

## WILHELM OSTWALD

Wilhelm Ostwald ist einer der Begründer der physikalischen Chemie. Er hat weit über den Rahmen dieses Faches hinaus beinahe zu allen Fragen, die unsere Zeit bewegen, einen Standpunkt bekannt — wenn auch bezeichnenderweise stets unter einem Gesichtspunkt, der dem Gedankenkreise seines Sonderfaches nahelag. Aber im Mittelpunkt seines großen Lebenswerkes steht doch die physikalische Chemie — zentral durch die fragile Größe seiner Leistungen und damit für die Rückschau der Überlebenden und zentral auch von ihm selbst aus gesehen, in seiner Biographie. Ihr hat er den größten Teil seiner ungewöhnlichen Schaffenskraft gewidmet, in seiner Jugend und auf der Höhe des Lebens, und in ihr als Forscher, Lehrer und Organisator am nachhaltigsten sich ausgewirkt, am breitesten in seiner Leipziger Zeit (1887/1905).

Wie Ostwald als Persönlichkeit und demzufolge auch in seiner Lebensführung aus der Reihe der großen Fachwissenschaftler unserer Zeit herausfällt, so auch als wissenschaftlicher Autor insofern, als man die Größe seiner Leistung für die Fachwissenschaft nicht wie bei anderen aus dem unmittelbaren Niederschlag im wissenschaftlichen Schrifttum richtig beurteilen kann. Als der erste umfassende Ordner ihres Bestandes — bewertend und systematisierend — ist er der Begründer der physikalischen Chemie als einer eigenen Disziplin; als Lehrer und Organisator hat er sie verbreitet, als Forscher sie um Tatsachenwissen und um Lehrmeinungen bereichert und in alledem die Entwicklung noch über sich selbst hinaus befruchtend angeregt. Aber das letztere ist — wie alles persönlichste Wirken — im einzelnen nicht wägbar, ja kaum quellennmäßig beweisbar.

Geht man zunächst dem nach, womit **Ostwald als Forscher** die Chemie bereichert hat, so findet man seine wichtigsten Arbeiten auf zwei Sondergebieten: dem der Elektrochemie — im weitesten Sinne — und dem der Kinetik, insbesondere der Katalyse. Zu diesen beiden Gebieten und manchmal sogar eigentlich zu beiden zugleich gehören schon die Arbeiten seiner Frühzeit in Dorpat (1875/81) und Riga (1881/87) — wenn sie auch damals noch niemand richtig verstand.

Seine erste „Kandidatenarbeit“ in Dorpat „Über die chemische Massenwirkung des Wassers“<sup>1)</sup> — angeregt von Johann Lemberg — behandelt ein Gleichgewichtsproblem an der Hydrolyse des Wismutchlorids, also wie fast alle folgenden Arbeiten zur Gleichgewichts- oder Affinitätslehre an dem Falle eines Elektrolyten. Dabei ist zu bedenken, daß damals und auch noch lange später das chemische Gleichgewicht „im Bewußtsein der Fachkenner kaum mehr als eine wissenschaftliche Sonderbarkeit war“<sup>2)</sup>. Zahlreiche Untersuchungen<sup>3)</sup> hatten die „Avidität“ der Säuren zum Gegenstand, das ist das Verteilungsverhältnis einer Säure zwischen zwei Basen, die

in äquivalenten Mengen anwesend sind, wobei bezeichnenderweise schon physikalische Methoden — Dichte- und Lichtbrechungsmessungen — angewandt wurden. Es ergab sich die wichtige Entdeckung, daß der „Stärke“ der Säure ihre katalysierende Kraft auf die Hydrolyse von Methylacetat<sup>4)</sup> (1883) und von Rohrzucker<sup>5)</sup> proportional ist, was an 23 Säuren bewiesen wurde. Der Stärke der Säure erweist sich auch ihre elektrische Leitfähigkeit<sup>6)</sup> proportional, und als 1887 die fundamentale Arbeit von Arrhenius erscheint, in der durch die Aufstellung der Ionentheorie die Gefrierpunktsdepression der schwachen Elektrolyte mit ihrer Leitfähigkeit verbunden wird, klärt sich auf einmal alles auf. Jetzt entsteht der leitende Gedanke Ostwalds, daß die Ionenkonzentrationen unabhängig von ihrer elektrischen Ladung ebenso wie die Konzentrationen neutraler Materien durch das Massenwirkungsgesetz geregelt sein müßten, und in der Verfolgung dieses Gedankens gelingt ihm seine wohl bedeutendste Entdeckung auf diesem Gebiet, die Aufstellung des nach ihm benannten Verdünnungsgesetzes, das an 242 Säuren geprüft wird. Hier ist für schwache Elektrolyte, also für hochverdünnte Ionenlösungen, die grundsätzliche Zulässigkeit der Vernachlässigung der Ladung in erster Näherung erwiesen, denn in die Ableitung des Massenwirkungsgesetzes geht ja die Volumenenergie nach Maßgabe der idealen Gasgesetze ein. Das war der Anfang von Ostwalds Leipziger Zeit. Nun folgt eine von Jahr zu Jahr steigende Anzahl von Arbeiten zur Ionentheorie, die teils neue Perspektiven eröffnen, teils auch Vorangegangenem nachträglich Deutung und Bedeutung geben, wie den wichtigen, aber lange nicht richtig gewürdigten Überführungsmessungen Hittorfs<sup>7)</sup>. Als wichtige<sup>8)</sup> Arbeiten der Folgezeit auf diesem Gebiet seien genannt: „Über die Beziehung zwischen der Zusammensetzung der Ionen und ihrer Wanderungsgeschwindigkeit“<sup>9)</sup>, „Über die Affinitätsgrößen organischer Säuren und ihre Beziehung zur Zusammensetzung und Konstitution derselben“<sup>10)</sup>, über „Elektrische Eigenschaften halbdurchlässiger Scheidewände“<sup>11)</sup>, „Über die Farbe der Ionen“<sup>12)</sup> und über „Die Dissoziation des Wassers“<sup>13)</sup>.

In einem Versuch mit W. Nernst<sup>14)</sup> wird gezeigt, daß Elektrolytlösungen auch nicht die geringste metallische Leitfähigkeit besitzen, indem schon durch die kleinen, allein durch Influenz zu bewirkenden Ladungsverschiebungen eine Elektrolyse nach den bekannten Gesetzen hervorgerufen wird. So wurde ein Beweis für

<sup>1)</sup> Journ. prakt. Chem. 28, 449—495 [1883].

<sup>2)</sup> Ebenda 29, 385—408 [1884].

<sup>3)</sup> Ebenda 30, 93—95, 225—237 [1884].

<sup>4)</sup> Vgl. Lebenslinien II, 120.

<sup>5)</sup> Nach d. Vorgang von S. Arrhenius, Naturwiss. 11, 729 [1923].

<sup>6)</sup> Ztschr. physikal. Chem. 2, 840 [1888].

<sup>7)</sup> Ebenda 3, 170, 241, 369 [1889].

<sup>8)</sup> Ebenda 6, 71 [1890].

<sup>9)</sup> Ebenda 9, 579 [1892].

<sup>10)</sup> Ztschr. physikal. Chem. 11, 521 [1893].

<sup>11)</sup> Ostwald u. W. Nernst, ebenda 3, 120 [1889].

die Existenz der freien Ionen geführt. Noch eine Fülle anderer Arbeiten, so über die Thermochemie der Ionen, über die Löslichkeit von Salzen in Säuren, über die Tropfelektrode, über Kontaktelktrizität u. a., liegt aus diesen ersten Leipziger Jahren vor. Als hervorragender Experimentator hat Ostwald das Instrumentarium zu diesen Arbeiten teils selbst erfunden und eigenhändig hergestellt, teils erheblich (über Kohlrausch hinaus) verbessert.

Zum Gebiet der *Kinetik*<sup>15)</sup> gehören schon die Arbeiten über die Verseifung von Methylacetat und von Rohrzucker. Aber Ostwalds große Leistung auf diesem Gebiet ist wohl nicht eine bestimmte experimentelle Entdeckung, sondern ein rein gedanklicher Fortschritt von entscheidender Tragweite. Er hat als erster die Erscheinung der *Katalyse* klar erfaßt. Zwar war dies Wort schon lange vorher von Berzelius (1836) geprägt worden, aber was es eigentlich bezeichnen sollte, war Gegenstand eines langen Streites gewesen, an dem sich auch gerade die Größten — Berzelius, Liebig, Wöhler — beteiligt hatten. Immerhin — was als Ergebnis herausgekommen war, sah, wie es Ostwald 1894 in einer Arbeit des biologischen Chemikers F. Stohmann<sup>16)</sup> voraus, so aus: „Katalyse ist ein Bewegungsvorgang der Atome in den Molekülen labiler Körper, welcher unter dem Hinzutritt einer von einem anderen Körper ausgesandten Kraft erfolgt und unter Verlust von Energie zur Bildung stabilerer Körper führt.“ Als Referent seiner Zeitschrift<sup>17)</sup> bringt Ostwald dies Zitat und fährt bald danach fort: „Wenn sich der Referent vor die Aufgabe gestellt sähe, die Erscheinungen der Katalyse allgemein zu kennzeichnen, so würde er etwa folgenden Ausdruck als den entsprechenden ansehen: Katalyse ist die Beschleunigung eines langsam verlaufenden Vorgangs durch die Gegenwart eines fremden Stoffes.“

Der entscheidende Fortschritt in diesem aus einem polemischen Impuls ganz wie nebenher entstandenen Einfall liegt darin, daß die Katalyse als ein reaktionskinetisches Phänomen erkannt und die Erscheinungen und ihre Deutungsmöglichkeiten streng voneinander geschieden werden. Ostwald<sup>18)</sup> selbst nennt die „begriffliche Erfassung“ der Katalyse „seine selbständige und folgenreichste chemische Leistung“<sup>19)</sup>. Bei Berzelius sollte die katalytische Kraft „schlummernde Verwandtschaften wecken“ und „auf erregten elektrischen Verhältnissen beruhen“. Liebig hatte den Kammerprozeß ausdrücklich für einen nichtkatalytischen Prozeß erklärt, trotz des offenbar unstöchiometrischen Mitwirkens der Stickoxyde, und zwar ausschließlich, weil man den Verlauf über Zwischenreaktionen klar übersehen konnte. Ostwald hingegen sah den Begriff der Zwischenreaktionen als verträglich mit dem Begriff der Katalyse an, so wie er diesen rein phänomenologisch definiert hatte, und sah hier sogar eine klare und zulängliche Deutung dafür, die obendrein der von ihm allgemein aufgestellten „Stufenregel“ entsprach. Aber er ist sich klar darüber gewesen, daß diese Deutung nur für einen Teil der verschiedenartigen katalytischen Prozesse zutrifft, und daß andere über einen anderen Mechanismus verlaufen müßten<sup>20)</sup>, und er

<sup>15)</sup> Zum folgenden Absatz wurde das Buch von A. Mittasch u. E. Theis, Von Davy und Döbereiner bis Deacon (Verlag Chemie, Berlin 1932) benutzt.

<sup>16)</sup> Ztschr. Biol. 31, 364 [1894].

<sup>17)</sup> Ztschr. physikal. Chem. 15, 705 [1894].

<sup>18)</sup> Lebenslinien III, 196.

<sup>19)</sup> Den Nobelpreis erhielt Ostwald 1909 für seine „Arbeiten über Katalyse und seine dafür grundlegenden Untersuchungen über chemische Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten“.

<sup>20)</sup> Vgl. Nobelpreisvortrag 1908, S. 27.

hat es darum von vornherein abgelehnt, den Begriff der Katalyse auf der Grundlage von Erklärungsversuchen aufzubauen, die im Einzelfall meistens nur mehr oder weniger hypothetisch sind.

An experimentellem Material standen Ostwald zunächst nur eigene (1884/88) und fremde Arbeiten über Reaktionen in wässrigen Lösungen zur Verfügung. Aber später hat er auch über die heterogene Katalyse bei Gasreaktionen gearbeitet und deren umwälzende Bedeutung gerade für die Stickstoffindustrie richtig vorausgesehen. Die kriegstechnische Bedeutung der Ammoniaksynthese und -verbrennung hat er lange vor dem großen Krieg (1903)<sup>21)</sup> richtig erkannt. Die Möglichkeit der *Ammoniakverbrennung* zu Salpetersäure an Kontakten war zwar als Laboratoriumsversuch schon lange bekannt (Kuhlmann, 1839), aber seit der Mitte der siebziger Jahre, wo Schwarz<sup>22)</sup> über Natriummanganat bei Rotglut 60% Salpetersäure erhalten zu haben angab, nicht mehr weitergekommen. Ostwald<sup>23)</sup> hat als erster zusammen mit Brauer ein großtechnisch brauchbares Verfahren ausgearbeitet, nach dem seit 1908 in der Zeche Lothringen in Gerthe bei Bochum gearbeitet wird. Die Ostwaldsche Ofenkonstruktion (zwei vertikale, oben ineinandergeschobene Eisenrohre, von denen das innere eben die Kontaktspirale aus gewelltem Platinblech trägt) ist dort neben neueren Konstruktionen heute noch in Betrieb. In seiner weiteren Ausbildung ist das Verfahren seit seiner ersten technischen Durchführung in großen Zügen dasselbe geblieben. Zurzeit wird in Deutschland fast die gesamte Salpetersäure durch Verbrennung von Ammoniak hergestellt. Ostwald und Brauer<sup>24)</sup> haben in eingehenden Studien die Ammoniakoxydation an verschiedenen Katalysatoren untersucht und insbesondere für das Platin diejenigen Bedingungen ermittelt, die die besten Stickoxydausbeuten ergeben. Ostwald erkannte, daß im Gegensatz zu anderen Kontaktreaktionen hier eine sehr kurze Berührungsduer der Gase mit dem Katalysator zweckmäßig ist, weil es sich nicht um die Einstellung eines endgültigen Gleichgewichtszustandes handelt. Der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit des Platins wurde festgestellt und auch schon die Möglichkeit der Verwendung von Kontaktträgern (Porzellankörpern) angegeben. Die Verwendung von Oxyden der unedlen Metalle als Katalysatoren wird auch schon erwähnt. Später haben die Arbeiten von Mittasch und Beck die technische Überlegenheit der oxydischen Kontakte erwiesen.

Obgleich Ostwald noch über sehr viel mehr Fragen gearbeitet hat, als hier erwähnt werden konnte, muß man doch zusammenfassend feststellen, daß er die physikalische Chemie eigentlich nicht um eine fundamentale Einzelentdeckung bereichert hat. Aber es wäre in seinem Falle unrichtig, seine Leistung für die Wissenschaft nur nach seiner persönlichen Tätigkeit als Forscher im engsten Sinne zu beurteilen, sowie es andererseits irrtümlich wäre, seine geistige Bedeutung nach der besonderen Popularität, die er allen anderen Fachgenossen voraus schließlich erlangt hat, bemessen zu wollen. Ostwald ist in seiner Fachwissenschaft nur sehr selten ein-

<sup>21)</sup> Eine Lebensfrage. Studie z. politischen Chemie. Schwäbischer Merkur, 1903.

<sup>22)</sup> Dinglers polytechn. Journ. 218, 219 [1875]. Vgl. darüber vor allem A. Mittasch u. W. Theis, l. c.

<sup>23)</sup> Dargestellt nach Chr. Beck, „Salpetersäure“, in Ullmanns Enzyklopädie der techn. Chemie, 2. Aufl., 9. Bd., S. 5 ff., Berlin 1932. Manche Einzelheit ist wörtlich übernommen.

<sup>24)</sup> Sammlung berg- und hüttenmännischer Abhandlungen, Heft 5.

mal einem Irrtum verfallen, und so auch keinem Irrtum über die Art seiner persönlichen Verdienste um sie, wenn er als Greis in der Rückschau auf seine Jugend urteilt<sup>25)</sup>: „So begann ich . . . jene Arbeit der Ordnung und des organischen Aufbaues, welche andere wie ich als den wichtigsten Anteil betrachten, den für meine Wissenschaft beizutragen mir gegeben war.“ Und an anderer Stelle<sup>26)</sup>: „Es ist in der Wissenschaftsgeschichte dieser Zeit üblich geworden, mit den Namen van 't Hoff und Arrhenius auch den Namen Wilhelm Ostwald zu verbinden, obwohl er nicht durch eine gleichwertige Entdeckung<sup>27)</sup> um dieselbe Zeit hervorgehoben wurde. Das liegt daran, daß in meiner Person sich der organisatorische Faktor verkörperte, ohne welchen eine derart schnelle und weitreichende Gestaltung eines neuen Wissensgebietes nicht stattfinden kann.“ Und über van 't Hoff urteilt Ostwald selbst<sup>28)</sup>: „Er wußte, daß ich ihn rückhaltslos als den größeren Denker in unserem gemeinsamen Gebiet anerkannte, während ich wußte, daß er mir in organisatorischer und didaktischer Beziehung gern die Führung überließ.“

Wilhelm Ostwald hat dem Bestande der physikalischen Chemie überhaupt erst die rechte Ordnung gegeben, er hat ihre Fortentwicklung organisiert und war ihr erster und vielleicht auch ihr tätigster Propagator. Dazu befähigte ihn die ins Allgemeine strebende Art seines Denkens, die ihn und sein ganzes Lebenswerk einheitlich kennzeichnet und die ihn folgerichtig schließlich auch zur Philosophie trieb. Die Ordnung ist in Ostwalds zahlreichen *Lehrbüchern* niedergelegt. Nernst<sup>29)</sup> datiert das Zeitalter des Zusammenarbeitens von Chemie und Physik vom Jahre 1885, „weil erstens in diesem Jahre van 't Hoff's berühmte Arbeit über die gelösten Stoffe erschien . . . und zweitens im gleichen Jahre Ostwald den ersten Band seines großen Lehrbuches der physikalischen Chemie herausgab“. Ostwalds Ordner-tätigkeit ist nicht registrierend, sondern systematisierend, und in der zweiten Auflage noch mehr als in der ersten dieses „Lehrbuches der allgemeinen Chemie“ (1893) entwickelt er ganz umfassend und folgerichtig die Lehre von der chemischen Verwandtschaft im weitesten Sinne auf der sichersten und breitesten Grundlage, die es dafür gibt, auf der Thermodynamik („Energetik“), deren ganze Bedeutung ihm wohl vor allem aus dem Studium der Arbeiten von W. Gibbs aufgegangen war<sup>30)</sup>. Das Werk enthält eine Neuberechnung der Atomgewichte, eine systematische Bearbeitung und Neuberechnung aller therinochemischen Daten und eine selbständige Durcharbeitung der chemischen Mechanik, der Wärmetheorie und der kinetischen Theorie.

Vom Standpunkt der Thermodynamik und der Ionentheorie arbeitet Ostwald nun die gesamte Chemie mit Ausnahme der organischen in zusammenfassenden Darstellungen größeren und kleineren Umfangs<sup>31)</sup> und in speziellen Lehrbüchern durch. Die Elektrochemie<sup>32)</sup> erfährt die erste moderne Einzeldarstellung. Die her-

kömmliche Methode der chemischen Analyse<sup>33)</sup> durch sukzessive Ausfällungen wird vom Standpunkt der Ionen-theorie aus überhaupt erst verständlich. Auch seine Erfahrungen als praktischer Experimentator hat Ostwald in einem Lehrbuch<sup>34)</sup> niedergelegt.

Der Fortentwicklung der Wissenschaft dient die Begründung der *Zeitschrift für physikalische Chemie* im Jahre 1887, zusammen mit van 't Hoff, dem aber von vornherein nur eine „formale Rolle“<sup>35)</sup> zugedacht war und der wohl auch nur als Autor daran mitgearbeitet hat, während die ganze redaktionelle Arbeit in den Händen von Ostwald lag. Hierzu kam noch eine sehr umfangreiche Tätigkeit als kritischer Referent von Arbeiten, die an anderer Stelle erschienen waren, und als Bücherrezensent. Wie Ostwald so die gesamte Produktion des Faches fortlaufend übersah und ihre Entwicklung als wachsamer Kritiker begleitete, darin zeigt sich augenfällig der beherrschende Einfluß, den er auf die physikalische Chemie in ihren Anfängen ausgeübt hat.

Der Umfang von Ostwalds literarischem Werk ist, schon rein äußerlich betrachtet, schlechthin enorm. Sein Biograph Walden<sup>36)</sup> rechnet aus, daß bis zum Jahre 1904 der Umfang seiner von ihm allein geschriebenen Lehr- und Handbücher etwa 16 Bänden des Meyerschen Konversationslexikons gleichkommt (jeder Band zu rund 1000 Seiten), wozu noch etwa 1630 Seiten Original-publikationen, 300 Seiten Dissertationen und Vorträge (ohne die Übersetzungen) und 3880 Referate sowie 920 Rezensionen in Zeitschriften kommen. Diese Leistung ist nur dadurch möglich geworden, daß Ostwald in einem bei Naturwissenschaftlern selten hohen Maße die Begabung zu sprachlichem Ausdruck besaß. Sein einfacher, flüssiger Stil gelang ihm auch bei straffster Gedanken-führung, und zwar nach seinem eigenen Zeugnis fast mühelos. Gerade die kleinen Referate in den frühen Jahrgängen der Zeitschrift für physikalische Chemie sind Musterbeispiele nicht nur wegen der Zusammendrängung des Inhalts und der geschliffenen Form der Kritik, sondern auch wegen der guten Lesbarkeit. Erst in den — nicht mehr chemischen — Schriften seines Alters verliert er sich manchmal in zu große Breite.

Als Organisator des Forschungsbetriebes lud Ostwald zusammen mit dem Elektrotechniker A. Wilke im Jahre 1894 eine Anzahl führender Fachleute aus dem Kreise der Wissenschaft und der Technik zu einer Versammlung nach Kassel, die sich dann als „Deutsche elektrochemische Gesellschaft“ konstituierte. Ostwald wurde ihr erster Vorsitzender. Nachdem er sie vier Jahre lang aufs tatkräftigste geleitet und ihren Fortbestand gesichert hatte, zog er sich von der Geschäftsführung der Gesellschaft zurück. Nur 1902 trat er noch einmal persönlich hervor, als es sich darum handelte, ihren Aufgabenkreis zu vergrößern und diesem Umstand durch eine Umbenennung Rechnung zu tragen. Seither heißt sie „Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie“.

Auch an der allgemeinen *Hochschulausbildung* für Chemiker hat Ostwald mitgewirkt. Den Plänen zur Einführung eines Staats-examens für Chemiker hat er sich erfolgreich widersetzt<sup>37)</sup> und statt dessen zur Vereinheitlichung der Chemikeraus-

<sup>25)</sup> Lebenslinien I, 138.

<sup>26)</sup> Lebenslinien II, 20.

<sup>27)</sup> Ostwald selbst hat die messende Farbenlehre für die größte Leistung seines Lebens gehalten (Lebenslinien III, 403).

<sup>28)</sup> Lebenslinien II, 130.

<sup>29)</sup> W. Nernst, Die Ziele der physikalischen Chemie, Göttingen 1896, S. 3.

<sup>30)</sup> Lebenslinien II, 61.

<sup>31)</sup> Grundriß d. allg. Chemie, 1. Aufl., 1889. Grundlinien der anorganischen Chemie, 1. Aufl., 1900.

<sup>32)</sup> Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre, 1886. Gerade dies Werk hielt Ostwald für eines seiner besten. Vgl. Lebenslinien II, 73.

<sup>33)</sup> Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, 1. Aufl., 1894.

<sup>34)</sup> Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physikal-chemischer Messungen, 1. Aufl., 1893. <sup>35)</sup> Lebenslinien I, 247.

<sup>36)</sup> P. Walden, Wilhelm Ostwald, S. 97.

<sup>37)</sup> Lebenslinien II, 241.

bildung zusammen mit A. v. Baeyer und Viktor Meyer den „Verband der Laboratoriumsvorstände“ ins Leben gerufen, durch den das Verbandsexamen eingeführt wurde. Dieses enthält heute auch eine Teilprüfung in physikalischer Chemie. Auch nachdem Ostwald mit der Aufgabe seiner Leipziger Professur sich als Forscher von der Chemie zurückgezogen hatte, hat er als Organisator noch tatkräftig weitergearbeitet. Er ist für die Gründung einer chemisch-technischen Reichsanstalt als Gegenstück zu der von Werner v. Siemens 1887 gegründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt eingetreten. Dieser Gedanke ist später — und zwar schließlich ohne Ostwalds unmittelbares Zutun — in etwas veränderter Form durch die Gründung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Chemie verwirklicht worden. Nach dem Kriege (1920) wurde eine überwiegend mit technischen Aufgaben befaßte Behörde in Berlin als Chemisch-technische Reichsanstalt organisiert.

An der Schaffung einer *internationalen Organisation der chemischen Gesellschaften* hat Ostwald führend mitgewirkt. Im Jahre 1911 wurde in Paris von Vertretern Deutschlands, Englands und Frankreichs die Gründung einer „Assoziation der chemischen Gesellschaften“ beschlossen, der allmählich die meisten Staaten beitraten, und deren erster Präsident Ostwald war. Mit Hilfe Ernest Solvays sollte auch ein internationales Institut für Chemie gegründet werden, aber die großen Hoffnungen, die auf diese Organisation gesetzt wurden, hat der Krieg zerschlagen. Nach dessen Beendigung schlossen sich zunächst nur die ehemaligen Kriegsgegner ohne Deutschland wieder zusammen. Erst viel später trat Deutschland bei<sup>38)</sup>. Es liegt eine gewisse Tragik darin, daß Ostwalds weit ausschauende Organisationspläne durch internationale Verwicklungen zerschlagen wurden oder auf anderen Gebieten<sup>39)</sup>, wo sie wegen ihrer überzeugenden Vernünftigkeit schließlich fruchtbar wurden, doch erst sehr spät und manchmal zuletzt ohne Ostwalds persönliche Mitarbeit zur Auswirkung gelangten.

Ostwald hat der Tätigkeit des Organisierens einen sehr hohen Wert beigemessen. „Grundsätzlich muß ich unter den Verhältnissen der Gegenwart den Organisator für wichtiger halten, als den Entdecker“<sup>40)</sup>. Denn „da-

<sup>38)</sup> Ostwald persönlich war nach dem Kriege nur noch in der Internationalen Atomgewichtskommission tätig.

<sup>39)</sup> Ostwald hat einen umfassenden Organisationsplan zur Reform des chemischen Nachrichtenwesens ausgearbeitet, wobei an die Stelle der fortlaufend erscheinenden Zeitschrift als „eines stückweise geschriebenen Buches“ der Nachrichteneinzeldruck treten sollte. Daneben geht ein Normieren der Papierformate und Druckformen für alle zur Festlegung und zur Übermittlung von Forschungsergebnissen dienenden Drucksachen einher. Der Forderung Ostwalds kommt teilweise neuerdings neben anderen Verlagen vor allem der VDI-Verlag nahe, indem er für die Bezieher seiner Zeitschriften monatlich Übersichten des Hauptinhaltes aller VDI-Zeitschriften in Form abstellbarer Karteikarten DIN A 7 herstellt. Außerdem hat er für seine wissenschaftlichen Veröffentlichungen die „Buchkarte“ als Werbemittel so ausgebaut, daß sie neben dem Werbezweck noch die Zwecke von Bestellkarten und von Karteikarten erfüllt. Vgl. darüber K. Schulz, Um die Zukunft der technischen Fachpresse, VDI-Verlag, 1932, S. 107 ff. — Weit über alles Fachliche hinaus hat Ostwald ein System der Ordnung alles menschlichen Wissens überhaupt und seine planvolle Registrierung schaffen wollen. Zu diesem Zweck gründete er 1911 die internationale Organisation „Die Brücke“, der damals führende Persönlichkeiten aus den verschiedensten Gebieten des Kulturlebens beitragen. Zur Förderung dieser Bestrebungen hat Ostwald den größten Teil seines Nobelpreises gestiftet.

<sup>40)</sup> Lebenslinien III, 435.

die Kultur ein ausgeprägt soziales Gebilde ist, wird die wissenschaftliche Entdeckung erst dann ein wirklicher und wirksamer Bestandteil der Kultur, nachdem sie in das große geistige Gesamtkapital der Menschheit eingespielt ist<sup>41)</sup>“. Und im Rückblick auf sein eigenes Leben (1927): „Also muß ich insgesamt das Feld des Organisators für wichtiger, weil schwieriger, halten als das des Forschers. Auch an meinem eigenen Leben bestätigt sich dies, denn die organisatorische Arbeit hat deutlich später eingesetzt als die rein wissenschaftliche. Und ebenso hört sie früher auf<sup>42)</sup>.“

Für die Propagierung der physikalischen Chemie in den Kreisen der Fachleute und auch der Laien hat Ostwald eine sehr umfangreiche persönliche Vortragstätigkeit entfaltet<sup>43)</sup>. Wie groß sein persönlicher Einsatz dabei war, kennzeichnet er selbst ironisierend, wenn er von seiner Reise zu einem Kongreß in Leeds (1890) zur Verteidigung der Dissoziationstheorie sagt, er sei nach England gefahren, „um das neue Evangelium unter die Heiden zu tragen<sup>44)</sup>“. Die Widerstände waren anfangs sehr groß. Als Ostwald<sup>45)</sup> Emil Fischer gegenüber darauf hinwies, daß die organische Chemie der physikalischen doch jedenfalls für die Möglichkeit, mit Hilfe der Gefrierpunktmethode Molekulargewichte an nichtflüchtigen Stoffen zu bestimmen, zu Dank verpflichtet sei, antwortete ihm der große Organiker: „Das war ganz unnötig; ich sehe jedem neuen Stoff ohne weiteres an, welches Molekulargewicht er hat, und brauche Ihre Methoden nicht.“ Und Cleve<sup>46)</sup> in Upsala fragt ihn nach Anhörung der Gedankengänge von Arrhenius mit tiefer Skepsis: „Also Sie glauben, daß dort im Becherglas mit Chlornatriumlösung die Natriumiatome so einzeln herumschwimmen?“ — Allerdings.

Ostwald hatte schon 1877 als Vierundzwanzigjähriger in seiner ersten wissenschaftlichen Arbeit, seiner Magisterdissertation in Dorpat, als These den lapidaren Satz aufgestellt: „Die ‚moderne Chemie‘ ist reformbedürftig“<sup>47)</sup>. Daran, daß diese Reform seither eingetreten ist, hat er entscheidend mitgewirkt. Ostwald hat das hohe Glück gehabt, noch selbst sein Werk in allen wesentlichen Teilen fortgesetzt zu sehen. Die Ionentheorie hat durch Nernst in der osmotischen Theorie der galvanischen Ketten (1889) ihre entscheidende Fortentwicklung erfahren, und die Thermodynamik, die zu Ostwalds Schaffenszeit selbst Boltzmann für abgeschlossen hielt, hat ebenfalls durch Nernst durch die Aufstellung des neuen Wärmesatzes (1906) eine folgenreiche Wiederbelebung und überhaupt den Anschluß an die neue, von der Quantentheorie beherrschte Epoche der Physik gefunden. Die Probleme der Kinetik, deren Bedeutung Ostwald so früh erkannt hat, gehören zu den aktuellsten unserer Tage. Allerdings hat die Entwicklung weniger an Ostwalds eigene Arbeiten in Lösungen angeknüpft als an die Untersuchungen Bodensteins über die Kinetik gasförmiger Systeme. Ostwald hatte auf Grund der frühen Arbeiten Bodensteins in Heidelberg ihn zu sich berufen und ihm Gelegenheit gegeben, in seinem Institut die wichtige Untersuchung

<sup>41)</sup> Lebenslinien III, 436.

<sup>42)</sup> Ebenda III, 435.

<sup>43)</sup> In seiner Rigaer Zeit hatte sich Ostwald auch als Populärsator in weitestem Sinne betätigt. Er hielt Vorträge für Damen über „Chemie und Physik der Küche“, „Vorträge von allgemeinwissenschaftlichem Inhalt“, auch über Musik — und im Polytechnikum einen Abschiedsvortrag „Phosphorus, Prometheus und die Zündhölzchen“; vgl. Walden, l. c. S. 59.

<sup>44)</sup> Lebenslinien II, 129.

<sup>45)</sup> Ebenda II, 111.

<sup>46)</sup> Ebenda I, 223.

<sup>47)</sup> Zit. nach Walden, l. c. S. 28.

über die thermische Broniwasserstoffbildung auszuführen. Und die katalytische Ammoniaksynthese — gerade an diesem Beispiel hatte sich Ostwald selbst 1900 in der klaren Erkenntnis von deren Bedeutung vergeblich versucht — ist durch Haber und Bosch zu einem der wichtigsten Verfahren der Großindustrie geworden.

Schließlich hat Ostwald persönlich als Lehrer gewirkt — und er muß ein großer Lehrer gewesen sein. Daß er in Riga und vor allem in Leipzig die ersten physikalisch-chemischen Anfängerpraktika von größerem Ausmaß eingerichtet und damit die physikalische Chemie aus einem Gebiet seltener Sonderinteressen zu einem regelrechten Ausbildungsfach gemacht hat, erweist ihn zunächst nur als Organisator des Unterrichts. Er hat sich sogar persönlich verhältnismäßig früh von der unmittelbaren Unterrichtsarbeit am Anfänger<sup>48)</sup> zurückgezogen. Auch seine Vorlesungen sollen weder besonders leicht faßlich, noch in populärem Sinne besonders fesselnd gewesen sein. Seine Art zu wirken war anders, nämlich, soweit sich ein einzelnes Wort dafür findet — seminaristisch —, im prägnanten Sinne dieses Wortes, denn eine „Pflanzstätte“ für Forscher ist das Leipziger Institut gewesen. Im persönlichen Gespräch streute er befruchtend Ideen aus. Es ist ja hinlänglich bekannt, daß ein erheblicher Teil der Lehrstühle für physikalische Chemie nicht nur in Deutschland, sondern in aller Welt noch heute mit Männern besetzt ist, die durch das Ostwaldsche Institut wenigstens hindurchgegangen, oft genug aus ihm hervorgegangen sind<sup>49)</sup>. Es war wohl über sein fachliches Können hinaus die Kraft seiner freien und großen Persönlichkeit, die nicht nur jedem den ihm gemäßen stärksten Anreiz zu schöpferischer Selbständigkeit gab, sondern auch eine Atmosphäre im rein Menschlichen mit dem Ergebnis der weitgehenden Ausschaltung von Hemmungen erzeugte, die ihm ein früherer Mitarbeiter (H. Freundlich<sup>50)</sup>) bezeugt als „jenen Geist brüderlicher Offenheit und begeisterter Arbeitsfreude, den so mancher Ostwaldschüler später in seinem eigenen Laboratorium wieder zu erwecken gesucht hat und dabei entdecken mußte, welch ein außergewöhnliches Maß von Überlegenheit und Sachlichkeit, von Frische und untilgbarer, stets bereiter Arbeitskraft dazu gehörte.“

Ostwald ist viel später, am Ende seines Lebens noch einmal zu experimenteller Arbeit zurückgekehrt, und wieder schafft er, wie in seiner Jugend, eigenhändig ein großes Versuchsmaterial herbei. Aber zum Unterschied von früher arbeitet er diesmal ganz allein. Als der mehr als Sechzigjährige durch den Ausbruch des Krieges sein bisheriges Tätigkeitsgebiet verstellt sieht, findet er — obwohl am Gang der Weltereignisse innerlich aufs intensivste beteiligt —, die Kraft zur Konzentration auf einen ganz abgelegenen Gegenstand: er schafft eine neue **Lehre von den Körperfarben**. Von Kindheit an überdurchschnittlich begabt an Empfänglichkeit und Erinnerungsfähigkeit für den sinnlichen Reiz der Farben — er hat zeitlebens als Maler dilettiert — und in der Selbstdisziplin seiner Lebensarbeit in abstrahierendem wissenschaftlichem Denken geschult, glaubt er hier das günstigste Feld für die Auswirkung

<sup>48)</sup> Für Laien zum Selbststudium gab Ostwald Stöckerts „Schule der Chemie“ neu heraus (1903), und zum Gebrauch im Schulunterricht schrieb er eine „Einführung in die Chemie“ 1909.

<sup>49)</sup> Als Kuriosum sei erwähnt, daß die japanische Regierung einmal bei ihm anfragen ließ, wie er es mache, so viele besonders begabte und erfolgreiche Schüler auszubilden. (Nach Ostwalds Mitteilung, Lebenslinien III, S. 121.)

<sup>50)</sup> H. Freundlich, Naturwiss. 11, 731 [1923].

seiner besonderen Begabung gefunden zu haben, und in der letzten Rückschau — mit dem Recht des Selbstbiographen auf Irrtum — auch den größten Erfolg. Der Widerstand, den seine Farbenlehre vielfach gefunden hat, mag ihn an die Kämpfe seiner Jugend für die Ionentheorie erinnert und ihn in seiner Einschätzung bestärkt haben.

Die Körperfarben<sup>51)</sup> werden als „bezogene“ Farben von den Spektralfarben unterschieden, denn in dem Eindruck, den sie hervorrufen, ist eine Beziehung auf das sie erzeugende Licht lebendig: Schwarz ist nicht einfach die Abwesenheit von Licht, sondern die Abwesenheit von zurückgestrahltem Licht bei Anwesenheit von eingestrahltem Tageslicht<sup>52)</sup>. Die Farben werden nun in drei Bestandteile zerlegt (Gehalt an Buntfarbe, an Schwarz und an Weiß) — ohne daß aber damit wie bei der Theorie von Helmholtz und Young eine Beziehung auf die Funktionen besonderer Netzhautzäpfchen gegeben sein soll. Die Zerlegung entspricht der Vorstellung einer mit drei Pigmenten bedeckten Körperfläche, wobei die Größe des jeweils von einer Pigmentart bedeckten Teiles den „Gehalt“ an dieser Farbe ausmacht. Aufschlußreiche Sonderfälle entstehen dann, wenn einer dieser Gehalte Null wird. In der Schwarz-Weiß-Reihe (Graureihe) sind die Enden von selbst gegeben, und die Abstufung erfolgt nach Maßgabe des zurückgestrahlten Bruchteils von eingestrahltem Licht. Als gleichstufig (im Sinne einer arithmetischen Reihe) werden Abstände empfunden, bei denen sich die Bruchteile des zurückgestrahlten Lichtes wie die Glieder einer geometrischen Reihe verhalten (Weber-Fechnersches Gesetz). Die reinen bunten Farben (Farbtöne, Vollfarben) werden in einem Kreise angeordnet, wobei den Forderungen genügt wird, daß diametral gegenüberliegende Farbtöne einander zu neutralem Grau ergänzen, und daß von drei benachbarten Farbtönen jeweils der mittlere durch Vermischung der Nachbarn zu gleichen Teilen entsteht. Die Farbtöne Gelb-Rot-Blau-Grün kommen dabei im Abstande von je einem Quadranten zu stehen. Bei der Unterteilung des Farbtonkreises nach den genannten Gesichtspunkten in 100 Teile liegen die benachbarten Farbtöne an der Schwelle der Unterscheidbarkeit.

Durch Vermischung eines reinen Farbtons mit reinem Weiß oder Schwarz in veränderten Verhältnissen entstehen nun die „klaren“ Reihen von veränderter „Reinheit“ („hellklare“ bzw. „dunkelklare“ Reihen). Der reine Farbton kann aber auch in veränderten Verhältnissen mit einem Grau vermischt werden („trübe“ Reihen), und dieses Grau kann seinerseits wieder in wechselnden Verhältnissen aus Weiß und Schwarz zusammengesetzt sein. Die Gesamtheit aller Abkömlinge eines reinen Farbtons läßt sich in Dreieckskoordinaten darstellen („farbtongleiches Dreieck“), wobei die Seiten des gleichseitigen Dreiecks von der unbunten Graureihe, von den „dunkelklaren“ und von den „hellklaren“ Farben gebildet werden und alle „trüben“ Farben ins Innere dieses Dreiecks zu liegen kommen. Dreht man das Dreieck um die Schwarz-Weiß-Seite, so kann man

<sup>51)</sup> Aus den Schriften Ostwalds zur Farbenlehre seien genannt: Die Farbenfibel, Leipzig 1917 (mit kolorierten Beispielen); Die Harmonie der Farben, Leipzig 1918; Einführung in die Farbenlehre, Reclam, Leipzig; Bücher der Naturwissenschaft, Bd. 26. — Ferner an größeren Werken die Encyclopädie „Die Farbenlehre“, Leipzig, die Sammelschrift „Die Farbe“, in 8 Abteilungen, Leipzig seit 1921, „Der Farbenatlas“, Leipzig seit 1917, „Der Normenatlas“, Leipzig seit 1923.

<sup>52)</sup> „Tageslicht“ ist heute genormt als die Temperaturstrahlung eines schwarzen Strahlers von 5000° abs.

die dritte Spalte (den reinen Farbton) auf dem Farbkreise umlaufen lassen und kommt so zur Gestaltung des „Farbenkörpers“ als eines Doppelkegels, auf dessen Achse die grauen Farben und auf dessen beiden Mänteln die „hellklaren“ und die „dunkelklaren“ Farben liegen, während die Gesamtheit aller „trüben“ Farben das Innere ausfüllt.

Entscheidend wichtig ist es nun, daß Ostwald Meßmethoden angegeben hat, um den Gehalt jeder vorkommenden Farbe an buntem Farbton, Weiß und Schwarz zu bestimmen, so daß eine Farbe durch diese Meßergebnisse ebenso gekennzeichnet sein soll wie ein musikalischer Ton durch die Angabe einer Note und des Instrumentes, auf dem er gespielt werden soll. In der Schwarz-Weiß-Reihe erfolgt die Einstufung unmittelbar durch Messung des zurückgeworfenen Lichtes. Die Bestimmung der Qualität des Farbtons (seine Lage auf dem Farbenkreis) erfolgt so, daß mit Hilfe eines geeigneten Apparates probeweise andere Farben zugemischt werden, bis ihn eine davon zu reinem Grau ergänzt. Dann ist der zu prüfende Farbton die „Gegenfarbe“ der zugesetzten Farbe im Farbtonkreis. Zur Bestimmung des Schwarz- und Weißgehaltes macht man von der Tatsache Gebrauch, daß z. B. ein rein roter Farbton, der nur rotes Licht, aber dies auch vollständig zurückwirft, in gleichfarbigem roten Licht ebenso hell erscheint wie in weißem Licht. Wenn nun eine zu prüfende rote Farbe bei der Beleuchtung mit rotem Licht dunkler erscheint als daneben gelegtes reines Weiß, so muß das von einem Schwarzgehalt herrühren, und dieser muß gleich dem einer Grauprobe sein, die daneben gelegt gleich dunkel erscheint. Umgekehrt erscheint ein reiner Farbton mit komplementärem Licht beleuchtet schwarz, und wenn eine zu prüfende Farbe heller erscheint, so kommt dies von ihrem Weißgehalt her, und dieser ist dann wieder gleich dem Weißgehalt einer Grauprobe, die daneben gelegt gleich hell aussieht. Anstatt die Proben mit farbigem Licht zu beleuchten, kann man sie auch durch entsprechend gefärbte Filter betrachten (Sperrfilter und Paßfilter).

Ostwald hat das Problem der Farbenvermessung wohl in großen Zügen gelöst. In manchen Einzelheiten hat seine Lehre von den zuständigen Fachleuten eine ablehnende Kritik<sup>53)</sup> erfahren. So wird bestritten, daß wirklich in jedem Einzelfalle durch die Ostwaldschen Meßmethoden eine Farbe völlig eindeutig innerhalb der Schwelle der Unterscheidbarkeit charakterisiert sei, so daß diese Methoden zur Festlegung von Toleranzen im Farbenhandel nicht brauchbar sein sollen. Wesentlich hat einer breiteren Auswirkung der neuen Farbenlehre ein Umstand geschadet, der eigentlich gar nicht ihren Kern betrifft. Ostwald hat nämlich infolge eines tiefen Unverständnisses<sup>54)</sup> gegenüber dem Wesen und den Auf-

<sup>53)</sup> Vgl. z. B. A. Klughardt u. B. Richter, Ztschr. Farbenchemiker 3, 205 [1932].

<sup>54)</sup> „Kunst ist die Kunst, auf künstlichem Wege angenehme Gefühle hervorzurufen.“ „Nun ist das, was man Kunst im engeren Sinne nennt, die willkürliche Erzeugung willkommener Gefühle im Empfänger, ebenso ein Stück angewandter Wissenschaft wie die Heilkunst.“ (Lebenslinien III, 459 bzw. 463.) — Max Weber kritisiert Ostwalds „energetische“ Kunsttheorie in ihrer Anwendung auf die Malerei z. B. folgendermaßen: „Fragt man sich nur, wie die Kunst diesem Programm genügen soll? Das Maximum von Energieumwandlung pro m<sup>2</sup> Leinwand bringt man auf, wenn man Explosionen oder Seeschlachtenbilder malt. Ziemlich nahe kam alsdann dem Ideal eine eigenhändige (jugendliche) Farbenskizze Kaiser Wilhelms II.: Zwei Panzerschiffe mit kolossaler Pulverdampfentwicklung, die ich in Privatbesitz einmal sah. Aber was nutzt das gegen die Energievergeudung der Zivilisten?“ (Max Weber, Ges. Aufs.

gaben der Kunst sich dazu verleiten lassen, aus gewissen Beobachtungen über angenehme und unangenehme Eindrücke bei der Nebeneinanderstellung von Farben und ihrer Lagenbeziehung im Farbenkörper Forderungen für den Farbengebrauch in der Malerei abzuleiten. Aber Ostwald hat sich in ruhiger Selbstsicherheit durch den Umstand, daß sein Alterswerk nicht die gleiche ungeteilte Anerkennung fand wie viele seiner früheren Leistungen, nicht verbittern lassen.

Als Lehrer der Wissenschaft ist Ostwald auch dazu gekommen, sich mit der Geschichte<sup>55)</sup> der Wissenschaft zu beschäftigen, in der Überzeugung, „daß es kein wissameres Mittel zur Belebung oder Vertiefung des Studiums gibt als das Eindringen in das geschichtliche Werden“<sup>56)</sup>. Und hier nimmt er eine merkwürdige Stellung ein. In seiner Ablehnung der „wissenschaftsfeindlichen platonischen Einstellung unserer sogenannten Geisteswissenschaften“<sup>57)</sup> will er „die Geschichtswissenschaft als inhaltliche Wissenschaft nicht anerkennen“<sup>58)</sup>. Er verneint also überhaupt jene große Historiographie, deren Erkenntnisbestand fraglos heute wie jemals das Fundament aller europäischen Selbstbesinnung bildet, und die den Erkennenden schließlich — hier ist es schwer, ein Zitat eines jüngst viel zitierten Geschichtskenners<sup>59)</sup> zu vermeiden — „zum Mitgenossen der großen Ratschlüsse des Schicksals macht“. Seine Polemik trifft diesen Gegner nicht gerade ins Herz, z. B.: „Was ist das für eine Wissenschaft, in welche jeder Schafskopf, der aus Unkenntnis ein unersetzliches Manuskript verbrennt, ein niemals auszufüllendes Loch machen kann“<sup>60)</sup>. Und Ostwald tritt ein für die Geschichte als Beispielsammlung zum Unterricht, also für jene lehrhaft-erziehbare Rückschau auf nicht mehr Bestehendes, wie sie sonst manchmal gerade von den geringeren Vertretern des historisch-humanistischen Bildungsideal in Klassenzimmern geübt wird.

Aber was Ostwald tut, gelingt ihm anders. Er ist nämlich ein sehr bedeutender Historiker der exakten Naturwissenschaften, der lebendige Geschichte schreibt. Es geht ihm zunächst um „das menschliche Verständnis der großen und auch der kleineren Forscher . . ., mit deren Arbeiten mich meine Studien in Berührung brachten“<sup>61)</sup>. Er vermeidet die weitverbreitete chrozur Wissenschaftslehre, Tübingen 1922, S. 392.) — Man beachte dazu die gleichzeitige Stellungnahme Max Webers (l. c.) zu Ostwalds Gesamtpersönlichkeit, die hier auf S. 495, Fußnote 71, wiedergegeben wird.

<sup>55)</sup> Er hat Karl Lamprecht vergeblich zu einer Geschichte der neueren Physik in Deutschland anzuregen versucht (Lebenslinien II, 105). In der „Deutschen Geschichte“ findet sich Band 10, S. 282—303, eine sehr allgemein gehaltene Übersicht über die Entwicklung der Physik im 19. Jahrhundert und im 2. Ergänzungsband, 1. Hälfte, S. 69—114, Ausführungen über die inneren Zusammenhänge von Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft. Beide Stellen hat Ostwald anscheinend durchgesehen, da Lamprecht ihm im Vorwort dankt. 1. Erg.-Bd., S. 453, wird Ostwald als Philosoph zitiert. Über das Verhältnis der beiden zueinander bemerkt Max Weber: „In Leipzig scheint das Mißverhältnis obzuwalten, daß z. B. Lamprecht für wissenschaftliche Zwecke erheblich zu viel, Ostwald dagegen — ganz unbeschadet aller seiner Verdienste um die technische Seite der Malerei — etwas zu wenig Fühlung mit der Kunst besitzt, und daß, einer fatalen Eigenart der „psychischen Energie“ entsprechend, der „Ausgleich“ dieser Intensitätsdifferenz trotz der zweifellos häufigen „Berührung“ nicht recht zu Stande kommen will.“ (Ges. Aufs. zur Wissenschaftslehre, Tübingen, 1922, S. 393.)

<sup>56)</sup> Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre, 1896, S. V ff.

<sup>57)</sup> Lebenslinien III, 58. <sup>58)</sup> Ebenda II, 105.

<sup>59)</sup> Rom, den 5. November 1786.

<sup>60)</sup> Lebenslinien II, 58. <sup>61)</sup> Ebenda III, 114.

nistisch-anekdotische Art der Forscherbiographie und ihre Stilisierung ins Verbrämt-Meisterliche und schreibt „Psychographien“<sup>62</sup>); dieses heute in den feuilletonistischen Sprachsatz eingegangene Wort wurde damals von ihm gebildet. Eine Sammlung von Arbeiten dieser Art erschien 1909 unter dem Titel „Große Männer“. Den Verfasser interessiert hierbei noch die Frage nach den biologischen Voraussetzungen der Genialität. Ostwald kommt zu der wichtigen Feststellung, daß sich unter den großen Naturforschern zwei sehr verschiedene Typen unterscheiden lassen, die er Klassiker und Romantiker nennt. Diese Benennung allerdings ist wenig glücklich, denn Klassik und Romantik bezeichnen objektivierte Geisteshaltungen und nicht seelische Konstitutionen. Darum, daß Liebig ein guter Lehrer war und seine Schaffensart gefühlsbetont, unstet und vielfältig, steht dieser große Wegbereiter der technischen Zivilisation noch nicht gleich neben Görres und den Brüdern Grimm. Aber selbstverständlich ist die Geschichte einer Wissenschaft nicht die Summe aller Forscherbiographien. Sondern da „das Wesen einer Wissenschaft auf der Bildung angemessener Begriffe beruht“<sup>63</sup>), hat „die Geschichte irgendeiner Wissenschaft somit als Hauptaufgabe die Darstellung der Entwicklung ihrer Begriffe“<sup>64</sup>). So bleibt dieser „romantische Antiplatoniker“ in bezug auf die Grundlagen seiner Wissenschaftslehre eng in sokratischer Nachbarschaft. Unter dem Titel „Der Werdegang einer Wissenschaft“ erscheint eine Geschichte der Chemie (1906). Als echter Historiker hat Ostwald auch Sinn für Quellenforschung und bringt als Herausgeber seit 1890 die „Klassiker der exakten Wissenschaften“ heraus, eine Sammlung bedeutungsvoller Arbeiten aus früherer Zeit, die auch für jede künftige Geschichtsschreibung der Chemie eine wichtige Unterlage sein wird.

Die Geschichte der Chemie ist schon weiter gegangen, seitdem Ostwald sie geschrieben hat. Man muß sich vergegenwärtigen, daß die Lage der Wissenschaft zur Zeit der Höhe von Ostwalds Schaffen eine wesentlich andere war als heute, um zu verstehen, was Ostwald weiter noch tat. Die Konzeption des Energiebegriffes hatte sich gerade mit ungeheurer Fruchtbarkeit ausgewirkt, und Ostwald konnte feststellen, daß „die ganze Entwicklung der messenden Naturwissenschaften unverstehlich auf den Gedanken hindrägt, daß alles Geschehen in der Welt nur in Änderungen der Energie im Raum und in der Zeit besteht, und daß somit diese drei Größen die allgemeinsten Grundbegriffe sind, auf welche alle meßbaren Dinge zurückzuführen sind“<sup>65</sup>). Die Atomtheorie mit ihrer verwirrenden Fülle von Problemen steht damals ganz im Hintergrund und wird auch von Ostwald zu dieser Zeit im Einvernehmen mit den positivistischen Strömungen in der Philosophie als wissenschaftliche Erkenntnis entschieden abgelehnt. In der Antrittsvorlegung, mit der er seine Leipziger Tätigkeit beginnt, spricht er klar aus, „daß ein positiver Beweis für die Fortexistenz der Elemente in ihren chemischen Verbindungen nicht vorhanden ist“<sup>66</sup>). Von den ungeheuren Denkschwierigkeiten, in die später die Quantentheorie die Physik bringen wird, ist noch nichts zu ahnen. Wenn so für die damalige Geisteslage die Ver-

<sup>62</sup>) Lebenslinien III, 119.

<sup>63</sup>) Ebenda II, 387.

<sup>64</sup>) Ebenda II, 387.

<sup>65</sup>) Lehrbuch d. allgem. Chemie, 2. Bd., I. Teil, S. VI, Leipzig 1893.

<sup>66</sup>) Zit. nach Walden, l. c., S. 63. In bezug auf die Atomtheorie im besonderen hat Ostwald später auf Grund der Fortentwicklung der Physik seine Meinung korrigiert. Vgl. Grundriß der allgemeinen Chemie, 6. Aufl., 1923, Einleitung. Lebenslinien II, 184.

wirklichkeit gewisser einfacher mechanischer und thermodynamischer Gesetze als der Inbegriff des ganzen Bereiches der meßbaren Dinge erscheint — gewiß ein scheinbar sehr hoher Erkenntnisstand, und andere haben damals rhetorischer als Ostwald die Herrlichkeit der Wissenschaft verkündet —, so liegen die Versuchung und der Versuch nicht fern, auch die nichtmeßbaren Bestände und Beziehungen in der gegebenen Welt unter das gleiche Prinzip zu zwingen. Wenn dann noch mehr oder weniger unbewußt einige praktische Wertmaximen aus der Ebene des gesunden Menschenverstandes<sup>67</sup>) einbezogen werden, so läßt sich allerdings ein System konstruieren, von dem aus jede Einzelheit im Bereich des Gegebenen nicht nur eine Ursache, sondern von einer absoluten Stellungnahme aus auch einen Sinn und einen Wert erhält. Wenn das mit der Klarheit und dem ganzen Mut zur Folgerichtigkeit geschieht, die Ostwald eigen waren, so kann dabei nichts anderes herauskommen als der naturwissenschaftliche Materialismus in seiner hybriden Form. Daß Ostwald ihn **Energetik** nennt, bezeichnet nur im Physikalischen, nicht im Philosophischen einen Unterschied.

Denn Ostwald, der in der Trübe schlechter fachwissenschaftlicher Begriffsbildungen unfehlbar den rechten Weg fand, verliert diese Sicherheit, wenn in der Tiefe sich das Dunkle auftut. Seine Kritik versagt um so mehr, je mehr er sich vom Ausgangspunkt seines Denkens entfernt. Von dem zentralen Begriff der „Energie“ aus, die nicht „vergeudet“ werden soll, durchmischt er den ganzen Kulturreis, und über eine Ethik, die ganz aus der Soziologie begründbar sein soll, und über eine Kunstretheorie, nach der die Tonkunst die wissenschaftlichste<sup>68</sup>) aller Künste ist, die Malerei in die bedenklichste Nähe zur Farbenphotographie rückt, und die Lyrik sich wesentlich von Reim<sup>69</sup>) und Rhythmus ableitet, kommt er zu der Behauptung, die nicht seine bedeutungsvollste, aber wohl seine paradoxeste ist, daß das menschliche Lebensglück durch die Differenz der Quadrate zweier Energieströme gemessen werden könne. Es hat in der Neuzeit auch an ähnlichen Grenzüberschreitungen von geisteswissenschaftlicher Seite nicht gefehlt: der Diamant war einmal „ein zum Bewußtsein seiner selbst gekommener Quarz“ — bei Schelling.

Ostwald hat sich auch hier als „Bahnbrecher“<sup>70</sup>) gefühlt und, getragen von unbedenklichem Optimismus und einer Leidenschaft zum einfach Vernünftigen, sich für die Rationalisierung<sup>71</sup>) des inneren und auch des äußeren Lebens der Menschheit eingesetzt. Als der große Organisator und Lehrer, der er war, schuf er auch hier Zeitschrift<sup>72</sup>), Lehrbuch<sup>73</sup>) und Bund — den letzteren, indem

<sup>67</sup>) Max Weber erkennt für andere Fälle an, daß Ostwald an „bon sens“ ähnlich denkende Autoren (z. B. E. Solvay) übertrifft (Ges. Aufs. zur Wissenschaftslehre, Tübingen 1922, S. 382, Fußnote.)

<sup>68</sup>) Lebenslinien I, 141.

<sup>69</sup>) Ebenda III, 454.

<sup>70</sup>) Ebenda III, 24.

<sup>71</sup>) Vgl. Max Webers Stellungnahme zu Ostwald: „Unbeschadet der rücksichtslosesten Kritik . . . ist und bleibt eben Ostwald doch ein Geist, dessen erfrischende Begeisterung ebenso wie sein von jeder dogmatischen Erstarrung frei gebliebener Sinn für moderne Probleme es jedem zum Vergnügen machen müßte, auf dem großen Problemgebiet ‚Technik und Kultur‘ mit ihm gemeinsam zu arbeiten.“ Und: „Aus den Irrtümern sonst bedeutender Gelehrter lernt man oft mehr als aus den Korrektheiten von Nullen.“ (Ges. Aufs. zur Wissenschaftslehre, Tübingen 1922, S. 401.) Anlaß zu dieser Stellungnahme gab Ostwalds Buch „Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft“, Leipzig 1909 (Philosophisch-soziologische Bücherei, Bd. XVI).

<sup>72</sup>) Annalen der Naturphilosophie seit 1901.

<sup>73</sup>) Z. B. Vorlesung über Naturphilosophie, 1902. Grundriß der Naturphilosophie. Reclams Universalbibliothek Nr. 4992 bis 4993a.

er dem schon vorher bestehenden Monistenbund durch die Übernahme des Vorsitzes neues Leben gab (1910). Ostwald hat für den Weltfriedensgedanken gewirkt und eine künstliche Weltsprache zur internationalen Verständigung propagiert, er hat auf sehr verschiedenen Gebieten der technischen Zivilisation Vereinheitlichungen und Vereinfachungen erstrebt, indem er getreu seiner „Überzeugung, daß es nichts zwischen Himmel und Erde gibt, was nicht durch wissenschaftliche Behandlung Klärung und nötigenfalls Besserung erfahren kann“<sup>74)</sup>, sich für jedes vernünftige Mittel einsetzte, das wirksam zu sein schien zu einem guten Ziel, zur Erreichung „des Paradieses und des goldenen Zeitalters“, das „nicht hinter, sondern vor uns liegt“<sup>75)</sup>. Seiner Betätigung ist nicht dieselbe Anerkennung und seinen Bestrebungen nicht der gleiche Erfolg zuteil geworden wie seiner besser gegründeten Arbeit für sein engeres Fachgebiet, die Chemie.

Aber nur aus der Übersicht über sein ganzes Wirken kann man ersehen, wer Ostwald war, nämlich doch viel mehr als ein sehr erfolgreicher Fachmann. Die nüchterne Trockenheit seiner Lebensphilosophie hat zum mindesten ihm selbst einen großen Gewinn gebracht; eine vorbildliche Diszipliniertheit der Lebensführung, die Verwaltung seiner Kräfte zu höchstem Ertrag. Nach dem Umfang seines Lebenswerkes steht Ostwald den größten Arbeitern der Geschichte gleich. Aber wenn er auch oftmals körperlich überarbeitet war — niemals war er seelisch verarbeitet. Und gültiger als dialektische Argumente es können, widerlegt seine peinliche Glücksformel der hohe Vollzug seines Lebens, wie es aufsteigt aus den

<sup>74)</sup> Lebenslinien III, 1.

<sup>75)</sup> Ebenda III, 142.

bescheidenen Anfängen im Böttcherhaus zu Riga durch Lehrjahre, die hart wurden durch Selbstdansprüche, immer ins Weitere drängend zu einer Jahrzehntelang gehaltenen Höhe voll arbeitsreichster Kämpfe und Erfolge und durch die Häufung der höchsten Ehrungen aus aller Welt — bis zu seinem Ausgang in diesem Frühjahr, „ohne Schmerzen, bei offenem Fenster und sternklarem Himmel“<sup>76)</sup>. Und dieses Leben war getragen und so geformt von der Liebe zur reinen Helle der Wissenschaftlichkeit als dem größten und mildesten von allem, was den Menschen über die Schranken seines Selbst hinauszuheben vermag. Ostwald liebte die Forschung aus der innersten Nötigung seiner großen Natur heraus. Es ist fast rührend, wenn der mehr als Siebzigjährige für den tiefsten Antrieb seines rastlos tätigen Lebens schließlich diese schlichten Worte findet: „Heute weiß ich, daß ... es nichts Sinnloses und Erniedrigeres gibt als die Beobachtung von Dingen, an die man keine Fragen zu stellen hat“<sup>77)</sup>. Und wie er für das als recht Erkannte kämpft mit seiner auf Wissen gegründeten Klugheit und stets mit der Würde persönlichsten Einsatzes, wächst er auf zu der hohen Gestalt eines starken und furchtlosen Geistes — zu einem Vorbild für jede Zeit, in der geistige Entscheidungen reifen. Dieser Tote wird noch lange fortwirkend jeden ergreifen, der um Klarheit bemüht mit offenem Herzen in seine Nähe kommt, und ihm Bestätigung und Zuspruch sein in der Fülle seines lebendigen Geistes — was zu bezeugen der Verfasser dieses Aufsatzes sich vorgenommen hatte, der dem Lebenden schon nicht mehr begegnet ist.

[A. 64.]

Paul Günther, Berlin.

<sup>76)</sup> Aus einem Brief von Frau Geheimrat H. Ostwald an Dr. J. Volhard, Leipzig, vom 6. Mai 1932.

<sup>77)</sup> Lebenslinien II, 194.

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Deutsche Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie e. V.

#### 37. Hauptversammlung, 16. bis 19. Mai in Münster i. W.

Am Grabe Hittorf's, des ersten Ehrenvorsitzenden der Gesellschaft, erfolgte die feierliche Niederlegung eines Kranzes mit einer schlichten Ansprache des derzeitigen 1. Vorsitzenden der Gesellschaft, Direktor Dr. Specketer. Eine Gedenkrede hielt sein Nachfolger im Lehramt, Prof. Dr. G. C. Schmidt.

Der eigentlichen Tagung voraus ging eine eindrucksvolle Gedächtnisfeier für den am 4. April d. J. verstorbenen Mitbegründer und langjährigen Vorsitzenden der Gesellschaft, Wilhelm Ostwald. In einer Gedenkrede würdigte W. Neurst Ostwalds Leben und Wirken.

Für die nächste Amtsperiode wurden in der geschäftlichen Sitzung W. Schenck, Münster, als 1. Vorsitzender und Specketer, Griesheim, als 2. Vorsitzender gewählt.

Als Ort der nächsten Hauptversammlung wird Karlsruhe i. B. vorgeschlagen. Die Einladung der Karlsruher Chemiedozenten überbrachte Prof. Dr. Mark. Eine der nächsten Tagungen soll auf Einladung in Graz stattfinden. Von der Deutschen Bunsen-Gesellschaft wurden, vorgetragen durch Prof. Dr. Eucken, folgende Vorschläge für Formelbezeichnungen in Ergänzung zum AEF (Ausschuß für Einheiten und Formelzeichen) gemacht und der Benutzung der Fachkollegen empfohlen:

- E = Energie (allgemein),
- U = innere Energie,
- S = Entropie,
- A = zugeführte Arbeit,
- Q = zugeführte Wärme,
- $\dot{A}$  = abgegebene Arbeit,
- $\dot{Q}$  = abgegebene Wärme.

### Zusammenfassende Vorträge.

Hauptthema: „Radioaktivität.“

Lord Ernest Rutherford of Nelson, Cambridge: „Reminiscences of early days in Radioactivity.“

Vortr. gibt einen interessanten, an persönliche Erlebnisse geknüpften Rückblick auf die Entwicklung der Radioaktivität bis zu ihrem augenblicklichen Stand, den Versuchen über Neutronen und Atomzertrümmerung mit schnell bewegten Ionen, die im Laboratorium des Vortr. ausgeführt werden. — Rutherford's erste Arbeiten auf diesem Gebiet beschäftigten sich mit der Ionisation durch Radiumstrahlen. Die Frage, ob Radiumemanation überhaupt Materie ist, konnten Rutherford und Soddy 1900 dadurch bejahen, daß ihnen mit Hilfe von flüssiger Luft die Kondensation der Emanation gelang. Die Erkenntnis, daß  $\alpha$ -Strahlen doppelt geladene Heliumkerne sind, erlaubte weittragende Schlüsse über den Aufbau der Atomkerne und fand ihre Krönung in der Aufstellung des Rutherford-Bohrschen Atommodells im Jahre 1914. In den nächsten Jahren beschäftigte man sich mit der Streuung der  $\alpha$ -Teilchen. 1919 untersuchte Vortr. den Durchgang von  $\alpha$ -Teilchen durch Stickstoff, wobei ihm der Nachweis von H-Kernen und somit die erste künstliche Atomzertrümmerung gelang. Dies ist der Beginn einer neuen Ära der Physik und Chemie. Der nächste große Schritt, der im Laboratorium Rutherford's von Chadwick getan wurde, war die Entdeckung der Neutronen<sup>1)</sup>. Teilchen, die beim  $\alpha$ -Strahlen-Bombardement von Beryllium und anderen leichten Elementen ausgesandt werden. Gemeinsam bei allen bisherigen Versuchen zur Atomzertrümmerung ist die Anwendung von  $\alpha$ -Strahlen, als deren Quelle meistens Polonium diente. Den experimentellen Nachweis, daß auch andere Ströme schnell bewegter Teilchen zertrümmernd wirken können, erbrachten kürzlich in Rutherford's Laboratorium J. D. Cockcroft und E. T. S. Walton. Die einfachsten Teilchen, die für den Prozeß in Frage kommen, sind Wasserstoffionen, die

<sup>1)</sup> Vgl. Angew. Chem. 45, 390 [1932].