulen im Ausland ergänzt werden. Hier ist zu berücksichtigen, dass van't Hoff seit 1896 in Berlin arbeitete und lehrte, so dass von den Begründern der physikalischen Chemie nur Arrhenius außerhalb Deutschlands tätig war.

Dieser Bedeutung bewusst, sollte das neue Göttinger Institut eine offizielle Einweihungsfeier erleben, die seinem Wert angemessen war und zu welcher zahlreiche Gäste eingeladen wurden. Im März 1896 wird der diesbezügliche Termin von Nernst noch mit "Ende April (wahrscheinlich am Montag dem 27. April)" [7.g] angegeben.

Am 12. April, zurückgekehrt von einer Reise an die Rivera, ist von einer Verlegung der Feierlichkeiten die Rede. Am 2. Juni findet dann das Ereignis statt. Der Minister und Althoff sind aus Berlin gekommen, der Kurator und der Prorektor der Göttinger Universität nehmen daran teil.

Von den Kollegen und Freunden sind Arrhenius aus Stockholm, Beckmann aus Erlangen, van't Hoff aus Berlin, Le Blanc aus Leipzig, Borchers aus Duisburg, Küster aus Marburg, Heim aus Hannover und Kahlbaum aus Basel als Gäste zugegen. Landolt und Ostwald sind leider verhindert.

Nernst hält zu diesem Anlass eine Festrede, die viele interessante Fragen und Bereiche berührt. So setzt sie die Chemie und Physik ins Verhältnis und betrachtet dessen geschichtliche Entwicklung. In diesem Zusammenhang wirft Nernst die Frage auf, was denn diese beiden Wissenschaften unterscheidet. Die auf der Atomhypothese beruhende Einteilung, nach welcher die Chemie die Bildung von Molekülen aus Atomen und die Physik die fertigen Moleküle untersucht, lehnt er ebenso ab wie diejenige, in welcher

die Chemie als die Lehre von den Umwandlungen der Stoffe bezeichnet wird, während die Physik sich mit Veränderungen beschäftigt, bei denen die stofflichen Eigenschaften der Systeme konstant bleiben.

Nernst selbst kann offensichtlich auch nicht zur Lösung der Frage beitragen und stellt fest: "Eine sichere Unterscheidung ist also nicht ohne Weiteres zu erbringen." [8]

Dagegen kann er sofort ein verbindendes Merkmal angeben. Er sieht es darin, dass Chemie und Physik etwa im Gegensatz zur "beschreibenden" Astronomie oder Zoologie "konstruierende" Wissenschaften sind, denn

"die Physiker und die Chemiker schaffen sich ihre Systeme selber, und ... bauen sich aus dem ungeformten Rohmaterial der Außenwelt dasjenige System auf, das ihnen vom jeweiligen Gesichtspunkt aus eingehender Forschung gerade besonders würdig dünkt" [8].

Derjenige Forscher, der die allgemeinen Naturgesetze erkennen möchte, muss sich also der Physik oder Chemie zuwenden "oder, fügen wir vom Standpunkte unseres Instituts hinzu, Physiko-Chemiker werden" [8].

Nernst betont im weiteren, dass der Chemie und der Physik jeweils eine andere Methodik eigen ist. Der physikalischen Chemie bleiben dann solche Arbeitsbereiche, in denen diese Methoden gleichzeitig Anwendung finden. Ihr geringes Alter resultiert aus dem Umstand, dass erst in der jüngeren Zeit große, übergreifende Gesetzmäßigkeiten aufgefunden wurden. Nernst denkt hierbei

"an die Lehrsätze der Thermodynamik, an die Principien der kinetischen Gastheorie, an die Maxwell-Hertzschen Gleichungen der Elektrodynamik, an die Theorie der elektrolytischen Erscheinungen oder an das absolute Maßsystem, ..." [8].

Es ist bemerkenswert, dass Nernst im Laufe seines Lebens zu beinahe allen diesen Komplexen bedeutende Beiträge geliefert hat.

Neben diese aufgezählten Errungenschaften der Physik stellt er diejenigen, die innerhalb der Chemie hervorgebracht wurden, so das periodische System der Elemente, die Stöchiometrie, die Lehre vom Aufbau der organischen Verbindungen, das Massenwirkungsgesetz und die Phasenregel. Er kommt zu dem Schluss, dass der Satz von Helmholtz, "dass die Physik die theoretische Grundlage aller anderen Zweige der Naturforschung bildet", dahingehend ergänzt werden kann, "dass die durch das gemeinschaftliche Wirken von Physik und Chemie geschaffene Naturanschauung jene Grundlage bildet" [8].

Wie eine Bestätigung der oben zitierten Bemerkungen jenes Schreibens an den Minister, in welchem die Schaffung des Instituts beantragt und begründet wurde, wirkt die Feststellung Nernsts:

"Unter den verschiedenen Zweigen der Physik scheint gerade der Elektrizitätslehre die Rolle eines verknüpfenden Bandes von Physik und Chemie zugefallen zu sein, ... Die Spezialwissenschaft der physikalischen Chemie, die sich mit diesen Erscheinungen beschäftigt, heißt die Elektrochemie; ihren Gesetzen nachzuspüren, ist eine unserer wichtigsten Aufgaben." [8]

Um das Gesagte zu unterstreichen, wurden einige elektrochemische Experimente den Anwesenden vorgeführt.

Nach der Darlegung der Aufgaben im allgemeinen stellt Nernst Gesichtspunkte der speziellen Belange des Instituts zusammen. Er betont, dass dieses eine Lehrstätte für "Vorgeschriftene" ist, denn:

"Wissenschaftliche Arbeiten, nicht solche, welche sich nicht an das Licht der Öffentlichkeit wagen, sondern Druckschriften, die der Schüler mit seinem eigenen Namen zu vertreten hat, das sind die sichtbaren Früchte, die unser Institut zu ernten hofft." [8]

Die Arbeiten sollen der physikalischen Chemie als Wissenschaft ebenso dienen wie dem "deutschen Nationalwohlstand". Die wechselseitigen Beziehungen zur Industrie fasst der folgende Satz zusammen:

"Die Pflege der Beziehungen unseres Instituts zur deutschen Industrie ist eine patriotische Pflicht; aber auch eine Pflicht der Dankbarkeit gegen unsere Industrie, denn diese hat ja ... bedeutsame Anregungen zur Pflege der physikalischen Chemie und Elektrochemie gegeben." [8]

Die in den Laboratorien geschaffenen Grundlagenenergebnisse werden in der Technik Anwendung finden. Die Spezifik der letzteren bewirkt, dass Methoden, Erkenntnisse und Geräte entwickelt werden, die sich wiederum befruchtend in den wissenschaftlichen Einrichtungen auswirken. Nur den speziellen Interessen der Industrie mit seinen Forschungen zu dienen, lehnt Nernst allerdings ab. Hierzu zitiert er wieder Helmholtz, der gesagt hat:

"Wer bei der Verfolgung der Wissenschaft nach unmittelbarem praktischen Nutzen jagt, kann ziemlich sicher sein, dass er vergebens jagen wird." [8]

Die Risikobereitschaft, die die Forschung aufbringen muss, betont Nernst mit den Worten:

"Ein großes Institut, wie das unsrige, darf sich dann eben nicht auf den Standpunkt des Krämers stellen, der bei jeder, noch so bescheidenen Kapitalsanlage nach dem Zinsertrag fragen muss, sondern auf den des Großkapitalisten, der sich nicht scheut, große Summen à fonds perdu zu geben, wenn es die großen Ziele seiner Firma erheischen." [8]

Schließlich verallgemeinert Nernst noch einmal:

"Groß sind unsere Aufgaben; die Hoffnung, ihnen gerecht zu werden, wäre vermessen, doch einige schön behauene Steine zum großen Bau der Wissenschaft hoffen auch wir mit der Zeit zu erbringen." [8]

Wir haben uns mit der Festrede etwas ausführlicher beschäftigt, nicht nur weil sie interessante Gedanken über die Stellung der physikalischen Chemie enthält, sondern weil damit die Persönlichkeit ihres Verfassers, sein Wesen und seine Denkweise in so mancher für die Wissenschaft wichtigen Frage etwas klarer und verständlicher werden.

Aber werfen wir einen Blick in "ein großes Institut", so wie es etwa seit 1898 bestand

und weitgehend von den Ideen und Erfahrungen seines ersten Direktors geschaffen worden war. Die Arbeitsstätten befanden sich im Erdgeschoss und zum geringen Teil im Keller. Mehrere Zimmer waren für die Assistenten vorgesehen.

Drei Räume hatte sich Nernst als Privatlaboratorien reserviert. Diese standen mit der Dienstwohnung über das Treppenhaus in Verbindung. Ein großes Laboratorium war mit Abzügen ausgestattet und diente als "chemische Küche".

Für photographische Arbeiten war ein Zimmer mit Verdunklungen eingerichtet worden. In einem Saal wurde das Einführungspraktikum zur physikalischen Chemie durchgeführt, ein weiterer konnte als Auditorium genutzt werden. In einem der Kellerräume war das Arbeiten bei konstanter Temperatur möglich, drei weitere beherbergten neben einem Zimmer im Erdgeschoss die Sammlung und dienten der Aufbewahrung und Lagerung.

Die Bibliothek führte die wichtigsten Fachzeitschriften und hatte einen Bestand von ca. 100 Lehrbüchern, die einem völlig unkomplizierten Leihverkehr zur Verfügung standen. In der Festrede hatte Nernst den Wert und das Können der Werkstätten seines Instituts hervorgehoben und durch eine Ausstellung von Apparaturen und Geräten, die von ihnen gefertigt worden waren, demonstriert. Entsprechend dieser Bedeutung für das Institut hatten die Handwerker zwei Räume erhalten. Im Keller befand sich noch ein Maschinenraum, der mit einem Gasmotor, einem Nebenschlussdynamo von Siemens, einem Gebläse und einer Luftverflüssigungsanlage von Linde ausgestattet war.

Die letztere erlaubte Arbeiten bei Temperaturen bis zu  $-190^{\circ}\text{C}$ . Der Dynamo konnte Gleich-, Wechsel- und Drehstrom liefern. Weiterhin gab es im Keller einen Akkumulatorraum. Die von ihm ausgehenden Leitungen erlaubten, in den Laboratorien Spannungen zwischen 2 und 72 V abzunehmen.

Bei dieser damals sehr modernen Ausrüstung, bei dem Können des Direktors und bei der großen Zahl der interessierten und talentierten Schüler ist es keineswegs verwunderlich, dass die in die neue Forschungsstätte gesetzten hohen Erwartungen nicht enttäuscht wurden und die investierten Mittel die erhoffte reiche Ernte an wissenschaftlichen "Früchten" hervorbrachten.

## 3.4 Die Forschungen ab 1895

In der neuen Forschungsstätte wurden die schon 1894 begonnenen Präzisionsmessungen des Gefrierpunktes von Lösungen fortgesetzt. Hieran hatte Richard Abegg einen großen Anteil, den Nernst auf einem "Ausflug" nach Berlin Anfang 1894 als Assistenten gewonnen hatte. Für das über die gemeinsame Arbeit hinausgehende gute Verhältnis zwischen Nernst und seinem Mitarbeiter spricht u. a. eine gemeinsame Reise mit "Abeggs" im Frühjahr 1896.

Auch auf elektrochemischem Gebiet werden Messmethoden erarbeitet. Hier ist u.a. an ein Verfahren zur Ermittlung des inneren Widerstandes von galvanischen Zellen und an die Herstellung einer neuen Form eines Quadrantenelektrometers zu denken. Weitere Themenkomplexe innerhalb der Elektrochemie betreffen die Polarisationskapazität, elektropräparative und -analytische Arbeiten, Bestimmungsmethoden für die Zersetzungsspannung und Untersuchungen des Reststroms.

Im Zusammenhang mit dem letzteren ist der Name Heinrich Danneel zu erwähnen. Die Aktualität der Forschungen zeigt sich z.B. an dem Umstand, dass der Begriff der Zersetzungsspannung gerade erst 1891 von Max Le Blanc als stoffspezifische Größe in die Wissenschaft eingeführt worden war, als er die Gedanken von Nernsts Habilitationsschrift auf die Elektrolyse anwandte.

Andere Untersuchungen, die ebenfalls den neuesten Stand der Forschung darstellten, betrafen die Kathodenstrahlen und die wissenschaftliche Photographie, mit welcher sich wiederum Abegg beschäftigte. Über die Probleme, die mit der Konstruktion und Entwicklung der Nernst-Lampe zusammenhängen und welche auch höchst zeitgemäß waren, wird im nächsten Abschnitt gesondert berichtet.

Nachdem das Institut 1898 seine endgültige Gestalt hatte, wurden die Untersuchungen über die Zersetzungsspannungen weitergeführt. Um diese Zeit schuf William Augustus Caspari den Begriff der Überspannung im Göttinger Laboratorium. Aus den von Nernst angeregten Arbeiten seiner Schüler ist ersichtlich, dass er den Wert der elektrodenkinetischen Methoden für die chemische Analyse wohl erkannte, selbst aber hat er nie ein derartiges Thema bearbeitet.

Die oben erwähnten Messungen der Dielektrizitätskonstanten wurden nun auch auf Gase und Flüssigkeiten ausgedehnt. Intensiv wurden Leitfähigkeitsbestimmungen durchgeführt, wobei diejenigen an Oxiden und Oxidgemischen im Hinblick auf die Untersuchung der Leitungsvorgänge im Glühkörper der Nernst-Lampe zu verstehen sind. Abegg bestimmte die Leitfähigkeit reiner Stoffe unter gewöhnlichen Bedingungen. Auch Lösungen in flüssigen Ammoniak wurden in dieser Hinsicht vermessen. Hierher gehören weiterhin ausgedehnte Versuchsreihen an gepressten Oxid- und Sulfidpulvern.

Insbesondere zusammen mit Ernst Herrmann Riesenfeld untersuchte Nernst nach 1900 Grenzflächenerscheinungen. In dieser Zeit arbeitete sein Schüler Friedrich Krüger über das Problem der Doppelschicht, Polarisationskapazität und Elektrokapillarität.

Die Grundlage dafür ist schon von Helmholtz und Lippmann geschaffen worden. Das einfache Kondensatormodell des ersteren konnte allerdings nicht alle experimentellen Befunde beschreiben. 1898 hatte Max Wien eine Brückenschaltung für Wechselströme vorgeschlagen, die eine direkte Erfassung der Doppelschichtkapazität erlaubte. Emil Warburg wandte diese bereits ein Jahr später auf Messungen an Elektroden an. 1903 bearbeitete Krüger diese Fragen bei Nernst.

Nach der Meinung seines Lehrers war die geschaffene Theorie dergestalt, dass die Auffassungen von Helmholtz und Warburg als Spezialfälle auftreten. Der selbst an schöne Erfolge gewöhnte Nernst kann deshalb feststellen: "Seit Jahren habe ich mich über keine Arbeit so gefreut, wie über die Krügers." [7.i]

Von den vielen weiteren Arbeiten zur Elektrochemie seien noch die Untersuchungen zum Bleiakкумулятор genannt, zu welchen Nernst seinen Schüler Friedrich Dolezalek angeregt hatte. Diese Forschungen sind insofern erwähnenswert, da sie in erster Linie nicht technologischen sondern rein wissenschaftlichen Aspekten zuzuordnen sind.

Die neue Theorie der Potentialbildung sollte auf dieses System, das bereits 1869 von Gaston Plante erfunden worden war, angewandt werden. Dolezalek benutzte die von

Caspari eingeführte Überspannung, um die Vorgänge im Akkumulator zu erklären. Es gelang ihm, deren Reaktionsgleichungen detailliert anzugeben.

Eine Hervorhebung verdienen Nernsts Arbeiten zur Theorie des elektrischen Reizes von 1899. Der Gelehrte hatte damit als erster den Versuch gemacht, die Schwellengesetze dieses Reizes auf physikalisch-chemischer Grundlage zu verstehen. Die damit verbundene Herangehensweise ist für Nernst typisch, Ausgangspunkt ist eine einfache Vorstellung:

Geht ein elektrischer Strom durch ein lebendes Gewebe, so ruft dieser Veränderungen hervor, die auf Konzentrationsänderungen zurückgeführt werden können und an Membranen auftreten. Diesem Prozess, dessen Ursache der elektrische Stromfluss ist, wirkt die Diffusion entgegen, da sie bestrebt ist, die Konzentrationen wieder auszugleichen. Die Reizschwelle kann man sich dann erreicht denken, wenn die Konzentrationsänderung einen bestimmten Wert erreicht hat.

Gelingt es, diese Änderungen zeitlich zu beschreiben, was unter bestimmten Annahmen möglich ist, so ist damit das Reizschwellengesetz gegeben. Die Anregungen zu diesen Gedanken kamen Nernst bei seinen Arbeiten mit Wechselströmen hoher Frequenz. Man glaubte damals, dass die Unempfindlichkeit des Menschen gegenüber solchen Strömen daher rühre, dass sie auf Grund ihrer hohen Frequenz nicht ins Innere des Leiters eindringen und somit die Nerven nicht reizen können. Wenn dieser Effekt bei guten Leitern, wie den Metallen, in solcher Weise auftritt, so erkannte Nernst doch, dass er bei Elektrolyten wegen der geringen Leitfähigkeit keine Rolle spielen kann.

Er stellte daher die Frage nach den Gesetzen der Polarisation. 1899 hatte aber Warburg gerade seine Ergebnisse über die Konzentrationspolarisation bei Wechselströmen publiziert. Die dort vorgelegte Theorie konnte Nernst direkt benutzen, um sein Gesetz für die Reizschwelle anzugeben. Unter der schon erwähnten Annahme, dass bei der Schwelle ein bestimmter Wert der Ionenkonzentration vorliegt, konnte er dafür die Konstanz von  $i/\sqrt{f}$  entnehmen, wobei  $i$  die Stromstärke und  $f$  die Frequenz bedeuten.

Die Probleme des Reizschwellengesetzes haben Nernst noch bis in seine Berliner Zeit beschäftigt. Das betrifft die Durchführung von Messungen zur Überprüfung des Gesetzes, die Nernst allerdings nur anordnete, die Benutzung von Kondensatorentladungen zu Reizzwecken, welche Arnold Eucken im Berliner Laboratorium studierte, und die Reizschwellengesetze für Gleichstromstöße, die der Meister 1908 selbst untersuchte.

Im Göttinger Institut beschränkte sich die Reichhaltigkeit der Forschungen, wie schon in den Jahren vor 1898, keineswegs auf elektrochemische Themenkreise. Der Lösungstheorie und dem Dampfdruck wurde ebenso Aufmerksamkeit gewidmet wie dem Gleichgewicht und der Reaktionskinetik in heterogenen Systemen.

Bezüglich der Geschwindigkeit heterogener Reaktionen hatte Nernst 1904 die Theorie entwickelt, dass deren Größe allein durch die Diffusion der Reaktanten durch eine Zwischenschicht bestimmt sei, die sich beim Rühren im Gebiet zwischen der Lösung mit konstanter Konzentration und der Festkörperoberfläche herausbildet.

Bei Benutzung des Diffusionsgesetzes erhält man einen Geschwindigkeitsausdruck, des-

sen Konstante dem Diffusionskoeffizienten direkt und der Dicke der genannten Schicht, der Nernstschen Diffusionsschicht, umgekehrt proportional ist. An der Bearbeitung der Theorie, die nur begrenzte Gültigkeit besitzt, und an deren experimenteller Überprüfung hat Nernst Heinrich Danneel und Erich Brunner beteiligt.

In den letzten Göttinger Jahren kommen dann Forschungen hinzu, die die Grundlage für die große Entdeckung darstellen, die Nernst in Berlin sehr bald gelang. Die Rede ist von der Bearbeitung der Gasreaktionen und ihrer Gleichgewichte bei hohen Temperaturen, eine Thematik, die zugleich von höchstem wissenschaftlichem als auch technologischem Interesse war.

Das Aufgreifen solcher Untersuchungen ist für Nernst geradezu charakteristisch. Wir finden sie in den elektrochemischen Fragestellungen ebenso wieder wie bei der Problematik, die mit seiner Lampe verbunden ist, und nicht zuletzt im Zusammenhang mit dem III. Hauptsatz der Thermodynamik.

Die Gasgleichgewichte zu bearbeiten, dazu haben Nernst möglicherweise die Notwendigkeit und die Schwierigkeit gereizt und herausgefordert. Die letztere war durch eine ungünstige Lage des Gleichgewichts und durch die erforderlichen hohen Temperaturen gegeben. Zur Lösung der Aufgaben nutzte Nernst einfache Messprinzipien in genialer Weise. Dampfdichte- und Molmassebestimmungen wurden in einer elektrisch geheizten Iridiumbirne vorgenommen.

Um die hierfür erforderlichen geringen Substanzmengen genau ermitteln zu können, entwickelte Nernst die nach ihm benannte Mikrowaage, die dann auch von einer Göttinger Firma produziert wurde und für 70 M käuflich zu erhalten war.

Ihr Prinzip besteht in der Verdrillung eines Quarzfadens bei Belastung eines mit diesem durch Anschmelzen verbundenen Balancesystems. Die Temperaturmessungen wurden in einem Strahlungs-pyrometer vorgenommen und auf solche von Stromstärken zurückgeführt, indem ein Nernst-Stift durch elektrischen Stromfluss auf eine Temperatur und damit Helligkeit gebracht wurde, die ihn in dem zu vermessenden System unsichtbar werden ließ.

Kleine Gasvolumina bestimmte man durch Verschieben eines Quecksilbertropfens in einer Kapillare. Auf diese Weise war die Ermittlung von Molmassen und Gleichgewichtslagen bei Temperaturen von etwa 2000°C möglich. Eines der vielfältigen Probleme, die Bildung von Stickoxid aus Luft, verdient wegen seiner großen industriellen Bedeutung genannt zu werden.

Diese Forschungen wurden zusammen mit Hans Joachim Wartenberg, Karl Jellinek, Irving Langmuir u. a. durchgeführt. Der letztere sollte später als Forschungsdirektor der General Electric Co. in seiner amerikanischen Heimat durch die Vervollkommnung der Wolframdrahtlampe endgültig dazu beitragen, die Nernst-Lampen vom Markt zu verdrängen. Interessanterweise hatte Langmuir in Göttingen auf Nernsts Anregung mit erhitzten Platindrähten in Gasen gearbeitet. Diese Untersuchungen standen allerdings im Zusammenhang mit dem Programm zur Erforschung von Gasgleichgewichten. Bei Arbeiten über die Dissoziation wurden auf diese Weise Schwierigkeiten vermieden, die bei einer ausgedehnten heißen Gefäßwand auftreten.

### 3.5 Die Nernst-Lampe

Um diese große Erfindung Nernsts richtig zeitlich und in ihrem Wert einordnen zu können, lohnt ein kleiner geschichtlicher Überblick. In der zweiten Hälfte des 19. Jh. waren mehrere Arten der künstlichen Lichterzeugung in Gebrauch: die von Silliman 1855 in den USA erfundene Petroleumlampe, die Gasbeleuchtung und die elektrischen Lichtquellen. Die letzteren existierten in den Formen der Bogen- und der Glühlampen. Eine Straßenbeleuchtung auf der Grundlage von Gas ist in Deutschland bereits 1811 von Wilhelm August Lampadius in Freiberg eingeführt worden.

Die Einsatzmöglichkeiten, die Brennerform, die Gaszusammensetzung u.ä. waren durch intensive Forschung verbessert worden.

Besonders ist hier die Entwicklung des Glühlichtprinzips zu nennen, nicht nur, weil damit ein wesentlicher Fortschritt erzielt wurde, sondern da es auf das engste mit der Nernstschen Erfindung in Verbindung steht. Die Geschichte des Glühlichts reicht vom Drummondschen Kalklicht (Calciumoxid in Knallgasflamme, 1820) bis zu dem mit Oxiden seltener Erden bedeckten Glühstrumpf, den Auer v. Welsbach 1885 erfand und von dessen Idee Nernst bei seinem Glühkörper ausging.

Obwohl sich viele Forscher mit der Verwendung der Elektrizität zur Lichterzeugung beschäftigt hatten - stellvertretend seien genannt die Mitbegründer der Elektrochemie Johann Wilhelm Ritter und Humphry Davy sowie Robert Bunsen -, war eine sinnvolle Entwicklung solcher Lampen erst nach 1867 möglich. Im Januar dieses Jahres hatte Werner v. Siemens das von ihm entdeckte dynamoelektrische Prinzip bekannt gemacht, das zur Grundlage der Stromerzeugung im großen Stil wurde.

Auch die Entwicklung der Kohlebogenlampen hatte schon 1844 begonnen, an deren Verbesserung u. a. Friedrich v. Hefner-Alteneck und Pierre Jablochkoff beteiligt waren. Beide spielen im Zusammenhang mit der Nernst-Lampe eine Rolle. Ersterer hatte 1879 die Differentialbogenlampe entwickelt, die die drei Jahre älteren Jablochkoff-Kerzen verdrängte.

Die erste Kohlefadenlampe hatte Heinrich Goebel 1854 in den USA gebaut und mit ihr seinen Uhrmacherladen in New York beleuchtet. Von Bedeutung wurden aber erst die von Thomas Alva Edison 1879 konstruierten Lampen, die ebenfalls einen Kohlefaden als Glühkörper benutzten. Sie waren nicht ohne Konkurrenz.

Hierbei ist an die 1881 produzierte Lampe von Joseph Wilson Swan u.a. zu denken. In diesem Jahr eröffnete Edison in Menlo Park die erste Glühlampenfabrik. Im folgenden gründete in Deutschland Emil Rathenau eine Gesellschaft, aus der schließlich 1887 die Allgemeine Deutsche Elektrizitätsgesellschaft (AEG) hervorging. Die erste deutsche Produktionsstätte für Glühlampen wurde 1884 in der Berliner Schlegelstraße eröffnet.

Die Erzeugung elektrischer Lichtquellen stellte in den beiden letzten Dezennien des 19. Jh. den Hauptanteil an der aufblühenden Elektroindustrie. Im Zusammenhang mit der Glühlampenproduktion entwickelten sich die Vakuumtechnik und die erste Automatisierung eines Fertigungsprozesses.

Es ist wiederum so gut wie selbstverständlich, dass die mit dieser lebhaften Entwick-



lung verbundenen Probleme in vielerlei Hinsicht das Interesse Nernsts erregten. Fragen dieser Größenordnung, deren erfolgreiche Bearbeitung wissenschaftlichen, ideellen und auch materiellen Gewinn versprach, aufzuspüren und einer Klärung zuzuführen, das entsprach der Persönlichkeitsstruktur dieses großen Gelehrten.

In diesem Fall waren es zwei Dinge, die Nernst kombinierte und zu hohem Nutzen verband. Einmal war es das Gesetz, das von Josef Stefan 1879 gefunden und von seinem Schüler Boltzmann 1894 theoretisch begründet wurde.

Es besagt, dass die Gesamtstrahlung der vierten Potenz der Temperatur proportional ist. Eine Strahlungserhöhung durch Temperatursteigerung sollte an einem Körper dann vorteilhaft möglich sein, wenn seine Zusammensetzung der des Auer-Strumpfes ähnlich ist.

Die Entwicklung eines neuen Prinzips der Lichterzeugung entsprach den Bedingungen des Konkurrenzkampfes, den sich die Produzenten elektrischer Lampen untereinander und mit denen der Gasbeleuchtung lieferten. In letztere war in bezug auf Anlagen, Forschung und Entwicklung zuviel investiert worden, als dass sie sich von der Elektroindustrie verdrängen lassen konnte. So wurde heftig daran gearbeitet, die entsprechenden Grundgesetze zu verstehen und durch neue physikalische und technische Lösungen Mängel an den bestehenden Lampen zu überwinden.

Die Kohlefadenlampen besaßen in erster Linie den Nachteil, dass sie damals noch sehr aufwendig evakuiert werden mussten. Das war bei der 1897 erstmals gebauten Nernst-Lampe nicht notwendig, und die Lichtausbeute, die Lichtqualität und einige technische Daten lagen günstiger.

Sie hatte aber auch Unzulänglichkeiten, an deren Beseitigung Nernst in den folgenden Jahren intensiv arbeitete, umso mehr, da er die Patente der AEG verkauft hatte und somit direkt in den Konkurrenzkampf eingeschlossen war. Das Ausmaß des Arbeitsumfangs entnehmen wir den Bemerkungen van't Hoff's in dessen Begründungsschreiben zur Wahl Nernsts zum ordentlichen Mitglied der Preußischen Akademie:

"Dass sodann eine mehr oder weniger bemerkbare Ruhepause in den rein wissenschaftlichen Veröffentlichungen eintritt, hängt wohl mit dem Arbeitsaufwand zusammen, welchen die Konstruktion der Nernst-Lampe erforderte." [9]

Jedenfalls wurde die Lampe produziert und verkauft. Man spricht von einer Produktionsrate von mehreren Tausend Stück am Tag, so dass insgesamt etwa vier Millionen Nernst-Lampen bzw. -Brenner hergestellt worden waren. Ein Bericht der AEG von 1900/01 stellt fest:

"Die schöne und zugleich sparsame Lichtquelle befindet sich in hunderttausenden von Exemplaren bereits im Gebrauch und gewinnt infolge sehr günstiger Betriebserfahrungen und der äußerst befriedigenden Messresultate der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt täglich neue Kreise." [10]

Auf der Weltausstellung 1900 in Paris wurde der Pavillon der AEG mit Nernst-Lampen erleuchtet.

Entsprechend seinem Naturell war Nernst um die Popularisierung seiner Erfindung be-

müht, wovon z.B. sein Artikel in der Zeitschrift "Mutter Erde" Zeugnis ablegt. Von der Bedeutung seiner Lampe war er so überzeugt, dass er sie neben den Augenspiegel von Helmholtz, den Glühstrumpf von Auer und die Röntgenstrahlen einordnete.

Angeregt durch den Auer-Strumpf benutzte Nernst einen Glühkörper, der aus 85 % Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ) und 15 % Yttriumoxid ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ) besteht. Dieser Nernst-Stift wird erst beim Aufheizen auf eine bestimmte Temperatur leitend, deren weitere Erhöhung sodann aber ein Absinken des Widerstandes bewirkt (Leiter 2. Art). Diese Besonderheit mindert die Vorteile, die im Vergleich zur Kohlefadenlampe bestehen. So folgten auf das erste Patent vom 6. Juni 1897 (DRP 10 48 72) eine Reihe von Arbeiten, die sich mit der Überwindung der Mängel und technischen Schwierigkeiten beschäftigten.

Die erste Lampe musste noch ähnlich einer Kerze angezündet werden. Aber schon im zweiten Patent von 1897 erfolgte die Aufheizung durch elektrische Heizkörper. Auch für das Abschalten des Heizstromes beim Erreichen des Glühens wurde gesorgt.

Die Verbesserung dieses Schalters, die Verhinderung des Schattenwurfs durch die Heizkörper, die Glühkörperzusammensetzung u. a. waren Probleme, über welche nachgedacht werden musste.



4 Nernst-Lampe aus der Sammlung der Sektion Chemie der Humboldt-Universität zu Berlin (Foto: S. Schmidt)

Die Ergebnisse sind in zahlreichen weiteren Patenten von Nernst niedergelegt worden. Hervorzuheben ist noch die Überwindung der Schwierigkeit, die mit dem sinkenden Widerstand bei steigender Temperatur verbunden ist. Um das Schmelzen des Stiftes zu verhindern, erfand Nernst den Eisen-Wasserstoff-Widerstand, der z.B. in Rundfunkempfängern die Lampe lange überlebt hat.

Ähnlich erging es dem Nernst-Stift, der noch geraume Zeit als Lichtquelle in der IR-Spektroskopie Verwendung fand. Im Nernstschen Institut wurden natürlich auch grundlegende Fragen bearbeitet, die mit dem Stift als Festelektrolyt zusammenhängen.

Nernst hielt dazu auf der Versammlung der Elektrochemischen Gesellschaft im Mai 1899 in Göttingen einen umfassenden Vortrag "Über die elektrolytische Leitung fester Körper bei sehr hohen Temperaturen".

Als die Lampe am 9. Mai 1899 im Sitzungssaal der AEG in der damaligen Luisenstraße in Berlin erstmals öffentlich vorgeführt wurde, lagen zu der mit ihr verbundenen Thematik 14 deutsche und 100 ausländische Patente vor, wobei sich die erste Zahl bis 1904 auf ca. 80 erhöhte. Auch die in London gegründete "Nernst Electric Light Limited" trug zur Entwicklung der Lampe bei.

Die Erfindung wurde nicht ohne Einsprüche und Beschwerden hingenommen. Den beiden Patenten von 1897 folgten 13 Einsprüche und fünf Beschwerden.

Es wurde Nernst z.B. vorgeworfen, eine patentierte Erfindung Jablochkoffs von 1877 benutzt zu haben. Dieser hatte ein Kaolinplättchen durch einen mit dem Funkeninduktor erzeugten Strom zum Glühen gebracht. Nernst behauptete, davon keine Kenntnis besessen zu haben, und Hefner-Alteneck verteidigte ihn, indem er betonte, dass Nernst eine nutzbare Erfindung durch schöpferische Tätigkeit hervorgebracht habe, während Jablochkoffs Patent keine Anwendung gefunden hat.

Übrigens war Nernst selbst des öfteren als Sachverständiger zu Patentprozessen an das Reichsgericht nach Leipzig gerufen worden. 1897 trat er gerade in dieser Eigenschaft in einem Fall auf, in dem es um Akkumulatoren ging.

Dem Patentwesen und der Patentlegung stand Nernst sehr bejahend gegenüber. Er würdigte die geistige Arbeit, die mit der Abfassung und Verteidigung eines Patentes verbunden ist. Neben technisch verwertbaren Ergebnissen sollten aber auch nach seiner Meinung solche dem Patentschutz unterworfen werden, die zwar in der Industrie genutzt werden können, eigentlich aber rein wissenschaftlichen Charakter besitzen.

Dann könnten nur große Firmen und Institutionen, die über entsprechende Mittel verfügen und sich aus der Weiterentwicklung der Ergebnisse einen zukünftigen Gewinn ableiten, diese vorantreiben. Die möglichen hohen Investitionen bedingen dann einen schnellen Fortschritt. Diese Auffassung kann natürlich nur teilweise akzeptiert werden. Die Geschichte der Nernst-Lampe fand jedoch bald ein Ende.

Schon 1898 erfand Auer v. Welsbach die Osmiumfadenlampe, die sich aber nicht einführte, da sie nur für 75 V ausgelegt war, das inzwischen aber bestehende Netz eine Spannung von 110 V hatte.

Ende 1904 brachte die Firma Siemens & Halske Lampen mit Tantalfäden auf den Markt, die zur echten Konkurrenz für die Nernst-Lampe wurden. Etwa um diese Zeit arbeitete Aleksandr Nikolaevit Lodygin in Russland an dem Einsatz von Wolframdrähten, der aber auch in anderen Ländern das Ziel von Untersuchungen war.

Als Nernsts ehemaliger Schüler Irving Langmuir 1913 die Füllung mit indifferentem Schutzgas einsetzte und den Glühfaden zur Wendel formte, setzten sich die Wolframlampen endgültig durch und verdrängten Nernsts Erfindung praktisch vollständig. Allerdings ist das Prinzip der Nernst-Lampe nicht vergessen, wie entsprechende Patente aus den 70er Jahren unseres Jahrhunderts beweisen [11]. Nernst hatte schon kommentiert:

"Es gibt Erfindungen, die für diese Welt zu schön sind, immerhin habe ich der Lichttechnik den Weg gezeigt, wie sie Fortschritte erzielen kann, nämlich durch Steigerung der Glühkörpertemperatur." [12]

Schon kurz vor Nernsts Erfindung war das Prinzip der Quecksilberentladungslampe vorgeschlagen worden, die durch Peter Cooper-Hewitt ihre erste Realisierung fand. Auch in diesem Zusammenhang hat Nernst, allerdings erst 1913 in Berlin, zwei Patente erarbeitet. Sie betreffen die Verbesserung der spektralen Eigenschaften der Quecksilberdampflampe durch Zusatz von Metallhalogeniden.

### 3.6 Fachkollege und Hochschullehrer

Wir haben die Eigenheiten in der Art und Weise, wie Nernst Forschungsthemen aufspürte und gewöhnlich mit großer Meisterschaft bearbeitete bzw. anregend und lenkend die Aufgaben lösen ließ, an Beispielen genügend beleuchtet, so dass nur einige weitere allgemeine Aspekte hinzuzufügen sind.

Diese betreffen den Umgang mit Kollegen, Mitarbeitern und Schülern. Es ist hierbei zu beachten, dass Nernst in der Göttinger Zeit vom Lernenden zum Lehrenden, vom Mitarbeiter und Assistenten zum Chef und ordentlichen Professor heranreifte. Von Anfang an bemühte sich Nernst, die breite Entwicklung der physikalischen Chemie auch dadurch voranzutreiben, dass er an dem Gedankenaustausch und der Zusammenarbeit aller befähigten Kräfte teilnahm. Davon zeugen u.a. seine Reisen und Kontakte zu den führenden Kollegen.

Schon 1890 traf er mit van't Hoff in Amsterdam zusammen und führte Unterredungen mit Hittorf in Münster. Über die Fahrten im Zusammenhang mit der Entwicklung des Instituts wurde schon berichtet. 1897 ist er bei Arrhenius in Stockholm und trifft dort auch Tammann an, mit Ostwald ist er in häufigem Kontakt, und so ließe sich die Reihe der Besuche von Freunden und Gleichgesinnten, Kongressen, Ausstellungen u.ä. fortsetzen.

Aber Nernst hatte auch vieles zu kritisieren. Hierbei geht es ihm um die Wissenschaft und die Wahrheit, so dass er selbst Freunde angreift, wenn er es für notwendig hält. Etwas unverständlich ist die Haltung gegenüber Lothar Meyer und besonders Max Planck. So lesen wir über Meyer im Zusammenhang mit einem von diesem geschriebenen Lehrbuch im November 1890:

"Ihm sitzt die elektrolytische Dissoziation wie einem Neger der Frack; ...

Wenn nicht der Name des Autors Schonung verdiente, dürfte dies wohl einen neuen Beitrag für die "chronique scandaleuse" der Zeitschrift zu liefern geeignet sein." [7.a2]

Im Januar 1892 wird eine Arbeit desselben Verfassers mit den Worten kommentiert:

"Zunächst wird es sich wohl darum handeln, Lothar Meyer mit dem zweiten Hauptsatz bekannt zu machen, was aber vielleicht unmöglich und sicherlich sehr schwierig sein wird." [7.c1]

In demselben Brief geht es auch gegen Planck. Dieser leite Formeln anderer ab und

gebe sie dann als die eigenen aus. Planck wird also Ideendiebstahl vorgeworfen, ohne den er nicht auskomme, denn "der Hallenser Vortrag zeigte doch, wie er doch so ganz ohne eigene Ideen ist" [7.c1].

Obwohl sich Planck, der zu dieser Zeit ebenfalls stark mit der Ausarbeitung der Elektrolyttheorie beschäftigt ist, vertrauensvoll an den jüngeren Kollegen wendet, findet Nernst die ihm dargelegte "Theorie der dielektrischen Wirkungen ... recht komisch" [7.e1]. Auch über Plancks Lehrbuch gibt es nichts Positives zu sagen: "Ich finde übrigens die Thermodynamik von Planck recht schwach, einiges auch anfechtbar." [7.e1]

Offensichtlich schätzt Nernst hier die mathematische Behandlungsweise der Probleme in ihrer Tiefe und Bedeutung falsch ein.

Die zitierten Bemerkungen zeigen, dass auch eine Persönlichkeit wie Nernst nicht in jedem Fall vorurteilsfreie und objektive Einschätzungen gegeben hat.

Zu den Kollegen sind im weitesten Sinne auch die zahlreichen Schüler und Mitarbeiter zu zählen, von denen allein aus dem letzten Göttinger Jahrzehnt über 50 namentlich bekannt sind. Sie kamen aus vielen Ländern der Erde, so z.B. aus Amerika, Japan, Russland usw. Anziehungspunkte waren nicht nur die neue Wissenschaft und das moderne Institut, sondern vor allem auch der inzwischen weltberühmte Lehrer, von dem sich sowohl sein fachliches Können als auch seine Beliebtheit herumsprachen.

Die meisten der Schüler kann man später als Professoren an Universitäten und Hochschulen wiederfinden, oder sie spielen in der Industrie eine wesentliche Rolle. Langmuir erhielt 1932 sogar den Nobelpreis für Chemie. Befähigt zu diesen Leistungen wurden sie u.a. durch die Anregungen, die ihnen Nernst in spezieller und in allgemeiner wissenschaftlicher Hinsicht zukommen ließ.

Diese "Vorgeschrittenen" arbeiteten natürlich weitgehend selbständig, wobei es, wie die Publikationen zeigen, auch gemeinsame Arbeiten mit dem Meister gab. Zu dieser Frage betonte der Gelehrte,

"dass die wissenschaftliche Arbeit in der Ausbildung der Chemiker die Hauptrolle zu spielen hat; ... ja mein Institut ist ja eigentlich fast nur für 'selbständige Arbeiten' bestimmt und eingerichtet" [7.h2].

Nernst war mit seinen Schülern auch persönlich verbunden, und seine Wohnung war häufig der Ort gemeinsamer, gewöhnlich fröhlicher Zusammenkünfte.

Neben dem Anleiten der wissenschaftlichen Tätigkeit hatte Nernst selbstverständlich seit Beginn seiner Lehrtätigkeit Vorlesungen zu halten. Wir wollen auf seine Eigenheiten und seinen Stil später zurückkommen, wenn wir die Berliner Zeit behandeln.

Hier begnügen wir uns, auf ein "Verzeichnis der von Herrn Privatdozenten Dr. Nernst seit Ostern 1890 gehaltenen Vorlesungen" und damit auf die ersten Vorlesungen in Göttingen hinzuweisen.

Sie deuten schon den Umfang, die Art und die Breite des Stoffes an, den Nernst diesbezüglich zu bewältigen hatte und, wie der Erfolg zeigt, bewältigt hat. Im Sommersemester 1890 liest er privatim zweistündig über "Physikalische Methoden in der Chemie" für 16 und gratis einstündig über die "Neueste Theorie der Lösungen" für acht Zuhörer. Im folgenden Semester gibt es nur eine zweistündige Privatvorlesung für zwölf

Studenten über "Die Lehre von der chemischen Verwandtschaft", also über allgemeine Chemie. Die Lehrverpflichtungen, die mit der außerordentlichen und ordentlichen Professur verbunden waren, wurden schon oben in allgemeiner Form genannt.

Unter den Schülern, die bei Nernst promovierten, ist die Amerikanerin Margret E. Maltby hervorzuheben, da sie "die erste experimentelle Doktordissertation *femininum genesis* in deutscher Sprache" [7.f2] erfolgreich verteidigte. Sie war durch den Einfluss von Felix Klein an die Göttinger Universität gekommen. Dieser hatte als Dekan von Althoff den Auftrag erhalten, das Studium von Frauen in Göttingen zu verstärken,

"... und da Riecke als Institutsdirektor nicht nur nichts dagegen ..., die philosophischen Fakultät ... sich kürzlich überhaupt sehr energisch für die Zulassung von Damen zum Studium erklärt" [7.d2]

hatte und Nernst selbst das andere Geschlecht durchaus anziehend fand, war er "sehr gern bereit, Miss Maltby mit der physikalisch-chemischen Methode vertraut zu machen" [7.d2].

Sie wurde 1893 zu den Vorlesungen und zu Arbeiten am Nernstschen Institut zugelassen. In demselben Jahr, 1895, in welchem die Engländerin Grace Chisholm auf dem Gebiet der Mathematik bei Klein promovierte, erfolgte auch die Dissertation von Miss Maltby. In einer umfangreich abgefassten Abhandlung hat sie eine genaue Methode zur Bestimmung sehr großer elektrischer Widerstände, die Verwendung des Elektrometers von Hankel für deren Messung und ihre Experimente bei kritischen Temperaturen dargestellt.

Danach hatte Nernst noch öfter Schülerinnen, die er, seiner Einstellung zu Frauen entsprechend, wohlwollend in sein Laboratorium aufnahm. Später gab der sonst so kritische Lehrer einmal zu, dass es ihm zuweilen schwerfalle, in Prüfungen die Fähigkeiten junger Damen immer völlig objektiv zu beurteilen.

Auch der Umgang mit weiblichen Kollegen unterschied sich merklich von dem mit männlichen. Wir haben ja aus den Briefen eine Andeutung davon erfahren, welche scharfen und zynischen Äußerungen Nernst gegen andere Wissenschaftler vorbrachte, und er gebrauchte sie ebenso in mündlichen Diskussionen, selbstverständlich auch bei Anwesenheit der Betroffenen. Frauen gegenüber, eingeschlossen Wissenschaftlerinnen, war er hingegen stets höflich und charmant.

Der direkte Schülerkreis wird um einen noch viel größeren mittelbaren durch Nernsts Lehrbücher erweitert, insbesondere durch das zur physikalischen Chemie, von dessen Vorbereitung Nernst Anfang 1891 schreibt: "... ich bin jetzt sehr mit meinem Buche beschäftigt. Bei der Darstellung der 'Verwandtschaftslehre' hoffe ich einiges abrunden zu können." [7.b1]

Bereits 15 Monate später kann er Ostwald ein Exemplar übersenden und erbittet dessen Urteil. Hier ist noch die Bearbeitung des ersten Bandes von Otto Dammers "Handbuch der anorganischen Chemie" gemeint, zu welchem Nernst den "Allgemeinen Teil" geschaffen hatte.

In ihm gibt der Göttinger Professor eine Darlegung des damaligen Standes der physikalischen Chemie und ihrer Ziele. Ostwald regt Nernst daraufhin an, diesen Abschnitt

zu erweitern und als eigenständiges Werk herauszugeben. Diese Aufforderung wird von Dammer und dessen Verleger F. Enke in Stuttgart unterstützt.

Diesmal vergeht kein Jahr, bis das neue Lehrbuch der Öffentlichkeit übergeben werden kann. Am 30. März 1893 kann Nernst daher an Ostwald schreiben:

"Gleichzeitig sende ich Ihnen mein Buch, das mir soeben vom Verleger zugeht; es ist ziemlich umfangreich geworden. Es würde mich freuen, wenn es Ihnen hier und da in der Verwandtschaftslehre und der Theorie der Affinität bei der Ausarbeitung des dritten Bandes Ihres Lehrbuches eine Beihilfe gewährte." [7.d1]

Tatsächlich stellte sich das Nernstsche Buch nicht nur schon vorhandenen an die Seite, es ging in seiner Eigenart und seinem Umfang über diese hinaus. Der erste Band des großen Lehrbuchs von Ostwald war 1885 erschienen, den zweiten hatte Nernst gerade im Oktober 1892 vom Verfasser zugesandt bekommen.

Landolts "Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie" erschien erst 1898. Zu erwähnen sind hier noch "Die Grundzüge der Thermochemie und ihre Bedeutung für die Theoretische Chemie" von Hans Jahn, deren erste Auflage ebenfalls 1892 herauskam, und "Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statistik" (1864) sowie die "Grundzüge der theoretischen Chemie" (1890) von Lothar Meyer.

Bei der Widmung seines Lehrbuchs denkt Nernst an seine erste wissenschaftliche Tätigkeit: "Herrn Prof. Dr. Albert v. Ettingshausen in Graz widmet der Verfasser diese Schrift in treuer Erinnerung an seine Lehr- und Wanderjahre".

Der gewählte Titel ist zugleich programmatisch: "Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik". Hier ist bemerkenswert, dass mit dieser Regel ein Anschluss an die Vorstellung von den Atomen und Molekülen gegeben ist, die zwar als fruchtbare Hilfsmittel der Chemie inzwischen allgemein anerkannt waren, deren Realität aber noch von mehreren Forschern bezweifelt wurde. Zu diesen letzteren gehörte Ostwald.

Möglicherweise ist das der Grund, warum nicht diesem Physikochemiker, sondern dem Physiker v. Ettingshausen das Werk gewidmet ist. Über den zweiten Eckpfeiler, die Thermodynamik, gab es seit den Arbeiten von Horstmann und van't Hoff keinen Zweifel mehr, dass sie eine Grundlage der physikalischen Chemie bildet.

Von den Studenten und den meisten Fachkollegen wurde das Buch mit großer Anerkennung aufgenommen. Dazu trugen u. a. die getroffene Auswahl des Stoffes und seine Darstellung sowie das ausgewogene Verhältnis von Theorie und Experiment bei, wodurch ein Kennenlernen und Überblicken der gesamten physikalischen Chemie ermöglicht wurde. Allerdings warf man dem Verfasser bezüglich der Auswahl und der Behandlung ungeklärter und strittiger Fragen zuweilen ausgeprägte Subjektivität vor. Tatsächlich gibt Nernst auf manche Lücke im Gebäude der physikalischen Theorie keinen Hinweis, und er vermeidet die Nennung vieler Einzeltatsachen zugunsten einer geschlossenen theoretischen Darlegung.

Die aber doch hauptsächlich positive Aufnahme des Lehrbuchs veranlasst Nernst, etwa

alle drei bis vier Jahre eine Neuauflage herauszugeben. Dabei wurden neueste Erkenntnisse und Theorien, versehen mit der entsprechenden Kritik des Gelehrten, eingearbeitet. Zu diesen gehören die Elektronen-, die Relativitäts- und die Quantentheorie, die somit einen frühen Eingang in ein Lehrbuch finden. Natürlich fehlen die eigenen Ergebnisse, z. B. der "neue Wärmesatz", nicht. Dadurch bleibt das Werk lange Zeit aktuell und hat vielen Generationen im In- und Ausland den Zugang zur physikalischen Chemie und zur wissenschaftlichen Arbeitsweise geschaffen. Es wurde schon bald in andere Sprachen übersetzt. Stellvertretend für viele positive Meinungsäußerungen sei die von Victor Meyer zur ersten Fassung zitiert:

"... so namentlich studiere ich Nernsts theoretische Chemie mit wahrem Genusse. Es ist eine Quelle der Belehrung, aber auch der Beschämung, denn ich sehe mit Kummer, wieviel von den neuen Entwicklungen mir teils entgangen, teils nur unvollständig klar geworden ist. Und doch werde ich kaum Zeit haben, das ganze dicke Buch vollständig durchzustudieren." [13]

Und die Seitenzahl sollte noch, bedingt durch die Art, in welcher Nernst an und mit dem Buch arbeitete, ständig wachsen. Lag der "Allgemeine Teil" zum Dammerschen Handbuch noch unter 400 Seiten, so besaß die erste Auflage des eigenständigen Werkes schon 200 mehr, bei der 11. bis 15. war die Zahl 900 schon überschritten.

Bereits vorher hatte sich "ein autorisierter Klavierauszug aus dem Nernst" als zweckmäßig erwiesen. Nachdem das große Lehrbuch der "Theoretischen Chemie" über 30 Jahre erschienen war, wurde es von anderen abgelöst, insbesondere durch die der Nernstschüler John Eggert und Arnold Eucken. Nernst hatte im Vorwort der ersten Auflage 1893 betont:

"In einer Behandlung der theoretischen Chemie müssen naturgemäß die verschiedenartigsten Kapitel der Physik und Chemie Platz finden; ... Die Entwicklung der physikalischen Chemie zu einem besonderen Zweige der Naturforschung bedeutet daher (und hierauf möchte ich Gewicht legen) nicht sowohl die Schaffung einer neuen, als vielmehr die Verknüpfung zweier, bisher ziemlich getrennter Wissenschaften." [14]

Nun erschien schon zwei Jahre später ein weiteres Lehrbuch, das die Nutzbarmachung der Mathematik insbesondere für die Chemie fördern sollte. Am 26. Juni 1895 wird Ostwald die "Mathematik (ca. 20 Bogen) für Naturwissenschaftler von Schönflies und mir" angekündigt, wobei Nernst feststellen kann:

"... ich glaube das Buch wird ganz gut werden, ich kann es selber sagen, denn ich habe nur sehr wenig (eine Anzahl Beispiele) dazu geschrieben und Schönflies ist ein ausgezeichnete Pädagoge." [7.f1]

Offenbar wurde nach einer solchen Darstellung gefragt, und Nernst konnte den auf die 1892 in Göttingen geschaffenen außerordentlichen Professor für angewandte Mathematik berufenen Arthur Schönflies für diese Aufgabe gewinnen. Da das Interesse bei den Chemikern an der Mathematik in erster Linie Ostwald zu verdanken sei, liest man als Widmung: "Herrn Professor Dr. Wilhelm Ostwald in Leipzig freundlichst zugeeignet von den Verfassern".



Möglicherweise ist damit aber auch eine Kritik bezüglich der Behandlungsweise der physikalischen Chemie durch Ostwald verbunden. Als vollständiger Titel wurde "Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften. Kurzgefasstes Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung mit besonderer Berücksichtigung der Chemie" gewählt.

Im Vorwort wird aus dem ebenfalls 1895 erschienenen "Grundriss der Elektrochemie" von Jahn, der allerdings Max Planck gewidmet ist, zitiert, wo es u. a. heißt:

"... So müssen sich eben auch die Chemiker allmählich an den Gedanken gewöhnen, dass ihnen die theoretische Chemie ohne die Beherrschung der Elemente der höheren Analysis ein Buch mit sieben Siegeln bleiben wird." [15]

Durch viele "vermehrte und verbesserte" Auflagen über mehrere Jahrzehnte haben Nernst und Schönflies dazu beigetragen, dass die Behauptung von Immanuel Kant, „... so kann Chymie ... niemals aber eigentlich Wissenschaft werden, weil die Principien derselben ... der Anwendung der Mathematik unfähig sind" [16],

überholt und ins Gegenteil umgekehrt wurde. Dazu hatten natürlich auch Nernsts Lehrtätigkeit und seine Beiträge zur Entwicklung der physikalischen Chemie beigetragen.

### 3.7 Sonstiges und Privates

Die Beschreibung des Werdens und Aufstiegs während der 15 Göttinger Jahre wäre unvollständig, wenn wir nicht der persönlichen und nichtfachlichen Seite gedenken würden, zumal sie bei Nernst nie ganz von der wissenschaftlichen losgelöst werden kann.

Nachdem Nernst 1891 das Extraordinariat erhalten hatte, konnte er daran denken zu heiraten. Anfang 1892 kann ihm Ostwald zur Verlobung gratulieren. Die Braut war die jüngste von drei Töchtern des außerordentlichen Professors der Chirurgie Karl Ferdinand Lohmeyer und hörte auf den Namen Emma. Der Vater leitete noch eine Privatklinik, musizierte hervorragend und sammelte Kunstgegenstände.



5 Emma und Walther Nernst, Hochzeitsbild 1892 [12]

Wie es bei Nernst der Fall gewesen war, so hatte auch Emma frühzeitig ihre Mutter verloren, so dass sie, erst 16jährig, nach der Heirat der älteren Schwester den Haushalt

führen und ihren jüngeren Bruder versorgen musste.

Mit Nernst war sie auf einem Ball bekannt geworden. Das sieben Jahre jüngere, hübsche Mädchen, das ein fröhliches und humorvolles Wesen besaß und diszipliniert zu arbeiten gelernt hatte, musste dem Gelehrten gefallen, der sich zwar begeistert und strebsam seiner Wissenschaft widmete, dabei aber nie die heiteren Seiten des Lebens vernachlässigte. Bald auf die Verlobung folgte am 1. September 1892 die Hochzeit. Auf der Hochzeitsreise nach Italien wird in Graz Station gemacht, um v.Ettingshausen zu besuchen.

Auch in den folgenden Jahren werden gemeinsame Reisen unternommen, wobei dieses südliche Land meist das Ziel bleibt. Anfang 1893 folgt ein Besuch der Städte Wiesbaden, Ingelheim und Heidelberg. Ende März 1895 finden wir das Ehepaar in S.Margherita an der Riviera, wobei ein Zusammentreffen mit Ostwald in Bordighera verabredet ist. Im April 1897 wird von Capri aus eine Zusammenkunft mit dem ehemaligen Leipziger "Chef" in Mailand geplant.

Die Geburt der ersten drei Kinder fiel in Jahre, die auch sonst im Leben Nernsts von Bedeutung waren. Als die "Theoretische Chemie" erschien, wurde der erste Sohn geboren, der nach dem Onkel Nerger den Namen Rudolf erhielt. Das Jahr 1894 brachte die vom Vater so sehr ersehnte Tochter Hildegard und die Berufung zum ordentlichen Professor.

1896 wird das neue Institut feierlich eingeweiht, und der zweite Sohn, der den Namen seines Großvaters, Gustav, erhielt, kommt zur Welt. Nach weiteren vier bzw. sieben Jahren folgen noch die Töchter Edith und Angela.

Durch die Erfindung und den Vertrieb seiner Lampe war Nernst sehr wohlhabend geworden. Hinzu kam eine Erbschaft, die Emma erhalten hatte. Neben anderem ermöglichte das Nernst, sich schon 1898 den Luxus eines Automobils zu erlauben. Diesem ersten sollten im Laufe der Jahre noch viele weitere folgen, es wird hier gewöhnlich die Zahl 17 genannt.

Jedenfalls ist Nernst einer der sehr frühen Automobilisten, was wieder Zeugnis davon ablegt, wie stark der Naturwissenschaftler allem Neuen zugetan war, auch den modernen Errungenschaften der Technik. Sein großes Interesse an Automobilen hatte aber stets auch wissenschaftliche Aspekte. Es ist sogar zu vermuten, dass es auch die Beschäftigung mit den Verbrennungsprozessen im Motor war, die Nernst zur Untersuchung der Gasgleichgewichte bei hohen Temperaturen anregte. Dann wäre ein Weg vorhanden, der von der Liebe zum Automobil über die genannten Stufen zur Entdeckung des Wärmesatzes führt.

Natürlich war das Auto nicht nur ein Gegenstand der wissenschaftlichen Betrachtung. Es diente ebenfalls der Erbauung, was zahlreiche Ausflüge mit ihm in die Umgebung, zu denen nicht selten Schüler und Mitarbeiter eingeladen waren, bezeugen.

Eine amüsante Begebenheit ergab sich daraus, dass Nernst die Leistung des Motors noch verbessern wollte, indem er Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) in den Zylinderkopf einspritzte. Vom Institutsmechaniker wurden der Vorratsbehälter und die entsprechende Vorrichtung an Nernsts Wagen installiert, so dass eine öffentliche Vorführung stattfinden konnte.

Nernst hatte dafür die "Erklimmung" eines kleinen Hügels vorgesehen, der normalerweise für Wagen zu steil war. Wegen des dadurch fehlenden Fahrzeugverkehrs wurde er gern zu Sonntagsspaziergängen benutzt. Nernst, der Überraschungseffekte liebte, konnte also hoffen, ein großes Publikum zu haben, unter dem sich namentlich auch viele Professoren befanden. Tatsächlich erreichte Nernsts Wagen mit großem Lärm unter den Augen der überraschten Menge den Gipfel. Der Motor nahm dabei aber erheblichen Schaden.

Nernst pflegte noch zwei weitere Neigungen. Die erste ist beinahe eine Leidenschaft zu nennen: die Jagd.

Er hatte sie in seiner Jugend während der Aufenthalte in Engelsburg kennen und lieben gelernt. Wie bei wissenschaftlichen Arbeiten und der Umsetzung der dabei entwickelten Ideen war Nernst viel zu ungeduldig, um längere Zeit auf größeres Wild zu lauern. Seine Jagd ging vorrangig auf Hasen und Wildvögel. Um öfter dieser Neigung nachgehen zu können, pachtete der Professor eine Jagd im nahen Stadtwald von Göttingen, als die Einnahmen aus der geschäftlichen Verwertung der Lampen das zuließen.

Die Liebe zur Dichtkunst war ebenfalls seit den Jugendjahren vorhanden. Der Göttinger Ordinarius soll sich sogar selbst als Dichter betätigt haben. Es wird berichtet, dass er 1899 ein von ihm geschriebenes Theaterstück an einem kleinen Berliner Theater zur Aufführung bringen wollte. Dieses sei allerdings kurz vor der Premiere aus finanziellen Gründen geschlossen worden, so dass über einen Erfolg oder Misserfolg nicht berichtet werden kann.

Leider ist es bisher nicht gelungen, den Namen des Theaters und den Titel bzw. den Inhalt des Nernst-Stückes zu ermitteln. Die Dichterqualitäten des Gelehrten kann man aber an dem "physikalischen Märchen" "Zwischen Raum und Zeit" ermessen, welches er 1912 mit der Tochter Lotte seines Freundes Emil Warburg geschrieben hat. Der Inhalt und Stil sind reizvoll genug, so dass ein Nachlesen dieses kleinen Kunstwerkes empfohlen werden kann [12, 18].

Allein die Reden und z. T. die wissenschaftlichen Arbeiten legen Zeugnis davon ab, wie gut Nernst die Werke und Ansichten seiner "Dichterkollegen" kannte. In der besprochenen Festrede zur Einweihung des Göttinger Instituts zitiert er eine Bemerkung Heinrich Heines über Goethe, in einem Vortrag auf der Naturforscherversammlung 1901 in Hamburg sind es Verse von Ovid, und so könnte die Aufzählung lange fortgesetzt werden.

Wie auch von anderen großen Männern nicht selten berichtet wird, so fühlte sich auch Nernst von schönen Frauen angezogen.

Darauf wurde schon im Zusammenhang mit seiner Schülerin Miss Maltby hingewiesen. Allerdings hat dieser Umstand das sehr gute Eheverhältnis nie beeinträchtigt. In Göttingen ereignete sich eine Geschichte, die zugleich die Neigung Nernsts zum anderen Geschlecht als auch sein Talent zum erfolgreichen Geschäftsmann demonstriert.

Eine ziemlich attraktive Dame hatte das Göttinger "Hotel und Cafe National" übernommen und war in finanzielle Schwierigkeiten geraten. Der wohlhabende Professor konnte aus den genannten Gründen nicht ablehnend sein, als er um Geldmittel zur

Sanierung des Unternehmens gebeten wurde. Da Nernst in eine Hypothek eingewilligt hatte und seine Hilfe dennoch erfolglos war, wurde er somit zum Besitzer eines Hotels und Restaurants.

Ob es erst jetzt mit Nernst-Lampen ausgestattet wurde oder diese bereits besaß, ist nicht mehr zu ermitteln. Schließlich gelang es Nernst, seinen Ehrgeiz zu befriedigen und mit Unterstützung eines Geschäftsführers das Unternehmen wieder gewinnbringend zu gestalten. Man nannte es nun das "Cafe N.". 1906, bereits Professor in Berlin, hat Nernst es wieder verkauft, wohnte aber bei seinen Besuchen in Göttingen in diesem Hotel.

## 4 Berlin

### 4.1 Das Jahr 1905

Die in Göttingen ausgelegte Saat war in jeder Beziehung stattlich herangewachsen und hatte so manches eingebracht. Die große Ernte erfolgte aber erst in Berlin. Dafür und für das Leben Walther Nernsts überhaupt ist das Jahr 1905 von außerordentlicher Bedeutung. Die Dichte wichtiger Ereignisse ist in ihm so groß, dass es sich lohnt, es gesondert zu betrachten.

Wie alle wichtigen Geschehnisse, so haben auch diejenigen von 1905 eine Vorgeschichte. 1904 äußerte Hans Landolt den Wunsch, aus Altersgründen am 1. April 1905 zu emeritieren. Im Auftrage Althoffs wird eine Berufungskommission gebildet, der neben Landolt weiterhin Emil Fischer, Max Planck, Emil Warburg u.a. angehören.

Es ist selbstverständlich, dass der zu berufende Professor die physikalische Chemie zu vertreten habe, welche sich seit der Berufung Landolts 1891 an der Berliner Universität etabliert und ihrer Wichtigkeit entsprechend einen festen Platz erobert hatte. Der außerordentliche Professor Hans Jahn, dessen Wahl nicht zuletzt wegen seiner Verdienste auf dem Gebiet der Elektrochemie nahe gelegen hätte, kam wegen einer starken Schwerhörigkeit nicht in Frage.

Vorrangig war an Ostwald und van't Hoff zu denken. Da es in Berlin üblich und auch weiterhin notwendig war, dass der Vertreter der physikalischen Chemie zugleich die anorganische Chemie lesen musste, was man beiden nicht zumuten wollte, und Ostwald zu diesem Zeitpunkt sich schon mehr der Philosophie widmete, wurden sie nur ehrenhalber auf die Berufsungsliste gesetzt. Dasselbe geschah mit Arrhenius, von welchem bekannt war, dass er Schweden nicht verlassen würde.



6 "Bildnis des Geh. Rat Prof. Dr. Nernst" von V. Zaeslein-Benda, 1905 (nach Foto der Staatlichen Museen zu Berlin, Nationalgalerie)

Diese Verfahrensweise entsprang einem Vorschlag Fischers, der zugleich Nernst als wirklichen Kandidaten an erster Stelle sehen wollte. Planck unterstützte diesen Antrag, der dann von allen Kommissionsmitgliedern akzeptiert wurde. In die Liste sind weiterhin

Paul Walden, Gustav Tammann und Max Le Blanc aufgenommen worden. Auf Grund des entsprechenden Berichtes Landolts an den Minister wurde der Göttinger Universität am 2. Dezember 1904 mitgeteilt:

"Den ordentlichen Professor Dr. Walther Nernst daselbst habe ich vom 1. April 1905 ab in gleicher Eigenschaft in die Philosophische Fakultät der Universität zu Berlin versetzt." [3i]

Ganz offensichtlich entspricht das dem Wunsch Nernsts. Das auf hervorragende Traditionen begründete hohe Niveau der Naturwissenschaften, Technik, Industrie und Kultur in der Hauptstadt ist die Ursache dafür. Nernst sieht die Möglichkeiten, hier sein künftiges Wirken optimal und effektiv zu gestalten. Den Ruf, in Leipzig die Nachfolge Ostwalds anzutreten, der an ihn 1906 ergeht, lehnt er daher ab.

Bevor Nernst die Professur in Berlin antritt, erhält er eine weitere Anerkennung. Nachdem Wilhelm II. schon 1896 dem Göttinger Ordinarius den Roten Adler-Orden IV. Klasse verliehen hatte, erfahren wir jetzt,

"dass Seine Majestät der Kaiser und König dem Professor Dr. Nernst den Charakter als Geheimer Regierungsrat in Gnaden zu verleihen geruht haben. Das Patent ist vom 20. März datiert." [3j]

Eine weitere Ehrung erfährt Nernst, nachdem er bereits in Berlin tätig ist. Am 22. Juni 1905 wird der Wahlvorschlag für ihn zum ordentlichen Mitglied der Berliner Akademie der physikalisch-mathematischen Klasse vorgetragen. Er war von van't Hoff ausgearbeitet und von diesem sowie Landolt, Fischer, Planck und Warburg unterschrieben worden. Die Wahl erfolgte am 24. November.

Auch die darstellende Kunst interessierte sich jetzt erstmalig für den berühmten Wissenschaftler. Vicky Zaeslein-Benda schuf 1905 das "Bildnis des Geh. Rat Prof. Dr. Nernst" in Öl auf Leinwand (Abb. 6). Das Werk war im Kunsthandel, ist aber verschwunden. Ebenfalls unklar ist das Schicksal des Nernst-Porträts von Max Liebermann aus dem Jahre 1912 (Abb. 1). Weiterhin existieren zwei Radierungen, die Hermann Struck als Kopfbilder fertigte.



7 Nernst im Berliner Kolloquium (Zeichnung von W. A. Roth)

Auch sollte die Skizze von Walther Roth nicht vergessen werden, die dieser in seiner Assistentenzeit bei Nernst in dessen ersten Berliner Jahren während eines Kolloquiums zeichnete (Abb. 7).

Sie charakterisiert den Gelehrten auf ihre Weise beinahe ebenso treffend, wie das meisterhafte Gemälde Liebermanns.



8 Vor dem Umzug von Göttingen nach Berlin im eigenen Wagen

Noch vor der Übersiedlung nach Berlin hält Nernst auf der 46. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure 1905 in Magdeburg einen Vortrag, dessen Inhalt mehrere seiner Interessensphären zugleich widerspiegelt. Das Thema lautet "Physikalisch-chemische Betrachtungen über den Verbrennungsprozess in den Gasmotoren". In ihm werden die in der letzten Göttinger Zeit gesammelten Erfahrungen über Gasgleichgewichte aufgezeigt, aber auch das Problem, dessen Lösung Nernst wenige Monate später in Berlin fand: "seinen Wärmesatz".

Wie im Magdeburger Vortrag wird Nernsts Neigung zu Automobilen auch daran offensichtlich, dass er den Umzug von Göttingen nach Berlin mit dem eigenen Kraftwagen unternimmt. Das damals noch ganz außergewöhnliche Ereignis ist in einer Photographie festgehalten. Es spielt hierbei auch eine Rolle, dass Nernst sich der modernen und dem technischen Fortschritt zugewandten Hauptstadt gewissermaßen schon bei seinem ersten Auftritt als ihr angepasst und würdig präsentieren wollte. Mit etwas Verspätung, die ein Schaden unterwegs am Fahrzeug verursachte, kam man schließlich doch glücklich in Berlin an.



9 Das Institut für physikalische Chemie in der Berliner Bunsenstraße, nach 1909



Das erste Quartier wurde in der Moltkestraße unweit des Reichstagesgebäudes und der neuen Wirkungsstätte genommen.

Der Wichtigkeit und dem Ansehen der physikalischen Chemie und sicher auch ihres neuen Ordinarius Rechnung tragend, war die Einrichtung durch Ministerialerlass vom 13. April 1905 umbenannt worden. Aus dem "II.chemischen Laboratorium" wurde das "Physikalisch-chemische Institut". Die Straße, die Schlachtgasse, in welcher die Forschungsstätte lag, hatte schon zuvor den Namen Bunsens erhalten.

Ursprünglich war das Gebäude als Erweiterung des für Helmholtz errichteten und 1878 eröffneten Physikalischen Instituts am Reichstagufer geplant gewesen. Bereits 1879 begann man den Neubau. Wie die Physik litt auch die Chemie unter Platzmangel, da die Studentenzahlen wegen der sich stürmisch entwickelnden Industrie ständig stiegen. Das Institut in der Georgenstraße war zu klein geworden.

August Wilhelm v. Hofmann erreichte während seines Rektorats 1880/81, dass das neue Gebäude das II.chemische Laboratorium beherbergen sollte, welches dann 1883 eröffnet wurde. Der erste Direktor war Carl Friedrich Rammelsberg, unter dessen Leitung über Mineral- und anorganische Chemie gearbeitet wurde. Nach seiner Emeritierung 1891 übernahm Landolt das Direktorat. In der ersten Etage wurde das technologische Institut eingerichtet.



10 Im Hörsaal des Instituts in der Bunsenstraße, Sommersemester 1906

In das Landoltsche Laboratorium darüber hielt nun die physikalische Chemie Einzug. Der Ordinarius beschäftigte sich mit Molrefraktion und optischer Aktivität sowie mit der Frage der Massekonstanz bei chemischen Reaktionen. Die elektrochemischen Arbeiten seines Abteilungsvorstehers Hans Jahn fanden schon Erwähnung. Als Nernst die Leitung übernahm, blieb Jahn in der genannten Position, starb aber schon im August 1906 an den Folgen einer Blinddarmrentzündung.

Da Nernst mit Beginn des Sommersemesters nach Berlin gekommen war, brauchte er die für das Winterhalbjahr vorgesehene Vorlesung über anorganische Chemie noch nicht zu halten. Er wählte daher ein Thema, das an die Forschungen in Göttingen anschloss, und las eine "Einführung in die thermodynamische Behandlung chemischer Prozesse". Im Zeitraum vom 26. April bis zum 15. August wurde sie "privatim" jeden Dienstag von "11-1 Uhr" im Hörsaal des Physikalisch-chemischen Instituts gehalten. Seit 1964 weist hier eine Bronzetafel auf ein großes Ereignis mit folgender Inschrift hin:



"Im Jahre 1905 entdeckte Walther Nernst im Verlauf seiner in diesem Hörsaal gehaltenen Vorlesung den 3.Hauptsatz der Thermodynamik."

Nicht so eindeutig wie der Ort ist die Zeit. Ernst Herrmann Riesenfeld schreibt später von den "letzten Vorlesungsstunden" [19].

Da der 1., 8. und 15. August 1905 auf einen Dienstag fielen, kommen demnach die Mittagsstunden dieser Tage in Frage. Es ist aber nicht auszuschließen, dass das "Entdecken" des Satzes während der Vorlesung eine schauspielerische Geste des Gelehrten war.

Nernst liebte das Theatralische und wusste es wirkungsvoll einzusetzen. Er konnte überdies gut den Überraschten und Erstaunten spielen. Solche Effekte setzte er häufig ein, um die Aufmerksamkeit für das von ihm Geleistete zu steigern. So wird er möglicherweise auch jetzt seine Entdeckung der Mitwelt gebührend dargestellt haben. Die Idee ist ihm wahrscheinlich beim Erarbeiten der Vorlesung gekommen.

Vorbereitet war sie durch die thermodynamischen Untersuchungen der letzten Vergangenheit, wovon ja der Magdeburger Vortrag Zeugnis ablegt. Natürlich sind das nur Vermutungen, wenn auch begründete. Sicher ist aber, dass das Auffinden dieses grundlegenden Satzes der Naturwissenschaft und dessen anschließende experimentelle Fundierung und Nutzbarmachung unter den großen wissenschaftlichen Leistungen Walther Nernsts die größte ist. Wir werden daher diesen Abschnitt in seinem Schaffen näher betrachten müssen.

Vorerst wollen wir noch zwei Ereignisse des Jahres 1905 besprechen, die ebenfalls Auswirkungen für die spätere Zeit haben sollten. Das erste betrifft Nernst nur in indirekter Weise. Julius Tafel, ein Schüler Emil Fischers und seit 1903 ordentlicher Professor der Chemie in Würzburg, veröffentlichte 1905 die später nach ihm benannte Grundgleichung der Elektrodenkinetik.

Es ist dabei erstaunlich, dass sie nicht im Laboratorium von Ostwald oder Nernst gefunden wurde. Dies umso mehr, da - wie erwähnt - Caspari im Göttinger Institut den Begriff der Überspannung geschaffen und Dolezalek ihn für seine Untersuchungen am Bleiakkumulator benutzt hatte. Man führt das auf die ausschließliche thermodynamische Betrachtungsweise in bezug auf elektrochemische Fragen, wie sie in diesen Schulen gepflegt wurde, und das Festhalten an ihr zurück.

Da die Gleichgewichtselektrochemie die Nernstsche Gleichung zur Grundlage hat, benutzt man für diese Erscheinung die Bezeichnung Nernst-hiatus (hiatus, lat. = Kluft), obwohl Nernst in späterer Zeit auch die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen betrachtete. Ostwalds Überbetonung des Energismus wirkte sich stärker negativ und behindernd auf die Herausbildung der Elektrodenkinetik aus.

Den Schritt von der Thermodynamik zur Kinetik in der Elektrochemie war Nernst aber auch nicht gegangen, obwohl sein Laboratorium dazu die besten Voraussetzungen und Erfahrungen hatte. Die Ideen und Arbeiten Tafels waren ihm zumindest durch dessen Vortrag und die entsprechenden Diskussionen auf der 9. Tagung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft im Mai 1902 in Würzburg bekannt.

Hier hatte Tafel den Unterschied zwischen seiner Definition der Überspannung und

derjenigen von Caspari betont. Wie allen großen Vertretern der Wissenschaft waren also auch Nernst an bestimmten Stellen Schranken gesetzt.

Allerdings wird durch diese wie im Falle von Einstein, Ostwald, Röntgen u.a. die Größe und Bedeutung des Forschers keineswegs gemindert.

Der andere Ereigniskomplex des Jahres 1905 bereitet wissenschaftsorganisatorische Geschehnisse von großer Wichtigkeit vor.

Zusammen mit Ostwald und Fischer bemühte sich Nernst um die Schaffung einer Chemischen Reichsanstalt. Sie sollte nach dem Vorbild der 1887 gegründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gestaltet werden, um den Forschern eine intensive, auf langandauernde und aufwendige Experimente gerichtete Tätigkeit zu ermöglichen, welche nur durch eine Unabhängigkeit von Lehrverpflichtungen garantiert werden konnte.

Nernst hat diese Problematik offensichtlich sehr beschäftigt, denn die vier erhaltenen Briefe an Ostwald von 1905 haben diese geplante Forschungseinrichtung und ihre Organisation zum Inhalt. Ostwald hatte einen Entwurf erarbeitet, den Nernst mit seinem Kollegen Fischer besprach. Es wird dann festgelegt, dass er in gemeinsamer Arbeit entstehen soll.

Schon am 7. August wird Ostwald ein von Nernst und Fischer überarbeiteter Entwurf, der gegenüber dem ursprünglichen vervollständigt ist, übersandt. Einen Monat später, am 8. September, bekommen Fischer und Ostwald von Nernst den Vorschlag zur Organisation des Kuratoriums vorgelegt. Die Gedanken und Pläne werden in der folgenden Zeit fortgeführt; davon wird die Rede sein, wenn wir die Tätigkeit Nernsts als Wissenschaftsorganisator betrachten.

Nun noch einige Bemerkungen über die Entwicklung der Berliner Universität, um die Stätte zu charakterisieren, an der Nernst ein gutes Vierteljahrhundert wirken sollte. Durch seine Leistungen hat er ihr hohes internationales Ansehen vermehrt. Insbesondere durch die Bemühungen Wilhelm v. Humboldts war diese Bildungsstätte 1810 unter der Regierung des preußischen Königs Friedrich Wilhelm III. gegründet worden.

Von Anbeginn trugen zu ihrem Ruhm große Wissenschaftler vieler Disziplinen durch ihre Forschungs- und Lehrtätigkeit bei. Alexander v. Humboldt und seine Kosmos-Vorlesungen, die Philosophen Hegel und Fichte, der Ägyptologe Lepsius, die Sprachwissenschaftler Wilhelm und Jacob Grimm, die Historiker v. Ranke und Mommsen, der Mediziner Virchow, die Chemiker Mitscherlich und v. Hofmann, die Mathematiker Weierstraß und Dirichlet und die Physiker Erman, Magnus, v. Helmholtz und Kirchhoff mögen als eine bescheidene Auswahl für viele ihrer Fachgenossen und hervorragende Vertreter anderer Wissensgebiete genannt sein.

Die Situation des Jahres 1905 in den Naturwissenschaften lässt sich gut durch die Aufzählung der gehaltenen Vorlesungen kennzeichnen: J. H. van't Hoff "Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie", H. Landolt "Anorganische Experimentalchemie", L. Claisen "Organische Experimentalchemie", O. Diels "Einführung in die Arbeitsmethoden der organischen Chemie", P. Drude "Experimentalphysik", E. Warburg "Elektronentheorie", E. Grüneisen "Akustik", E. Pringsheim "Physik der Sonne", M. Planck "Theorie der Wärme, spez. Wärmestrahlung", E. Abderhalden "Eiweißchemie".

Die Reihe ist durch zwei unmittelbare Kollegen von Nernst, den Organiker Emil Fischer und den Professor für chemische Technologie Carl Hermann Wichelhaus, zu ergänzen. Auch van't Hoff's Mitarbeiter Wilhelm Meyerhoffer sollte Erwähnung finden. Nernst fügte sich nicht nur mit der oben genannten Vorlesung in die Reihe der Berliner Berühmtheiten ein, er setzte später auch die Abfolge der Nobelpreisträger für Chemie in dieser Stadt fort, die mit van't Hoff (1901) und Emil Fischer (1902) begonnen hatte.

Durch Nernst fand in hervorragender Weise eine alte Berliner Tradition ihre Fortführung und Vertiefung, die "Beziehungen zwischen Chemie und Physik", wie eine Vorlesung des Privatdozenten Friedrich Neesen im Wintersemester 1880/81 benannt gewesen war.

Neben der Universität existierten in Berlin zahlreiche weitere Lehr- und Forschungsstätten. So war 1881 die Landwirtschaftliche Hochschule aus einer 1806 eingerichteten Anstalt hervorgegangen. Ihr erster Rektor war Landolt gewesen. Aus einer seit 1798 bestehenden Institution entstand 1887 die Tierärztliche Hochschule. 1882 wurde in Charlottenburg die Technische Hochschule gegründet, und 1906 öffnete eine Handelshochschule ihre Pforten. Erwähnt seien noch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt und die Preußische Akademie der Wissenschaften, ohne damit eine Vollständigkeit erreicht zu haben.

Die schon 1905 begonnenen Bemühungen von Nernst im Zusammenhang mit der Chemischen Reichsanstalt bereicherten Berlin 1911 durch eine weitere wissenschaftliche Einrichtung, die Kaiser-Wilhelm-Institute.

1900 hatte Max Planck in Berlin die Geburtsstunde der Quantenphysik eingeläutet und dem Verständnis der Natur ungeahnte Wege gewiesen. 1905 veröffentlichte Albert Einstein grundlegende Arbeiten, welche u. a. die Grundgedanken der speziellen Relativitätstheorie zum Inhalt haben. Wenige Jahre später, 1913, reisen Nernst und Planck nach Zürich zu Einstein, um ihn für die durch den Tod van't Hoff's freigewordene Professur zu gewinnen, ein Vorhaben, das zum Nutzen der Physik gelangt.

Nernst hatte inzwischen festgestellt, dass sein Satz enge Bezüge zur Quantentheorie hat, insbesondere aber zu diesbezüglichen Arbeiten Einsteins, die sich mit der quantentheoretischen Begründung des Temperaturverlaufs der spezifischen Wärmen bei Annäherung an den absoluten Temperaturnullpunkt beschäftigen.

## 4.2 Der III. Hauptsatz der Thermodynamik

Um die Bedeutung und den Inhalt der Nernstschen Entdeckung von 1905 und seiner Arbeiten zum III. Hauptsatz gut einordnen zu können, sind einige Vorbemerkungen notwendig.

Etwa in der Mitte des 19. Jh. hatte die klassische Thermodynamik einen gewissen Abschluss erfahren. Das Fundament dieses Wissensgebietes bildeten zwei Sätze, die jeweils in mehreren einander äquivalenten Formulierungen ausgesprochen werden können und die Bezeichnung I. bzw. II. Hauptsatz tragen. Mehrere Forscher haben unabhängig voneinander den I. Hauptsatz aufgefunden, der Aussagen über die Energie und deren Änderung im Zusammenhang mit Arbeit und Wärme macht.

Zu den bekanntesten unter ihnen zählen Julius Robert Mayer, Hermann v.Helmholtz, James Prescott Joule und Ludwig August Colding. Vor allem Sadi Carnot und Rudolf Clausius ist der II. Hauptsatz zu danken. Der letztere hat auch den Begriff Entropie in die Wissenschaft eingeführt, eine Größe, deren Notwendigkeit von den meisten Physikern des 19. und beginnenden 20. Jh. nicht akzeptiert wurde.

Auch Nernst stand ihr lange ablehnend gegenüber, während Planck ihr glühendster Verfechter war.

In moderner Fassung können wir die Inhalte der beiden Hauptsätze so formulieren: Die Energie ist eine Größe, die den Zustand eines Systems unabhängig von dessen Vorgeschichte beschreibt, sie ist eine Zustandsgröße. Interne Änderungen innerhalb des betrachteten Systems kann sie nicht erfahren (Energieerhaltung), sie kann sich nur auf externe Weise verändern, indem Arbeit vom oder am System geleistet und/oder ihm Wärme zu- oder von ihm abgeführt wird.

Ähnlich diesen Aussagen des I. sind die des II. Hauptsatzes. Er führt die Entropie als Zustandsgröße ein. Ihre externe Änderung ist gleich der Wärmeänderung geteilt durch die absolute Temperatur. Im Gegensatz zur Energie kann die Entropie eine interne Zunahme erfahren, deren Ursache die Irreversibilität bestimmter Vorgänge ist. Eine interne Abnahme ist auch für die Entropie nicht möglich.

Aus dem Gesagten folgt, dass beide Sätze weder die Festlegung einer absoluten Energie noch einer absoluten Entropie erlauben. Für die erstere ist das auch nicht problematisch, kann sich aber im Zusammenhang mit der Entropie störend auswirken. Hier schafft der II. Hauptsatz Abhilfe.

Die Unzulänglichkeit, von der Nernst ausging, bzw. die Lücke, die er schließen wollte, war aber eine andere. Obwohl sich die Thermodynamik auch für die physikalische Chemie als außerordentlich fruchtbar erwiesen hatte, gab es doch eine Schwierigkeit bei der Betrachtung der Lage eines chemischen Gleichgewichts.

Dafür braucht man nämlich die Kenntnis der Affinität  $A$ , die Differenz der von Helmholtz eingeführten freien Energie bezüglich der Ausgangs- und Endstoffe. Ermittelt bzw. bekannt ist aber gewöhnlich der Unterschied der (inneren) Energie  $U$ , da diese bei isochoren Prozessen der leicht bestimmbaren Wärme entspricht.

Zwischen  $A$ ,  $U$  und der Temperatur  $T$  besteht unter isochoren Bedingungen, d.h. bei gleichbleibendem Volumen der Zusammenhang<sup>1</sup>

$$A = U + T(dA/dT)$$

so dass sich  $A$  nur bis auf eine willkürliche Konstante berechnen ließ. Man benutzte daher das "principe de travail maximum" (Gesetz der größten Arbeit), das Berthelot 1869 formulierte und 1879 in seinem "Essai de Mechanique Chimique" publizierte.

In einer früheren Fassung ist es schon 1852 in den "Beiträgen zu einem thermodynamischen System" von Julius Thomsen zu finden. Wenn wir es durch eine Formel ausdrücken wollen, so müssen wir  $A = U$  schreiben. Obwohl dieser Zusammenhang für einige Systeme befriedigende Resultate liefert, ist er doch nicht allgemein verwendbar

---

<sup>1</sup>Bei isobaren Verhältnissen ist statt  $U$  die Enthalpie  $H$  und statt  $A$  die freie Enthalpie  $G$  zu verwenden.

und steht im Widerspruch zu der obigen Gleichung, die gewissermaßen eine Zusammenfassung der beiden Hauptsätze ist.

Diese Sachlage hat Nernst in dem genannten Magdeburger Vortrag von 1905 im Hinblick auf die Gleichgewichtskonstante für die Verbrennung bestimmter Brennstoffe mit den Worten umrissen:

"Keinesfalls aber werden wir in diesen und ähnlichen Fällen große Fehler begehen, wenn wir  $A$  einfach gleich der Verbrennungswärme setzen. Dies tat man bisher, soweit ich die Literatur kenne, fast ausschließlich; aber man beachtet wohl nicht immer, dass es sich um eine bisweilen nur rohe Annäherung handelt, ... In Ermangelung genauerer Kenntnisse lässt sich aber wohl gegen das allgemein übliche Verfahren, den Nutzeffekt auf die Verbrennungswärme zu beziehen, wenig einwenden." [20]

Übrigens ist Nernst auf diesen "Nutzeffekt" in einer Arbeit von 1913 zurückgekommen. Das Berthelotsche Prinzip soll nun noch einmal in der Darstellung Hans Jahns besprochen werden, da diese sehr gut dessen Charakter als Grenzgesetz erkennen lässt und zugleich dokumentiert, dass die mit ihm verbundenen Probleme schon früh auch von anderen Forschern erkannt worden waren. Da Jahn von 1884 bis 1889 Privatdozent in Graz war, sein Lehrbuch über die Thermochemie bereits 1882 erschienen war und er sich mit elektrochemischen Arbeiten beschäftigte, ist es sehr wahrscheinlich, dass Nernst mit ihm bereits in seiner Grazer Studienzeit über derartige Fragen diskutiert hatte. In seinem Lehrbuch untersucht Jahn gedanklich den Fall, dass eine chemische Verbindung nahe der Zersetzungstemperatur  $\Theta$  bis zum Zerlegen in ihre Bestandteile ausgedehnt wird.

Die Wärme  $Q$ , die dabei zugeführt werden muss, entspricht derjenigen bei der Bildung der Verbindung. Mit dem II.Hauptsatz folgt dann, dass der davon in Arbeit überführte Anteil

$$W = Q(\Theta - T)/\Theta$$

beträgt. Das Gesetz von Berthelot  $W = Q$  ergibt sich als Grenze für  $T = 0$  oder  $\Theta \gg T$ . Jahn urteilt:

"Es kann also das Berthelotsche Princip der größten Arbeit als erste Annäherung bei der Orientierung auf dem ungeheuren Gebiete der Verwandtschaftserscheinungen sehr wertvolle Dienste leisten, ... Über die Nothwendigkeit einer Reaction jedoch sagt dieses Princip nichts aus, da bei seiner Ableitung Voraussetzungen gemacht sind, über deren Zulässigkeit sich von vornherein nichts Bestimmtes entscheiden lässt." [21]

Auch Nernst hatte in seinem Lehrbuch 1893 ähnliches geäußert und die Vermutung ausgesprochen, dass dieses Prinzip später in modifizierter Form zur Geltung kommen könne. Jahn hat in Berlin als Nernsts Abteilungsvorsteher zwar noch die Lösung des Problems miterleben können, an deren Fundierung teilzunehmen war ihm nicht vergönnt.

Wie die Lösung bzw. Entdeckung von 1905 aussah, hat Nernst 35 Jahre später Walter Ostwald mit folgenden knappen Worten umrissen:

"Ich hielt es "a priori" für sicher, dass auch  $A$  sich berechnen lassen müsse, wenn man  $U$

als Funktion der Temperatur kennt. Die einfachste Antwort auf diese Frage ist offenbar, dass für  $T = 0$  stets  $A = U$  sein müsste, und ich prüfte in vielen Fällen diese Annahme und fand sie so auffallend bestätigt, dass ein Zweifel für mich nicht mehr obwaltete, dass hier ein allgemeines neues Gesetz gefunden war.

Zugleich stellte sich heraus, dass die beiden Formeln  $A - U = T(dA/dT)$  und die Grundbedingung  $\lim A = U$  für  $T = 0$  die vollständige Beantwortung aller thermodynamischen Fragen enthalten." [22]

Das soll bedeuten, dass die Temperaturabhängigkeiten sowohl von  $U$  als auch von  $A$  ( $dU/dT$  bzw.  $dA/dT$ ) bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt der Temperatur dem gemeinsamen Wert Null zustreben. "Planck - übrigens der erste Theoretiker, der sich eingehend mit meinem Wärmesatz beschäftigt hat - ..." [23a] gab diesem 1910 eine andere Fassung, von der er selbst urteilt:

"Andererseits habe ich dem Theorem, um seine Anwendung so einfach wie umfangreich zu gestalten, eine möglichst weitgehende Fassung zu geben geglaubt, und bin dabei nicht nur in der Form, sondern auch inhaltlich, über die von Nernst selber gegebene noch etwas hinausgegangen." [24]

Planck benutzte dazu die Entropie und erweiterte die aus der Nernstschen Formulierung ableitbare Aussage, dass die Entropie  $S$  eines thermodynamischen Systems im Gleichgewicht bei Annäherung von  $T$  an den Wert Null einem festen Betrag  $S_0$  zustrebt, dahingehend, dass der letztere unabhängig vom Volumen, Druck, Aggregatzustand und anderen Größen ist. Er setzte dann  $S_0 = 0$ .

Von Nernst wurde diese Formulierung und Vertiefung seines Satzes erst Jahre später akzeptiert, als das von ihm und seinen Schülern erarbeitete Material deren Gültigkeit bestätigten. Durch die Plancksche Form wird somit eine absolute Entropieangabe möglich.

Wir wollen nicht in die Polemik eingreifen, die zuweilen darüber geführt wird, ob die Bezeichnung "III. Hauptsatz" für den Nernstschen Wärmesatz gerechtfertigt ist. Wir benutzen sie hier, da einiges dafür spricht. Ansonsten ist es uns genug, uns an der Genialität des Auffindens und der Bearbeitung sowie der Tiefe und Tragweite dieses Naturgesetzes zu erfreuen. Nernst hat stets mit einigem Stolz von "meinem Wärmesatz" gesprochen und ihn so in seinen Vorlesungen eingeführt.

Wie im Falle der Lampe wurde auch jetzt die Priorität Nernsts nicht unangefochten anerkannt. Der Amerikaner Theodore William Richards, 1907 Austauschprofessor für Chemie an der Berliner Universität, hatte 1902 ein umfangreiches Material zur Temperaturabhängigkeit der freien Energie veröffentlicht, so dass er sich berechtigt fühlte, Ansprüche auf die Erstentdeckung des neuen Theorems erheben zu können.

Er hatte aber keinerlei theoretische oder weiterführende Schlüsse aus seinen Daten gezogen, so dass Nernst die eigene Priorität mit Recht behaupten konnte. Van't Hoff hatte 1904 ebenfalls einen Ansatz publiziert, der aber fruchtlos blieb.

Die erste Veröffentlichung des Satzes erfolgte 1906. Nernst wählte dafür, u.a. wohl um die Stätte zu würdigen, an der dieser Gedanke reifen konnte, die Nachrichten der

Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften. In der Berliner Bunsenstraße war nun ein gewaltiges Forschungsprogramm zu absolvieren. Einmal konnte die ursprüngliche Zielstellung, die Lage chemischer Gleichgewichte zu ermitteln, erfüllt werden.

Zum anderen wurde zur Prüfung des Wärmesatzes die Kenntnis der Temperaturabhängigkeit von  $U$ , d.h. die spezifischen Wärmen bis zu sehr tiefen Temperaturen benötigt. Dasselbe betraf die Werte für Wärmeausdehnung in diesen Bereichen. Am Anfang des Jahrhunderts waren das durchaus keine einfachen Probleme. Es musste die Möglichkeit geschaffen werden, diese tiefen Temperaturen zu erzeugen.

Eine Methode zur Messung der spezifischen Wärme bis herunter zu diesen niedrigen T-Werten entwickelte Nernst auf die für ihn charakteristische elegante Weise.

Damals war auf dem Gebiet der Tieftemperaturphysik das Laboratorium von Heike Kamerlingh Onnes in Leiden führend. Unter Benutzung von verflüssigtem Wasserstoff war man hier zu Werten von etwa 1 K gelangt. Nernst besuchte daher Kamerlingh Onnes, fand aber für die Installierung einer analogen Anlage die Entwicklungszeit zu lang und die Kosten zu hoch. Da er, seinem Temperament entsprechend, schnell Ergebnisse benötigte, dachte er sich selbst eine Apparatur zur Wasserstoffverflüssigung aus, die auch funktionierte, wenn auch nur im Berliner Institut.

Mit Hilfe dieses Wasserstoffs oder flüssiger Luft, die allerdings von einem weit entfernten Werk geholt werden musste, wurde die von Nernst entwickelte Apparatur zur Messung der spezifischen Wärmen, das Vakuum-Kalorimeter, betrieben. Die Probe befand sich dabei, ermöglicht durch entsprechende Aufhängungen, inmitten eines Glasgefäßes, das sich in einem Kühlbad der gewünschten Temperatur befand. Das Gefäß wurde mit Wasserstoff oder Luft gefüllt, so dass der Probekörper die Badtemperatur annahm.

Diese behielt er, wenn das Gas abgesaugt wurde. Gleichzeitig stellte das erzeugte Vakuum einen hervorragenden Wärmeisolator dar. In der Apparatur befand sich weiterhin eine isolierte Drahtspirale. Indem dieser eine bekannte Menge elektrischer Energie zugeführt wurde, erreichte man eine Temperaturzunahme, deren Wert durch Messung der Widerstandsänderung des Drahtes ermittelt wurde. So war auf einfache Weise eine effektive Messanordnung zur Untersuchung der spezifischen Wärmen geschaffen worden.

Da die Temperaturintervalle klein gehalten werden konnten, sind diese Wärmen als "wahre" Größen im Gegensatz zu den sonst durch die kalorimetrischen Verfahren gelieferten "mittleren" Werten zu bezeichnen.

Zur Ermittlung der Gleichgewichtslage benötigt man aber auch den Unterschied der spezifischen Wärmen vor und nach der Reaktion. Sind an der letzteren Gase beteiligt, so sind die Temperaturen gewöhnlich hoch. Für diesen Bereich musste daher eine brauchbare Messmethode geschaffen werden.

Nernst entwickelte dazu die Explosionsdruckmethode, die schon von Bunsen, Mallard und Le Chatelier benutzt wurde, derartig weiter, dass man auch hier beinahe von einer eigenen Nernstschen Erfindung reden kann. In dem zu untersuchenden Gasgemisch, das sich in einem kugelförmigen Stahlgefäß befindet, wird vermittlels einer Zündkirsche die Reaktion in Gang gesetzt. Der Explosionsdruck und die Wärmetönung werden gemessen. Aus dem ersteren folgt über die Gasgesetze die Temperatur, so dass alle Größen

zur Berechnung der spezifischen Wärme vorliegen. Natürlich ist dieses Verfahren nicht problemlos, das gilt insbesondere für nichtvollständige Reaktionen. Auf diesbezügliche Details können wir hier nicht eingehen.

Die freie Energie von Reaktionen, an denen nur feste Stoffe teilnehmen, kann aus der an geeigneten galvanischen Elementen gemessenen elektromotorischen Kraft bestimmt werden. Auch hier gab es viele Fragen zu lösen.

Stellvertretend für die große Anzahl von Reaktionen, die untersucht wurden, betrachten wir die Ammoniaksynthese aus den Elementen. Dieses Beispiel, dessen technische Realisierung damals aktuell war, verdeutlicht anschaulich die Arbeitsweise und das wissenschaftliche Anliegen Nernsts. 1904/05 hatten Haber und van Oordt an der Technischen Hochschule Karlsruhe die Ammoniakbildung bei hohen Temperaturen unter Verwendung von Katalysatoren untersucht und entsprechendes Zahlenmaterial erhalten.

Wegen der Aktualität prüfte Nernst an diesen Ergebnissen seinen neuen Satz. Die so erhaltenen Rechenresultate stimmten nicht mit den experimentellen Werten Habers überein. Da bei anderen Reaktionen eine solche Übereinstimmung erzielt worden war und Nernst von der Richtigkeit seines Theorems überzeugt blieb, beschloss er, die Karlsruher Messungen in seinem Laboratorium nachzuprüfen. Um eine gute Ausbeute an Ammoniak zu bekommen und somit genauer analysieren zu können, verwendete man im Gegensatz zu Haber hohe Drücke.

Zu diesem Zweck konstruierte Nernst einen elektrischen Druckofen. Als Katalysator wurde Platinfolie, später Eisen und Mangan eingesetzt. Die angewandten Drücke betrugen 40 bis 75 atm, die Temperaturen bis zu 1000°C.

Bereits auf der 14. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft 1907 in Hannover konnte Nernst die in seinem Institut erhaltenen Ergebnisse vorstellen. Natürlich kam es zur Diskussion mit Haber, in deren Verlauf Nernst diesem vorschlug, ebenfalls bei hohem Druck zu arbeiten. Das war ein für die Geschichte der Ammoniaksynthese wichtiges Ereignis, wenn damit auch vorerst nur die Erhöhung der Analysengenauigkeit gemeint war:

"... da möchte ich doch vorschlagen, dass Herr Prof. Haber statt seiner früher angewandten Methode, die so unsichere Werte gegeben hat, doch nun auch eine Methode anwendet, die wegen der großen Ausbeute wirklich präzise Werte geben muss." [25]

Tatsächlich war Nernst auf Grund seiner Resultate pessimistisch, was die Möglichkeiten einer technischen Realisierung betrifft:

"Es ist bedauerlich, dass das Gleichgewicht nach der Seite der viel geringeren Bildung verschoben ist, als man nach den stark unrichtigen Zahlen Habers bisher angenommen hat, denn dann hätte man wirklich daran denken können, Ammoniak synthetisch herzustellen aus Wasserstoff und Stickstoff." [25]

Diese resignierende Meinung wurde u.a. auch von Le Blanc vertreten. Später bedauert Nernst etwas, dass er sich nicht den Schwierigkeiten gestellt hatte. So schreibt er 1916 in einem Brief an die Badische Anilin- und Soda-Fabrik: "Leider gewann ich damals die



Auffassung, dass technisch schwer etwas zu machen sei." [26a]

Aber auch etwas anderes wird hierbei eine Rolle gespielt haben.

Immerhin hatte man doch in der Berliner Bunsenstraße, ausgehend von einem stöchiometrischen  $\text{H}_2/\text{N}_2$ -Gemisch, bei  $685^\circ\text{C}$  und 50 atm unter Verwendung eines Mn-Katalysators eine Ausbeute von 0,896 Vol.-% erreicht. Im Vergleich dazu lag Habers Maximalwert bei 0,01 % ( $1000^\circ\text{C}$ ).

Das Nernstsche Ergebnis bezeichnet Alwin Mittasch als "Markstein in der Geschichte der katalytischen Ammoniakbildung" [26b]. Es hätte vor Nernst nun die Aufgabe gestanden, Katalysatoren zu finden, die bei niedrigeren Temperaturen höhere Ausbeuten ermöglichen.

Der Entdecker des III.Hauptsatzes war aber vorrangig an dessen Fundierung interessiert. Das grundlegende Naturgesetz beschäftigte ihn in erster Linie in theoretischer Hinsicht. Obwohl Nernst der praktischen Nutzung und Anwendung durchaus aufgeschlossen war, so mussten diese noch zurücktreten, wenn zu große Schwierigkeiten von der primären Aufgabe ablenken würden.

1908 haben Haber und Le Rossignol die Nernstsche Anregung aufgegriffen. Wenn auch die Auseinandersetzungen zwischen Haber und Nernst noch fortgeführt wurden, so hat der letztere schließlich doch die hohe technische Leistung des anderen anerkannt. In seinem Vortrag "Die Bedeutung des Stickstoffs für das Leben", den Nernst am 1.Oktober 1913 im Deutschen Museum in München hielt, fand diese Bewunderung ihren Ausdruck. Bald danach nahm die von Haber und Bosch entwickelte Anlage der BASF in Oppau bei Mannheim die Produktion auf.

Neben den sehr wertvollen Anwendungsaspekten und der experimentellen Bestätigung des Satzes ergaben die Arbeiten Nernsts viele interessante und tiefgreifende Einsichten. So leitete er aus seinem Theorem ab, dass bei genügend tiefer Temperatur alle physikalischen Eigenschaften fester Körper temperaturunabhängig werden. Die empirische Regel von Trouton und Pictet über den Zusammenhang von Siedetemperatur und Verdampfungswärme sowie seine eigenen daran schon früher angebrachten Korrekturen konnte Nernst nun theoretisch klären.

Für Gase schien das Nernstsche Theorem keine Gültigkeit zu haben, da deren spezifische Wärmen nicht Null werden können.

Das Argument, dass bei sehr tiefen Temperaturen nur kondensierte Phasen existieren, befriedigte Nernst nicht. Er war von der Allgemeingültigkeit und dem umfassenden Charakter seines Satzes so überzeugt, dass er die "Gasentartung" postulierte, bei welcher auch die spezifischen Wärmen der Gase bei tiefen Temperaturen gegen Null streben. Er hatte allerdings keine Vorstellung davon, welche Ursachen oder Erklärungen es dafür geben könne.

Die Quantenstatistik hat Nernsts Voraussage bestätigt. Die Gasentartung konnte später auch in einigen Fällen experimentell nachgewiesen werden. Genauso erhielt die Annahme Nernsts von der Existenz einer Nullpunktsenergie mittels der Gleichung für die Rotationsquantenzahl ihre Erklärung.

Im Institut Nernsts war ein empirischer Zusammenhang zwischen der Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme und der Schwingungszahl der Atome aufgefunden worden. Eine analoge Formel hatte Peter Debye unter Benutzung der Quantentheorie abgeleitet. Sie stimmte mit der Nernstschen Version beinahe überein.

Auch das sog.  $T^3$ -Gesetz für den Abfall der spezifischen Wärmen, das aus der Debyeschen Theorie folgt, war mit den experimentellen Erfahrungen im Berliner Institut in bestem Einklang. Nernst selbst hatte bewiesen, dass sein Theorem aus den beiden anderen Hauptsätzen gefolgert werden kann, wenn die spezifischen Wärmen bei tiefen Temperaturen zumindest mit  $T$  gegen Null gehen.

Diese Verknüpfungen mit der noch jungen Quantentheorie, die Nähe Plancks, das ohnehin für alles Neue rege Interesse und nicht zuletzt die schon erwähnten quantentheoretischen Arbeiten Albert Einsteins von 1907, die das Verschwinden der spezifischen Wärmen am absoluten Temperaturnullpunkt enthalten, veranlassten Nernst zu Überlegungen im Rahmen dieses Gebietes.

So ist es nicht verwunderlich, dass Friedrich Hund in seiner "Geschichte der Quantentheorie" [27] Walther Nernst in die Reihe der Forscher aufnimmt, die einen Beitrag zur Entwicklung dieser Theorie geleistet haben. Auf die Zusammenhänge zwischen dem III. Hauptsatz und der Quantentheorie wollen wir aber nicht eingehen.

In ihrer negativen Formulierung erklären die ersten beiden Hauptsätze die Unmöglichkeit des perpetuum mobile 1. bzw. 2. Art. Nernst leitete auch eine Aussage für den III. Hauptsatz ab, die ihn in dieser Hinsicht an die Vorgänger anschließt und mit der ursprünglichen äquivalent ist. Sie lautet:

"Es existiert keine Maschine, die es erlaubt, ein System bis zum absoluten Temperaturnullpunkt abzukühlen."

Durch den Gültigkeitsnachweis des Nernstschen Theorems wurde somit die entsprechende Annahme von einer tiefsten Temperatur bestätigt, die erstmalig von Guillaume Amontons um 1700 ausgesprochen wurde.

Die Bewältigung des enormen Forschungsprogramms und die sich einstellenden Erfolge waren neben Nernsts außerordentlichem Talent durch einen befähigten und begeisterten Schülerkreis bedingt, den der große Lehrer meisterhaft anzuleiten, anzuregen und zu lenken verstand. An den thermodynamischen Arbeiten der Jahre 1906 bis 1916 waren außer Nernst weitere 51 Forscher aus verschiedenen Ländern beteiligt.

Einen besonders großen Anteil hatten Arnold Eucken, Frederick Alexander Lindemann, Hans v. Wartenberg und Fritz Koref. Aber auch so berühmte Wissenschaftler wie Max Bodenstein, Paul Günther, Niels Bjerrum, Mathias Pier und Hans Schimank gehörten zu diesem Kreis.

Der letztere ist später als hervorragender Wissenschaftshistoriker hervorgetreten. Seinem Lehrer hat er sein Buch "Epochen der Naturforschung" gewidmet.

Im Dezember 1908 setzte Fritz Jost die Arbeiten zum Ammoniakgleichgewicht fort, die Karl Jellinek begonnen hatte. Von Mathias Pier ist mit Hilfe des Nernstschen Satzes nachgewiesen worden, dass die Bildung von Methanol aus Wassergas möglich ist. Es

konnte somit an eine technische Durchführung dieser Synthese gedacht werden.

Man kann das genannte Jahrzehnt in die Abschnitte 1906 bis 1909, 1910-1912 und 1913-1916 nach dem Volumen der publizierten Arbeiten einteilen, wobei der mittlere den Höhepunkt darstellt. Die Untersuchungen v. Wartenbergs, den Nernst aus Göttingen mitgebracht hatte, und Josts gehören zum ersten Zeitraum. Auch Bodenstein, der Jahn als Abteilungsvorsteher nachfolgte, hat hier thermodynamische Beiträge geliefert. Ihm unterstand in dieser Zeit die wissenschaftliche Leitung bei einer Institutserweiterung durch Anbau, der sich wegen Platzmangel als notwendig erwiesen hatte. In der Bauzeit von 1907 bis 1908 wurde auf Veranlassung Nernsts ein Freiraum zwischen dem Physikalisch-chemischen und dem Pharmakologischen Institut durch zwei Flügel parallel zur Bunsenstraße geschlossen.

Als am 9. Januar 1909 die feierliche Eröffnung unter der Leitung von Wichelhaus und Nernst stattfand, war Bodenstein schon einem Ruf an die TH Hannover gefolgt. Sein Nachfolger Julius Sand hat sich nicht an den thermodynamischen Arbeiten beteiligt. Die zweite Periode ist durch Fritz Koref, Niels Bjerrum und vor allem Frederick Alexander Lindemann, den späteren Viscount Cherwell, geprägt. Der letztere stammte aus sehr reichem englischem Hause und war mit seinem Bruder Charles nach Deutschland gekommen, um bei Nernst zu studieren und zu promovieren.

Er hat außerordentlichen Anteil an der Erforschung der Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärmen bei tiefen Temperaturen. Sein Bruder unterstützte ihn dabei und untersuchte die entsprechenden Fragen für die Wärmeausdehnung. "F.A." war wohl Nernsts Lieblingsschüler. Das gute Verhältnis des Lehrers zu dem Brüderpaar, das noch lange über die Berliner Zeit hinaus andauerte, beschreibt Charles mit den Worten:

"He was very fond of F.A., and I should say he was his outstanding pupil. He liked me because I helped to prove experimentally some of his theories, as well as some of my brother's, in low temperature down to 20 absolute." (Er hatte F.A. sehr gern, und ich möchte sagen, dass er sein Lieblingsschüler war. Er war mir zugetan, weil ich half, einige seiner Theorien als auch einige meines Bruders experimentell bei tiefen Temperaturen bis herab zu 20 Grad absolut zu überprüfen.) [28]

Es ist Nernst erspart geblieben, von einer schrecklichen Tatsache Kenntnis zu erhalten, die Max Born mit folgenden Worten über F. A. Lindemann berichtet:

"Im zweiten Weltkrieg war er der einflussreichste wissenschaftliche Berater Churchills. Es war seine Idee, den Kampfwillen der deutschen Bevölkerung durch Luftangriffe auf die Zentren der großen Städte zu brechen." [29a]

Die Arbeiten Euckens und Schimanks fallen in die dritte Periode, die schon in den ersten Weltkrieg hineinragt.

Am Ende des Jahre 1917 schreibt Nernst die Erkenntnisse und Erfahrungen zusammenfassend nieder. Die Monographie "Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes" erscheint 1918. Auf 117 Publikationen kann er von 1906 bis einschließlich 1916 zurückgreifen, die alle im Berliner Institut angefertigt worden waren. Daneben existieren weitere Artikel allgemeinen und resumierenden Inhalts aus der

Feder Nernsts. Auch zwei in Buchform erschienene Aufsätze dokumentieren den gewonnenen Erkenntnisstand: "Anwendung der Quantentheorie auf eine Reihe physikalisch-chemischer Probleme" (1914) und "Theory of the Solid State" (1915).

Aus dem Jahre 1918 ist in diesem Zusammenhang weiterhin der Artikel Nernsts "Quantentheorie und neuer Wärmesatz" bemerkenswert. Die große Wertschätzung, die man dem Berliner Laboratorium für lange Zeit als wichtige und kompetente Forschungsstätte für Probleme der Tieftemperaturphysik entgegenbrachte, möge an einem kleinen Beispiel aufgezeigt werden. Am 21. August 1921 schreibt Max Born an Albert Einstein:

"Eine große Arbeit von mir über Thermodynamik ist im Druck, ... Das Resultat ... ist merkwürdig: Der Grüneisensche Satz von der Proportionalität von Energie und thermischer Ausdehnung gilt bei tiefen Temperaturen nicht; ... Man müsste das experimentell prüfen (Nernst?)." [29b]

Sicherlich die höchste äußerliche Anerkennung fanden die Leistungen in der Verleihung des Nobelpreises für Chemie an Walther Nernst im Jahre 1920.

Damit wurden ausdrücklich die Arbeiten des großen Gelehrten zur "Thermochemie" gewürdigt. Mit Nernst hatte auch der jüngste der vier Begründer der physikalischen Chemie den von Alfred Nobel gestifteten Preis erhalten.

Der später in Buchform herausgegebene Nobel-Vortrag Nernsts hat den einfachen Titel "Chemische Thermodynamik". Aber nicht nur diesem Wissenszweig hat das Vollbrachte viele Früchte gebracht, sondern dem Wissen über die Natur und deren Erforschung überhaupt, da es in gewissem Sinn die Vollendung der klassischen Thermodynamik bedeutet.

Den Nobelpreis für Physik hatte 1920 der Direktor des Internationalen Büros für Maße und Gewichte Charles Edouard Guillaume erhalten. Ausgezeichnet wurden damit seine Verdienste, die er sich durch die Entdeckung der Anomalien von Stahl-Nickel-Legierungen in der Präzisionsphysik erworben hatte. Das ist bemerkenswert, weil Nernst ebenfalls Beziehungen zum Messwesen hatte.

Darüber wird im Zusammenhang mit seiner Präsidentschaft an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt die Rede sein. Hier sei nur als Beispiel sein Vorschlag aus dem Jahr 1906 genannt, an Stelle der Hefner-Kerze für das Lichtstärkenormal einen schwarzen Körper definierter Temperatur zu benutzen. Erst sieben Jahre nach seinem Tode wurde er insofern realisiert, als man die internationale Einheit "candela" an den Schmelzpunkt des Platins anschloss.

Im weiteren Sinn gehört hierher, dass Nernst die Normalwasserstoffelektrode als Nullpunkt für das elektrochemische Potential einführte. Aufsätze über Maßeinheiten sind z.B. aus den Jahren 1904 und 1906 bekannt.

Nach dem ersten Weltkrieg wurden die Arbeiten zur Tieftemperaturphysik insbesondere von Franz Simon fortgeführt. Jetzt konnte auch flüssiges Helium eingesetzt werden, da nunmehr die USA die Ausfuhr dieses Gases gestatteten.

Neben den thermodynamischen wurden von Nernst und seinen Mitarbeitern einige andere Probleme bearbeitet, z.B. elektrochemische und die schon erwähnten Reizschwellenfragen.

Nach dem Weltkrieg wandte sich Nernst der Photochemie zu. Seine Mitarbeiter, die auf diesem Gebiet Beiträge lieferten, waren u.a. John Eggert, Walther Noddack und später Karl Friedrich Bonhoeffer.

Die ersteren bestimmten z.B. die Quantenausbeute des photographischen Primärprozesses. Im Zusammenhang mit der Chlorknallgasreaktion, deren Energiebilanz nicht ganz verstanden wurde, entwickelte Nernst den Gedanken der Kettenreaktion, deren Träger Chlor- und Wasserstoffatome, also Radikale, sind. Hier zeigt sich einmal mehr Nernsts Talent, das Wesentliche einer Erscheinung herauszufinden, selbst dann, wenn vorerst nicht alles in völligem Einklang erklärt werden kann.

Erwähnungswert ist auch Nernsts Arbeit zur Schmelzelektrolyse von Lithiumhydrid. Es konnte der Anionencharakter des Wasserstoffs in dieser Verbindung nachgewiesen werden.

### 4.3 Im ersten Weltkrieg

Bei den bisherigen Betrachtungen haben wir die Jahre des ersten Weltkrieges nicht besonders betrachtet; das wollen wir nun in geschlossener Form nachholen.

Am Anfang des Jahres 1914 war Nernst mit seiner Gattin in Südamerika. Er war als erster Austauschprofessor nach Argentinien gereist. Aber auch Uruguay und Brasilien wurden besucht. Das Auftreten des deutschen Gelehrten wurde überall begeistert gefeiert. Frau Nernst führte darüber Tagebuch.

Dieses vermerkt auch den Aufenthalt in Paris während der Rückreise. Hier ist an der herrschenden Stimmung bereits etwas von dem bevorstehenden Krieg zu verspüren. Nernst, der im Gegensatz zu den meisten seiner Kollegen durchaus nicht unpolitisch war, verstand diese Anzeichen recht gut. Als ihn am 28. Juni, drei Tage nach seinem 50. Geburtstag, auf seinem Landgut Rietz die Nachricht vom Attentat in Sarajewo erreichte, wusste er, dass es Krieg geben würde.

Nachdem beide Söhne schon einberufen waren, meldete Nernst sich freiwillig mit seinem Automobil zum Militärdienst. Am 11. August brach er mit dem Wagen auf, um zur Armee v.Klucks Dokumente an die französische Front zu befördern. Nernst diente im "Kaiserlichen Freiwilligen Automobilkorps" und gehörte zum "Heeresgefolge".

Auf diese Weise hat er den von der deutschen Heeresleitung geplanten schnellen Vormarsch bis in die Nähe von Paris mitgemacht, kurz darauf allerdings auch den keineswegs vorgesehenen Rückzug auf die Linie von Verdun und den Beginn des Stellungskrieges. Immerhin haben die militärischen Leistungen des Professors ausgereicht, um ihn schon am 1. Oktober mit dem Eisernen Kreuz II. Klasse zu dekorieren.

Am 21. Juni 1915 folgte dann die Verleihung des "EK I". 1914 und 1915 nahm Nernst an mehreren Gefechten teil. Sein Sohn Rudolf war bereits in den ersten Kriegstagen gefallen.

Im Oktober 1914 hatte Nernst zusammen mit weiteren 92 bekannten Intellektuellen den Aufruf "An die Kulturwelt" unterzeichnet, der mit sechs "Es ist nicht wahr" auf verleumderische Weise behauptete, dass Deutschland gezwungenermaßen einen gerechten Krieg führt. Es mögen wenige Passagen genügen, um den Charakter dieses Dokuments

zu verdeutlichen:

"Es ist nicht wahr, dass Deutschland diesen Krieg verschuldet hat ... Es ist nicht wahr, dass unsere Kriegsführung die Gesetze des Völkerrechts missachtet ... Deutsches Heer und deutsches Volk sind eins. Dafür stehen wir mit unserem Namen und unserer Ehre."  
[30]

Wie in dem Schreiben die Namen Goethes, Beethovens und Kants missbraucht werden, so werden es ebenso diejenigen der 93 Unterzeichnenden, von denen nur die genannt seien, die wir bereits in einem anderen Zusammenhang kennenlernten: Emil Fischer, Fritz Haber, Felix Klein, Wilhelm Ostwald, Max Planck, Wilhelm Röntgen, Max Liebermann. Es ist in den meisten Fällen keine leichte Frage, warum sich die eine oder andere Persönlichkeit aus Wissenschaft oder Kunst dafür hergegeben hat. Wir können sie auch im Falle Nernsts nicht befriedigend beantworten.

Als die Heeresleitung erkennen musste, dass der Krieg länger als erwartet dauert, wurden Maßnahmen eingeleitet, an die man zuvor nicht gedacht hatte. Dazu gehörte der Einsatz der Wissenschaftler für eine Kriegsforschung. Neue Kampfmethoden waren zu entwickeln, die Bereitstellung von benötigten Materialien zu sichern und herkömmliche Verfahren der Kriegsführung weiterzuentwickeln.

Die erste Aufgabe hat Fritz Haber durch die schreckliche Entwicklung des Gaskrieges zu lösen gesucht. Nernst war im Zusammenhang mit dem letzten Komplex eingesetzt worden, hat aber auch "an zahlreichen Gasangriffen in leitender Stellung teilgenommen" [31], wie er später selbst betonte.

In erster Linie beschäftigte er sich mit der Entwicklung und Erprobung von Spreng- und Explosivstoffen. Das Versuchsgelände Wahn bei Köln, der Schießplatz Spandau, aber auch das Institut in der Bunsenstraße sind der Schauplatz der diesbezüglichen Experimente. Auf Nernsts Anregung hat Willy Marckwald den Sprengstoff Guanidinperchlorat entwickelt.

Im Berliner Laboratorium waren in den Kriegsjahren auch verstärkt Frauen tätig. Die Berichte über Explosionen, die damals zuweilen in diesem Gebäude stattfanden, bezeugen zwar die Durchführung der genannten Untersuchungen, sie dürfen uns aber die weiteren Forschungen, insbesondere die zum III. Hauptsatz, nicht vergessen lassen.

So wurde Paul Günther am 12. Januar 1917 auf Grund seiner "Untersuchungen über die spezifischen Wärmen bei tiefen Temperaturen" promoviert. In einem gewissen Zusammenhang mit den Sprengstoffunternehmungen mögen die von John Eggert und Hans Schimank 1917 publizierten "Vorlesungen zur Theorie der Explosivstoffe" und Nernsts Aufsatz "Krieg und deutsche Industrie" von 1916 stehen.

Nernst "nahm als wissenschaftlicher Beirath des Minenwerferbataillons I, das er mitbegründen half, ... teil" [3k] am Krieg. Deshalb war er häufig an der Front, jetzt im Osten. Selbst zu dieser Thematik erscheint ein Artikel. Er behandelt in der Leipziger Illustrierten Zeitung vom 22. November 1917 die "Innere und äußere Ballistik der Minenwerfer". In der Zeit seiner Abwesenheit leitet Marckwald das Institut.

Das Jahr 1917 ist für den großen Wissenschaftler ein sehr folgeschweres. Nernst wird

zwar Ritter des Ordens "Pour le merite" (Friedensklasse). Dieser konnte wegen seines hohen Ranges nur an eine begrenzte Personenzahl verliehen werden. Nernst betonte später gern, dass er in diesem Fall der Nachfolger des 1917 verstorbenen Grafen Zeppelin war.

Aber in diesem Jahr fällt auch sein zweiter Sohn. Im April treten die USA in den Krieg ein, deren technische Überlegenheit Nernst sofort einschätzen kann. Sein gutes Verhältnis zu Kaiser Wilhelm II. ermöglicht es ihm, diesem in einem Gespräch, bei dem auch Hindenburg und Ludendorff anwesend sind, zu erläutern, dass unter diesen Bedingungen eine Niederlage unvermeidlich ist, so dass er zu Friedensverhandlungen rät. Ludendorff erklärt die Warnung aber für gegenstandslos.

Der Gelehrte wird unverrichteter Dinge verabschiedet. Er flüchtet sich in seine geliebte Wissenschaft und beginnt die Monographie über den Wärmesatz zu schreiben. Das Vorwort ist mit "Dezember 1917" datiert und beginnt mit den Worten:

"In Zeiten voll Trübsal und Not suchten und fanden viele unter den alten Griechen und Römern Trost in der Philosophie, heute können wir wohl sagen, dass kaum eine Wissenschaft so geeignet ist, den Geist von der ... beklagenswerten Gegenwart abzulenken und in andere Sphären hinüber zu leiten wie die theoretische Physik, ..." [23b]

Es ist nicht leicht möglich, die Haltung Nernsts im ersten Weltkrieg zu erklären. Wissenschaftlicher Ehrgeiz, traditionelle Gebundenheit, Bindung an den Staat und den Kaiser, welche ihm einen glanzvollen Aufstieg und die Entfaltung seines Talents ermöglicht hatten, der nüchterne Wunsch und Versuch, die bevorstehende Niederlage in erträglichem Maße zu halten, diese und eventuell andere Faktoren mögen in einem kaum trennbaren und wenig verständlichen Wechselspiel zusammengewirkt haben.

Wir können uns heute auf das Urteil Einsteins berufen, das er im Nekrolog für seinen ehemaligen Kollegen niederschrieb: "He was neither a nationalist nor a militarist." (Er war weder ein Nationalist noch ein Militarist.) [1]

Die Entente setzte nach dem Sieg Nernst auf die Liste der Kriegsverbrecher. Die damit verbundene Forderung des Ausliefern wurde schließlich fallengelassen, als Nernst 1920 den Nobelpreis erhielt.

Nach dem Kriege normalisierten sich die zeitweilig unterbrochenen Beziehungen zu ausländischen Kollegen. Hier wirkte insbesondere Arrhenius vermittelnd, was ihm als Bürger des neutralen Schwedens leichter als anderen möglich war. Zur Illustration dazu sollen einige Zeilen Nernsts an Ostwald aus dem Jahre 1926 dienen:

"Soeben erhalte ich einen Brief von Arrhenius, wonach wir Beide wieder in die Ehrenmitgliedschaft der Amer. chem. Society eingesetzt werden sollen, ... Nordamerika hat seit dem Kriege so viele Zeichen seines guten Willens gegeben, dass es wohl richtig ist, nicht "Nein" zu sagen, obwohl vielleicht mancher den alten Manöverspruch citieren wird "Raus aus die Kartoffeln, rin in die Kartoffeln". [7.]]

## 4.4 Nernst als Wissenschaftsorganisator

Aus der Schilderung der umfangreichen und fruchtbaren Forschungstätigkeit Nernsts können wir bereits ableiten, dass der Gelehrte auch die Organisation seiner Wissenschaft gut verstanden haben muss. Das bezieht sich keineswegs nur auf den engen Kreis seines Instituts, sondern auf die physikalische Chemie und angrenzende Gebiete allgemein.

Wir sprachen schon von den Bemühungen um die Schaffung einer Chemischen Reichsanstalt, welche 1905 einsetzen. 1906 soll Ostwald von seinen Erfahrungen aus den USA berichten, wo es Anfänge für eine solche Institution gibt. Es gilt auch Angriffe abzuwehren. 1907 schlägt Nernst die Bildung eines Fonds vor, "durch den das Kuratorium der neuen Anstalt in Ergänzung ihres Arbeitsplanes Out-siders unterstützt" [7.k]. 1908 spricht er sich für die Gründung weiterer Forschungseinrichtungen im Anschluss an die Chemische Reichsanstalt aus.

Schließlich kann der Kaiser für das Projekt gewonnen werden.

Hierfür haben sicher dessen Eitelkeit und der Einfluss, den Nernst auf Grund des guten Vertrauensverhältnisses auf ihn hatte, keine geringe Rolle gespielt. Die Bestätigung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft allein genügte allerdings nicht, für die Schaffung der Institute waren materielle Mittel notwendig. Der Industrielle Leopold Koppel stiftete durch einen Betrag von einer Million Mark ganz allein eines der beiden ersten Institute, das für physikalische Chemie.

Natürlich war diese Finanzierung nicht uneigennützig, da die Forschungsergebnisse den Unternehmen Koppels Gewinn bringen sollten. Daher kümmerte er sich auch um die Frage des zukünftigen Direktors. Haber und Nernst kamen in Frage.

Erkundigungen, die Koppel 1910 bei Arrhenius über Haber einholen ließ, bewirkten, dass dieser 1911 an die Spitze des Kaiser-Wilhelm-Instituts (KWI) für physikalische Chemie gestellt wird. Zusammen mit Planck, Rubens, Haber und Warburg begründet Nernst 1913 einen Antrag auf Einrichtung eines KWI für Physik. Es wurde 1917 gegründet. Zum Direktor wurde Einstein berufen, Nernst gehörte dem Kuratorium an.

Zu den 22 Begründern der Elektrochemischen Gesellschaft, die seit 1902 den Namen Bunsens trägt, gehört Nernst ebenfalls. Von 1905 bis 1908 war er ihr Erster, von 1908 bis 1911 ihr Zweiter Vorsitzender.

In den Jahren 1896 bis 1900 findet man ihn unter den Herausgebern der Zeitschrift für Elektrochemie. Auch der Deutschen Chemischen und der Physikalischen Gesellschaft hat er je eine Amtsperiode vorgestanden. Die damit verbundenen Aufgaben waren in erster Linie repräsentativer Art, so dass nicht die Verwaltung das die Wissenschaft fördernde Moment war, sondern vielmehr seine geistreichen, belebenden, den Kern der Probleme treffenden, aber auch kritischen Beiträge in den Diskussionen und Verhandlungen. Reges Interesse hat Nernst auch der Gesellschaft für technische Physik entgegengebracht.

Von außerordentlicher Bedeutung für die Entwicklung der Wissenschaft und insbesondere für die jungen, revolutionären Richtungen der Physik war es, dass Nernst den



Industriellen Ernest Solvay veranlasste, die nach diesem benannten Kongresse einzuberufen. Der erste fand vom 30. Oktober bis 3. November 1911 in Brüssel statt und behandelte "Die Theorie der Strahlung und der Quanten". In seiner Ansprache dankt Solvay den Teilnehmern für ihr Kommen und hob hervor:

"Ich danke Ihnen auch in Herrn Nernsts Namen, denn er war es, der zuerst den Gedanken hatte, diesen Kongress zu veranstalten. Er hat diese Bewegung wachgerufen und geleitet wie ein echter Dynamiker, der er ja auch ist." [31]

Es waren namhafte Wissenschaftler aus Deutschland, England, Frankreich, Österreich, Holland und Dänemark gekommen. Nernst hielt seinen Vortrag über die "Anwendung der Quantentheorie auf eine Reihe physikalisch-chemischer Probleme."

Die Weite, die Nernst auch auf organisatorischem Gebiet erreicht, lässt sich an drei Beispielen verdeutlichen. So ist er an der Gründung einer Beobachtungsstation für Höhenstrahlung auf dem Jungfrauoch in der Schweiz beteiligt. Zur Nutzung der Blitze für wissenschaftliche und praktische Zwecke projiziert er eine entsprechende Anlage auf dem Monte Generoso.



11 Nernst als Rektor der Berliner Universität 1921/22

Weitaus bedeutender allerdings ist die durch Nernst veranlasste Schaffung des sog. Lieben-Konsortiums, dem drei Firmen angehörten. Hierdurch wurde die Entwicklung und Produktion der Verstärkerröhre gefördert, die der ehemalige Schüler in Göttingen Robert v. Lieben erfunden hatte und deren Bedeutung Nernst sofort erkannte.

Wir dürfen uns bei all dem Gesagten nicht vorstellen, dass Nernst besonders ordnungsliebend oder pedantisch war. Auch lag ihm alles Bürokratische fern. In seinem Privatlaboratorium war die Unordnung sprichwörtlich. Innerhalb von Karteien, Inventurerfassungen u.ä. brauchte die Ordnung nur so groß zu sein, dass eine solide Forschungs- und Lehrtätigkeit garantiert war.

Zweimal ist Nernst in die höchsten Positionen der Berliner Universität aufgestiegen. 1913/14 war er Dekan und 1921/22 Rektor. In diese Amtszeit fällt am 19. Juli 1922 die Gründung des Deutschen Instituts für Ausländer an der Universität. Es wurde

"... unter Teilnahme aller an internationalen wissenschaftlichen Verbindungen interes-

sierter Kreise eröffnet und von dem damaligen Rektor der Universität, Prof. Dr. Nernst, Träger des Nobelpreises, feierlich in den Schutz der Universität übernommen" [32].

Diese Einrichtung hatte in erster Linie die Aufgabe, ausländische Studenten in die deutsche Sprache und Kultur einzuführen. Der Hauptbegründer und erste Direktor des Instituts war Karl Remme. Es ist anzunehmen, dass Nernst die Notwendigkeit erkannt hatte und folglich das Projekt unterstützte.

Schon 1904 hatte er mit Ostwald das Problem der Verständigung im Zusammenhang mit der "Weltsprachenangelegenheit" [7.j] erörtert. Durch die zahlreichen ausländischen Schüler hatte Nernst die Schwierigkeiten direkt kennengelernt. Ein Beispiel ist seine Doktorandin "Miss Maltby" in Göttingen, über welche er 1893 berichten musste:

"... leider macht ihr das Deutsche noch sehr große Mühe und sie verlernt deshalb die meiste Zeit" [7.d3].

Nernst förderte die Entwicklung der Wissenschaft auch dadurch, dass er talentierten Studenten und jungen Mitarbeitern, die über wenig Geld verfügten, nach Möglichkeit finanzielle Unterstützung zukommen ließ. Sein ehemaliger Schüler Charles Lindemann erinnert sich 1964:

"Ich ersehe aus meinen Dokumenten, dass ich am 16 Dez. 27 eine kleine Stiftung von 10000 Mark zur Unterstützung der wenig bemittelten Physiker machte, die unter Prof. Nernsts persönlicher Aufsicht direkt an die betreffenden Herren gelangte." [33]

In diesem Zusammenhang ist auch auf die Berufungen u.ä. hinzuweisen, auf welche Nernst stets großen Einfluss nahm. Erinnert sei an das erfolgreiche Bemühen, Einstein für die durch den Tod van't Hoff's freigewordene Professur zu gewinnen. Diese Tat, die Nernst nicht zuletzt dadurch gelang, dass er von Leopold Koppel zusätzliche Mittel für die Aufstockung des Salärs erbitten konnte, war von außerordentlicher Bedeutung für die Entwicklung der Physik.

Nernst, dessen alleiniges Verdienst sie ist, hat sie selbst als seine größte organisatorische Leistung eingeschätzt.

Hier sind aber auch Wahlvorschläge für berühmte Wissenschaftler zum ordentlichen oder korrespondierenden Mitglied der Akademie erwähnenswert. Die diesbezüglichen, von Nernst verfassten Schreiben unterstreichen zugleich dessen breites Forschungsfeld. Es sind die Namen Haber, Joffe, Kamerlingh Onnes und Knudsen zu nennen. Von den zahlreichen Vorschlägen, die Nernst mitunterzeichnet hat, sind die für Einstein, Schrödinger und Richards hervorzuheben.

Außer in der Wissenschaft ist Nernst auch allgemein mit der Politik in Berührung gekommen. So war er eine gewisse Zeit Stadtverordneter in Berlin. Nach dem Friedensschluss zwischen den USA und Deutschland am 21. August 1921 wurde Nernst in Vorschlag gebracht, den wieder zu besetzenden Botschafterposten in Washington einzunehmen. Ausschlaggebend werden dafür sein wissenschaftlicher Ruf, seine Beziehung zur Industrie, sein enges Verhältnis zu Walther Rathenau und seine Kenntnisse über Amerika gewesen sein.

Die letzteren hatte er durch Kontakte zu amerikanischen Wissenschaftlern und durch

Reisen in die USA erhalten. So war er 1898 wegen seiner Lampe, 1903 und 1906 zu Vorlesungen in den Vereinigten Staaten. An der Yale University hielt er im Oktober/November die Silliman Lectures zum Thema "Experimental and Theoretical Applications of Thermodynamics to Chemistry".

Nernst lehnte die Botschafterberufung ab, obwohl die Regierung und vor allem der Reichskanzler Joseph Wirth zugestimmt hatten. Er begründete das mit mangelnden Englischkenntnissen. In Wirklichkeit wollte er sich nicht von der Wissenschaft und der außerordentlich anregenden wissenschaftlichen Atmosphäre Berlins entfernen.

## 4.5 Rückkehr zur Physik

Mit organisatorischen Problemen wurde Nernst in hohem Maße konfrontiert, als er 1922 Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) wurde. Er glaubte hier Bedingungen vorzufinden, die in hervorragender Weise erlaubten, prinzipielle Fragen der Naturforschung bearbeiten und lösen zu können.

Die Gründung der PTR im Jahre 1887 ist auf die Initiative von Werner v. Siemens, Hermann v. Helmholtz und Wilhelm Foerster zurückzuführen, die vom damaligen Kronprinzen Friedrich unterstützt wurde. Wie aus einem Schreiben v. Siemens' an die Reichsregierung vom 20. März 1884 hervorgeht, sollten in dem physikalisch-technischen Staatsinstitut solche Forschungen betrieben werden, die als zentrale staatliche Aufgaben anerkannt waren, wobei genügend apparative Mittel bereitzustellen wären und eine von Lehrverpflichtungen und materiellen Sorgen freie Tätigkeit der Forscher zu garantieren sei.

Im Oktober 1887 konnte die Arbeit in einer Abteilung für Forschung und einer weiteren für Prüfung in Charlottenburg aufgenommen werden. Als erster Präsident wurde 1888 Helmholtz berufen.

Nach dessen Tode übernahm Friedrich Kohlrausch das Präsidentenamt. Ihm folgte 1905 Emil Warburg, der nach seiner Pensionierung den Posten seinem Freund Nernst übergab. Aus der Bunsenstraße hatte der neue Präsident Walther Noddack an die PTR verpflichtet. Dieser entdeckte hier 1925 zusammen mit Ida Tacke, seiner späteren Frau, das Element Rhenium.

Durch den ständig wachsenden Personalbestand waren die Verwaltungsaufgaben des Präsidenten stark angestiegen. Daher schuf Nernst 1922 die Stelle eines Verwaltungsleiters. Trotzdem ist es zu einem großen Teil sein eigenes Verdienst, dass die Anstalt die Jahre der Inflation gut überstanden hat.

1923 führte Nernst wie sein Vorgänger eine Veränderung in der Struktur durch. Sie wurde dadurch ausgelöst, dass er die Reichsanstalt für Maß und Gewicht der PTR angliederte und zur Abteilung I (Maß und Gewicht) bestimmte. Weiterhin gab es nun die Abteilung II (Elektrizität), III (Wärme und Druck) und IV (Optik). Die unter Warburg eingeführte Gliederung in Unterabteilungen hob Nernst auf, dafür schuf er eine solche in Laboratorien. Als Präsidenten unterstanden ihm direkt die Laboratorien für Feinmechanik, Radioaktivität und Chemie sowie die Hauptwerkstatt und Hauptbibliothek.

Bedingt durch die Schwierigkeiten, die die Inflation hervorrief, und die Unmöglichkeit der Realisierung seiner Ziele war Nernst so enttäuscht, dass er sich bereits 1924 wieder entschloss, die PTR zu verlassen. Sein Nachfolger wurde Friedrich Paschen. Der Vollständigkeit halber seien die beiden letzten Präsidenten erwähnt, deren Amtszeit in die Periode des Nationalsozialismus fällt: Johannes Stark (1933-1939) und Abraham Esau (1939-1945).

Mit dem vorletzten ist auch der Beginn des nächsten Abschnitts im Leben von Nernst verbunden. Seit dem Tode von Heinrich Rubens war an der Berliner Universität der Lehrstuhl für Experimentalphysik unbesetzt. Nationalistische Kreise hatten Ernst Gehrcke vorgeschickt, um Philipp Lenard oder Stark für diesen vorzuschlagen. Da der Fakultät die chauvinistische Haltung dieser Kandidaten bekannt war, traf sie die Entscheidung:

"Nach längerer Beratung hat die Fakultät davon abgesehen, die Nobelpreisträger P. Lenard und J. Stark auf ihre Liste zu setzen, weil diese bedeutenden Gelehrten infolge ihrer leidenschaftlichen und nicht immer sachlichen Bekämpfung der neueren theoretischen Physik das gedeihliche Zusammenleben der Berliner Physiker gefährden würden."

[34]



12 Das Physikalische Institut am Reichstagufer (Mitte), das Institut für physikalische Chemie (links) und die Direktoren-Villa (rechts)

Das Dokument haben u. a. v. Laue, Planck, Haber, Wilhelm Schlenk und Arthur Wehnelt unterschrieben. Verhandlungen mit Paschen und weiteren Gelehrten waren gescheitert, so dass Nernst das Ordinariat angetragen wurde. Dieser hatte doppelten Grund zuzustimmen, die Enttäuschung über die PIR und die Abwehr der Gefahr, die er natürlich auch erkannt hatte.

Nernst war es nun möglich, "in der ganz reinen Physik zu schwelgen" [7.d1], wie es für ihn schon vor 31 Jahren "ein Hochgenuss" war.

Auch jetzt gehörte er zu den Nachfolgern von Helmholtz, der als Professor an der Berliner Universität (1871 bis 1888) den Bau des Physikalischen Instituts am Reichstagufer veranlasst hatte. Zwischen ihm und Nernst lagen die Ordinariate von Kundt (1888-1894), Warburg (1895-1905), Drude (1905/06) und Rubens.

Die Männer, die an diesem Institut die eigentliche Arbeit betrieben und dem 60jährigen Ordinarius für Experimentalphysik zur Seite standen, waren Arthur Wehnelt, Peter

Pringsheim, Marianus Czerny, Georg Hettner und Wilhelm Orthmann. Die Nachbarschaft der alten Wirkungsstätte in der Bunsenstraße, an der 1923 Max Bodenstein die Direktion übernommen hatte, ließ aber "angenehme Erinnerungen an die große Zeit des Ausbaues der physikalischen Chemie" [7.m] nie ganz schwinden. So ist Nernst noch einmal an den Anfang seiner Forschungen im Rahmen dieses Wissensgebiets zurückgekehrt.

Im Zusammenhang mit den starken Elektrolyten galt es wiederum eine Lücke zu schließen, da sich hier Abweichungen vom Massenwirkungsgesetz gefunden hatten, die mit der sonst so brauchbaren Ionentheorie nicht vereinbar waren. Für verdünnte Lösungen dieser Stoffe hatten daher Peter Debye und Erich Hückel eine Theorie erarbeitet, in welcher ihre vollständige Dissoziation vorausgesetzt wurde.

Das teilweise Zusammenlagern zum undissoziierten Molekül, wie es ursprünglich Arrhenius beschrieb, wurde durch Effekte der gegenseitigen Hemmung geladener Teilchen auf Grund ihrer Ladung ersetzt. Diese Theorie kommt zu dem Schluss, dass die Verdünnungswärmen der starken Elektrolyte nur positive Werte besitzen können.

Nernst regte nun Orthmann an, diese unterschiedlichen Auffassungen zum Anlass für Präzisionsmessungen zu nehmen. Diese ergaben positive und negative Werte. Nernst nahm daher an, dass sich die Verdünnungswärmen aus zwei Termen zusammensetzen. Der positive stammt von elektrostatischen Wirkungen, der negative von der Dissoziation des nicht vollständig dissoziierten Elektrolytmoleküls. Ohne die Debyesche Theorie in ihrer Gültigkeit einzuschränken, war doch der von ihr vernachlässigte Anteil als nicht völlig verschwindend nachgewiesen.

Die beiden anderen Komplexe, mit denen sich Nernst in seiner letzten Zeit hauptsächlich beschäftigte, verdeutlichen zwar erneut den großen Umfang seines Beschäftigungsfeldes, sind aber wie die späten physikalisch-chemischen Arbeiten mit den großen Leistungen der Vergangenheit nicht mehr zu vergleichen. Immerhin ist bemerkenswert, dass dabei eine praktisch erfinderische Seite neben einer rein theoretischen, sogar ins Philosophische ragenden steht.

Die Erfindung und Konstruktion war wie bei der Lampe auch diesmal wieder für die Allgemeinheit gedacht. Es handelte sich um ein Musikinstrument, das sich jeder leisten können, um einen Flügel. Das Neue bestand darin, dass die Energie für die Saitenschwingung, die gewöhnlich der Anschlag des Spielenden liefert, elektrischer Natur war. Eine äußere Quelle sorgte für deren Zufuhr, die wiederum durch Tastenanschlag und Pedalbedienung gesteuert werden konnte.

Der mechanisch erzeugte Ton klingt bald ab, während er nun so lange anhalten kann, bis die elektrische Energiezufuhr wieder unterbrochen wird. Die Saitenschwingungen werden mittels Magnetspulen in elektrische Ströme verwandelt, die verstärkt und mit Lautsprechern in Töne verwandelt werden. Derartige Instrumente sind etwa 1930 gebaut worden und gelangten in den Handel.

In einer Rundfunksendung am 28. August 1931 sprach Nernst über den "Bechstein-Siemens-Nernst-Flügel", auch der Name Neo-Bechstein-Flügel ist in Gebrauch. Es gab mehrere Vorführungen, auch in der Physikalischen Gesellschaft. Die damalige Krisenzeit,

der Geschmack des Publikums, der geteilt war, und das Desinteresse der vorführenden Künstler haben bewirkt, dass sich das Instrument nicht eingeführt hat.

Nernst selbst, der zwar die Musik liebte - er soll besonders die Werke Mozarts verehrt haben, unter welchen wiederum dessen "Don Giovanni" die erste Stelle einnahm -, war nicht in der Lage, seinen Flügel zu spielen. Er hat solche Erfindungen als *physique amusante* bezeichnet. Eine "Feierabendsbeschäftigung", wie sie Bodenstein [35] nennt, war sie sicher nicht. Das würde auch nicht mit der gründlichen Art Nernstscher Tätigkeit in Einklang zu bringen sein. Eine von Nernst ausgegebene Doktorarbeit über "Beiträge zur Theorie alter und neuer Klavierformen" von Siegfried Sawade bezeugt das.

Insbesondere aus den Jahren nach der Emeritierung liegen einige Veröffentlichungen vor, die astrophysikalische und kosmologische Fragen zum Inhalt haben. Die Beschäftigung mit dieser Problematik beginnt aber schon zu einem viel früheren Zeitpunkt.

Nernst selbst gibt dafür das Jahr 1886 an, in dem er noch in Graz studierte. Damals las er die Antrittsrede Boltzmanns an der Wiener Akademie, die sich mit dem II. Hauptsatz beschäftigte und in welcher der sog. Wärmetod des Universums als unbedingte Folgerung aus diesem dargestellt wurde. Seitdem hat Nernst seinen "Blick darauf gerichtet, ob nicht irgendwo ein Ausweg sich zeigte" [36a].

Es ist kaum verwunderlich, dass die erste Arbeit, die damit im Zusammenhang steht, in die Zeit der Erforschung des III. Hauptsatzes (1912) fällt. Ohnehin war Nernst der Meinung,

"dass gerade der physikalische Chemiker nicht am schlechtesten vorgebildet sein dürfte, wenn es gilt, über die sowohl in das physikalische wie in das chemische Gebiet fallenden kosmischen Fragen ein Urteil sich zu bilden" [36b],

und er wies darauf hin, dass sich auch Arrhenius mit astrophysikalischen Fragen beschäftigte, dass vielleicht der größte Teil von dessen Schaffen diesem Gebiet gewidmet war. Immerhin hatte Arrhenius 1903 das erste "Lehrbuch der kosmischen Physik" geschrieben.

Nernst hatte die Hypothese Plancks von der Nullpunktsenergie der Materie dahingehend erweitert, dass er auch solche des Lichtäthers einführte. Den radioaktiven Zerfall verknüpfte er mit Schwankungen dieser Energie, während Konzentrationen derselben, die zufällig auftreten, die Bildung von Atomen bewirke.

Die letztere kompensiert den Materiezerfall in Strahlung und deren Dissipation, so dass ein Weltgeschehen von unendlicher Dauer erklärbar ist. Die Überlegungen zu derartigen Prozessen dehnte Nernst auf Probleme der Sternentwicklung aus. Die dabei auftauchenden Schwierigkeiten versuchte er durch Anwendung des Wärmesatzes und der Quantentheorie zu beseitigen.

Die Ergebnisse des Nachdenkens sind in dem "Schriftchen" "Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung" von 1921 zusammengefasst. Schon zwei Jahre später erscheint in der Sowjetunion eine russische Übersetzung. Der Grund dafür kann u. a. sicher darin gesehen werden, dass Nernst hier eine materialistische Position einnimmt, die gegen die damals insbesondere durch Arthur Stanley Eddington stark popularisierten idealistischen Schlussfolgerungen aus astrophysikalischen Erkenntnissen gerichtet war,

ohne allerdings eine direkte Kritik an diesen zu üben.

Der Grundgedanke der Stationarität ist auch 1921 das entscheidende Prinzip:

"... vielmehr wird jede naturwissenschaftliche Theorie des Kosmos davon ausgehen müssen, dass ... das Weltall sich in einem stationären Zustand befindet, dass also im Mittel ebenso viel Sterne im Kosmos durch Erlöschen ausscheiden, wie neue erglühn." [36a] ... "Gebt uns die Nullpunktenergie des Lichtäthers" so sehen wir in unserem Geiste das Geschehen des Weltalls gesichert von Ewigkeit zu Ewigkeit. [36c]

Dieser Gedanke beherrscht die späten Arbeiten der 30er Jahre, deren Inhalt wir leicht an den Titeln ablesen können: "Physikalische Betrachtungen zur Entwicklungstheorie der Sterne" und "Einige weitere Anwendungen der Physik auf die Sternentwicklung" (1935), "Kommen und Gehen der Sterne und der stationäre Zustand des Weltalls" und "Über einige Anwendungen der Astrophysik auf Physik und Chemie" (1936), "Weitere Prüfung der Annahme eines stationären Zustandes im Weltall" und "Rotverschiebung bei Spiralnebeln" (1937), "Die Strahlungstemperatur des Universums" und "Physico-chemical Considerations in Astrophysics" (1938) sowie "Astrophysik vom Standpunkt der neueren Spiralnebelforschung" (1939).

Der Annahme von der Expansion und Endlichkeit des Weltalls in Verbindung mit der von Edwin Powel Hubble 1929 nachgewiesenen Rotverschiebung der Galaxien schloss sich Nernst nicht an. Er versuchte eine andere Deutung der experimentellen Befunde.

In der genannten Schrift von 1921 sind bereits bemerkenswerte Gedanken enthalten. So wird der Ursprung der stellaren Energie und der 1913 von Victor Hess und Werner Kolhörster entdeckten Höhenstrahlung auf Kernprozesse in den Sternen zurückgeführt. Auch die Verwendung des "Uran als Sprengstoff" fand eine Voraussage, die wenige Jahre nach dem Tode von Nernst dem Prinzip nach ihre schreckliche Erfüllung fand:

"So kann man leicht abschätzen, dass Uran bei seiner momentanen Umlagerung in Uranblei und Helium eine etwa millionenfache Wirkung ausüben würde, als einer unserer besten Sprengstoffe. Dass aber diese Umlagerung bei ungeheuer hohen Temperaturen momentan erfolgen und sich auch momentan ... fortpflanzen würde, ist nach allen Analogien zu erwarten." [36d]

Im Zusammenhang mit den astrophysikalischen und quantentheoretischen Überlegungen ist die von Nernst aufgeworfene Frage nach dem Charakter der Kausalität und der Gesetzmäßigkeit zu sehen. Bereits seine Rektoratsrede vor der Berliner Universität 1921 stellte er unter das Thema "Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze". 1929 bringt er "Kausalitätsprinzip und neuere Physik" in Verbindung, und 1934 behandelt er in populärer Form in der Zeitschrift "Medizinische Klinik" die "Experimentelle Prüfung des Kausalitätsprinzips".

In der genannten Rede versucht Nernst die mechanistische Auffassung von den Naturgesetzen, wie sie etwa durch Laplace und dessen Weltformel gegeben ist, durch eine allgemeinere zu ersetzen, die den Gesetzen einen Wahrscheinlichkeitscharakter zuspricht. Damit wendet er sich von der agnostizistischen Haltung des Positivismus ab, die damals von namhaften Wissenschaftlern eingenommen wurde.

Nernst bemerkt aber, dass es in erster Linie darauf ankomme, die Frage danach zu stellen, ob die Prozesse in der Natur als begreiflich angesehen werden oder ob es dem forschenden Verstand nur vergönnt ist, das Geschehen im Mittel und nicht in allen Einzelheiten zu verstehen. Auf Grund der Rektoratsrede kam es zu Auseinandersetzungen mit v. Laue und Planck, da diese Physiker eine mechanisch-materialistische Position einnahmen.

13 Jahre danach vermerkt Nernst: "Mein Vortrag erregte in Physikerkreisen manches Kopfschütteln; heute geht man vielfach weit über meine damaligen Ausführungen hinaus." [37]

Nernst hält die Prozesse der Mikrowelt durchaus für objektiv bestimmt und bedingt, jedoch nicht im Sinne von Laplace, dessen Auffassung auf makroskopisches Geschehen angewendet werden kann. Allerdings "gibt es zwischen Mikro- und Makroprozessen einen stetigen Übergang" [37]. Die "Unmöglichkeit einer experimentellen Prüfung des Kausalprinzips ... bei Elementarprozessen" begründet Nernst mit der, wie er betont, umstrittenen "Nullpunktstrahlung, ohne die es für mich kein Weltbild gibt" [37].

Es wäre falsch, aus dem Gesagten abzuleiten, dass Nernst sich philosophisch betätigt hätte. Er hat niemals seine Position charakterisiert oder auf philosophische Systeme direkt Bezug genommen.

Seine Gedanken über Kausalität, den Charakter der Naturgesetze oder zum "Weltgebäude" sind im Zusammenhang mit seinen physikalischen Forschungen zu sehen und für diese erarbeitet worden. Dennoch ist es wertvoll, sie vom philosophischen Standpunkt zu analysieren.

Wir wollen diese Betrachtungen über das wissenschaftliche Wirken Nernsts nicht abschließen, ohne seiner historischen Arbeiten zu gedenken, die Jubiläen und Todesfälle veranlasst haben und sich naturgemäß in der späteren Zeit häufen. Hier sind die Nekrologe, die er für Hans Jahn, Richard Abegg, Svante Arrhenius, Wilhelm Ostwald u.a. schrieb, zu nennen.

Geburtstagen sind die würdigenden Aufsätze für Rudolf Clausius, Albert v. Ettingshausen, Gustav Tammann, Max Bodenstein, Josuah Willard Gibbs und zum 50jährigen Bestehen der elektrolytischen Dissoziationstheorie gewidmet.

## 4.6 Die wissenschaftliche „Familie“

Nun ist es unbedingt notwendig, mit einigen Worten das Verhältnis von Nernst zu seinen Schülern und Kollegen anzudeuten.

Die Vorlesungen, die Nernst hielt, hatten eine ausgeprägte persönliche Note. Themen, denen sein Interesse galt und an denen er arbeitete, bot er so dar, dass sie eine hervorragende Anregung für die Hörer darstellten. Sein Vortrag war stets durch aktuelle Bezüge oder persönliche Erinnerungen belebt. Gut ausgedachte Vorlesungsversuche illustrierten das Gesagte auf eindrucksvolle Weise, wobei auf Tricks und die Vortäuschung falscher Tatsachen verzichtet wurde. Das Niveau der Vorlesungen war anspruchsvoll.

Nernst vertrat die Meinung, dass der Student durchaus nicht alles gleich verstehen müsse, an dem Nichtverstandenen könne er ermessen, was und wieviel er noch zu lernen



habe. Trotzdem waren Nernsts Vorlesungen beliebt.

Der Unterricht im Laboratorium war zugleich anspruchsvoll und anregend. Die dort Beschäftigten sollten ebenso schnell denken und fleißig arbeiten wie der Meister selbst, der sehr kräftig seinen Unwillen bekunden konnte, wenn er mangelnde Kenntnisse oder gar fehlenden Eifer antraf.

Allen, die im Nernstschen Laboratorium arbeiten oder ihre Doktorarbeit anfertigen wollten, begegnete der große Wissenschaftler freundlich und beinahe kollegial.

Trotzdem blieb er den Ergebnissen gegenüber kritisch, so dass die Abgabe der Dissertationsschrift eine harte Probe für den Schüler war, bei welcher meist heftige Diskussionen bestanden werden mussten. War Nernst dann von der Güte und Richtigkeit der Arbeitsergebnisse überzeugt, so setzte er sich für seine Schüler ein.

Die Examina waren wegen des Wohlwollens des Meisters in der Regel nicht mehr schwer. Paul Günther hat berichtet, dass Nernst auch hierbei seinen Leitspruch "Das Wissen ist der Tod der Forschung" zur Anwendung brachte.

War es möglich, bereits während der Doktorandenzeit viel unter der Leitung des Lehrers zu lernen, so umso mehr, wenn der junge Wissenschaftler als Assistent weiterhin am Institut blieb. Neben der direkten Forschung und Tätigkeit war es gewinnbringend, den Gelehrten in all seinen Eigenarten zu erleben, die von Temperament, geistiger Beweglichkeit und Schärfe, aber auch von seinen menschlichen Schwächen geprägt sind.

Von seinen Schülern wird immer wieder betont, dass die Betreuung, die Nernst ihnen zuteil werden ließ, persönlich war. Er sprach täglich mit jedem über dessen Probleme und Fortschritte.

Am Institut herrschte eine derart kollegiale Atmosphäre, dass man die Bezeichnung "Familie", deren "Vater" Nernst dann war, mehrfach vorfindet. Neben der gemeinsamen Arbeit trug dazu eine entsprechende Geselligkeit bei.

Feierlichkeiten im Kreise der Schüler und der wirklichen Familie fanden im Winter in Nernsts Heim, im Sommer auf dem Landgut statt. Es waren gewöhnlich fröhliche Stunden, die durch eine außerordentliche Gastfreundschaft gekennzeichnet sind. Die Landaufenthalte wurden aber auch dazu genutzt, die Ergebnisse der Düngerversuche oder der Karpfenzucht vorzuführen. Nernst liebte Spaß und Humor und verübelte es nicht, wenn er das Opfer eines Studentenulks wurde.

Es war von hohem Reiz, Nernst im Kolloquium oder in Diskussionen auf Tagungen zu erleben. Das betrifft zum einen seine Äußerungen, die Zeugnis von seiner schnellen Auffassungsgabe und der Fähigkeit, Probleme sofort in ihrer Tiefe zu verstehen, ablegen. So hat Nernst 1920 nach einem Vortrag von Walther Kossel über dessen Valenztheorie sogleich bemerkt, dass ein wesentlicher Mangel dieser Betrachtungsweise der chemischen Bindung darin bestehe, dass sie die Verhältnisse im  $H_2$ -Molekül nicht erklären kann. Tatsächlich ist das erst auf der Grundlage der Quantenmechanik möglich geworden.

Andererseits waren die Äußerungen von Nernst in den Diskussionen sehr scharf. Kritik wurde ohne Ansehen der Person um der Sache willen geübt, wobei er die eigene

Meinung energisch und lebhaft vertrat. Die Auseinandersetzung mit Kossel oder die Diskussionen zur Ammoniaksynthese mit Haber illustrieren das Gesagte. So waren die zahlreichen Nernstschen Bemerkungen anregend, aber mitunter gefürchtet.

Es kam vor, dass die Kritik zu weit ging und die von Nernst angegriffene Anschauung sich später doch als richtig erwies.

Im allgemeinen waren aber die Vorschläge, die Nernst im Laboratorium, in seinen Schriften, in Vorträgen oder Diskussionen zur Sprache brachte, in hohem Maße fruchtbar. Das war dadurch bedingt, dass Nernst ein vortreffliches Gefühl dafür besaß, was im Rahmen der Naturforschung möglich und richtig ist. Komplizierte Zusammenhänge konnte er überdies übersehen, indem er statt Formeln oder Gleichungen mehr Gedankenexperimente dazu heranzog.

Neben den am verschiedenen Stellen hierfür schon genannten Beispielen wollen wir noch auf die Anregung hinweisen, nach welcher es erfolgversprechend sein sollte, unter den chemischen Elementen nach weiteren radioaktiven Isotopen zu suchen, vorrangig in der Reihe der Lanthaniden. In der Tat wurden solche beim Lanthan, Neodym, Samarium und Lutetium später gefunden.

Nernst hat Kontakte zu zahlreichen Persönlichkeiten der Wissenschaft, Kunst, Industrie und Politik gepflegt. Korrespondenzen, Besuche von Tagungen und wissenschaftlichen Einrichtungen, Einladungen und private Beziehungen waren dafür die Ebenen. Die Sitzungen der Physikalischen Gesellschaft hat Nernst immer besucht, wenn es ihm möglich war. An seinem Institut wurden in den 20er und 30er Jahren Kolloquien durchgeführt, auf denen neue Publikationen vorgetragen und diskutiert wurden. Hier traten große Wissenschaftler als Gäste auf.

Nach all dem ist die Feststellung berechtigt, dass Nernst mit hoher Effektivität jede Möglichkeit ausgeschöpft hat, die der Wissenschaft in großer Breite zum Nutzen gereichte.

## 4.7 Der private Bereich

Auch die private Seite lässt sich bei einer solchen Persönlichkeit nicht von den übrigen trennen. Wir haben schon erfahren, dass Nernsts Liebe zur Geselligkeit ein wesentliches Moment bei der Herausbildung eines engen Verhältnisses zu Schülern und Mitarbeitern war.

Die gesellschaftliche Repräsentation der Chemie in Berlin ließ er sich gern von Emil Fischer übertragen. Es ist daher verständlich, dass die Wohnung schon 1907 von der Moltkestraße in das luxuriöse und diesem Zweck dienlichere Haus Am Karlsbad 26 im Tiergarten verlegt wurde.

Hier fanden die Empfänge der Gäste und Freunde und im Winterhalbjahr die Zusammenkünfte mit den Mitarbeitern statt. Bis 1912 soll es eine Beleuchtung mit Nernst-Lampen gegeben haben. Von Wilhelm Ostwald gefertigte Gemälde schmückten die Wände.

Als Nernst 1922 Präsident der PTR wurde, bezog er die Villa in der Marchstraße, die in aufwendiger Weise für Helmholtz erbaut worden war. Werner v. Siemens hatte die 20000 m<sup>2</sup> Baufläche am ehemaligen "Knie" in Charlottenburg zur Verfügung gestellt,

auf welcher für seinen Schwiegersohn die Gebäude der PTR errichtet werden sollten, zu denen auch der Wohnsitz des Präsidenten zählte.

Vorher war für Helmholtz schon das repräsentative Haus in der Neuen Wilhelmstraße 16 (heute Hermann-Matern-Straße) gebaut worden, das direkt an sein Physikalisches Institut am Reichstagufer anschloss. Auch hierher folgte ihm Nernst, als er 1924 das Direktorat dieses Instituts übernahm. Dieser einzige Wohnsitz Nernsts auf dem Gebiet der Hauptstadt der DDR wurde im zweiten Weltkrieg stark zerstört und später abgetragen.

Als der Gelehrte sich 1933 nach seiner Emeritierung auf sein Gut Zibelle zurückzog, behielt er noch eine kleine Wohnung in der Hindersinstraße 5, die in unmittelbarer Nähe seines ersten Berliner Quartiers lag. Hier hielt er sich auf, wenn er an den Sitzungen der Akademie teilnahm oder wegen anderer Angelegenheiten in Berlin weilte. 1936 nennt Nernst einmal die Woyrschstraße 12 als seinen Wohnsitz.

Das Haus Am Karlsbad hat Nernst nicht nur als den geselligen, frohgelaunten und einfallsreichen Gastgeber erlebt, sondern auch als liebevollen Familienvater, der seine Kinder gern um sich sah und deshalb auf gemeinsamen Mahlzeiten nach Möglichkeit bestand.

Die Erziehung der beiden Söhne und der drei Töchter hatte er allerdings seiner Frau überlassen, der ebenfalls die Organisation des Haushaltes und der Gesellschaften oblag. So herrschte im Hause eine hervorragende Ordnung, die nur von dem Chaos im Arbeitszimmer des Geheimrates im ersten Stock unterbrochen wurde. Dieses augenscheinliche Durcheinander, das ja auch in den privaten Arbeitsräumen in der Bunsenstraße vorzufinden war, stellte den Zustand dar, in dem sich Nernst zurecht fand und der keinesfalls in einen anderen versetzt werden durfte.

Fast gleichzeitig mit dem Haus Am Karlsbad erwarb Nernst 1907 das Gut Rietz bei Treuenbrietzen, dessen Gebäude er ausbauen und durch einen Turm ergänzen ließ. Zu den 50 ha Land, Feldern, Wiesen und Wald, die zu Rietz gehörten, pachtete Nernst noch das Jagdrecht über eine ebenso große Fläche Wald. Auf das Gut begab sich der Professor, sobald es seine Zeit zuließ. Die Jungen begleiteten den Vater auf die geliebte Jagd.

Im Januar fanden regelmäßig große Jagdgesellschaften statt. Die wundervolle Zeit wurde durch den ersten Weltkrieg beendet. Der Verlust der Söhne war der Hauptanlass, das Landgut 1917 zu verkaufen. Die Erinnerungen an die schönen Erlebnisse mit den Jungen wären zu schmerzvoll gewesen.

Dafür erwarb Nernst das Gut Dargendorf in der Nähe von Templin, das er 1920 wieder verkaufte, da seine Zukunft für kurze Zeit sehr unsicher erschien, als sein Name auf die Kriegsverbrecherliste gesetzt worden war. Noch im gleichen Jahr kaufte er das Gut Oberzibelle in der Oberlausitz (heute in der VR Polen), das auch als "Rittergut Zibelle O/L. b.Muskau" in den Briefköpfen bezeichnet wird.

In der hier herrschenden ländlichen Ruhe fanden keine großen Gesellschaften mehr statt. Dafür betrieb der Geheimrat Landwirtschaft. Auf den zum Gut gehörenden Feldern wur-

den Getreide, vornehmlich Roggen und Hafer, Kartoffeln, u.a. angebaut. Neben dem Wald und den Feldern besaß Nernst nun auch 18 Teiche und Seen, die er sehr engagiert für eine ertragreiche Karpfenzucht ausnutzte. Auch die Jagd wurde in der Oberlausitz nicht vergessen.

Immer noch war Nernst zu unruhig, um großem Wild geduldig aufzulauern, so dass Hasen, Rebhühner und bevorzugt Schnepfen zu seiner Beute wurden. Waren es von 1920 bis 1933 die freien Wochenenden, die Nernst nach Zibelle zogen, so wurde das Landgut nach der Emeritierung der eigentliche Wohnsitz des nun beinahe 70jährigen Gelehrten und seiner Frau.

## 5 Die letzten Jahre

Das Ausscheiden aus dem Hochschuldienst war ursprünglich auf den 30. September 1932 festgesetzt worden. Nernst wurde aber gebeten, das Wintersemester 1932/33 und schließlich auch noch das Sommersemester 1933 weiter zu lesen und das Direktorat am Physikalischen Institut zu behalten.

So tritt er erst am 1. Oktober 1933 in den Ruhestand. Leicht ist ihm der Schritt nach mehr als vier Jahrzehnten Lehrtätigkeit sicher nicht gefallen. Das klingt auch in dem Satz "Alles, was von der 'Alma mater' kommt, freut das Herz des Emeritus ganz besonders." [3m] an, den der Gelehrte am 30. Juni 1934 an die Berliner Universität schrieb.

Dass die Emeritierung in das Jahr fiel, in dem in Deutschland die Zeit des Faschismus begann, ist also zufällig. Trotzdem bedeutet das Zusammentreffen dieser Ereignisse für Nernst, dass das nicht mehr ganz vollendete letzte Jahrzehnt seines Lebens kein ruhevolles und in jeder Hinsicht sorgenfreies war.

Schon früh hatte sich Nernst gegen nationalistische und rassendiskriminierende Bestrebungen gewandt, die u. a. von Lenard und Stark ausgingen und vornehmlich gegen Einstein gerichtet waren.

Zum Beispiel ist hier an eine Hetzveranstaltung in der Berliner Philharmonie gegen den Begründer der Relativitätstheorie im August 1920 zu denken. Daraufhin publizierten v.Laue, Nernst und Planck in der Presse ein Schriftstück, das der erste entworfen hatte und in dem es u.a. hieß:

"Wer die Freude hat, Einstein näher zu stehen, weiß, dass er von niemand in der Achtung fremden Eigentums, ... übertroffen wird. Es scheint eine Forderung der Gerechtigkeit, ungesäumt dieser unserer Überzeugung Ausdruck zu geben, um so mehr, als dazu gestern abend keine Gelegenheit geboten wurde." [38]



13 Fünf Nobelpreisträger, v.l.n.r.: 1. Einstein, 3. Planck, 5. Millikan, 7. v.Laue, 9. Nernst [17]

Trotz seiner Beschäftigung mit dem politischen Geschehen, das gerade in der Zeit der Weimarer Republik Nernst von den meisten seiner Kollegen unterschied, erkannte er das Erstarken des Nationalsozialismus und die damit verbundene Gefahr nicht. In einer Rundfunkrede im Dezember 1930 bekundet er sogar einen gewissen Optimismus, wenn

er sagt:

"Alles ... muss unter dem Leitstern eines wahren Patriotismus vor sich gehen, der sich, und dies erkennen jetzt weite Volkskreise, schauernd vor dem fortwährenden Parteigegensätze unserer Zeit abwenden muss. Dann ist zu hoffen, dass wir nunmehr den letzten Wüstenstrich durchqueren können, der uns noch von dem gelobten Lande eines zufriedenen Deutschlands trennt. [39]

Etwa zwei Jahre später zeigte sich, dass diese Vorstellung Illusion war. Das Eintreten für den jüdischen Wissenschaftler Einstein, die Verhinderung einer Besetzung des Ordinariats für Experimentalphysik mit nationalistischen Kräften u.ä. hatten die neuen Machthaber nicht vergessen. Der Nachfolger am Physikalischen Institut war Wehnelt geworden, der, inzwischen krank und schwach, Mitglied der Nazi-Partei war. Wie erwähnt, hatte 1933 Stark das Präsidentenamt der PIR übernommen. Nernst kannte seine Gegner, wie die Zeilen eines Briefes seiner Tochter Edith bezeugen:

"An sich war es meinem Vater völlig gleichgültig, ob die Physikal. techn. Reichsanstalt ihm gratulierte zum 70.Geburtstag. Als sie es nicht tat, nazistisch wie sie eingestellt war, sagte mein Vater: Das ist Stark! ... - man kann nicht gut dafür schreiben wie Herr Eggert, das ist stark, war es meinem Vater doch ehrenvoller, keine Glückwünsche von der Seite zu erhalten." [40]

Nernsts Ablehnung der sog. rassenpolitischen Maßnahmen lässt sich auch an folgender Episode ablesen. 1935 hat der "cand.math." Otto Richter im Rahmen seiner "Staatsexamensarbeit über die Nobelpreisträger der Chemie ... eingehende rassenbiologische Untersuchungen getrieben" [3n].

Es spricht für Nernst, dass er zu der kleinen Schar von Nobelpreisträgern zählte, die die Hintergründe des Unternehmens erkannten und einen entsprechenden Fragebogen nicht oder, wie in seinem Fall, nur unvollständig ausfüllten. Unter das Formular schreibt Nernst: "N.B. Ich hoffe, dass auch alle anderen Nobelpreisträger Wichtigeres zu thun haben, als alle Ihre Fragen zu beantworten!!!" [30]

Von den 25 arglosen haben z.B. Irving Langmuir, Irene Joliot-Curie, Ernest Rutherford sowie Carl Bosch und Friedrich Bergius die gewünschte "Ahnentafel" abgeliefert.

Richter wendet sich an den Dekan, den Mathematiker Ludwig Bieberbach, damit dieser die Nernstschen Angaben vervollständige. Zuerst bekundet dieser zwar Interesse an den Nachforschungen, verweist aber auf das zuständige Kirchenamt. Neun Tage später, am 30. Dezember, überlegt er es sich anders: "In der ... Angelegenheit des Geheimrat Prof. Dr.Nernst möchte ich meinem vorgesetzten Ministerium berichten." [3p]

Der Fragebogen geht wieder an den Dekan. Richter hat inzwischen herausbekommen, "dass Geheimrat Nernst nach Aussagen des Reichspropagandaministeriums arisch sein soll" [3q].

Bieberbach ist wohl nicht ganz so sicher, vielmehr meint er in seinem Bericht an den "Reichs- und Preussischen Minister", "dass Geheimrat Nernst ... nur auffallend mangelnde Kenntnisse über seine Vorfahren hat" [3r]. Der Dekan möchte ermächtigt werden, Nernst dienstlich zur Vervollständigung der Angaben zwingen zu dürfen. Nun wird auch

der eigentliche Grund für das Interesse an der Angelegenheit klar, der wiederum Nernsts ziemlich unverdeckte Missachtung des nationalsozialistischen Regimes verdeutlicht:

"Ich spreche diese Bitte auch deshalb aus, weil aus dem Zusatz, den Herr Geheimrat Nernst bei der Nichtbeantwortung des Fragebogens des Kandidaten Richter gemacht hat, hervorgeht, dass wohl Herr Geheimrat Nernst noch nicht die rechte Vorstellung von dem Sinn und der Bedeutung der einschlägigen Auffassungen des neuen Reiches zu besitzen scheint." [3r]

Ebenfalls befragt wird die "Gauleitung Groß-Berlin" der Nazi-Partei, obwohl Nernst natürlich nicht dieser Partei angehört. Am 24.Dezember 1935 wird ein "Politisches Führungszeugnis" ausgestellt: "Über den Volksgenossen Dr.phil. Walther Nernst ... ist in politischer Hinsicht nichts Nachteiliges bekannt geworden." [3s]

Am 29.Februar 1936 kann Bieberbach endlich verkünden, dass er nunmehr den vollständig ausgefüllten Fragebogen in Händen hält.

Ein weiteres Beispiel für Nernsts Geisteshaltung berichtet uns sein Schüler Emil Abel:

"Am Neujahrstag 1939 erhielt ich in Wien, ungeachtet der möglichen Gefahren für Schreiber und Empfänger, eine offene Karte von Professor Nernst: "Harren Sie aus und warten Sie auf bessere Zeiten." [41]

Neben vielem anderen mussten Nernst Faschismus und Antisemitismus deshalb zuwider sein, weil sie "his remarkable freedom from prejudices" (seiner bemerkenswerten Freiheit von Vorurteilen), wie es Einstein ausdrückte [1], widersprachen. Das kommt auch im Urteil Einsteins zum Ausdruck:

"He judged things and people almost exclusively by their direct success, not by a social or ethical ideal. (Er beurteilte Dinge und Menschen immer ausschließlich nach ihrem direkten Erfolg, nicht nach ihrem sozialen oder ethischen Ideal.)" [1]

Zum 70.Geburtstag trafen Gratulationen von Persönlichkeiten des In- und Auslandes ein, nicht jedoch - wie wir hörten - von allen Institutionen. Die Geburtstagsfeier sollte allerdings die letzte sein, an der die gesamte Familie teilnehmen konnte. Die Töchter Hildegard und Angela waren mit jüdischen Männern verheiratet.

Schon bald ging die ältere mit ihrer Familie nach England, während die Hahns erst 1938 Deutschland verließen. Nernst litt unter der Trennung sehr. Trostreich waren die häufigen Besuche, die Edith den Eltern in Zibelle abstattete. In einer für die Zeit übrigens sehr mutigen Weise beklagt Max Bodenstein 1942 das traurige Los, das dem so erfolgreichen Wissenschaftler zuteil wurde:

"Fünf Kinder entstammten der Ehe, zwei Söhne, die im hoffnungsvollsten Alter Opfer des Weltkrieges wurden, und drei Töchter, von denen zwei mit ihren Familien in der Ferne leben, durch die Nöte der heutigen Zeit so gut wie unerreichbar, ..., ein schweres Schicksal, das er auch als solches empfand - wenn er auch niemals darüber geklagt hat." [35b]

Mit seiner Tochter Hildegard und den Ihrigen traf Nernst 1937 noch einmal zusammen, als er Frederick Alexander Lindemann in Oxford besuchte. Angela war 1939 für kurze Zeit nach Deutschland zurückgekehrt. Etwa zwei Monate zuvor hatte Nernst einen

schweren Herzanfall erlitten.

Das Alter und das Leid besaßen wohl einen erheblichen Anteil daran, sie machten auch ein völliges Überwinden der Beschwerden unmöglich. Der schon zitierte Brief an Walter Ostwald schließt daher mit den Worten: "Leider soll ich mich nach einer Herzattacke vor 1 1/2 Jahren sehr schonen und nur ganz kurze Briefe schreiben, was hiermit geschehen ist." [22]

Aus dem wissenschaftlichen Leben hatte sich Nernst nun fast völlig zurückgezogen. Der Gesundheitszustand, die Abwesenheit der vielen emigrierten Kollegen und nicht zuletzt der ständig zunehmende nationalsozialistische Wahnsinn, der mehr und mehr die Wissenschaft zerstörte, waren die vornehmlichen Gründe.

Und doch berichtet Paul Günther von einer merkwürdigen, für Nernst aber typischen Begebenheit. Trotz Krankheit und Ablehnung des Faschismus stellt sich der Forscher und Techniker 1940 wie im ersten Weltkrieg für militärische Aufgaben zur Verfügung.

Für die Marine soll Nernst die Pressluftantriebe für Torpedos verbessern. Er will seine Erfahrungen, die er an den Minenwerfern gewonnen hat, nutzen. Da ihn die Militärstellen schlecht informieren, studiert er Literatur über Seekriegsführung. Die Arbeiten werden im Keller des Instituts in der Bunsenstraße begonnen. Die Marine stellte aber ein derart ungeeignetes Versuchsgefäß zur Verfügung, dass dieses bei einer Explosion vollkommen zerstört wurde.

Der enttäuschte Nernst brach die Untersuchungen ab. Bevor er dann einige Tage später die ehemalige Wirkungsstätte verließ, zeigte er auf eine Wand, hinter welcher das Physikalische Institut lag, und zitierte den Satz von Platen: "Mehr als die Hälfte dieser Welt war mein."

Die Einsamkeit nahm immer mehr zu, da die ohnehin spärlichen Möglichkeiten einer Kommunikation mit den emigrierten Töchtern und Enkeln ständig geringer wurden. Edith und ihre Familie vermehrten die Anzahl der Besuche in Zibelle, da Nernst immer befürchtete, die Tochter sonst nicht mehr wiedersehen zu können, denn seine Kräfte schwanden.

Am 15. November 1941 wurde sie eilig an das Krankenlager des Vaters gerufen, den sie nur noch ohne Besinnung antraf. Am Morgen des 18. November, 45 Minuten nach zwei Uhr ging Walther Nernst in ländlicher Umgebung, die er seit seiner Kindheit geliebt hatte, zur letzten, ewigen Ruhe. Zu seinen letzten Worten gehörte der Satz: "Ich habe stets nach der Wahrheit gestrebt."

Die Einäscherung fand am Nachmittag des 25. November im Krematorium von Berlin-Wilmersdorf statt. Der Physikochemiker Paul Günther sprach am Sarge seines Lehrers. Dem Wunsche Nernsts gemäß wurde seine Urne in Berlin beigesetzt. Erst nach dem Tode von Emma Nernst im Jahre 1949 ließen die Töchter beide Eltern nach Göttingen überführen, so dass Walther Nernst auf dem Stadtfriedhof am Ort seines Aufstiegs und seines ersten Ruhms seine letzte Ruhe fand. In unmittelbarer Nähe liegen auch die Gräber von Max Planck, Max v. Laue und Otto Hahn.



## 6 Ehrungen und Gedenken

Mit Nernst war nach Ostwald, Arrhenius, van't Hoff der letzte der vier Begründer der klassischen physikalischen Chemie gestorben.

Auf dem, was der große Gelehrte in mehr als einem halben Jahrhundert intensiver Tätigkeit zum Nutzen der Wissenschaft beigetragen hat, konnte und können spätere Generationen aufbauen. Die Bedeutung Walther Nernsts, die uns heute klar vor Augen steht, ist schon früh erkannt worden. Das fand in zahlreichen Ehrungen und Anerkennungen seinen Ausdruck, von denen wir schon einige, voran den Nobelpreis, nannten.

Als Nernst 1937 die letzte Auszeichnung entgegennahm, die Verleihung des Doctor of Science durch die Universität Oxford, konnte er auf zahlreiche davorliegende zurückblicken, von denen wir eine Auswahl aufzählen wollen. Außer in den Akademien von Berlin, Göttingen und München war er im Laufe der Zeit Mitglied derjenigen von Turin, Modena, Venedig, Budapest, Oslo, Stockholm, Wien und Leningrad sowie der Royal Society in London geworden.

Die Deutsche Bunsengesellschaft machte ihn 1912 zu ihrem Ehrenmitglied und verlieh ihm 1914 ihre höchste Auszeichnung, die Bunsengedenkmünze.

Die Franklin-Medaille, die höchste Anerkennung für physikalisch-technische Forschungen in den USA, wurde Nernst in Philadelphia zuerkannt. Auch die deutsche Gesellschaft für technische Physik wählte ihn zu ihrem Ehrenmitglied.

Eine Reihe von Universitäten ehrte Nernst durch die Verleihung der Ehrendoktorwürde. So wurde er Dr. phil. h. c. in Graz, Dr. med. h. c. in Erlangen und Göttingen und Dr.-Ing. e. h. in Danzig und München.

So ehrenvoll diese Auszeichnungen sind, weitaus mehr zählen die anerkennenden, dankbaren und z.T. liebevollen Äußerungen von vielen bedeutenden Wissenschaftlern, die aus der von Nernst begründeten Schule hervorgingen, sowie der Kollegen, mit denen er in direkter oder indirekter Weise auf seinem Lebensweg verbunden war. Hiervon zeugen die Aufsätze im Zusammenhang mit Jubiläen und Gedenktagen sowie die Nekrologe.



14 Walther Nernst im Gespräch mit Lise Meitner [43]

Bemerkenswert ist der Jubelband, der zum 25. Doktorjubiläum von zahlreichen Forschern fertiggestellt wurde, aber auch die Tatsache, dass bereits des 50. Geburtstages von Nernst in einem Artikel gedacht wurde. Zu denen, die zur Ehre ihres Meisters oder Kollegen die Feder ergriffen, gehören Max Bodenstein, Paul Günther, Karl Friedrich

Bonhoeffer, Emil Abel, Ernst Herrmann Riesenfeld, Friedrich Krüger, Frederick Alexander Lindemann, Franz Simon, Hans Schimank, John Eggert sowie Albert Einstein, Wilhelm Jost u.v.a.

In beiden deutschen Staaten und Westberlin ist das Andenken an Walther Nernst bewahrt worden. So hat die Deutsche Bunsengesellschaft einen Nernst-Preis gestiftet. Aus Anlass des 250. Gründungsjubiläums der Akademie der Wissenschaften in Berlin gab die Post der DDR 1950 einen Briefmarkensatz heraus, dessen 20-Pfennig-Wert das Porträt Nernsts zeigt.

Auf dem Forschungsgelände dieser Akademie in Berlin-Adlershof trägt eine Straße den Namen des großen Physikochemikers. Neben Feierlichkeiten aus Anlass des 100. Geburtstages von Walther Nernst in Göttingen und Westberlin fand 1964 an der Humboldt-Universität zu Berlin ein mehrtägiges Symposium statt.

Zu den vielen namhaften Teilnehmern aus dem In- und Ausland gehörten John Eggert und Paul Günther, die in ehrenden Beiträgen ihres Lehrers gedachten.

Im Rahmen dieser Veranstaltung erhielt der Hörsaal des Instituts in der Bunsenstraße, in welchem Nernst den III. Hauptsatz erstmals ausgesprochen hatte, den Namen des Gelehrten. Der Wert dieser Tage wurde durch Nernsts Tochter Edith, die mit ihrer Schwester Angela Hahn unter den Ehrengästen weilte, in die Worte gefasst: "Wir erhielten ein so umfassendes Bild vom Schaffen meines Vaters, wie es großartiger nicht hätte sein können." [42]

Fast 20 Jahre später, 1983, wurde an gleicher Stelle wieder des großen Wissenschaftlers gedacht, dieses Mal im Zusammenhang mit dem Symposium aus Anlass des 100jährigen Bestehens der Forschungsstätte in der Bunsenstraße. In diesen Tagen wurde am Gebäude eine Gedenktafel enthüllt, die die Aufschrift trägt:

"In diesem Haus weilten Nobelpreisträger Walther Nernst, Entdecker des 3. Hauptsatzes der Thermodynamik, von 1905-1922 und Max Bodenstein, Mitbegründer der chemischen Kinetik, von 1923-1936"

Alles äußerliche Gedenken, alle Ehrungen werden von der Tatsache überragt, dass der Name Walther Nernsts mit mehreren Naturgesetzen, die in ihrer Wichtigkeit kaum überschätzt werden können, und mit der Herausbildung und Vollendung eines außerordentlich fruchtbaren Wissensgebietes, der klassischen physikalischen Chemie, verbunden ist.

Davon spricht auch der große Gedenkstein im Hof des neuen Forschungsgebäudes für Physik und Elektronik der Humboldt-Universität zu Berlin, der die bedeutenden, mit Berlin verbundenen Physiker aufzählt, die entscheidend zur Entwicklung der Physik beigetragen haben. So werden alle, die sich mit der Naturwissenschaft befassen, immer auf das Werk des großen Forschers stoßen. Höheres kann niemandem widerfahren, der wie Walther Nernst sein ganzes Leben der Wissenschaft und ihrem Fortschritt gewidmet hat.

## 7 Chronologie

- 1864 Walther Nernst am 25. Juni in Briesen (Wabrzečno) geboren.
- 1883 Abitur in Graudenz (Grudzigdz)
- 1883-87 Studium der Physik, Chemie und Mathematik in Zürich, Berlin, Graz und Würzburg.
- 1887 Promotion in Würzburg bei F. Kohlrausch mit einer bei A. v. Ettingshausen ausgeführten Arbeit (Ettingshausen-Nernst-Effekte).  
Bekanntschaft mit S. Arrhenius.  
Beginn der Tätigkeit bei W.Ostwald in Leipzig.
- 1889 Habilitation bei W.Ostwald mit der Arbeit "Die elektromotorische Wirksamkeit der Ionen" (Nernstsche Gleichung).  
Assistent bei J.W. Brühl in Heidelberg.
- 1890 Assistent bei E.Riecke am Physikalischen Institut der Göttinger Universität.
- 1891 Extraordinarius für physikalische Chemie, Nernstscher Verteilungssatz.
- 1892 Heirat mit Emma Lohmeyer.
- 1893 Lehrbuch "Theoretische Chemie ...".
- 1894 Ordinarius für physikalische Chemie in Göttingen.
- 1895 Fertigstellung des für Nernst eingerichteten neuen Institutsgebäudes.  
Lehrbuch "Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften" mit A.Schönflies.
- 1897 Nernst-Lampe.
- 1899 Nernstsches Reizschwellengesetz.
- 1905 Ordinarius für physikalische Chemie an der Berliner Universität als Nachfolger von H.Landolt.  
III. Hauptsatz der Thermodynamik.
- 1914-18 Teilnahme an der Lösung von Kriegsaufgaben.
- 1920 Nobelpreis für Chemie.
- 1921-22 Rektor der Berliner Universität.
- 1922-24 Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
- 1924-33 Ordinarius für Experimentalphysik an der Berliner Universität als Nachfolger von H.Rubens.
- 1933 Emeritierung.
- 1941 Walther Nernst stirbt am 18. November auf seinem Landgut Oberzibelle bei Muskau in der Oberlausitz.

## 8 Literatur

Werke von Walther Nernst in Buchform (Übersetzungen wurden nicht aufgeführt)

Nernst, W.: Bearbeitung des Hauptteils des I. Bandes von O. Dammers "Handbuch der anorganischen Chemie". Stuttgart 1892.

Nernst, W., und A. Hesse: Siede- und Schmelzpunkt, ihre Theorie und praktische Verwertung, mit besonderer Berücksichtigung organischer Verbindungen. Braunschweig 1893.

Nernst, W.: Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. Stuttgart 1. Aufl. 1893, 11.-15. Aufl. 1926.

Nernst, W., und A. Schoenflies: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften. Kurzgefasstes Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung mit besonderer Berücksichtigung der Chemie. München 1. Aufl. 1895; München, Berlin 11. Aufl. 1931.

Nernst, W.: Das Institut für physikalische Chemie und besonders Elektrochemie an der Universität Göttingen. Festschrift, Halle/S. 1896.

Nernst, W.: Die Ziele der physikalischen Chemie. Festrede zur Einweihung des Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie der Georgia Augusta zu Göttingen. Göttingen 1896.

Nernst, W., und W. Borchers: Jahrbuch der Elektrochemie. Jahrgang III. Halle/S. 1897.

Nernst, W.: Experimental and Theoretical Applications of Thermodynamics to Chemistry. Silliman-Lectures, London 1907. New Haven 1. Aufl. 1907, 2. Aufl. 1914.

Nernst, W.: Unsere deutsche Industrie. Vortrag, in: Deutsche Volkskraft nach zwei Kriegsjahren, Leipzig 1916.

Nernst, W.: Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes. Halle/S. 1. Aufl. 1918, 2. Aufl. 1924.

Nernst, W.: Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. Berlin 1921.

Nernst, W.: Rudolf Clausius. Rede. Bonn 1922.

Nernst, W.: Traite de chimie generale, Ouvrage, traduit sur la 10. Edition allemande par A. Corvisy. I: Proprietes generales des corps. Atome et Molecule; II: Transformations de la matiere et de l'energie. Paris 1922/23.

Nernst, W.: Chemische Thermodynamik. Nobel-Vortrag. Prix Nobel en 1921-22. Stockholm 1923.

Zu den zahlreichen Veröffentlichungen Nernsts in Zeitschriften siehe die Angaben in:

Poggendorff, J. C.: Biographisch-Literarisches Handwörterbuch der exakten Naturwissenschaften.

Bd. IV, Leipzig 1904 (II Abt.),

Bd. V, Leipzig, Berlin 1925/26 (II. Abt. 1926),

Bd. VI, Berlin 1936/39 (III. Teil 1938),

Bd. VIIa, Berlin 1956/62 (Teil 3, 1959).

Literatur zum Leben und Wirken von Walther Nernst

Abel, E.: Zur Erinnerung an Walther Nernst anlässlich seines 90. Geburtstages. Österr. Chemiker-Ztg. 55 (1954) 151.

Bartel, H.-G., G. Scholz und M. Nofz: Walther Nernst und die physikalische Chemie in Berlin.

Urania 59 (1983) 8, 28.

Bartel, H.-G., G. Scholz und F. Scholz: Die Nernst-Lampe und ihr Erfinder. Z.Chem. 23 (1983) 277.

Bartel, H.-G. und A.Marek: Vor 80 Jahren: Entdeckung des III. Hauptsatzes der Thermodynamik. Humboldt-Univ. 30 (5. 9. 1985) 6. - Der zündende Gedanke kam in der Vorlesung. Vor 80 Jahren fand Walther Nernst den dritten Hauptsatz der Thermodynamik. Neues Deutschland 14./15.9. 1985, 5.12.

Bartel, H.-G., und U.Bauer: Walther Nernst und die Entwicklung der physikalischen Chemie (Dia-Serie, Hrsg.: Präsidium der URANIA). Berlin 1986.

Bartel, H.-G.: Walther Nernst und der III.Hauptsatz der Thermodynamik. Wiss. u. Fortschritt 37 (1987) 124. - Zur Geschichte der physikalischen Chemie an Berliner Hochschulen während der Zeit der Berliner Physik. Z. Chem. 27 (1987) 237. - Physikalische Chemie ... stationärer Kosmos. Zur Universalität des Physikers Walther Nernst. Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle/S., im Druck.

Bennewitz, K.: Zur Entwicklung der physikalischen Chemie. Walther Nernst zum siebzigsten Geburtstag. Angew.Chem. 47 (1934) 463. - Zur Entwicklung der Polarographie. Naturwissenschaft 31 (1943) 268.

Bodenstein, M.: Walther Nernst zum siebzigsten Geburtstage. Naturwissenschaft 22 (1934) 437. - Walther Nernst. Ber.dt.chem.Ges. 75 (1942) 79. - Gedächtnisrede auf Walther Nernst. Jahrb. Preuß. Akad. Wiss. 1942, S.140.

Bonhoeffer, K. F.: Dem Andenken an Walther Nernst. Naturwissenschaft 31 (1943) 257. - Zur Theorie des elektrischen Reizes. Naturwissenschaft 31 (1943) 270.

Born, F.: Walter Nernst. Licht 12 (1942) 17.

Bugge, G.: Walter Nernst. Zum 50. Geburtstag am 25. Juni.Reclams Universum 30 (1914) 257.

Casimir, H.B. G.: Walther Nernst und die Quantentheorie der Materie. Ber.Bunsenges.68 (1964) 530.

Lord Cherwell, und F.Simon: Obituary Notices of Fellows of the Royal Society. Bd. 4, 1942, 5.11 ff.

Clusius, K.: Spezifische Wärme von Festkörpern. Naturwissenschaft 31 (1943) 397. - Jahrb.Bayer. Akad. Wiss. 1944/48, 244.

Damköhler, G.: Schalldispersion in schnell reagierenden Systemen. Naturwissenschaft 31 (1943) 305.

Damköhler, G., und R.Edse: Die Wasserdampfdissoziation. Naturwissenschaft 31 (1943) 310.

Ebert, L.: Walther Nernst +. Österr. Chemiker-Ztg. 44 (1941) 284. - Dielektrizitätskonstante, Ionengleichgewichte und Ionenkräfte in Lösungen. Naturwissenschaft 31 (1943) 263.

Eggert, J.: Erinnerungen an Walther Nernst. Z. phys. chem. Unterr. 56 (1943) 43. - Walther Nernsts Lehrbuch. Naturwissenschaft 31 (1943) 412. - Walther Nernst. Zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages am 25. Juni 1964. Angew. Chem. 76 (1964) 445.

Einstein, A.: The Work and Personality of Walther Nernst. Sci. Monthly 54 (1942) 195.

- Ettisch, G.: Zu Walter Nernsts 70. Geburtstag. *Med. Klin.* 26 (1934) 887.
- Eucken, A.: Rückblick auf die Entwicklung unserer Kenntnisse über die Molwärmen der Gase. *Naturwissenschaft* 31 (1943) 314.
- Günther, P.: Zu Walter Nernsts 75. Geburtstag. *Z. Elektrochem.* 45 (1939) 433. - Zum 10. Todestag von Walther Nernst. *Phys. Bl.* 7 (1951) 556. - Die kosmologischen Betrachtungen von Nernst. *Angew. Chem.* 37 (1924) 454.
- Haberditzl, W.: Walther Nernst und die Traditionen der physikalischen Chemie an der Berliner Universität. Festschrift zur 150-Jahr-Feier der Humboldt-Universität zu Berlin, Bd.I., Berlin 1960, 5.401 ff. - Walther Nernst (1864-1941). In: Harig, G. (Hrsg.): Von Adam Ries bis Max Planck, Leipzig 1961, 5.118 ff. - Zum 100.Geburtstag Walther Nernsts. *Forsch. Fortschr.* 38 (1964) 189.
- Harteck, P.: Freie Atome in photochemischen Reaktionen. *Naturwissenschaft* 31 (1943) 409.
- Hermans, J. J.: Das Diffusionspotential in Elektrolytlösungen. *Naturwissenschaft* 31 (1943) 257.
- Herneck, F.: Zur Geschichte der physikalischen Chemie an der Berliner Universität. *Wiss. Z.Humboldt-Univ. Berlin, Math.-naturw. R.* 35 (1985) 1, 6.
- Hiebert, E. H.: Nernst and Electrochemistry. In: Dubpernell, G., and J-H.Westbrook (ed.): *Proceedings of the Symposium on Selected Topics in the History of Electrochemistry*, Princeton, *Proceedings Vol. 78-6*, The Electrochem. Soc., Inc., p.180.
- Hoffmann, F.: Walter Nernst zum Gedächtnis. *Phys. Z.* 43 (1942) 109. Jost, W.: Zum 100. Geburtstag von Walther Nernst. *Ber. Bunsenges.* 68 (1964) 525.
- Kant, H.: Zum Problem der Forschungsprofilierung am Beispiel der Nernstschen Schule während ihrer Berliner Zeit von 1905 bis 1914. *NTM* 11 (1974) 2, 58.
- Köppel, H.: Walther Nernst zum 100. Geburtstag. *Mitt. bl. Chem. Ges. DDR* 11 (1964) 145.
- Krüger, F.: Walter Nernst 70 Jahre alt. *Dt. opt. Wschr.* 55 (1934) 426. - Walther Nernst zum 70. Geburtstag. *Z. techn. Phys.* 15 (1934) 209. - 50 Jahre seit dem Erscheinen von W.Nernsts Arbeit über "Die elektromotorische Wirksamkeit der Ionen". *Naturwissenschaft* 27 (1939) 553.
- Lange, E.: Potentiale elektrochemischer Phasensysteme. *Naturwissenschaft* 31 (1943) 260.
- Mendelssohn, K.: Walther Nernst: An Appreciation. *Cryogenics* 4 (1964) 129. - Walther Nernst und seine Zeit. Weinheim 1976.
- Partington, J. R.: The Nernst Memorial Lecture. *J. chem. Soc. (London)* 1953, 2853.
- Riesenfeld, E.H.: Walter Nernst zu seinem sechzigsten Geburtstag. *An-gew. Chem.* 37 (1924) 437.
- Röhler, G.: Zu den naturwissenschaftlich-philosophischen Anschauungen von Walter Nernst. *NTM, Beiheft* 1963, 251.
- Rollier, M.A.: L'opera di Walther Nernst. *Scientia (Milano)* 72 (1942) 81.
- Schimank, H.: Walther Nernst. In: Erckmann, R. (Hrsg.): *Via Regia. Nobelpreisträger auf dem Wege ins Atomzeitalter*, Wien 1955, S.235 ff.
- Schottky, W.: Die Grundlagen des Nernstschen Wärmesatzes. *Naturwissenschaft* 31 (1943)

400.

Schwabe, K.: Die Bedeutung von Walter Nernst für die Elektrochemie. Jenaer Rundsch. 10 (1965) 272.

Simon, F.: Fünfundzwanzig Jahre Nernstscher Wärmesatz. Ergebn. exakten Naturwiss. 9 (1930) 222.

Skrabal, A.: Nachruf Walther Nernst. Alm. Akad. Wiss. Wien 92 (1942) 193.

Spangenberg, H. J.: Siebzig Jahre III. Wärmesatz - eine Betrachtung aus chemischer Sicht. Mitt.bl. Chem. Ges, DDR 23 (1976) 185.

Ulich, H.: Zur Geschichte des Nernstschen Wärmesatzes oder 3.Hauptsatzes der Energetik. Walther Nernst zum Gedächtnis. Chemie 55 (1942) 211.

Wagner, C.: Über den Mechanismus der Stromleitung im Nernststift. Naturwissenschaft 31 (1943) 265.

Wartenberg, H.v.: Nernst und die Chemie der hohen Temperaturen. Naturwissenschaft 31 (1943) 307.

Wietzel, G.: Praktische Anwendungen des Nernstschen Wärmesatzes. Naturwissenschaft 31 (1943) 406.

## 9 Nachweis der Zitate

- [1] Einstein, A.: Sci,Monthly 54 (1942) 196.
- [2] Mendelssohn, K.: Walther Nernst und seine Zeit. Weinheim 1976, S.15.
- [3] Universitätsarchiv der Humboldt-Universität zu Berlin, Universitätskurator Personalia N 21  
 (a) Bd. I Blatt 3, 4; (b) Bd I. Blatt 1 (c) Bd. I Blatt 12; (d) Bd.I Blatt 24  
 (e) Bd. I Blatt 25-28; (f) Bd. I Blatt 38; (g) Bd.I Blatt 42; (h) Bd. I Blatt 84;  
 (i) Bd.I Blatt 92; (j) Bd. I Blatt 98; (k) Bd.II Blatt 2; (l) Bd. II Blatt 44;  
 (m) Bd.II Blatt 86; (n) Bd. III Blatt 24; (o) Bd. III Blatt 26; (p) Bd. III Blatt 27;  
 (q) Bd. III Blatt 32; (r) Bd. III Blatt 31; (s) Bd. IV Blatt 46;
- [4] Körber, H.G., und G. Ostwald (Hrsg.): Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Wilhelm Ostwalds, I.Teil, Berlin 1961, (a) 5.3; (b) 5.23.
- [5] Nernst, W.: Z.phys.Chem. 2 (1888) 23.
- [6] Jahn, H.: Grundriss der Elektrochemie. Wien 1895.
- [7] Nernst, W.: Briefe an Wilhelm Ostwald, Wilhelm-Ostwald-Archiv der AdW der DDR, Großbothen; Brief vom  
 (a1) 9. 8. 1890; (a2) 15. 11. 1890; (b1) 21. 2. 1891;  
 (b2) 1. 3.1891; (b3) 15. 9. 1891; (b4) 27. 11. 1891;  
 (c1) 1. 1.1892; (c2) 3. 2.1892; (c3) 30. 3. 1892;  
 (d1) 30. 3.1893; (d2)19. 7. 1893; (d3) 6. 10. 1893;  
 (e1) 5. 2.1894; (e2) 10. 7. 1894; (e3) 23. 10. 1894;  
 (e4) 31. 10. 1894; (e5) 16. 11. 1894; (f1) 26. 6. 1895;  
 (f2) 24. 7.1895; (g )17. 3. 1896; (h1) 15.5. 1897;  
 (h2) 22. 7.1897; (i) 19. 2. 1903; (j) 26. 7.1904;  
 (k ) 15. 1.1907; (l) 19. 6. 1926; (m ) 8. 12. 1928.
- [8] Nernst, W.: Die Ziele der physikalischen Chemie, Festrede zur Einweihung des Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie der Georg-Augusta zu Göttingen. Göttingen 1896.
- [9] Physiker über Physiker, Wahlvorschläge zur Aufnahme von Physikern in der Berliner Akademie 1870 bis 1929. Berlin 1975, S.162.
- [10] Bericht der AEG 1900/01; zit. nach: Pinner, F.: Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter, Leipzig 1918.
- [11] Birchall, J. D., und J. Park (Imp. Chem. Ltd., London): GB-Patent 1 449 510 vom 27. 11. 1973; Cadoff, L. H. (Westinghouse Electric Corp., Pittsburgh): US-Patent 4 016 446 vom 31. 1. 1975.
- [12] Eggert, J.: Angew.Chem.76 (1964) 445.
- [13] Meyer, R.: Victor Meyer. In: Ostwald, W. (Hrsg.): Große Männer, Bd. IV, Leipzig 1917, S. 289.
- [14] Nernst, W.: Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und



der Thermodynamik. Stuttgart 1909, S.VIII

[15] Jahn, H.: Grundriss der Elektrochemie, Wien 1895, Vorrede.

[16] Kant, I.: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, Riga 1786; zit. nach: Haberditzl, W.: match 7 (1979) 198.

[17] Brüche, E.: Phys.Bl. 28 (1972) 3.

[18] Nernst, W., und L. Warburg: Phys. Bl. 13 (1957) 564.

[19] Riesenfeld, E.H.: Angew. Chem. 37 (1924) 437.

[20] Nernst, W.: Physikalisch-chemische Betrachtungen über den Verbrennungsprozess in Gasmotoren. Berlin 1905, S.8f.

[21] Jahn, H.: Die Grundsätze der Thermochemie und ihre Bedeutung für die Theoretische Chemie. Wien. 1892, S.122.

[22] Nernst, W.: Brief an Walter Ostwald vom 14.9.1940; zit. nach [12].

[23] Nernst, W.: Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes. Halle/S. 1918, (a) S.IV; (b) S.II.

[24] Planck, M.: Vorlesungen über Thermodynamik, Berlin, Leipzig 1927, S. VII

[25] Nernst, W.: Z.Elektrochem.13 (1907) 524.

[26] Mittasch, A.: Geschichte der Ammoniaksynthese. Weinheim 1951, (a) 5.84; (b) 5.69.

[27] Hund, F.: Geschichte der Quantentheorie, Mannheim 1967.

[28] Zit. nach: The Earl of Birkenhead, F.: The Professor and the Prime Minister. Cambridge, Boston 1962, p. 24.

[29] Born, M.: Albert Einstein, Hedwig und Max Born, Briefwechsel 1916-1955. Reinbek b.Hamburg 1972, (a) S.101; (b) S.66.

[30] Zit. nach: Nicolai, C.F.: Die Biologie des Krieges, Bd.1, Zürich 1919.

[31] Nernst, W. (Hrsg.): Abhandlungen der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie, Bd. 3, Halle/S. 1914, S.1.

[32] Das Deutsche Institut für Ausländer, Berlin 1931, S.7/8.

[33] Lindemann, C.: Brief an Werner Haberditzl vom 6.5.1964 (unveröffentlicht).

[34] Universitätsarchiv der Humboldt-Universität zu Berlin, zit. nach Haberditzl, W.: Walther Nernst und die Traditionen der physikalischen Chemie an der Berliner Universität, in: Festschrift zur 150-Jahr-Feier der Humboldt-Universität zu Berlin, Bd.I, Berlin 1960, S.412.

[35] Bodenstein, M.: Ber. dt. chem. Ges.75 (1942), (a) S.101; (b) 5.81.

[36] Nernst, W.: Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung, Berlin 1921, (a) S.1; (b) Vorrede; (c) S.38; (d) S.56.

[37] Nernst, W.: Med. Klin. 30 (1934) 1213.

[38] Zit. nach Herneck, F.: Albert Einstein, Leipzig 1975, S.80 bzw. Herneck, F.: Max von Laue, Leipzig 1979, S.57.

[39] Zit. nach Jost, W.: Ber.Bunsenges. 68 (1964) 525.

[40] v. Zanthier-Nernst, E.: Brief an Werner Haberditzl vom 25. 9. 1964 (unveröffentlicht).

[41] Abel, E.: Österr.Chemiker-Ztg. 55 (1954) 151. 119

[42] v. Zanthier-Nernst, E.: Brief an Werner Haberditzl vom 12.10.1964 (unveröffentlicht).

[43] Phys.Bl.23 (1967) 416.