

Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V.

3. Jahrgang - Heft 4/1998

ISSN 1433-3910

Inhalt

Zur elften Ausgabe der „Mitteilungen“	3
Ostwalds Jahre am Physikalisch-chemischen Institut 1897-1906	
Das Problem der Zeit <i>Wilhelm Ostwald</i>	4
Assistenten am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig 1897-1906 <i>Karl Hansel</i>	14
Schüler und Gäste am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig 1897-1906 (3. Teil) <i>Gerd Hammer</i>	23
Ostwalds Schriften 1898 - 1906 <i>Ulrike Köckritz</i>	40
Reflektionen zum Lübecker Vortrag von Wilhelm Ostwald 1895 <i>Hermann Berg</i>	51
Die Entwicklung des Ostwaldschen Verdünnungsgesetzes in Zusammenarbeit von OSTWALD, ARRHENIUS und van't HOFF <i>Martin Gröger</i>	52
Anfänge der Physikalischen Chemie und heutige Nucleinsäureforschung <i>Günter Löber</i>	63
Autorenverzeichnis	76
Jahresübersicht der 1998 erschienenen Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.	76
Gesellschaftsnachrichten	77

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. 1998.

Korr. Ausg. 2011

Herausgeber der „Mitteilungen“ ist der Vorstand der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., verantwortlich:

Dr.-Ing. K. Hansel, Grimmaer Str. 25, 04668 Großbothen, Tel. (03 43 84) 7 12 83

Der Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Namentlich gezeichnete Beiträge stimmen nicht in jedem Fall mit dem Standpunkt der Redaktion überein, sie werden von den Autoren selbst verantwortet.

Für Beiträge können z. Z. noch keine Honorare gezahlt werden.

Einzelpreis pro Heft DM 10,-. Dieser Beitrag trägt den Charakter einer Spende und enthält keine Mehrwertsteuer. Für die Mitglieder der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ist das Heft kostenfrei.

Der Vorstand der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. dankt dem Arbeitsamt Oschatz für die freundliche Unterstützung bei der
Herausgabe der „Mitteilungen“.

Zur elften Ausgabe der „Mitteilungen“

Im Herbst 1897 konnte Ostwald mit seinen Mitarbeitern in das neue Gebäude des physikalisch-chemischen Institutes (PCI) umziehen. Auf dieses Ereignis hatte er viele Jahre hingearbeitet. Das II. chemische Laboratorium unter Ostwald war bekannt für seine wissenschaftliche Kapazität und unzulängliche Arbeitsbedingungen. Fast ständig wurde umgebaut, um weitere Arbeitsplätze zu schaffen bzw. die vorhandenen einigermaßen den Anforderungen entsprechend auszustatten. Die Akte(n) Ostwalds im Sächsischen Hauptstaatsarchiv in Dresden enthalten zwischen 1887 und 1894 mehr als 20 Schreiben zum Thema Umbau.

Anlässlich der Einweihung des neuen Instituts konnte Ostwald eine, dem Minister v. Seydewitz gewidmete, vier Bände umfassende Zusammenstellung der wichtigsten Arbeiten aus dem II. chemischen Laboratorium vorlegen. Sie enthält über hundert Beiträge, die zwischen 1887 bis 1896 entstanden sind. Dabei ist es nicht uninteressant, die Veränderung der Bezeichnung des Entstehungsortes zu verfolgen: von zweites chemisches Laboratorium geht die Entwicklung über zweites (physikalisch-) chemisches Laboratorium bis zum Physikalisch-chemischen Institut, obwohl ein solches offiziell erst 1898 gegründet wird.

Die Eröffnungsveranstaltung am 3. Januar 1898 versammelte ein exzellentes Publikum, darunter auch den Minister v. Seydewitz und Ministerialdirektor Waentig. Ostwald demonstrierte Versuche mit flüssiger Luft und referierte anschließend zum Thema „Das Problem der Zeit“, richtungsweisend für die künftigen Arbeitsgebiete des neuen Institutes.

Diese Ausgabe der „Mitteilungen“ muß aus Platzgründen auf einen Auszug aus den „Lebenslinien“ verzichten. Sie beginnt mit dem Abdruck des Vortrages vom 3. Januar 1898 „Das Problem der Zeit“. Darauf folgen eine Aufstellung der Assistenten zwischen 1897 und 1906, eine weitere Auflistung Schüler und Gäste, nunmehr schwerpunktmäßig aus dem PCI, sowie eine Zusammenstellung der Arbeiten Ostwalds bis 1906.

Außerdem enthält das Heft Reflektionen zu Ostwalds Energetik-Vortrag von Lübeck 1895, einen Vortrag aus der Reihe Großbothener Gespräche vom Juni 1898 und eine Ausarbeitung zur Entstehung des Ostwaldschen Verdünnungsgesetzes.

Die Redaktion dankt den Archiven der Universität Leipzig und der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften sowie dem Sächsischen Hauptstaatsarchiv Dresden für die Unterstützung.

Der besondere Dank gilt Frau Toni und Herrn Erich Maertz, Molfsee-Schulensee, für die finanzielle Hilfe bei der Herstellung des Heftes.

Großbothen, im November 1998

K. Hansel

Ostwalds Jahre am Physikalisch-chemischen Institut 1887-1906

Das Problem der Zeit¹

Hochansehnliche Versammlung!

Obwohl wir uns am heutigen Tage hier vereinigt haben, die Feier eines wichtigen sachlichen Ereignisses für die Entwicklung der allgemeinen und physikalischen Chemie zu begehen, so hat doch inzwischen sich eine persönliche Wendung dabei geltend gemacht. Wenn ich mich durch diese Wendung auch auf das höchste geehrt und erfreut fühlen muss, so liegt mir doch daran, und ich bin sicher, dabei auch in Ihrem Sinne zu handeln, dass der allgemeine Charakter unserer Feier nicht verloren geht. Denn der heutige Tag verdankt seinen ganzen Inhalt den wissenschaftlichen Verhältnissen, die er zum Ausdruck gebracht hat, und wie könnte ich ihn würdiger feiern, als indem ich Sie bitte, mit mir die Hallen der reinen Wissenschaft zu betreten, zu deren Pflege auch dieses Haus erbaut worden ist.

Da der heute versammelte Kreis, wie ich mit besonderem Danke hervorhebe, nicht ausschliesslich aus Vertretern meines engeren Wissensgebietes zusammengesetzt ist, so ist damit für den Gegenstand unserer Betrachtung das Feld in ganz bestimmter Weise beschränkt. Die hierin liegende Schwierigkeit lässt sich überwinden, wenn auch nur auf einem Wege, der von allen möglichen wieder der schwierigste ist: indem ich mich den allgemeinsten Fragen meines besonderen Gebietes zuwende, kann ich hoffen, auch die Teilnahme weiterer Kreise in Anspruch nehmen zu dürfen.

Betrachtungen solchen allgemeinen Charakters sind heute auch in den messenden oder exakten Wissenschaften nicht so selten mehr, wie sie es noch vor einem Jahrzehnt waren. Nach der eben vorübergehenden Periode der Sonderung bis in das Einzelste beginnt eben die Wissenschaft überall sich darauf zu besinnen, dass gewisse Aufgaben, und zwar überaus wichtige, nur durch gemeinsame Arbeit gelöst werden können. Auf die Zeit der Vereinzelung und Spezialisierung folgt, wie ich das schon vor zehn Jahren gelegentlich meiner hiesigen Antrittsvorlesung hervorgehoben habe, mit Notwendigkeit eine Zeit, wo wieder das Gemeinsame der verschiedenen Gebiete in den Vordergrund tritt, und von allen Organismen ist vielleicht der der Wissenschaft am meisten mit der Gabe ausgestattet, durch den regelmässigen Entwicklungsvorgang schädliche und einseitige Wachstumserreger wieder zurückzubilden und die Gesundheit und das Gleichgewicht der Gesamtorganisation auf selbstregulatorischem Wege aufrecht zu erhalten.

Von solchem Gesichtspunkte werden Sie es nicht allzu gewagt finden, wenn ich hiermit versuche, aus dem Erfahrungsgebiet der allgemeinen Chemie einen Beitrag zur Lösung eines Problems beizubringen, dessen Behandlung bisher allein der abstrakten Philosophie zuzustehen schien: ich meine des Problems der Zeit.

Wir wissen, dass alles Geschehen zeitlich ist. Was ist nun mit diesem Worte gesagt?

¹ Ostwald, Wilhelm: Das Problem der Zeit. In: Ostwald, Wilhelm: Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung am 3. Januar 1898. Leipzig : Engelmann, 1898

Noch ein so grosser Geist, wie Newton, sah die Zeit als etwas objektiv bestehendes an, und seine Principia enthalten Auseinandersetzungen über den Unterschied zwischen der absoluten und der empirischen Zeit, von denen die zweite in der ersten enthalten sein sollte. Kant, der in vielen seiner Gedanken entscheidend durch Newton beeinflusst worden ist, hat gerade an diesem Punkte seinen grössten Fortschritt vollbracht, indem er die subjektive Beschaffenheit der Zeit (und des Raumes) ausgesprochen hat. Er kam zu dem Ergebnisse, dass diese beiden Formen der Anschauung sind, die zwar vor aller Erfahrung gegeben, weil dem menschlichen Geiste angeboren seien, die aber erst an und in der Erfahrung zum Bewusstsein kommen und einen Inhalt gewinnen.

Es ist bekannt, und ich brauche es hier nicht darzulegen, dass dieser Gedanke Kants, der uns jetzt als seine grösste That erscheint, zunächst verhältnismässig geringen Einfluss äusserte. Für die Naturwissenschaften war er bis zur Mitte unseres Jahrhunderts so gut wie nicht vorhanden. Erst die Entwicklung der experimentellen Sinnesphysiologie hat hier den Umschwung hervorgerufen. Hier trat die subjektive Beschaffenheit der von den Sinnesapparaten überlieferten Eindrücke so unwiderstehlich zu Tage, dass der Kantische Gedanke sich entwickeln musste, und von hier aus hat der dann allmählich seinen Siegeslauf über die gesamten Naturwissenschaften angetreten.

Diese Entwicklung brachte freilich wieder mit Notwendigkeit mit sich, dass der Gedanke selbst in erheblicher Weise abgeändert wurde. Es liess sich Kants Ansicht über die von aller Erfahrung unabhängige, weil vor aller Erfahrung gegebene Beschaffenheit der Anschauungsformen nicht aufrecht erhalten. Erst schüchtern, dann immer energischer machten sich die Nachweise empirischer Bestandteile in der Raumanschauung geltend. Es ist bekannt, wie vielen Widerspruch Helmholtz mit seiner Behauptung erfuhr, dass auch die Geometrie in letzter Linie einer Erfahrungswissenschaft ist, die sich, kurz gesagt, von der Physik oder der Biologie nur durch die unverhältnismässig viel grössere Häufigkeit und Einfachheit der grundlegenden Erfahrungsthatigkeiten unterscheidet.

Wie so häufig, war hier das Problem zuerst von der schwierigeren Seite aus in Angriff genommen worden. Wenn empirische Elemente in den Raumbegriff eingehen, so muss dies auch von der Zeit erwartet werden können; bei dieser sind aber die Verhältnisse erheblich einfacher, und es erscheint daher leichter, hier zu gesicherten Ergebnissen zu gelangen. Diese Untersuchung ist es, für die ich Ihre Zeit in Anspruch nehmen möchte, da ich glaube, dass sich hier die Analyse etwas weiter führen lässt, als es bisher geschehen ist.

Um zunächst eine Vorstellung davon zu geben, was der Gegenstand der Untersuchung ist, möchte ich einen Gedanken des grossen Biologen Karl Ernst von Baer in meiner Weise ausführen. Wir schreiben der Zeit einen „an sich“ gleichförmigen Verlauf zu. Dies geschieht auf Grund der Thatsache, dass sie eigentlich mit einer doppelten Periode behaftet ist, der des Tages und der des Jahres. Der Umstand, dass diese beiden objektiv gegebenen Perioden unabhängig voneinander verlaufen, hat uns die Erkenntnis vermittelt, dass diese Periodizität überhaupt nichts für die Zeit an sich wesentliches ist. Versetzen wir uns nun aber – da es sich um eine Veranschaulichung und nicht um einen Beweis handelt, dürfen wir es thun – in die Seele eines denkenden Maikäfers hinein. Dessen Zeit zählt nur nach Wochen, und für ihn gehört, da er gar

keine gegenteiligen Erfahrungen machen kann, die Tagesperiode zu den untrennbaren Eigenschaften der Zeit. Wieder anders würde eine Eintagsfliege die Zeit auffassen: sie erscheint für diese nicht periodisch, sondern einseitig veränderlich, wenn sie sich bei ihrem Tode am Abend die Gesamtheit ihrer Erfahrungen vergegenwärtigt. Für ein Bakterium mit 15 Minuten Lebensdauer fällt gegebenen Falls auch diese Vergänglichkeit fort, und so könnten wir noch eine Anzahl weiterer Zeitbegriffe uns konstruieren, welche je nach den physiologischen Bedingungen des empfindenden Wesens ganz verschiedene Beschaffenheit besässen. Der Rückschluss ist offenbar: auch wir Menschen haben kein Recht, unseren Zeitbegriff für einen vollständigen oder feststehenden zu halten, sondern müssen seine Beeinflussung durch die physiologischen Bedingungen unserer Existenz zugeben.

Sind wir so weit, so werden wir nach den Bestandteilen unseres Zeitbegriffs fragen können; bevor wir indessen hierauf näher eingehen, möchte ich noch eine Vorfrage erledigen.

Als was haben wir die Zeit aufzufassen? Eine objektive Existenz in dem Masse, wie die der Erde, oder dieses Tisches können wir ihr nicht zuschreiben. Die Kantische Bezeichnung als einer Anschauungsform hat den Nachteil für uns, dass sie die Zeit neben dem Raume als isolierte Grösse hinstellt, deren Zusammenhang mit anderen nicht ersichtlich ist und auch nach Kant nicht ersichtlich gemacht werden soll. Ich möchte den Standpunkt, den ich für den angemessensten halte, dadurch kennzeichnen, dass ich die Zeit als das allgemeinste Naturgesetz bezeichne. Naturgesetze nennen wir gewisse Erscheinungsanalogien, die sich bei einer grösseren oder geringeren Summe einzelner Thatsachen wiederfinden, und die uns somit gestatten, den Inhalt dieser Thatsachen zusammenzufassen und geistig zu beherrschen. Die Naturgesetze haben demgemäss die Eigenthümlichkeit, dass sie die unendliche Mannigfaltigkeit der Möglichkeit auf den einzelnen Fall oder die einzelnen Fälle der Wirklichkeit zu reduzieren gestatten, oder mathematisch gesprochen, den Unendlichkeitsgrad der Möglichkeiten um eine oder mehrere Potenz herabsetzen, und ihre Bedeutung ist um so grösser, je zahlreicher und mannigfaltiger den Erscheinungen sind, auf welche diese Reduktion Anwendung findet.

Kann denn nun die Zeit in solchem Sinne ein Naturgesetz genannt werden? Das heisst: drückt der Zeitbegriff Beziehungen aus, die sich bei irgend welchen verschiedenen Erscheinungen wiederholen, und welche wir uns auch anders denken könnten? Die Antwort scheint mir durch die vorher angestellten Betrachtungen über die Gestaltung des Zeitbegriffs in verschiedenen Organismen bereits gegeben zu sein; sie muss bejahend lauten.

Wir wollen nun zur Analyse des Zeitbegriffes übergehen und seine Elemente zu isolieren versuchen. Was finden wir darin?

Zunächst die Stetigkeit. Wir haben alle die Empfindung, dass die Zeit regelmässig und ununterbrochen abläuft, dass es mit anderen Worten keine zeitlosen Anteile zwischen verschiedenen Zeitstücken giebt. Kaum eine Überzeugung sitzt fester in unserem Bewusstsein, und dennoch handelt es sich hier um eine Operation, die man in der Physik nicht immer ohne Bedenken ansieht, nämlich um eine Interpolation. Während des Schlafes und der anderen Zustände der Bewusstlosigkeit haben wir keine Zeitempfindung, und rein erfahrungsmässig müssten wir eine Unterbrechbarkeit der Zeit annehmen, wenn wir feststellen, dass nach dem Ablaufe eines solchen Zustandes

unser Zeitbewusstsein wieder beginnt. Die Erfahrung, dass von uns unabhängige Vorgänge sich während dieses für uns zeitlosen Zwischenraums ungestört weiter abspielt haben, veranlasst uns zu der Annahme, dass die erlebte Unterbrechung unserer Zeitempfindung nur eine scheinbare war, und dass tatsächlich die Zeit ununterbrochen verlaufen war. Wie bekannt, hat sich die Zweckmässigkeit dieser Annahme immer bewährt; wir haben keine Ursache, sie fallen zu lassen, müssen aber zugestehen, dass die Vorstellung von der Stetigkeit des Zeitverlaufes auf einem Induktionsschluss oder einer Übereinkunft mit nachfolgender erfahrungsmässiger Bestätigung ihrer Zweckmässigkeit beruht, und somit vor ähnlichen Schlüssen, wie sie zu den gewöhnlichen Naturgesetzen führen, nichts voraus hat.

Eine zweite Eigenschaft der Zeit ist ihre lineare Beschaffenheit. Dies Wort ist ein Bild, und soll besagen, dass die Zeit eine stetige Grösse von solcher Beschaffenheit ist, dass man von jedem bestimmten Werte nach einem anderen Werte nur auf eine Weise gelangen kann. Die Bezeichnung der Zeit als einer eindimensionalen Mannigfaltigkeit drückt dasselbe Verhältnis mittels des gleichen Bildes aus; die eben gegebene Definition scheint mir die voraussetzungsloseste zu sein.

Von dieser Eigenschaft der Zeit wüsste ich keine empirischen Ausnahmen, die durch Interpolation ergänzt werden, zu nennen.

Eine dritte Eigenschaft will ich die Eindeutigkeit der Zeit nennen. Es soll damit gesagt werden, dass die Zeit während ihres Verlaufes niemals auf einen Punkt oder Wert zurückgelangt, auf dem sie sich bereits einmal befunden hat. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Eigentümlichkeiten der Zeit von denen einer Linie, mit der sie nach anderer Seite Ähnlichkeit hat, denn eine Linie kann leicht so gezogen werden, dass ein Punkt mehrmals vorkommt, oder dass sie sich selbst schneidet; die Zeit schneidet sich selbst nie.

Bei diesem Gesetz handelt es sich gleichfalls, wie mir scheint, um eine Art Interpolation, und zwar in solchem Sinne, dass wir uns nicht immer der wesentlichen Verschiedenheit eines bestimmten Zeitgebietes von einem anderen bewusst sind. Sitzen wir beispielsweise am Ufer des Meeres und lassen das Schauspiel der heranbrandenden Wogen auf uns wirken, so beginnen wir bald die Fähigkeit zu verlieren, die einzelnen Fälle dieser sich regelmässig wiederholenden Erscheinung als individuell zu unterscheiden, und haben den Eindruck, als wiederhole sich die gleiche Zeiterscheinung immer wieder von neuem. Aus der Thatsache, dass andere Erscheinungen, die nicht periodisch sind, oder die eine wesentlich andere Periode haben, wie z. B. der Sonnenstand, während dieser Empfindungen sich stetig geändert haben, schliessen wir, dass es sich auch bei jenen wiederkehrenden Empfindungen um einen eindeutigen Verlauf in dem eben definierten Sinne gehandelt hat, und eine genauere Beobachtung lässt uns diese Deutung nicht nur als möglich, sondern als notwendig erkennen. Denn tatsächlich ist es möglich, in allen derartigen periodischen oder wiederkehrenden Erscheinungen individuelle Eigentümlichkeiten jedes einzelnen Falles nachzuweisen.

Viertens ist der Verlauf der Zeit einsinnig. Mit diesem Worte will ich die Thatsache bezeichnen, dass zwei Zeitpunkte nicht nur durch ihren Abstand unterschieden sind, sondern auch durch ihre Folge, derart, dass man den einen dieser Zeitpunkte als früher, den anderen als später bezeichnet. Dieses Verhältnis ist absolut,

und man kann es nicht umwecheln, man kann auf keine Weise eine einmal gegebene Zeitfolge thatsächlich umkehren.

Was hiermit gemeint ist, wird vielleicht wieder an einem räumlichen Bilde deutlicher. Habe ich zwei Punkte, so kann ich für sie auch eindeutig einen bestimmten Abstand angeben, wie bei zwei Zeitpunkten; in den räumlichen Beziehungen liegt aber nichts, was mich zwingt, noch einen Unterschied der Reihenfolge zwischen den beiden Punkten anzunehmen. Erst wenn ich noch einen dritten Punkt in die Betrachtung einbeziehe, kann ich einen solchen Unterschied angeben, indem im allgemeinen der eine näher an diesem ist, als der andere. Bei der Zeit ist aber der erwähnte Unterschied bereits vorhanden, wenn nur zwei Punkte gegeben sind, denn schon an zweien kann man ein Früher und Später unterscheiden.

Fragt man nach den Ursachen, durch welche wir der Zeit diese vier Eigenschaften zuzuteilen uns veranlasst sehen, so findet man sehr verschiedenartige Quellen. Die Stetigkeit ist eine sehr allgemeine Voraussetzung für unser Denkvermögen und hängt eng mit dem Ich-Begriff zusammen; wir wollen auf diesen Punkt nicht eingehen. Ebenso dürfte die lineare Beschaffenheit der Zeit auf psychophysische Quellen zurückführbar sein. Deshalb finden wir auch bei den weitgehendsten wissenschaftlichen Abstraktionen diese beiden Eigenschaften der Zeit immer gewahrt. Nicht so ist es mit den beiden anderen. Gerade in dem entwickeltsten, weil abstraktesten Gebiete der Physik, in der Mechanik, bediente man sich von jeher eines Zeitbegriffes, dem die beiden letzteren Eigenschaften nicht zukommen. Die Zeit der abstrakten oder reinen Mechanik ist eine gewöhnliche lineare Grösse; zwischen zwei Zeitpunkten giebt es nur einen messbaren Abstand, aber keinen sonstigen wesentlichen Unterschied, es kann jeder von ihnen beliebig als der frühere oder spätere gelten. Ebenso ist es ganz unwesentlich für die Mechanik, dass unsere empirische Zeit sich als eindeutig darstellt; in den periodischen Bewegungen haben wir Vorgänge, welche sich für verschiedene, äquidistante Zeitpunkte als vollkommen übereinstimmend darstellen, für die es also unendlich viele Werte der Zeit giebt, bei denen alle anderen Veränderlichen genau dieselben Werte annehmen, so dass dieser Zeit unendlich viele Überschneidungen in gleichen Abständen zukommen.

Unsere gewohnte Methode der Zeitmessung giebt uns eine gute Anschauung von dieser Art Zeit: an der Uhr wiederholen sich alle zwölf Stunden genau dieselben Stellungen, und wenn wir nur nach diesen urteilen wollten, so würden wir der Zeit kein stetiges Fortschreiten zuschreiben, sondern sagen, dass sie sich alle zwölf Stunden wiederholt. Das Gleiche gilt für die Weltenuhr, die Achsendrehung der Erde und ihren Umschwung um die Sonne: für jede dieser Bewegungen finden wir eine genaue Wiederholung, und wenn wir auch aus theoretischen Gründen annehmen, dass diese Bewegungen nicht ganz genau periodisch sind, so handelt es sich hier doch nur um Schlüsse, die an den thatsächlichen Beobachtungen noch keine unzweideutige Bestätigung erfahren haben.

Was eben dargelegt worden ist, gilt für die Bewegungen im Sinne der abstrakten Mechanik, und für die astronomischen Vorgänge, die solchen Vorgängen erfahrungsgemäss ganz nahe kommen. Alle irdischen Bewegungen zeigen dagegen einen charakteristischen einsinnigen Verlauf in der Zeit, und zwar in solchem Sinne, dass sie zuletzt immer abnehmen und aufhören. Für die irdischen Bewegungen giebt es

also einen wesentlichen Unterschied zwischen Anfang und Ende, zwischen früher und später. Welcher neue Umstand tritt hier auf, der diesen Unterschied hervorbringt?

Nun, wir wissen alle, dass die Reibung jeden bewegten Körper schliesslich zur Ruhe kommen lässt. Auch in der Mechanik zeigt sich bei der Berücksichtigung der Reibung ein wesentlich neuer Umstand. Während in der abstrakten Mechanik, die auf die Reibung keine Rücksicht nimmt, die Zeit nur im Quadrat erscheint, und also in ihrer ersten Potenz beliebig positiv oder negativ angenommen werden kann, tritt mit der Reibung die Zeit in ungerader Potenz in den Gleichungen auf, und lässt einen wesentlichen Unterschied zwischen positiver und negativer Zeit, d. h. zwischen vorschreitender und rückwärts gerechneter Zeit erkennen.

Der hieraus zu ziehende Schluss, dass durch die Thatsache der Reibung unser Zeitbegriff den so überaus charakteristischen einsinnigen Inhalt bekommt, sieht einigemassen wunderlich aus. Man möchte einer so zufälligen Erscheinung, wie der Reibung, einen so fundamentalen Einfluss nicht zugestehen. In der That würde dieser Schluss, wenn auch nicht falsch, so doch unvollständig sein. Es sind noch andere Quellen für dies selbe Element des Zeitbegriffes vorhanden; sie gehören aber zu derselben Klasse von Erscheinungen wie die Reibung, und man bezeichnet sie allgemein als Dissipations- oder Zerstreuvorgänge. Hierzu gehört die Wärmeleitung, der elektrische Widerstand, die magnetische Hysterisis, die chemische Reaktionsgeschwindigkeit und noch manches andere.²

Alle diese Erscheinungen haben eine doppelte Beziehung zur Zeit. Einmal geben sie ihr den erwähnten einsinnigen Charakter; dann aber sind sie alle neue und unabhängige Quellen des Zeitbegriffes selber.

Vergegenwärtigen wir uns die oben erwähnten Mittel der Zeitmessung, so beruhen sie auf den Eigenschaften der Bewegungsenergie; sie sind ein Ergebnis der beiden Grundgesetze von der Erhaltung der Energie und der Masse. Ausser den hierauf beruhenden Mitteln der Zeitmessung haben wir aber noch andere, die allerdings heute kaum mehr im Gebrauch sind, aber doch früher praktisch waren. So lesen wir, dass Karl der Grosse die Stunden der Nacht nach der Länge seiner brennenden Kerze mass; er machte also die (ganz berechtigete) Voraussetzung, dass in gleichen Zeiten gleiche Stücke der Kerze herunterbrennen würden. Dieser Vorgang hat gar nichts mit jenem kinetischen Mittel der Zeitmessung zu thun; vielmehr beruht Karls des Grossen Kerzenuhr auf dem chemischen Satze, dass unter konstanten Umständen die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion konstant bleibt, d. h. die hier chemisch gemessene Zeit der kinetisch gemessenen proportional ist.

Ebenso könnten wir auf jeden der anderen genannten dissipativen Vorgänge einen Zeitmesser gründen, wenn auch vielleicht auf manchen von ihnen nur schwierig. Jedemal würde die so erhaltene Zeit der kinetischen proportional sein, daneben aber den wesentlichen Charakter der Einsinnigkeit besitzen. Diese Proportionalität wird durch eine Reihe wichtiger Naturgesetze ausgedrückt, unter denen das Ohmsche Gesetz der Elektrizitätsleitung eines der bestbekanntesten Beispiele ist.

In den dissipativen Vorgängen haben wir somit eine neue und wichtige Quelle des Zeitbegriffes, durch welche einige von ihren charakteris-

² Fußnote im Original: Die Grundlagen dieser Gedankenreihe sind in Gesprächen entstanden, welche ich mit Th. Des Coudres geführt habe, dem ein wesentlicher Anteil daran zukommt.

tischsten Eigentümlichkeiten erst bedingt werden. Nennen wir diese Zeit im Gegensatz zur mechanischen Zeit die dissipative, so werden wir ausser dem Unterschiede, dass nur in der letzteren die Einsinnigkeit erscheint, noch einen zweiten wesentlichen Unterschied nachweisen können. Die mechanische Zeit ist ihrer Grösse nach einwertig; haben wir die in Betracht kommenden Elemente des Raumes, der Masse und der Energie bestimmt, so ergibt sich für die Zeit ein ganz bestimmter Wert, unabhängig von der sonstigen Beschaffenheit der Masse. Diese Unabhängigkeit findet sich bei der dissipativen Zeit nicht wieder; jede Bestimmung der Zeit mittels eines solchen Vorganges ergibt eine neue Einheit, die von der Beschaffenheit des zur Bestimmung dienenden Körpers abhängt. Um dies deutlicher zu machen, denken wir uns beispielsweise die Zeit durch die Menge eines elektrischen Stromes gemessen, der durch einen gegebenen Leiter fliesst. Wenn wir alle räumlichen Abmessungen des Leiters unverändert lassen, ihn aber seiner chemischen Natur nach ändern, so erhalten wir eine andere Strommenge; ersetzen wir einen kupfernen Draht durch einen ganz gleichgeformten aus Eisen, so wird alsbald die galvanisch gemessene Zeiteinheit rund achtmal grösser im Verhältnis zu einer anderweit gemessenen Zeit, weil wir sagen, dass das Eisen einen achtmal grösseren Widerstand hat, als das Kupfer. Oder um auf unser früheres Beispiel zurückzukommen: wenn Karl der Grosse an Stelle seines Wachlichtes eines aus Stearin oder aus Paraffin benutzt hätte, so wäre auch bei ganz gleicher Form der Kerze seine Zeiteinheit eine andere geworden, und der chemische Einfluss auf die Zeitmessung wäre auch hier ersichtlich gewesen.

Man darf diese Erörterungen nicht als unwesentlich ansehen. Denn wenn Sie sich dessen erinnern, was über die Auffassung der Zeit durch verschieden organisierte Lebewesen gesagt worden war, so werden Sie im Lichte der jetzigen Betrachtungen dessen inne werden, dass jene grossen Unterschiede auf den eben betrachteten Umstand zurückzuführen sind: weil die chemischen Vorgänge, mit denen das Leben verknüpft ist, bei diesen verschiedenen Organismen mit wesentlich verschiedener Geschwindigkeit verlaufen, erhalten sie ein ganz verschiedenes individuelles (dissipatives) Zeitmass, demzufolge die entsprechende Zeit, gemessen an der als konstant angesehenen mechanischen Zeit von Fall zu Fall wesentlich verschieden erscheint.

Und nun, nachdem vielleicht mancher von Ihnen bereits ungeduldig gefragt hat, was denn diese Erörterungen mit der physikalischen Chemie zu thun haben, stehen wir mitten in ihr darin. Die Frage nach der Geschwindigkeit chemischer Vorgänge ist eine Hauptfrage dieser Disciplin, und wir sehen, dass ihre Beantwortung nicht nur ein Kapitel der Wissenschaft vervollständigen, sondern Licht auf die allerfundamentalsten Fragen der Psychologie und somit der Philosophie werfen wird.

Was nun die Gesetze anlangt, die für die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen gelten, so ist das grundlegende unter ihnen bereits vor mehr als hundert Jahren von dem sächsischen Chemiker Wenzel ausgesprochen worden. Es lautet dahin, dass unter sonst gleichen Umständen die Geschwindigkeit der Konzentration des wirkenden Stoffes proportional ist. Die spätere Forschung hat im wesentlichen die Aufgabe gehabt, die verschiedenen Anwendungsformen dieses Gesetzes zu ermitteln; es ist von der Erfahrung im weitesten Umfange bestätigt worden.

Als man indessen auf Grund dieses Gesetzes die Verhältnisse verschiedener chemischer Vorgänge genauer untersuchte, da ergab sich, dass neben der Natur der wir-

kenden Stoffe, ihrer Konzentration und der Temperatur, von welchen Grössen ihr Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit bekannt war, noch andere Umstände sich wirksam zeigten, deren Wirkungsweise von allen bekannten Verhältnissen verschieden war. Es wurde beobachtet, dass, wenn eine bestimmte Reaktion unter bestimmten Umständen mit bestimmter Geschwindigkeit vor sich ging, die Gegenwart ausserordentlich kleiner Mengen fremder Stoffe, d. h. solcher, die sich an der Reaktion nicht in ersichtlicher Weise beteiligen, dieses Tempo im höchsten Masse zu ändern vermag.

Daraus ergibt sich eine ganz besondere Mannigfaltigkeit des Zeitmasses, wie es sich aus chemischen Vorgängen ableiten lässt. Während eine Wärme- oder Elektrizitätsleitung, eine Diffusion oder ein ähnlicher dissipativer Vorgang im allgemeinen durch die Gegenwart geringer Mengen fremder Stoffe nur in entsprechend geringem Grade beeinflusst wird, haben wir es hier mit ganz unverhältnismässig grossen Einflüssen zu thun, denen ausserdem noch ein ganz individueller Charakter zukommt. Denn ein Stoff, welcher das Zeitmass irgend einer bestimmten chemischen Reaktion in höchstem Masse beeinflusst, erweist sich oft anderen Reaktionen gegenüber als ganz unwirksam, und umgekehrt.

Die Thatsachen, welche dieser Darstellung zu Grunde liegen, sind zum Teil lange bekannt; der erstuntersuchte derartige Prozess, die Umwandlung der Stärke in Zucker durch Kochen mit verdünnten Säuren, der von Kirchhoff in Petersburg beobachtet worden ist, wurde vor mehr als hundert Jahren bekannt gemacht. Seitdem hat die Zahl ähnlicher Fälle sehr zugenommen. Auch zu ihrer wissenschaftlichen Bewältigung wurde, bereits in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts durch Eilhard Mitscherlich und Jacob Berzelius ein Versuch gemacht. Doch fand dieser Versuch keinen Boden; es wurde zwar einiges Wichtige dieser Erscheinungsgruppe hervorgehoben und durch den Namen der katalytischen Erscheinungen zusammengefasst, doch fehlte es an der sachgemässen Auffassung dieser Erscheinungen als Änderungen der Reaktionsgeschwindigkeit. Dieser letzte Schritt ist erst vor wenigen Jahren gethan worden, und ich stehe nicht an, ihn als den Anfang für die systematische Bearbeitung des ganzen grossen und wichtigen Gebietes zu bezeichnen.

Um Ihnen die Thatsachen, die wir erörtern, anschaulich zu machen, habe ich einige Versuche vorbereitet, die Ihnen den Einfluss solcher katalytischer Beschleuniger und Verzögerer vor Augen führen.

Hier habe ich eine verdünnte (etwa $\frac{1}{100}$ -norm.) Lösung von Jodkalium, die mit einer äquivalenten Menge Kaliumbromat und Essigsäure versetzt wird. Aus einem solchen Gemisch scheidet sich freies Jod, das durch etwas Stärke sichtbar gemacht wird, nur sehr langsam ab, so dass es, nachdem die beginnende Bläuung durch eine Spur einer ebenso verdünnten Lösung von Natriumthiosulfat beseitigt ist, mehrere Minuten lang farblos bleibt. Setzt man nun einen an einem Glasstabe hängenden Tropfen verdünnter Kaliumbichromatlösung zu, so bläut sich die Flüssigkeit in wenigen Augenblicken. Das ist nicht etwa eine Oxydationswirkung des Bichromats; denn nehmen wir die blaue Farbe der Jodstärke durch etwas Natriumthiosulfat weg, so lässt sich an der blassgelben Farbe der Lösung erkennen, dass das Kaliumbichromat gar nicht reduziert worden ist, sondern sich unverändert erhalten hat.

Noch auffälliger wird der Versuch, wenn wir eine Spur Eisenvitriollösung zufügen. Dieser Stoff kann gar nicht oxydierend wirken, er ist im Gegenteil ein kräftiges Reduktionsmittel, und dennoch beschleunigt er gleichfalls in kleinsten Mengen den

Vorgang. Die Jodkalium-Bromatlösung färbt sich wieder in wenigen Augenblicken nach dem Umrühren mit einem in Eisenvitriollösung getauchten Glasstabe tief blau.

Lernen wir hier Beschleunigungen durch kleinste Mengen zugesetzter Stoffe kennen, so können wir in anderen Fällen Verzögerungen hervorrufen. Eine verdünnte Lösung von Natriumbiosulfat wird, wie bekannt, auf Zusatz von Säuren nicht sofort trübe, sondern erst nach einiger Zeit. Setzt man zu einer von zwei gleichen Proben einer derartigen Lösung etwas schweflige Säure, so tritt die Trübung hier erst viel später ein. Allerdings handelt es sich in diesem Falle wahrscheinlich nicht um eine Katalyse im eigentlichen Sinne, sondern um eine Folge des Massenwirkungsgesetzes, doch sind andere, zur Demonstration allerdings weniger geeignete Vorgänge bekannt, welche unzweifelhafte Verzögerungskatalysen darstellen.

Wir haben somit in den Katalysatoren ein Mittel, das Zeitmass chemischer Vorgänge mittels eines Minimums fremder Stoffe, theoretisch gesprochen ohne jeden Arbeitsaufwand, um das tausend- und millionenfache zu beschleunigen oder zu verzögern. Was ein solches Mittel für den Organismus bedeutet, dessen gesamte Thätigkeit wesentlich auf der Regelung des Ablaufes gleichzeitiger Vorgänge beruht, kann ich hier nicht auszuführen versuchen. Ich möchte nur meine Überzeugung dahin aussprechen, dass man die Wichtigkeit dieser Dinge für das organische Leben kaum überschätzen kann, wenn man sie auch noch so hoch anschlägt.

Aber es wird die Bedeutung des Gebietes vielleicht noch anschaulicher zeichnen, wenn ich Ihnen seine technische Anwendung nahelege. Um bei mechanischen Maschinen Geschwindigkeit zu gewinnen, muss man immer eine entsprechend grössere Arbeit aufwenden: ein Schnellzug verbraucht viel mehr Kohlen, als ein gleich schwerer Lastzug, der dieselbe Strecke, nur mit geringerer Geschwindigkeit fährt. Ebenso verhält es sich mit anderen Formen der Arbeit; eine galvanische Kette wird um so vorteilhafter arbeiten, je geringer die Stromstärke ist, d. h. je langsamer man ihr die Arbeit entnimmt; will man in derselben Zeit mehr leisten, so muss man nicht nur entsprechend mehr Arbeit aus der Kette entnehmen, sondern sie muss darüber noch ein Plus liefern, welches nicht in Arbeit übergeht, sondern nur zur Überwindung des Widerstandes dient. Es wachsen mit anderen Worten die Widerstandsverluste bedeutend schneller in derselben Zeit, als die erhaltenen Arbeiten.

Wir müssen also in den anderen Gebieten der Technik Geschwindigkeit durch Energievernutzung erkaufen. Nur bei chemischen Vorgängen kommen wir um diese Notwendigkeit herum; hier genügt der Zusatz eines Katalysators, der durch den Vorgang selbst nicht verbraucht wird, um die Geschwindigkeit in weitgehender Weise zu erhöhen. Hier bekommen wir also die wegen der Kapitalverzinsung so wesentliche Geschwindigkeit der technischen Prozesse geschenkt. Um zu sehen, was eine derartige Möglichkeit in der Technik für eine Bedeutung hat, braucht man sich nur zu denken, dass eine Fabrik ohne wesentlichen Mehraufwand an Maschinen oder Apparaten ihre Produktion vervielfachen, oder dass ein Eisenbahnzug mit derselben Kohlenmenge die mehrfache Geschwindigkeit erreichen könnte. Das würde ebenso wirken, wie die Anwendung eines passenden Katalysators auf einen chemischen Betrieb thatsächlich wirken kann.

Es ist bemerkenswert genug, dass die Technik sich unbewusst seit längerer Zeit dieses Hilfsmittels bedient. Die wesentlichsten chemischen Gewerbe, vor allem Backen und Brauen, sodann aber auch die Schwefelsäurefabrikation, viele Gebiete der

Färberei, Bleicherei und andere machen von katalytischen Vorgängen ausgedehnten Gebrauch. Nur geschieht dies zur Zeit bloss empirisch und häufig ohne alles Bewusstsein von der besonderen Rolle der Katalysatoren. Doch hat gerade in letzter Zeit auch die bewusste Anwendung katalytischer Vorgänge in der Technik begonnen, und zwar infolge von Anregungen, die aus den wissenschaftlichen Arbeiten unseres physikalisch-chemischen Instituts hervorgegangen sind.

So werden Sie es verstehen, dass ich zur Zeit das Gebiet der katalytischen Erscheinungen für das halte, in welchem uns der nächste wesentliche Fortschritt der allgemeinen Chemie bevorsteht. Welche Gestalt dieser Fortschritt annehmen wird, lässt sich ungefähr absehen, doch muss ich mir versagen, dies ausführlicher darzulegen; ebensowenig darf ich von den im Gange befindlichen Versuchen reden, in das Gebiet messend einzudringen. Aber ich hoffe doch, Ihnen, den engen Zusammenhang näher gebracht zu haben, den die scheinbar verschiedenartigsten Fragen miteinander haben. Gerade die physikalische Chemie ist berufen, solche Zusammenhänge aufzudecken und zu verfolgen, und so sehen wir, dass diese neue Disziplin, weit entfernt, die vielbeklagte Zersplitterung der Wissenschaft noch weiter zu vermehren, gerade ein überaus wirksamer Faktor für ihre endliche Wiedervereinigung ist. In solchem Sinne habe ich versucht, das alte Institut zu leiten, und ich bin sicher, Ihre Billigung zu erfahren, wenn ich auch für das neue den gleichen Gesichtspunkt festhalte.

Assistenten am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig 1897-1906

bearbeitet von Karl Hansel

Als Ostwald 1887 den Lehrstuhl für physikalische Chemie mit dem II. chemischen Laboratorium an der Universität Leipzig übernimmt, besteht sein neues Reich aus drei Abteilungen: der pharmazeutischen, der physikalisch-chemischen und der Abteilung für die Ausbildung der Lehramtsanwärter. Für jedes Fachgebiet ist ein Assistent vorgesehen.

Zum Wintersemester 1895/96 wird mit Georg Bredig ein vierter Assistent eingestellt. Für diese Veränderung gab es mehrere Gründe. Ein Institutsneubau für die physikalische Chemie ist genehmigt und damit eine Erhöhung der Assistentenzahl. Ostwald geht daran, sich von unbequemen Verpflichtungen zu befreien. Bereits im November 1894 hat er der Fakultät den Vorschlag unterbreitet, ein Institut für angewandte Chemie einzurichten. Vom Januar 1895 datiert ein entsprechendes Antragschreiben an das Ministerium. Ernst Beckmann ist bereit nach Leipzig zurückzukommen und das Ordinariat zu übernehmen. Der Wechsel des Assistenten für die pharmazeutische Abteilung Theodor Paul an das neue Institut für angewandte Chemie ist absehbar.

Max Le Blanc ist inzwischen Extraordinarius und folglich auch nur noch mit einem Bein im II. chemischen Laboratorium. Außerdem muß er im Sommersemester 1896 Ostwalds Vorlesungen übernehmen, da dieser vom Ministerium ein Urlaubssemester zur Wiederherstellung seiner angegriffenen Gesundheit bewilligt bekommen hat.

Zum Herbst 1896 geht Le Blanc nach Frankfurt. Im Sommer 1897 wird Dr. Robert Luther als weiterer Assistent eingestellt. Er ist Absolvent der Universität Dorpat und hat bereits Erfahrungen als Assistent bei Prof. Beilstein in Petersburg gesammelt. Sein Abschluß (Kandidat der Chemie) ist aber in Leipzig nicht vollwertig und berechtigt nicht zum Eintreten in die akademische Laufbahn. Deshalb hat er seit SS 1894 Vorlesungen besucht, im Labor gearbeitet und 1896 promoviert.

Im Herbst 1897 wird das neue Institut bezogen und am 3. Januar 1898 glanzvoll eingeweiht. Es besitzt nur noch zwei Abteilungen – für Lehramtsanwärter und für physikalische Chemie.

In den Personalverzeichnissen der Universität Leipzig werden vom Wintersemester 1897/98 bis zum Sommersemester 1906 am Physikalisch-chemischen Institut folgende Assistenten geführt (in alphabetischer Reihenfolge):¹

¹ Georg Bredig, Robert Luther und Julius Wagner wurden bereits als Assistenten am II. chemischen Laboratorium genannt. Vgl.: Assistenten am II. chemischen Laboratorium vom WS 1887/88 bis SS 1897. In: Mitt. der Wilhelm-Ostwald-Ges. (1997), Nr. 1, S. 43-46

Emil Baur (1873-1944)

1911 Prof. f. physik. Chemie an der ETH Zürich

Max Ernst August Bodenstein (1871-1942)

1923 Prof. f. physik. Chemie an der Univ. Berlin

Wilhelm Carl Böttger (1871-1949)

1909 a.o. Prof. f. analyt. Chemie an der Univ. Leipzig

Otto Eberhard Hermann Brauer (1875-1958)

1924 Ltr. des Destillationsbetriebes bei Schimmel & Co. in Miltitz

Carl Gottfried Drucker (1876-1959)

1911 a.o. Prof. f. physik. Chemie an der Univ. Leipzig

C. A. Ernst (1870-...)

(spätere Tätigkeit unbekannt)

Carl Fredenhagen (1877-1949)

1923 Prof. f. physik. Chemie an der Univ. Greifswald

Herbert Freundlich (1880-1941)

1919 stellv. Dir. des Kaiser-Wilhelm-Institutes f. physik. Chemie in Berlin

Christian Füchtbauer (1877-1959)

1935 Prof. f. Experimentalphysik an der Univ. Bonn

Oscar Gros (1877-1947)

1925 Prof. f. Pharmakologie an der Univ. Leipzig

Johann Ritter von Halban (1877-1947)

1930 Prof. f. physik. Chemie an der Univ. Zürich

Paul Alwin Mittasch (1869-1953)

1922 Leiter des Forschungslabors der BASF in Oppau, stellv. Direktor

Walter Neumann (1881-)

(spätere Tätigkeit unbekannt)

Wilhelm August Schmidt (1870-1927)

1899 Prof. f. Chemie an der Egypt. Gouvernm. School of Medicine and Pharmacy
Cairo

Für die zeitliche Abfolge ergibt sich das folgende Bild:

	W S 1898	W S 1899	W S 1900	W S 1901	W S 1902	W S 1903	W S 1904	W S 1905	W S 1906
Wagner	H H	H H	H H	H P	P P				
Bredig	D D	D D	D D	D H					
Luther	D D	D D	D H	H H	H H	H H	H P	P P	P P
Smith	C D								
Schmidt		D							
Böttger		D	D D	D D	D D	D D	D H	U U	U H
Bodenstein				H	H H	H H	H H	P P	P P
Brauer					D				
Ernst					D				
Gros					D D	D			
Mittasch					D	D D			
Füchtbauer					C	C			
Fredenhagen						D	D		
Neumann							C C	C C	D D
Drucker							D D	D D	H H
v. Halban							D	D D	D D
Freundlich							D	D D	D D
Baur								H	

Assistenten am PCI, zusammengestellt nach den Eintragungen in den Personalverzeichnissen der Universität Leipzig

C = cand. chem. oder cand. phil.,

D = Dr. phil.

H = Privatdozent,

P = a.o.Professor

U = Urlaubssemester,

fett = staatl. Finanzierung

Erster Assistentenzugang am neuen Institut ist cand. chem. William A. Smith (ab Wintersemester 1898/99 Wilhelm August Schmidt). Im Sommer 1899 erhält er auf Vermittlung Ostwalds und Beckmanns eine Stelle in Kairo. Dort beschäftigt sich Schmidt u.a. mit medizinischen Untersuchungen an Mumien. An Schmidts Stelle tritt Wilhelm Böttger, ein Absolvent des II. chemischen Laboratoriums, der nach seiner Promotion 1897 bereits zwei Semester als Assistent bei Otto Wallach in Göttingen gearbeitet hat.

Am 28. Dezember 1900 legen der Ministerialdirektor Dr. Waentig im Auftrag des Ministers und Ostwald in einem Gespräch die weitere Verfahrensweise für den Betrieb des PCI fest. Das entsprechende Protokoll enthält u.a. folgende Festlegungen:²

* Dr. Luther wird als Subdirektor eingesetzt.

* dem Subdirektor sind vier Assistenten unterstellt, vorbehaltlich einer späteren Erhöhung ihrer Zahl.

² Sächs. Hauptstaatsarchiv, Min. f. Volksbildung, Akte 10145/34

1. Assistent Dr. Bredig mit 1800 M aus der Staatskasse
2. Assistent Dr. Wagner mit 1200 M aus der Staatskasse
3. Assistent Dr. Böttger mit 1200 M, davon 1000 M aus der Staatskasse und 200 M von Ostwald,
4. Assistent Dr. Bodenstein mit 1200 M von Ostwald.

Im Herbst 1901 wechselt Bredig nach Heidelberg. Sein Nachfolger ist Max Bodenstein, Privatdozent aus Heidelberg und Schüler Victor Meyers. Am 4.5.1900 erhält er die *venia legendi* der Leipziger Universität und nimmt laut Personalverzeichnis die Tätigkeit am PCI mit dem Sommersemester 1901 auf. Alwin Mittasch, von dem weiter unten noch die Rede sein wird, schreibt dagegen in seinen „Erinnerungen“³, bereits im Frühjahr 1900 mit dem Institutsassistenten Bodenstein bei Ostwald wegen eines Dissertationsthemas vorgesprochen zu haben.

Julius Wagner wird zum a.o. Professor ernannt. Er wird aber weiterhin als Assistent geführt, was fast eine Verdopplung seiner Bezüge bedeutet. Mit dem Wechsel in der Institutsleitung 1906 wird dieses Privileg beseitigt.

Die nächsten Neueintragen in Personalverzeichnis sind zum Wintersemester 1901/02 Dr. Eberhard Brauer, Dr. Charles Ernst, ein amerikanischer Staatsbürger, und der bisherige Assistent an der Bergakademie Clausthal Dr. Oscar Gros. Dr. Brauer war nach eigenen Angaben bereits während des Studiums Privatassistent bei Ostwald. Er geht im Dezember 1901 nach Niederlehme bei Königswusterhausen, um in Ostwalds Auftrag eine Versuchsanlage für die Ammoniakoxydation zu Salpetersäure aufzubauen. Daran schließen sich Aufenthalte in Griesheim und Bochum an, in deren Verlauf die erste Industrieanlage zur Salpetersäureproduktion entsteht. Ch. Ernst wird im Sommersemester 1902 nicht mehr im Personalverzeichnis geführt. Es ist zu vermuten, daß er die Assistentenstelle aus persönlichen Gründen nicht angetreten hat. Über seinem weiteren Lebensweg liegen keine Kenntnisse vor.

Im Sommersemester 1902 füllen cand. chem. Christian Füchtbauer und Dr. Alwin Mittasch die Reihen auf. Dr. Gros scheidet zum Sommersemester 1903 aus und nimmt ein Medizinstudium auf. 1906 tritt er als Assistent in das Pharmakologische Institut der Universität Leipzig ein. In einem Schreiben des Ministeriums an die Fakultät vom 3.3.1903⁴ heißt es dazu: *„Der bisherige Assistent Dr. Gros wird entlassen und an seiner Stelle Dr. C. Fredenhagen vom 1.3.1903 gegen eine vom Institutsdirektor zu gewährende Besoldung eingestellt und in die Pflicht genommen.“*

Mittasch erwähnt in den oben zitierten „Erinnerungen“ Ostwalds besondere Zuneigung für Schüler mit unregelmäßiger Vorbildung. Er wird mit 1200 DM Fixum eingestellt. Luther nennt Mittasch in einem Schreiben an Ostwald vom 10.8.1902⁵ den tüchtigsten unter den jungen Leuten. Auf Ostwalds Vorschlag einer Hochschullaufbahn geht Mittasch nicht ein, „wegen der damit verbundenen Nötigung, ein Gymnasialabitur nachzuholen“. Er sucht sich zum Herbst 1903 eine Stelle in der Industrie, wo er ein Forscher allererster Güte wird.

³ Mittasch, Alwin: Erinnerungen an Wilhelm Ostwald. In: Zeitschr. f. angew. Chem. 65 (1953), Nr. 20, S. 508-510

⁴ vgl. UAL Phil. Fak., Nr. B 1, Bd. 1, Phys.-chem. Inst. 1903-1945, Bl. 1

⁵ vgl. Briefwechsel Ostwald-Luther, ArBdW (WOA 1869)

Füchtbauer gibt im Frühjahr 1903 seine Stelle im PCI wieder auf. Über seinen Aufenthalt in den folgenden zwei Semestern liegt keine Information vor. Ab April 1904 arbeitet er als Assistent am Würzburger physikalischen Institut bei Prof. Wien. Die Promotion erfolgt im Sommer 1904 bei Ostwald in Leipzig.

Eine enge Beziehung zur Physik hat auch Fredenhagen. Nach der Promotion im Februar 1902 bei Nerst in Göttingen wird er im Personalverzeichnis der Universität Leipzig vom Sommersemester 1902 bis Wintersemester 1902/03 als Student der Chemie geführt. Im Frühjahr 1903 wechselt er auf die Stelle von Dr. Gros am PCI und nach einem Jahr auf eine neu geschaffene und regulär bezahlte Assistentenstelle am Theoretisch-physikalischen Institut zu Prof. Des Coudres, bei dem er in Göttingen bereits gearbeitet hat. Die Verbindung zum PCI bleibt aber bestehen, wie mehrere Arbeiten in der Zeitschrift für physikalische Chemie belegen. Die Habilitationsarbeit hat den Titel: Spektralanalytische Studien, die Probevorlesung erfolgt am 10.3.1906 zum Thema: Der weitere Ausbau der Theorie der Lösungen. Die Fakultät erteilt die *venia legendi* für physikalische Chemie, im folgenden Jahr erwirbt Fredenhagen die *venia legendi* für Physik.

Nach diesen relativ schnellen Wechseln der „jungen“ Leute tritt ab 1904 deutlich Stabilität ein. Im Wintersemester 1903/04 nehmen *and. phil.* Walter Neumann und Dr. Carl Drucker Assistentenstellen ein. Drucker hat das Wintersemester 1900/01 und das folgende Sommersemester als Assistent in Breslau verbracht, anschließend war er ein Semester in Göttingen. Im Sommersemester 1902 sowie im Wintersemester 1902/03 wird er im Personalverzeichnis als Studierender geführt. Die ministerielle Ernennung zum Assistenten in Ostwalds Besoldung erfolgt zum 1.5.1903.⁶ Da Luther in dem oben erwähnten Brief vom 10.8.1902 auch Drucker nennt, kann man davon ausgehen, daß dieser bereits vor dem im PV genannten Zeitpunkt am PCI tätig war. Er habilitiert sich 1905. Im gleichen Jahr promoviert Neumann.

Der Sommer 1904 bringt mit Johann von Halban und Herbert Freundlich zwei weitere promovierte Assistenten. J. von Halban hat 1901 in Wien promoviert. Im Sommersemester 1903 nimmt er in Leipzig am Lehrgang des Institutsmechanikers Köhler teil. Das Personalverzeichnis führt ihn im Sommersemester 1903 und Wintersemester 1903/04 als Hörer der Philosophie. Freundlich hat im Frühjahr 1903 promoviert. Zum 1.1.1904⁷ genehmigt das Ministerium seinen Einsatz als Assistent in Ostwalds Besoldung. Da Böttger im Wintersemester zu Noyes an das Technologische Institut (MIT) Boston geht, werden Freundlich zum 1.10.1904⁸ aus dessen Entgelt 1000 M bewilligt. Der freiwerdende Ostwaldsche Beitrag wird Emil Baur zugeordnet. Da Emil Baur bereits habilitiert ist, kann angenommen werden, daß damit sowohl die 200 M Ostwaldscher Anteil am Entgelt Böttger als auch die bisherige Besoldung Freundlich gemeint ist. Bereits im Juni 1906 legt Freundlich seine Habilitationsarbeit „Über die Adsorption in Lösungen“ vor. Die Probevorlesung am 29.10.1906 hat das Thema: Kapillarchemie und Physiologie“.

⁶ vgl. UAL, Personalakte Drucker (PA 421)

⁷ vgl. UAL, Personalakte Freundlich (PA 473)

⁸ wie FN 6

Mit dem Zugang von Baur, der aber im Frühjahr 1905 bereits an das Kaiserliche Gesundheitsamt nach Berlin zu Theodor Paul wechselt, hat die offizielle Besetzung des PCI zu Ostwalds Zeiten ihre größte Stärke erreicht.

Am 30. August 1906 scheidet Ostwald aus dem Amt. Bereits 1904 hatte er in dem Vortrag „Theorie und Praxis“ ausgeführt

„... Nun befolge ich seit einer Reihe von Jahren die Gewohnheit, außer den amtlichen [vorher mit 3 beziffert] Assistentenstellen noch zwei bis vier private zu unterhalten. Diese Privatassistenten werden nicht etwa für meine persönlichen Forschungen in Anspruch genommen – diese pflege ich selbst auszuführen – sondern sie sind an der Unterrichtstätigkeit beteiligt und entlasten so die amtlich angestellten Assistenten. Für jeden von ihnen, die amtlichen wie die privaten bleibt dadurch reichlich freie Zeit, um sich wissenschaftlich zu entwickeln, selbständige Arbeiten auszuführen und alles zu tun, um aus sich soviel zu machen, als irgend möglich ist.“

Womit ein Grund benannt sein könnte, warum während Ostwalds Amtszeit, Herbert Freundlich einbezogen, im Mittel jedes zweite Jahr an seinem Institut eine Habilitation erfolgte – 10 in 20 Jahren.

Es ist zu vermuten, daß sich Ostwalds Bemerkung in erster Linie auf die Assistentenstellen bezieht, die offiziell im Personalverzeichnis geführt sind. Leider sind nicht für alle Genannten im Archiv der Universität Leipzig Personalakten vorhanden und nicht aus jeder Akte ist ersichtlich, wie die Vergütung erfolgte. So existieren z. B. keine Unterlagen für Neumann und v. Halban. Da v. Halban aber am 4.12.1906 bei Ostwald um das ausstehendes Entgelt für sich und W. Neumann bittet,⁹ kann angenommen werden, daß auch in diesem Fall die Bezahlung aus Ostwalds Tasche kam.

Ostwald beziffert in einem Brief vom 20.3.1903¹⁰ an den Dekan der philosophischen Fakultät die eigenen Ausgaben für Assistenten etc. mit 6800 M jährlich. Welchen Betrag er in den Folgejahren aufgewendet hat, konnte bisher nicht ermittelt werden.

Weitgehend unberücksichtigt bleiben in den bisherigen Betrachtungen die eigentlichen Privatassistenten. So schreibt Brauer in einer persönlichen Erinnerung „Wie ich zu Wilhelm Ostwald kam“,¹¹ daß er vor seiner offiziellen Assistentenzeit bereits Privatassistent war und auch seine Arbeiten zur Ammoniakverbrennung als Privatassistent Ostwalds durchgeführt hat – und das bis 1908. Ivan Plotnikov schreibt,¹² daß Ostwald ihn im Sommer 1905 zum Privatassistenten ernannt hat. Auch H. W. Morse wird als Privatassistent Ostwalds bezeichnet.¹³ Weiterhin ist anzunehmen, daß die Zeiten, in denen die späteren Mitarbeiter im Personalverzeichnis noch nicht als Assistenten geführt werden, z. B. Bodenstein 1900, oder Drucker 1902/1903, zumindest teilweise durch Ostwald finanziell abgesichert wurden. Plotnikov nennt in seinen Memoiren R. Marc und F. Weigert gleichberechtigt mit den bekannten Institutsmitarbeitern, was darauf schließen läßt, daß auch sie Privatassistenten Ostwalds waren.

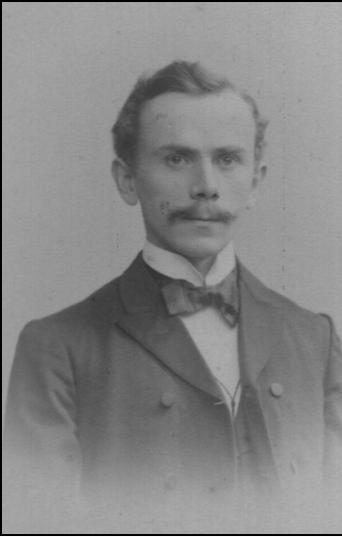
⁹ vgl. Briefwechsel Ostwald-v. Halban, ArBBdW (WOA 1055)

¹⁰ vgl. UAL Personalakte Ostwald (PA 787)

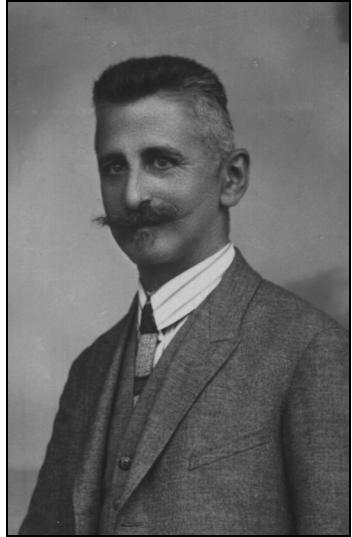
¹¹ Brauer, Eberhard: Wie ich zu Wilhelm Ostwald kam. Wilhelm Ostwald-Archiv Großbothen, Akte Brauer

¹² Aus den Memoiren Prof. Dr. Ivan Plotnikovs, ArBBAdW (WOA 5174)

¹³ Miles, Wynndham D. (Edit.): American Chemists and Chemical Engineers. Washington : American Chemical Society 1976. - S. 350



Wilhelm Karl Böttger



Max Ernst August Bodenstein



Otto Eberhard Brauer



C. A. Ernst



Oscar Gros



Paul Alwin Mittasch



Christian Füchtbauer



Carl Fredenhagen



Walter Neumann



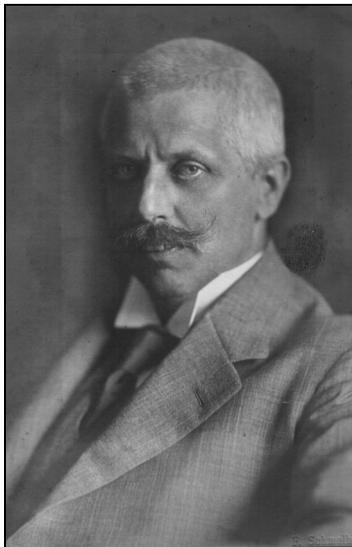
Carl Drucker



Herbert Freundlich



Johann Ritter von Halban



Emil Baur



William August Smith

Schüler und Gäste am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig 1897-1906 (3. Teil)

bearbeitet von Gerd Hammer

In den dritten Teil der Zusammenstellung von Schülern und Gästen des physikalisch-chemischen Institutes (bis 1897 II. chemisches Laboratorium) wurden Personen aufgenommen, die zum überwiegenden Teil im Anfang 1898 eingeweihten Institutsneubau gearbeitet haben.

Die Namen entstammen Gruppenfotos aus dem Institut sowie dem Fotoalbum zum 70. Geburtstag Ostwalds, dem Ostwaldschen Briefwechsel (Bitten um Arbeitsplatz, Danksagungen für Arbeitsplatz bzw. Studienaufenthalt, Bitten um Beurteilungen für Bewerbungen), persönlichen Erinnerungen der Schüler und Gäste sowie der Zeitschrift für physikalische Chemie (Mitteilungen aus dem physikalisch-chemischen Laboratorium der Universität Leipzig). Nicht alle Angaben konnten durch das Personalverzeichnis der Universität Leipzig bestätigt werden.

Als ergiebige Informationsquelle erwiesen sich die Berichte des Verbandes der Laboratoriumsvorstände an deutschen Hochschulen. Hinsichtlich der abgeschlossenen Dissertationen wurde auch auf die Jahresverzeichnisse der an den deutschen Hochschulen erschienenen Schriften bzw. auf den Dissertationsbestand des Wilhelm-Ostwald-Archivs Großbothen zurückgegriffen.

Die persönlichen Daten stammen zum überwiegenden Teil aus der Kartei der Poggendorff-Redaktion bei der Sächsischen Akademie der Wissenschaften in Leipzig. Ein Teil der amerikanischen Besucher konnten Dank der Unterstützung durch die Chemical Heritage Foundation, Philadelphia aufgeklärt werden.

Form der Darstellung:

- a) Eintragung in das Personalverzeichnis der Universität Leipzig,
- b) Titel der Veröffentlichung(en) in der Zeitschrift für physikalische Chemie,
- c) Titel der Dissertation, Datum der Verteidigung

Binder, Erich (1881-...)

- a) SS 1900-WS 1903/04
- b) „Beiträge zur Geschichte des chemischen Unterrichts an deutschen Mittelschulen.“; verteidigt 1903 (bei Wagner)

Bjerrum, Nils Janniksen (1879-1958)

1920 Prof. für Chemie an der Königl. Veterinär- u. Landbau-HS Kopenhagen

- a) SS 1905
- b) „Über die Elimination des Diffusionspotentials zwischen zwei verdünnten Lösungen durch Einschalten einer konzentrierten Chlorkaliumlösung.“; 53 (1905), Nr. 4, S. 428
- c) verteidigt in Kopenhagen 1908

Blanchard, Arthur Alphonso (1876-1956)

1924 Assoc. Prof. für Chemie an der Harvard Univ. Cambridge, Mass.

- a) WS 1900/01-SS 1902
- b) „Über die Zersetzung des Ammoniumnitrids.“; 41 (1902), Nr. 6, S. 681
- c) wie b, verteidigt am 20.10.1902 (bei W. Ostwald u. Luther)

Böttger, Wilhelm Karl (1871-1949)

1909 a.o. Prof. für physik. Chemie an der Univ. Leipzig

- a) SS 1893-WS 1894/95;¹ SS 1895-WS 1896/97²
- b) „Die Anwendung des Elektrometers als Indikator beim Titrieren von Säuren und Basen.“; 24 (1897), Nr. 2, S. 253
- c) wie b, verteidigt am 20.10.1902 (bei W. Ostwald u. Luther)

Bray, William Crowell (1879-1946)

1918 Prof. für Chemie an der Univ. of Calif., Berkeley

- a) WS 1902/03-SS 1905
- b) „Beiträge zur Kenntnis der Halogensauerstoffverbindungen. I. u. II.“; 54 (1906), Nr. 4, S. 463;“ III. Zur Kenntnis des Chlordioxyds.“; Nr. 5, S. 568;“ IV. Die Reaktion zwischen Chlordioxyd und Jodion.“; Nr. 6, S. 731
- c) wie b I., verteidigt am 05.04.1906 (bei Luther)

¹ Pharmaziestudium

² Chemiestudium

Brislee, Francis Joseph (1876-...)

1905 Dozent für Chemie an der Univ. of Liverpool

- a) WS 1902/03-SS 1903
- b) „Zur Kenntnis des Verhaltens ‘unangreifbarer’ Anoden insbesondere bei der Elektrolyse von Salzsäure.“ (mit Luther); 45 (1903), Nr. 2, S. 216

Brode, Johannes (1876-1930)

Bis 1906 Assistent bei Le Blanc an der TH Karlsruhe, danach Direktor BASF

- a) WS 1897/98 - WS 00/01
- b) „Katalyse bei der Reaktion zwischen Wasserstoffsperoxyd und Jodwasserstoff.“; 37 (1901), Nr. 3, S. 257
- c) wie b, verteidigt am 14.06.1901 (bei Bredig)

Bube, Kurt (1885-...)

Dir. und Vorstandsmitglied der Werschen-Weißenfelder Braunkohlen AG zu Halle a. d. Saale

- a) SS 1902-SS 1905; ab WS 1906/07 Hilfs-Ass.
- c) „Über Magnesiumammoniumphosphat.“; verteidigt am 28.07.1910 (bei Le Blanc u. Hantzsch)

Calvert, Harry Thornton (1878-1935)

Direktor für Wasser- u. Abwasserforschung im Gesundheitsministerium, Whitehall, London³

- a) WS 1898/99-SS 1901
- b) I. „Über die Alkalisalze des Hydroperoxyds in wässriger Lösung.“; 38 (1901), Nr. 5, S. 513; II. „Salzabscheidung durch Eindampfen verdünnter Lösungen.“; 37 (1901), Nr. 2, S. 217
- c) wie b I., verteidigt am 08.11.1901 (bei Bredig)

Cottrell, Frederik Gardner (1877-1948)

1909 Assoc. Prof. für physik. Chemie an der Univ. of Calif., Berkeley

- a) SS 1901-SS 1902
- b) „Der Reststrom bei galvanischer Polarisierung betrachtet als ein Diffusionsproblem.“; 42 (1903), Nr. 4, S. 385
- c) wie b, verteidigt am 07.02.1903 (bei Luther)

Dietz, Wilhelm (1883-...)

- a) SS 1902-SS 1906
- c) „Über eine umkehrbare Fermentreaktion in heterogenen Systemen (Esterbildung und Esterverseifung).“; verteidigt am 20.07.1907 (bei Bodenstein)

³ vgl. Britischer Biograph. Index, 2. kumulierte u. erweiterte Ausgabe, K-G-Saur Verlag München, 1998, Bd. 2, S. 540

Dombrowski, Constantin (1881-...)

- a) WS 1903/04-SS 1908
- c) „Über die Einwirkung der verschiedenen Stoffe, insbesondere des Wasserstoffsperoxyds auf die photographische Platte.“; verteidigt am 12.09.1908 (bei Luther)

Düllberg, Paul (1876-...)

1922 Direktor der Chem. Werke „Lothringen“ Gerthe/Westfalen;

- a) WS 1899/00-SS 1902
- b) „Über das Verhalten der Vanadate in wässriger Lösung.“; 45 (1903), Nr. 2, S. 129
- c) „Über den Zustand der Vanadate in wässrigen Lösungen.“; verteidigt am 24.09.1903 (bei Luther)

Ernst, Carl A. (1870-...)

- a) WS 1897/98-SS 1901
- b) „Über die Katalyse des Knallgases durch kolloidales Platin.“; 37 (1901), Nr. 4, S. 448
- c) wie b, verteidigt am 27.06.1901 (bei W. Ostwald)

Fajans, Kasimir (1887-1975)

1925 Prof. für physik. Chemie an der Univ. München

- a) WS 1904/05- WS 1906/07
- c) verteidigt in Heidelberg 1909 (bei Bredig)

Fawsitt, Charles Eduard (1878-1960)

1909 Prof. für Chemie an der Univ. Sydney

- a) WS 1899/00-WS 1902/03
- b) „Die Zersetzung des Harnstoffes.“; 41 (1902), Nr. 5, S. 601
- c) wie b, verteidigt am 27.09.1902 (bei W. Ostwald u. Bodenstein)

Federlin, Wilhelm Karl (1874-...)

1925 Privatdozent für Photographie u. Röntgenologie an der TH Danzig

- a) WS 1897/98-WS 1901/02
- b) „Die Reaktion zwischen Kaliumpersulfat, Jodwasserstoff und phosphoriger Säure.“; 41 (1902), Nr. 5, S. 565
- c) wie b ..., Modell einer Übertragungskatalyse.; verteidigt am 27.09.1902 (bei Luther)

Fedotjev, Pavel Pavlovi (1864-1934)

1909 Prof. für Technologie am Polytechn. Institut St. Petersburg

- a) WS 1903/04-SS 1904
- b) „Der Ammoniaksodaprozess vom Standpunkte der Phasenlehre.“; 49 (1904), Nr. 2, S. 162

Findlay, Alexander (1874-1966)

1925 Prof. für Chemie an der Stanford Univ. Calif.

- a) SS 1898-WS 1899/00
- b) „Theorie der fraktionierten Fällung von Neutralsalzen und ihre Anwendung in der analyt. Chemie.“; 34 (1900), Nr. 4, S. 409
- c) wie b, verteidigt am 30.07.1900 (bei W. Ostwald)

Fink, Colin Garfield (1881-1953)

1922 Direktor der Abt. für Elektrochemie & Prof. für chem. Ingenieurtechnik an der Columbia Univ. New York

- a) WS 1903/04-WS 1906/07
- b) „Heterogene katalytische Reaktionen. IV. Die Kinetik der Kontaktschwefelsäure.“; 60 (1907), Nr. 1, S. 1; „V. Allgemeine Bemerkungen.“; Nr. 1, S. 46 (IV. u. V. mit Bodenstein)
- c) wie b, verteidigt am 30.04.1907 (bei Bodenstein)

Flemming, Walter (1872-...)

- a) WS 1898/99-WS 1901/02
- b) „Über die Gerinnungsgeschwindigkeit kolloidaler Kieselsäure.“; 41 (1902), Nr. 4, S. 426
- c) wie b, verteidigt am 23.09.1902 (bei W. Ostwald)

Foote, Harry Ward (1875-1942)

1909 Prof. für physik. Chemie an der Yale Univ. New Haven, Conn.

- a) SS 1899-WS 1899/00
- b) „Über die physikalisch-chemischen Beziehungen zwischen Aragonit und Calcit.“; 33 (1900), Nr. 6, S. 740
- c) verteidigt in Yale 1895

Foulk, Charles William (1869-1958)

1908 Prof. für analyt. Chemie an der Ohio State Univ., Columbus

- a) WS 1899/00-SS 1901

Fredenhagen, Carl (1877-1949)

1923 Prof. für physikalische Chemie an der Univ. Greifswald

- a) SS 1898-WS 1898/99; SS 1902-WS 1902/03⁴
- b) „Über die Passivität des Eisens und über an Eisenelektroden beobachtete periodische Erscheinungen.“; 43 (1903), Nr. 1, S. 1
- c) „Zur Theorie der Oxydations- und Reduktionsketten.“; verteidigt am 06.02.1902 in Göttingen (bei Nernst)

⁴ als Dr. phil.

Freundlich, Herbert (1880-1941)

1911 a.o. Prof. für physik. Chemie, Elektrochemie u. chem. Technologie an der Univ. Berlin

- a) SS 1899-WS 1902/03
- b) I. „Über die Ausfällung von kolloiden Lösungen durch Elektrolyte.“; 44 (1903), Nr. 2, S. 129; II. „Über die Adsorption in Lösungen.“; 57 (1907), Nr. 4, S. 385⁵
- c) wie b I., verteidigt am 27.06.1902 (bei W. Ostwald u. Luther)

Friedländer, Jacob M. (1873-...)

- a) SS 1897-WS 1900/01
- b) „Über merkwürdige Erscheinungen in der Umgebung des kritischen Punktes teilweise mischbarer Flüssigkeiten.“; 38 (1901), Nr. 4, S. 385
- c) wie b, verteidigt am 11.10.1901 (bei W. Ostwald)

Füchtbauer, Christian (1877-1959)

1922 Prof. für Physik u. Dir. des Physik. Seminars an der Univ. Rostock

- a) SS 1900-WS 1902/03
- b) „Die freiwillige Erstarrung unterkühlter Flüssigkeiten.“; 48 (1904), Nr. 5, S. 549
- c) wie b, verteidigt 28.07.1904 (bei W. Ostwald)

Geffcken, Gustav (1877-...)

- a) WS 1898/99-SS 1903
- b) „Beiträge zur Kenntnis zur Löslichkeitsbeeinflussung.“; 49 (1904), Nr. 3, S. 257
- c) wie b, verteidigt am 02.09.1904 (bei Böttger)

Geiger, Arthur (1882-...)

- a) WS 1902/03
- b) „Die Dissociation von Bromwasserstoff u. Chlorwasserstoff.“; (mit Bodenstein) 49 (1904), Nr. 1, S. 70
- c) verteidigt in Berlin 1904

Genthe, Alfred (1882-...)

Industriechemiker in Worms

- a) SS 1901-WS 1905/06
- b) „Beiträge zur Kenntnis des Leinöltröcknungsprozesses.“; verteidigt am 28.11.1906 (bei W. Ostwald)

⁵ b II.-Habilitation bei W.Ostwald

Goldberg, Emanuel (1881-...)

1917 Prof. für Photochemie u. Photograph. Reproduktionstechn. an der TH Dresden

- a) WS 1904/05-SS 1905
- b) „Beitrag zur Kinetik photochemischer Reaktionen. Die Oxydation von Chinin durch Chromsäure.“; 41 (1902), Nr. 1, S. 1
- c) wie b, verteidigt am 21.04.1906 (bei Luther)

Gros, Oscar (1877-1947)

1911 Prof. für Pharmakologie an der Univ. Leipzig

- a) WS 1898/99-WS 1900/01
- b) „Über die Lichtempfindlichkeit des Fluoresceins, seiner substituierten Derivate sowie der Leukobasen derselben.“; 37 (1901), Nr. 2, S.157
- c) wie b, verteidigt am 22.05.1901 (bei Luther)

Großmann, Friedrich (1879-...)

- a) WS 1899-SS 1904
- c) „Löslichkeitsverhältnisse des Manganammoniumphosphats.“; verteidigt am 17.12.1904 (bei Böttger)

Hahn, Oskar (1875-...)

Unternehmer (Vereinigte Elektrochemische Fabriken Markranstädt)

- a) SS 1896-WS 1901/02
- b) I. „Das Gleichgewicht $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$.“; 42 (1903), Nr. 6, S. 705;
II. „Beiträge zur Thermodynamik des Wassergases. Das Gleichgewicht: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$.“; 43 (1903), Nr. 5, S. 513; „Nachtrag zu der Untersuchung des Gleichgewichtes ...“; 48 (1904), Nr. 6, S. 735
- c) wie b II., verteidigt am 31.07.1903 (bei W. Ostwald u. Luther)

Halban, Johann Ritter von (1877-1947)

1920 a.o. Prof. für physikal. Chemie u. spez. physik. Chemie an der Univ. Würzburg

- a) SS 1903-WS 1904/05
- c) verteidigt in Zürich 1901

Heathcote, Henry Leonard (1876-...)

- a) WS 1899/00-SS 1901
- b) „Vorläufiger Bericht über Passivierung, Passivität und Aktivierung des Eisens.“; 37 (1901), Nr. 3, S. 368
- c) wie b, verteidigt am 07.05.1901

Hertzprung, Ejnar (1873-1967)

1909 Observator und Astrophysiker am Astrophys. Observatorium Potsdam

- a) WS 1901/02-SS 02⁶

Heygendorff, Werner v. (1869-...)

- a) WS 1899/00-SS 1904
 c) „Über das Verteilungsgleichgewicht der Ionen.“;
 verteidigt am 10.01.1904 (bei Luther)

Hofmann, Robert (1877-...)

- a) SS 1902-WS 1902/03
 b) „Kann man aus der elektrolytischen Leitfähigkeit von Säuregemischen auf Komplexbildung schließen?“; 45 (1903), Nr. 5, S. 584

Ikeda, Kikunae (1864-1936)

1905 Prof. für Chemie an der mathemat.-naturwiss. Fakultät der Imperial. Univ. of Tokio

- a) 1899-1901⁷
 b) I. „Einfache Ableitung des von van't Hoff'schen Gesetzes vom osmotischen Drucke.“; 33 (1900), Nr. 3, S. 280; II. „Ableitung der Reaktionstherme und Reaktionsisochore für Diss. gemische.“; 33 (1900), Nr. 3, S. 287;
 c) verteidigt in Tokio 1889⁸

Inglis, John Kenneth Harold (1877-1935)

1925 Prof. für Chemie an der Univ. of Otago, Dunedin (Neuseel.)

- a) SS 1901-WS 1901/02
 b) „Über Ozon als Oxydationsmittel.“ (mit Luther); 43 (1903), Nr. 2, S. 203
 c) verteidigt 1902

Jaffé, George Cecil (1880-1965)

1926 Prof. für theoretische Physik an der Univ. Gießen

- a) WS 1899/00-WS 1902/03
 b) „Studien zu übersättigten Lösungen.“; 43 (1903), Nr. 5, S. 564
 c) wie b, verteidigt am 27.05.1903 (bei W.Ostwald)

⁶ keine Eintragung im Personenverzeichnis der Univ. Leipzig; Aufenthalt in Leipzig WS 1901/02-SS 1902 - vgl. Herrmann, Dieter B.: Ejnar Hertzprung – Pionier der Sternforschung. Berlin : Springer-Verl., 1994. - S. 201

⁷ vgl. persönl. Mitteilung u. Artikel: „Prof. Kikunae Ikeda, Inventor of AJI-NO-MOTO“ by Kenroku Ikeda (Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft Großbothen e.V.)

⁸ vgl. ebenda

Just, Gerhard (1877-...)

Prof. für Chemie an der TH Charlottenburg⁹

- a) WS 1897/98-WS 1900/01
- b) „Löslichkeit von Gasen in organischen Lösungsmitteln.“; 37 (1901), Nr. 3, S. 342
- c) wie b, verteidigt am 14.06.1901 (bei Luther)

Krsnjavi, Bogdan (1883-...)

- a) SS 1901-WS 1906/07
- c) „Die Überführung des Wasserstoffions in verdünnte Salzsäure.“; verteidigt am 28.10.1907 (bei Luther u. Drucker)

Kruft, Ludger (1877-...)

- a) SS 1898-SS 1901¹⁰
- c) verteidigt am 16.12.1901 (bei Credner)

Kühl, Hans Heinrich Gustav Christian (1879-1957)

1924 Honorarprof. u. Dozent für Chemie an der TH Berlin

- a) SS 1900-SS 1902
- b) „Beiträge zur Kinetik des Kohlendioxydknallgases.“; 44 (1903), Nr. 4, S. 385
- c) wie b, verteidigt am 28.07.1903 (bei Bodenstein)

Lidbury, Frank Austin (1879-...)

1923 Präsident & Generaldirektor der Oldbory Elektrochem. Corp. Niagara Falls¹¹

- a) WS 1900/01-WS 1901/02
- b) „Über das Schmelzen dissociierender Verbindungen.“; 39 (1902), Nr. 4, S. 453

Lind, Samuel Colville (1879-1965)

1926 Prof. für Chemie u. Dir. der Schule für Chemie an der Univ. of Minnesota

- a) WS 1903/04-SS 1905
- b) „Geschwindigkeit der Bildung des Bromwasserstoffes aus seinen Elementen.“; (mit Bodenstein); 57 (1907), Nr. 2, S. 168
- c) „Über die Bildung des Bromwasserstoffgases aus den Elementen.“; verteidigt am 14.02.1906 (bei Bodenstein)

⁹ vgl. Poggendorff: Biograph.-literar. Handwörterbuch. Bd. 5. Leipzig : Verl. Chemie, 1925. - S. 603

¹⁰ davon 5 Semester im Labor d. Pysikalisch-chem. Instituts bei W. Ostwald

¹¹ Amerikanischer Biographischer Index, 2. kumul. u. erw. Ausg. Bd. 6. München : K-G-Saur-Verl., 1998. - S. 2230

Losev, Gregor (1880-...)

- a) WS 1902/03-WS 1906/07
- b) „Über die Adsorption der Farbstoffe durch Kohle und Fasern.“ (mit Freundlich); 58 (1907), Nr. 3, S. 284
- c) wie b, verteidigt am 13.11.1907 (bei Freundlich)

MacDougall, Frank Henry (1883-...)

1925 Prof. für Chemie an der Univ. of Minnesota

- a) WS 1905/06-WS 1906/07
- b) I. „Die Reaktion zwischen Chlorsäure und Salzsäure.“ (mit Luther); 55 (1906), Nr. 4, S. 476; II. „Die Kinetik der Reaktion zwischen Chlorsäure und Salzsäure.“; 62 (1908), Nr. 2, S. 199
- c) wie b I., verteidigt am 14.01.1908 (bei Luther)

Major, Moriz (1882-...)

- a) SS 1903-SS 1908
- c) „Zur Kenntnis der phosphorigen und unterphosphorigen Säure.“; verteidigt am 19.01.1909 (bei Le Blanc)

Masius, Morton Lee (1883-...)

1925 Prof. für Physik am Worcester Polytechnic Inst. (Mass.)

- a) SS 1902-SS 1906
- c) „Über die Adsorption in Gemischen.“; verteidigt am 22.09.1908 (bei Freundlich)

Meinecke, Friedrich (1884-...)

- a) WS 1905/06-WS 1906/07
- c) „Räumliche Fortpflanzung chemischer Reaktionen.“; verteidigt 18.04.1908 (bei Luther)

Metcalf, Wilmot Vernon (1860-...)

1905 Prof. für Naturwissenschaften am Whitman College

- a) WS 1903/04¹²
- b) „Über feste Peptinhäutchen auf einer Wasserfläche und die Ursache ihrer Entstehung.“; 52 (1905), Nr. 1, S. 1
- c) verteidigt in Baltimore 1890

Morse, Harry Wheeler (1873-1936)

1913 Prof. für Physik u. physikal. Chemie an der Univ. of Calif., Berkeley

- a) WS 1899/00-SS 1901
- b) „Über die Dissociation der Merkurihaloide.“; 41 (1902), Nr. 6, S.709
- c) wie b, verteidigt am 06.11.1902 (bei Luther)

¹² keine Eintragung im Personalverz. d. Univ. Leipzig; Aufenthalt in Leipzig WS 03/04 - lt. Fotoalbum Nr. 2, Foto 33 - Ostwaldarchiv Großbothen

Müller, Wilhelm (1869-...)

- a) WS 1903/04-SS 1905
- c) „Der Einfluß von Kupfer auf die chemischen Eigenschaften des Eisens.“; verteidigt am 03.09.1906 (bei Beckmann u. W. Ostwald)

Müller, Rudolf von Berneck (1866-...)

1901 Industriechemiker, Farbenwerke Höchst

- a) WS 1898/99-Sept. 1900¹³
- b) „Über anorganische Fermente. Über Platinkatalyse und die chemische Dynamik des Wasserstoffsuperoxyds.“ (mit Bredig); 31 (1899), S. 258

Neumann, Walter (1881-...)

- a) WS 1899/00-SS1905
- c) „Über Peptone.“; verteidigt am 28.07.1905 (bei Böttger)

Ohlmer, Heinrich Friedrich Wilhelm (1877-...)

- a) WS 1899/00-WS 1903/04
- b) „Katalyse durch Kieselsäure bei der Vereinigung des Kohlenoxydknallgases.“; 52 (1905), Nr. 2, S. 166
- c) wie b, verteidigt am 07.11.1904 (bei Bodenstein)

Osaka, Yukichi (1867-...)

1905 Prof. am Chemischen Institut des College of Science u. Engineering an der Imperial Univ. of Kyoto (Japan)

- a) WS 1899/00-SS 1901¹⁴
- b) I. „Über die Birotation der d-Glukose.“; 35 (1900), Nr. 6, S. 661; II. „Beziehung zwischen Dissociationskonstante u. d. Dissociationsgrad eines Elektrolyts in Gegenwart anderer Elektrolyte.“; 36 (1901), Nr. 5, S. 539

Paweck, Heinrich (1870-1941)

1911 a.o. Prof. und Privatdozent für Chemie an der TH Wien

- a) 1898¹⁵
- b) „Zwei elektrolytische Zinkbestimmungen.“, In: Zeitschr. f. Elektrochem. 5/1898, S. 221 ff, referiert in Zeitschrift f. physik. Chem. 33 (1900), Nr. 3, S. 373
- c) verteidigt in Heidelberg 1895

¹³ davon 1 Jahr im Auftrage der Farbenwerke Höchst

¹⁴ Aufenthalt WS 1899/00-SS 1901 vgl. Erinnerungen Y. Osakas an die Leipziger Studienzeit (Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft Großbothen e.V.)

¹⁵ lt. Briefwechsel vom 24.11.1898 (P. dankt für die Zeit im Institut und bittet um Bestätigung); keine Eintragung im Personenverz. der Univ. Leipzig

Pemsel, Herrman (...)

1900 Vorstand eines analyt. u. chem. Versuchslaboratoriums auf dem Salzbergwerk Neu-Staßfurt

- a) WS 1898/99¹⁶
- b) „Die vermeintliche Aktivierung des Luftsauerstoffes durch Bestrahlung.“ (mit Bredig), In: Archiv wiss. Photo. 1/1899, S. 33-421, referiert in Zeitschr. f. physik. Chem. 30 (1899), Nr. 1, S. 172
- c) verteidigt in Jena 1898

Pickardt, Edgar von (1876-...)

- a) WS 1899/00-SS 1902
- b) „Die molekulare Verminderung der Krystallisations-Geschwindigkeit durch Zusatz von Fremdstoffen.“; 42 (1903), Nr. 1, S. 17
- c) wie b, verteidigt am 12.11.1902 (bei W. Ostwald)

Pissarschewski, Lev Wladimirowitsch (1874-1938)

1927 Dir. des Ukrain. Inst. für physik. Chemie und Prof. am Polytechn. Inst. Tiflis

- a) SS 1901-WS 1902/03
- b) I. „Wirkung von Wasserstoffsperoxyd auf Kaliummetavandat.“; 40 (1902), Nr. 3, S.368; II. „Zustand einiger Übersäuren und ihrer Salze in Lösung.“; 43 (1903), Nr. 2, S. 160
- c) verteidigt in Odessa 1902

Pollatz, Walter (1877-...)

Fabrikleiter in Leopoldshall u. Wefensleben

- a) SS 1901-WS 1906/07¹⁷
- c) „Über die quantitative Bestimmbarkeit des Bleis als Bleioxalat.“; verteidigt am 17.07.1907 (bei Böttger)

Reichenbach, Anton Heinrich Ferdinand (1876-...)

- a) SS 1897-WS 1902/03
- c) „Über die Bildung des Bromwasserstoffgases aus den Elementen.“; verteidigt am 17.08.1903 (bei Bodenstein)

Reinders, Willem (1874-1951)

1911 Prof. für anorg. und physik. Chemie an der TH in Delft

- a) 1900¹⁸
- b) „Anorganische Fermente.“ (mit Bredig); 37 (1901), Nr. 3, S. 323
- c) verteidigt in Amsterdam 1899

¹⁶ gemäß Hinweis unter b, keine Eintragung im Personenverz. der Univ. Leipzig

¹⁷ außer WS 1905/06

¹⁸ lt. Fotoalbum zu W. Ostwalds 70. Geburtstag (W. Ostwald Archiv, Großbothen) sowie Ansichtskarte vom 13.05.1900 von der Rudelsburg vgl.: Georg Bredig und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen. In: Mitt. der Wilhelm-Ostwald-Ges. (1998) Sonderheft 4

Ritzel, Albert (1883-1916)

1911 a.o. Prof. für Mineralogie und Petrographie am Mineralog. Institut der Univ. Jena

- a) WS 1902/03-WS 1906/07
- b) „Gaslöslichkeit, Kompressibilität und Oberflächenspannung.“; 60 (1907), Nr. 3, S. 319
- c) wie b, verteidigt am 27.07.1907 (bei Drucker u. Freundlich)

Rudorf, Carl Casimir George (1881-...)

Metallurgist¹⁹

- a) WS 1900/01-WS 01/02
- b) I. „Leitfähigkeit und innere Reibung von Lösungen.“; 43 (1903), Nr. 3, S. 257;
II. „Über Spektralregelmäßigkeiten und das Atomgewicht des Radiums.“; 50 (1905), Nr. 1, S. 100
- c) verteidigt in Breslau 1903

Rutter, Thomas Francis (1873-...)

1907 Schulleiter²⁰

- a) WS 1904/05-SS 1906
- c) „Die katalytischen Eigenschaften des Vanadins.“; verteidigt am 23.11.1906 (bei Luther)

Sammet, George Victor (1880-...)

- a) SS 1903-WS 1904/05
- b) „Die Gleichgewichte $6H^{\bullet} + 5J' + JO'_3 \leftrightarrow 3J_2 + 3H_2O$ und $6H^{\bullet} + 5Br' + BrO'_3 \leftrightarrow 3Br_2 + 3H_2O$ chemisch u. elektromotorisch bestimmt.“; 53 (1905), Nr. 6, S. 641
- c) wie b, verteidigt am 16.12.1905 (bei Luther)

Sauer, Ludwig (1877-...)

Direktor eines Zementwerkes in Mergelstetten/Württ.

- a) WS 1898/99-SS 1902
- b) „Bezugselektroden“; 47 (1904), Nr. 2, S. 146
- c) wie b, verteidigt 1904 (bei Luther)

¹⁹ vgl. Britischer Biograph. Index, 2. kumul. u. erw. Ausg.. Bd. 6. München : K-G-Saur Verl., 1998. - S. 2528

²⁰ vgl. Britischer Biograph. Index, a. a.o. Bd. 6, S. 2539

Schade, Heinrich K. Wilhelm (1876-1935)

1911 a.o. Prof. und Leiter der physikochem. Abt. der medizin. Klinik der Univ. Kiel

- a) 1906/07²¹
- b) „Über die Vergärung des Zuckers ohne Enzyme.“; 57 (1907), Nr. 1, S. 1
- c) verteidigt in Kiel 1899²²

Schaeffer, Herrman Friedrich Karl (1874-...)

Nahrungsmittelchemiker in Bremen

- a) WS 1897/98-SS 1898; SS 1902-SS 1903²³
- c) „Über die Fällung der Metallsalze durch Schwefelwasserstoffe.“; verteidigt am 26.08.1905 (bei W. Ostwald u. Paul)

Schroeder, Paul Leopold von (1877-1908)

Chemiker in der Tanninfabrik in Valdivia (Chile)

- a) SS 1901-WS 1903/04
- b) „Über Erstarrungs- und Quellungserscheinungen von Gelatine.“; 45 (1903), Nr. 1, S. 75
- c) wie b, verteidigt am 04.09.1903 (bei W. Ostwald u. Luther)

Scobai, Ion (1868-...)

- a) WS 1897/98-SS 1903
- b) „Zersetzung des Kaliumchlorats, nebst einiger Beobachtungen über die Zersetzung des Natriumchlorats und des Natriumperchlorats.“; 44 (1903), Nr. 3, S. 319
- c) wie b, verteidigt am 09.07.1903 (bei Bodenstern)

Senter, George (1874-...)

1905 Lehrer und Dozent für Chemie an der St. Mary's Hospital Medical School, Univ. London²⁴

- a) WS 1901/02-WS 1902/03
- b) „Das Wasserstoffsperoxyd zersetzende Enzym des Blutes I.“; 43 (1903), Nr. 3, S. 257
- c) wie b, verteidigt am 04.07.1903 (bei W. Ostwald u. Luther)

²¹ Aufenthalt in Leipzig 1906/07 - lt. Fotoalbum Schüler 1906/07- Ostwaldarchiv Großbothen; keine Eintragung im Personalverz. d. Univ. Leipzig

²² Diss. als Dr. med.

²³ vgl. Theodor Paul und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen In: Mitt. der Wilhelm-Ostwald-Ges. (1998) Sonderheft 3, S. 51 ff

²⁴ vgl. Minerva – Jahrbuch d. gelehrten Welt. Berlin : Walter de Gruyter, 1905/06. - S. 622

Sill, Herbert Fowler (1872-...)

Dozent im Chemical Department of Princeton²⁵

- a) WS 1903/04-WS 1904/05
- b) „Über das Gleichgewicht zwischen einer Stickstoffbase und organ. Säuren in verschiedenen Lösungsmitteln.“; 51 (1905), Nr. 5, S. 577
- c) wie b, verteidigt am 24.03.1905 (bei Luther u. Freundlich)

Skirrow, Frederick William (1876-...)

- a) WS 1899/00-WS 1901/02
- b) I. „Über die Flüchtigkeit der Borsäure mit Wasserdämpfen.“ (mit Calvert); 37 (1901), Nr. 1, S. 84; II. „Über die Löslichkeit von Kohlenoxyd in binären organischen Gemischen.“; 41 (1902), Nr. 2, S. 139
- c) wie b II., verteidigt am 12.07.1902 (bei Luther)

Slator, Arthur (1879-1953)

1903 Dozent u. Ausbilder für chemische Demonstration, Bleich. u. Färben, Metallurg. am Univ. College Nottingham

- a) WS 1901/02-SS 1903
- b) „Chemische Dynamik der Einwirkung von Chlor auf Benzol unter dem Einflusse verschiedener Katalysatoren und des Lichtes.“; 45 (1903), Nr. 5, S. 513
- c) wie b, verteidigt am 20.11.1903 (bei Luther)

Smeaton, William (1874-1959)

1902 Assoc. Prof., später Prof. für allgemeine u. physikal. Chemie an der Univ. of Michigan, Ann Arbor²⁶

- a) WS 1898/89-SS 1902²⁷

Stern, Johann Georg Leonhard (1883-...)

Industriechemiker in Neckargemünde

- a) SS 1904-SS 1908
- c) „Untersuchung über die Methoden zur Temperatur- und Wärmemessung bei höheren Temperaturen und die Bestimmung des Molekulargewichts von Salzen, die in geschmolzenen Kaliumnitrat gelöst sind.“; verteidigt am 15.12.1908 (bei Le Blanc u. Beckmann)

²⁵ vgl. Amerikanischer Biographischer Index, 2. kumul. u. erw. Ausg., Bd. 9. München : K-G-Saur-Verl., 1998. - S. 3417

²⁶ private Mitteilung von Prof. em. Robert C. Taylor (The University of Michigan) vom 21.11.1997

²⁷ ebenda

Thatcher, Charles Jennings (1873-...)

- a) SS 1901-WS 1902/03
- b) „Die elektrolytische Oxydation von Natriumthiosulfat und ihr Mechanismus.“; 47 (1904), Nr. 6, S. 641
- c) wie b, verteidigt am 30.04.1904 (bei Luther)

Titov, Aleksandr Andrejevi (1878-...)

1911 Privatdozent für Chemie an der Univ. Moskau

- a) WS 1901/02-WS 1903/04
- b) „Beiträge zur Kenntnis der negativen Katalyse im homogenen System.“; 45 (1903), Nr. 6, S. 641
- c) wie b, verteidigt 1903 (bei W. Ostwald u. Luther)

Trautz, Max (1880-1960)

1909 Prof. für Chemie an der Univ. Freiburg (i. Breisgau)

- a) WS 1900/01-WS 1902/03
- b) „Zur physikalischen Chemie des Bleikammerprozesses.“; 47 (1904), Nr. 5, S. 513
- c) wie b, verteidigt am 04.04.1904 (bei W. Ostwald u. Luther)

Waentig, Heinrich Percy (1881-...)

1917 a.o. Prof. für Chemie an der Univ. Leipzig

- a) SS 1902-WS 1904/05
- b) I. „Über Druckwirkung auf phosphorisierende Sulfide.“; 44 (1903), Nr. 4, S. 499; II. „Zum Chemismus der phosphoreszierenden Erdalkalisulfide.“; 51 (1905), Nr. 4, S. 435
- c) wie b II., verteidigt am 21.03.1905 (bei Luther)

Weigert, Fritz (1876-1947)

1914 o. Prof. für Photochemie an der Univ. Leipzig,

- a) WS 1903/04
- b) „Über umkehrbare photochemische Reaktionen im homogenen System. Anthracen und Diaanthracen. I.“ (mit Luther); 51 (1905), Nr. 3, S. 297
- c) verteidigt in Berlin 1899

Weisz, Hermann Erhard (1880-...)

- a) SS 1903-SS 1905
- b) „Solarisation in Bromsilberschichten.“; 54 (1906), Nr. 3, S. 305
- c) wie b, verteidigt am 16.03.1906 (bei Luther)

Westhaver, James B. (1862-...)

1902 Prof. für Physik an der Univ. of Denver, Color.

- a) SS 1902-SS 1904
- b) „Über das Verhalten von Anoden aus Iridium, Platin und Rhodium bei der Elektrolyse verdünnter Schwefelsäure.“; 51 (1905), Nr. 1, S. 65
- c) wie b, verteidigt am 07.03.1905 (bei Luther)

Whatmough, William Henry (1877-...)

- a) WS 1898/99-WS 1900/01
- b) „Über eine neue Methode zur Bestimmung von Oberflächenspannungen von Flüssigkeiten.“; 39 (1902), Nr. 2, S. 129
- c) wie b, verteidigt am 20.12.1901 (bei W. Ostwald)

Wilson, D. R. (1875-...)

- a) SS 1899-WS 1899/00
- b) „Über das elektromotorische Verhalten von Stoffen mit mehreren Oxydationsstufen I.“ (mit Luther); 34 (1900), Nr. 4, S. 488

Ostwalds Schriften 1898-1906

zusammengestellt von Ulrike Köckritz

Abhandlungen und Zeitschriftenartikel

1898

Erster Bericht der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte / W. Ostwald;
H. Landolt; K. Seubert. - In: Ber. d. Dt. Chem. Ges. 31(1898), S. 2761-2768

Friedrich Stohmann : Nekrolog. - In: Ber. d. Dt. Chem. Ges. 30(1898)20. - 13 S.
auch Sonderdruck: Berlin : Schade's Buchdruckerei, 1898. - 13 S.

Das Jaqueselement. - In: American Electrician 18(1906), S. 16-17

Über das Problem der Zeit. - In: Ostwald, Wilhelm: Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung am 3. Jan. 1898. - Leipzig : Wilh. Engelmann, 1898, S. 30-43

Zur Erinnerung an Friedrich Stohmann : Rede am 13. Nov. 1897. - In: Ber. über d.
Verhandl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 49(1898)5/6, S. 741-747

1899

Gustav Wiedemann : Nekrolog. - In: Ber. über d. Verhandlungen d. Kgl. Sächs. Ges.
d. Wiss. Math.-phys. Kl. 51(1899), S. 77-83

Jacobus Henricus van't Hoff. - In: Zeitschr. f. physikal. Chem. Jubelbd. 31(1899),
S. V-XVIII

Periodische Erscheinungen bei der Auflösung des Chroms in Säuren. Mitt. 1. - In:
Abh. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 25(1899)4, S. 221-249

Periodisch veränderliche Reaktionsgeschwindigkeiten. - In: Physikal. Zeitschr.
1(1899), S. 87-88

Zur Einführung. - In: Luther, R.: Die chemischen Vorgänge in der Photographie: 6
Vorträge. - Halle : Knapp, 1899. - S. V-VI
(Enzyklopädie der Photographie ; H. 36)

Zur Erinnerung an Gustav Wiedemann : Rede. - In: Ber. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.
Math.-phys. Kl. 51(1899), S. 78-83

1900

Dampfdrucke ternärer Gemische. - In: Abh. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 25(1900)7, S. 411-453

Periodische Erscheinungen bei der Auflösung des Chroms in Säuren. Mitt. 1. - In : Zeitschr. f. physik. Chem. 35(1900)1, S. 33-76

Periodische Erscheinungen bei der Auflösung des Chroms in Säuren. Mitt. 2. - In: Abh. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 26(1900)2, S. 27-84. - dass. Abdruck daraus in: Zeitschr. f. physik. Chem. 35(1900)2, S. 204-256

Über die absoluten Potentiale der Metalle nebst Bemerkungen über Normalelektroden. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 35(1900)3, S. 333-339

Über die vermeintliche Isomerie des roten und gelben Quecksilberoxyds und die Oberflächenspannung fester Körper. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 34(1900)4, S. 495-503

Über Oxydationen mittels freien Sauerstoffs. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 34(1900)2, S. 248-252

Zweiter Bericht der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte / W. Ostwald; H. Landolt; K. Seubert. - In: Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. 33(1900), S. 1847-1883

1901

Dritter Bericht der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte / H. Landolt; W. Ostwald; K. Seubert. - In: Ber. d. Dt. Chem. Ges. 34(1902), S. 4353-4384 (Berichtigung dazu siehe diese Berichte 35(1902), S. 154-155)

Gedenkrede auf Robert Bunsen : Rede, gehalten auf der 8. Hauptversammlung der Dt. Elektrochem.Ges. zu Freiburg i. Br. am 18. 4. 1901. - In: Zeitschr. f. Elektrochem. 7(1901)46, S. 608-618
dass. Sonderdruck: Halle : Knapp, 1901. - 28 S.

Rede am Grabe Bunsens. - In: Zeitschr. f. Elektrochem. 7(1901)49, S. 687-688

Über Elektrodenpotentiale und absolute Potentiale / W. Ostwald; N. T. M. Wilshire. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 36(1901)1, S. 91-98

Über Katalyse. - In: Verhandl. d. Ges. Dt. Naturforscher u. Ärzte (1901), S. 184-202
dass. Sonderdruck: Leipzig :Vogel, 1901. - 21 S.

Zweiter Bericht der Kommission für die Festsetzung der Atomgewichte / H. Landolt; W. Ostwald, K. Seubert. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 38(1901)4, S. 508-509

1902

Betrachtungen zu Kants Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft.

1. Die Vorrede. In: Annalen der Naturphilosophie 1(1902), S. 50-61

Bunsen-Gesellschaft? - In: Zeitschr. f. Elektrochem. 8(1902), S. 154-155

Über die Einführung des Begriffes der Arbeit beim Unterricht in der Mechanik. - In: Zeitschr. f. mathemat. u. naturwissenschaftl. Unterricht 33(1902)1/2, S. 10-26
dass. Sonderdruck: Leipzig : Teubner, 1902

Zur Einführung [d. Zeitschrift „Annalen der Naturphilosophie“]. - In: Ann. d. Naturphilosophie 1(1902)1, S. 1-5

1903

Bericht der internationalen Atomgewichts-Kommission nebst Bemerkungen von W. Ostwald. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 42(1903)5, S. 634-639

Fünfte Mitteilung der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte / H. Landolt; W. Ostwald. - In: Ber. d. Dt. Chem. Ges. 36(1903), S. 3759-3766

Ingenieurwissenschaft und Chemie : Vortrag auf d. 44. Hauptversammlung d. VDI zu München. - In: Zeitschr. d. Vereins Dt. Ingenieure (1903), S. 1241-1246
dass. Sonderdruck: Berlin : Springer, 1903. - 5 S.
dass. in: Wissenschaftliche Beilage zur Allgemeinen Zeitung. - München, 1903. - Nr. 146
dass. in: Umschau. - Frankfurt/M. 7(1903)29, S. 561-563

Johannes Wislicenus : Nekrolog. - In: Ber. über d. Verhandl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 55(1903) Tl.6, S. 411-420

Katalyse. - In: Die Zeit. - Wien (10. 7.1903)

Katotypie / W. Ostwald; Gros. - In: Chemiker-Z. (1903), S. 117 ff
dass. in: Deutscher Reichsanzeiger (1903)10

Kreislauf des Stickstoffs. - In: Badisches Museum : Beiblatt zur Landeszeitung Karlsruhe (1903), Nr. 38

The Relations of Biology and the Neighboring Sciences / MacCallum, John Bruce
(Übers.) In: Physiology: University of California Publications 1(1903)4, S. 11-31

Stickstoff- eine Lebensfrage. - In: Schwäbischer Merkur. - Stuttgart (20.5.1903)

Wissenschaftliche Massenarbeit. - In: Ann. d. Naturphilosophie 2(1903), S. 1-28

Zur Lehre von den Löslichkeitslinien. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 42(1903)4,
S. 503-504

1904

Biologie und Chemie : Rede, gehalten am 18.Aug. 1903. - In: Ann. d. Naturphilosophie. - Leipzig 3(1904), S. 294-314
dass. Sonderdruck : Leipzig : Veit & Comp., 1904

Electrolysis and Catalysis [Elektrolyse und Katalyse <engl.>]: Vortrag, vorgetr. von Dr. Bancroft auf d. gemeinsamen Sitzung d. Sekt. C des 5. Internat. Elektrochem. Kongr. u. d. Amer. Elektrochem. Ges. auf d.6. General Meeting der Ges. in St. Louis [Philadelphia] v. 13.- 16. 9. 1904. - In: [Transactions of the American Electrochemical Society] 6(1904), S. 188-195

Elemente und Verbindungen : Faraday-Vorlesung, geh. im Hörsale d. Royal Inst. zu London am 19. 4. 1904. - In: Ann. d. Naturphilosophie 3(1904), S. 355-377
dass. Sonderdruck: Leipzig: Veit & Comp., 1904. - 48 S.
dass. Elements and Compounds: Faraday Lecture. - In: Journal of the Chemical Society. Transactions, Tl. 1. 85(1904), S. 506-522
dass. Elements et combinaisons. - In: Journal de Chimie Physique 2(1904)7,
S. 377-402

Ingenieurwissenschaft und Chemie. - In: Schillings J. f. Gasbeleuchtung u. verwandter Beleuchtungsarten (1904), S. 51-57
dass. in: Bayrisches Industrie u. Gewerbeblatt (1904)44/45

Physikalisch-chemisches über Malerei. - In: Beilage zur Allgemeinen Zeitung. - München (1904)5, S. 11, 17, 23, 28, 29

Problem der Weltsprache. - In: Österr. Zeitschr. f. Verwaltung. - Wien (1904)17/18

Über die Grundlagen der Stöchiometrie. - In: Zeitschr. f. Elektrochem. 10(1904)32,
S. 572-578

Zur Geschichte der chemischen Lehrbücher. - In: Chemische Novitäten. - Leipzig 1(1904)1 v. 15. 10, S. 3-6
dass. in: Börsenblatt d. dt. Buchhandels. - Leipzig (27.12.1904)

1905

- Bemerkungen zu dem vorstehenden Bericht. - In: Zeitschr. f. physik. Chem. 50(1905)5, S. 608
 Enth.: Bericht des Internat. Atomgewichts-Ausschusses für das Jahr 1905 v. Clarke, Seubert, Moissan u. Thorpe
- Energetische Theorie des Glücks : Vortrag, gehalten am 25. Nov. 1904 in der Philosophischen Gesellschaft der Universität Wien. - In: Wiss. Beilage zum 18. Jahresber. d. Philos. Ges. an d. Univ. Wien. (1905), 18 S.
 Sonderdruck: Leipzig : Barth, 1905. - 18 S.
- Erkenntnisse und Irrtum : W. Ostwald zu Ernst Machs Buch „Erkenntnis u. Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung“. - In: Österr. Rundschau. - Wien 6(1906)73, S. 325-331
 dass. Sonderdruck: Leipzig : Barth, 1905.
- Gemälde unter dem Mikroskop. - In: Die Woche. - Berlin (1905)6 v. 14. 2., S. 249-251
- Ikonoskopische Studien. - In: Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Gesamtsitzg. v. 2. Febr. 5(1905), S. 167-174. - (Mikroskopische Gemäldeuntersuchung)
 dass. Sonderdruck: Berlin : Reimer, 1905. - 8 S.
- Litopon als Grundlage der Ölmalerei. - In: Der Tag : Naturwissenschaftl. Rundschau . - Berlin (2.5.1905)
- On the Theory of Science [Zur Theorie der Wissenschaft <engl.>] : Paper, pres. of the Congress Arts & Science, St. Louis 1904. Vol. 1. - Translated from the German by R. M. Yerkes. - Boston: Houghton u.a., 1905, S. 333-352
- Sechster Bericht der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte / H. Landolt; W. Ostwald; O. Wallach. In: Ber. d. Dt. Chem. Ges. 38(1905), S. 13-22
- Die Technik der Malerei. - In: Die Woche. - Berlin (1905)1 v. 7.1., S. 17-19
- Theorie des Glückes. - In: Ann. d. Naturphilosophie 4(1905), S. 459-474
- Theorie und Praxis : Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 26. Nov. 1904. - In: Zeitschr. d. Österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereins 56(1905)4/6, Beil. Sonderdruck, 1905 (Wien: Spies). - 7 S.
- A Theory of Happiness [Theorie des Glücks <engl.>]. - In: The Internat. Quarterly 11(1905)2, S. 316-326

Über Malerei. - In: Zeitschr. f. Elektrochem. 11(1905)50, S. 944-947

Wie man ein Chemiker wird : [Autobiographischer Vortrag zur Weihnachtsfeier der Studenten des phys.-chem. Instituts Leipzig am 19.12.1905]. Nachschrift v. Carl Drucker. - [Leipzig],1905. - 10 S. - Maschinen- Ms. - Unveröff.

Wirken in Amerika. - Cambridge : Harvard-Archiv, 1905. - 18 S. - Unveröff.

Zur Geschichte der chemischen Lehrbücher. - In: Unterrichtsbl. f. Mathematik u. Naturwiss. - Berlin (1905)1, S. 27-29

Zur Theorie des Glücks. - In: Die Umschau 6(1905), Rubrik Sprechsaal, 1 S.
 Enth.: Entgegnung auf Boltzmanns Bemerkungen zum Vortrag in Wien „Energetische Theorie des Glücks“

1906

Die chemische Reichsanstalt. - In: Zeitschr. f. angew. Chem. 19(1906)23, S.1025-1027
 dass. Leipzig : Akadem. Verlagsges., 1906. - 28 S.

A Contribution to the Theory of Science [Zur Theorie der Wissenschaft <engl.>] - In: The Popular Science Monthly 68(1906)3, S. 219-238

Deutsche und amerikanische Universitäten. - In: Illustrierte Zeitung. - [Leipzig] (12.4.1906) = Nr. 3276

Elektrochemie. - In: Die Zukunft. - Berlin 57(1906), S. 17-27

Für die chemische Reichsanstalt. - In: Chem. Industrie 29(1906)24, S. 645-647
 dass. Sonderdruck: Berlin: Weidemannsche Buchhandlg., 1908. - 10 S.

Herstellung von Salpetersäure aus Ammoniak. - In: Berg- u. Hüttenmännische Rundschau. - Kattowitz (1906), S. 71-75

The Historical Development of General Chemistry. - In: School of Mines Quarterly 27(1906)2-4,
 dass. Sonderdruck: Columbia : Press, 1906. - 84 S.
 Enth.: Course of six lectures delivered in the Department of Chemistry of Columbia University, in Havemeyer Hall, Jan. 26 to Febr.2, 1906.

Neuere Entwicklungsgeschichte der Lehre vom chemischen Gleichgewicht. - In: Chemiker- Z. 30(1906), S. 929 ff.

Quellerscheinungen der Gelatine in Salzlösungen. - In: Geographisches Jahrbuch. - Gotha 111(1906), S. 581-611

[Rede zur Eröffnung des 6. Internat. Kongresses f. angewandte Chemie zu Rom vom 26. 4. - 3. 5. 1906]. - In: Chemiker-Zeitung 30(1906)35, S. 397-399

Siebenter Bericht der Commission für die Festsetzung der Atomgewichte /
H. Landolt; W. Ostwald; O. Wallach. - In: Ber. d. Dt. Chem. Ges. 39(1906),
S. 2176-2177

Über die physikalische Chemie der Malerei. - In: Die Umschau 10(1906)3 v. 13. Jan.,
S. 50-51

Über Stärke-Tempera. - In: Der Tag. - Berlin (30.10.1906)

Bücher und kurze Schriften

1898

Lehrbuch der allgemeinen Chemie : in zwei Bänden. - Leipzig : Wilh. Engelmann
2, Tl 2. Verwandtschaftslehre. - 2., umgearb. Aufl., 3. Lfg. - 1898. - S. 417-608

Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Er-
öffnung am 3. Jan. 1898. - Leipzig : Wilh.Engelmann, 1898. - 43 S.

1899

Grundriß der allgemeinen Chemie. - 3., umgearb. Aufl. - Leipzig : Wilh. Engelmann,
1899. - 549 S.

Lehrbuch der allgemeinen Chemie : in zwei Bänden. - Leipzig : Wilh. Engelmann
2, Tl 2. Verwandtschaftslehre. - 2., umgearb. Aufl., 4. Lfg. - 1899. - S. 605-828

[Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie <jap.>]. / T. Kametaka
(Übers.). Tokyo, 1899. - 268 S.

1900

Grundlinien der anorganischen Chemie. - Leipzig : Wilh. Engelmann, 1900. - 795 S.

The Scientific Foundations of Analytical Chemistry : treated in an elementary manner
[Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie <engl.>]. Trans-

lated with the authors sanction from the 2. germ. Ed. by G. M'Gowan. - London : Macmillan and Co., 1900. - 215 S.

1901

Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie: elementar dargestellt. - 3., vermehrte Aufl. - Leipzig : Wilh. Engelmann, 1901. - XI, 221 S.

Elementi scientifici di chimica analitica [Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, ital.]. Trad. sulla 3. Ed. tedesca del A. Bolis. - Milano : Hoepli, 1901. - 234 S. - (Manuali Hoepli)

1902

The Principles of Inorganic Chemistry [Grundlinien der anorganischen Chemie <engl.>]. Translated by A. Findlay. - London : Macmillan and Co., 1902. - 785 S.

Osnovy neorganiceskoj chimii [Grundlinien der anorganischen Chemie <russ.>]. - Perevod s nem. M. Konowaloff. - Moskva

Osnovanija teoreticeskoj chimii [Grundriß der allgemeinen Chemie <russ>]. Perevod i predisl. F. Korbe. - Moskva : Sabasnikov, 1902. - XIV, 410 S.

Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen / W Ostwald; R. Luther. - 2. Aufl. - Leipzig : Wilh. Engelmann, 1902. - 492 S.

Lehrbuch der allgemeinen Chemie : in zwei Bänden. - 2., umgearb. Aufl. - Leipzig : Wilh. Engelmann
2, Tl. 2. Verwandtschaftslehre. - 5. Lfg. (Schluß). - 1902. - S. 828-1188

Über Katalyse : [Vortrag, gehalten auf der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg am 26. Sept., 1901]. - Leipzig : Hirzel, 1902. - 32 S. - 2. Aufl.. - 1902

Vorlesungen über Naturphilosophie : gehalten im Sommer 1901 an der Universität Leipzig. - 1. Aufl. Leipzig : Veit & Comp., 1902. - 457 S.

1903

Kataliz [Katalyse <russ.>]: Doklad, Hamburg, 26. Sept. 1901. Perevod s nem. i predisl. Vl. Butkevic. - Moskva, 1903. - 46 S.

Die Schule der Chemie: erste Einführung in d. Chemie f. jedermann. - Braunschweig : Vieweg u. Sohn
 Tl. 1. Allgemeines. - 1903 - 186 S.

[Vorlesungen über Naturphilosophie < russ. >]. Übersetzung ins Russ v. E. Radloff

Die Weltsprache: Vortrag gehalten zu München im Bayer. Bezirksverein des Vereins der Dt. Ingenieure. - Stuttgart : Franck'sche Verlagshandlung, 1903. - 16 S.

Chemia analityczna [Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie < poln. >]. Übersetzt v. L. Horowitz u. W. Michalski. - Warschau, 1903.

Les principes scientifiques de la chimie analytique [Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie < franz. >]. Traduit avec l'autorisation de l'auteur sur la 3. éd. allemande par Auguste Hollard. - Paris : Naud, 1903. - 219 S.

1904

Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts (1887-1903). - Leipzig : Veit & Comp., 1904, 468 S.

Grundlinien der anorganischen Chemie. - 2., verb. Aufl. - Leipzig : Wilh. Engelmann., 1904. - 808 S.
 dass. Elements de chimie inorganique < franz. >. Pt. 1. Metalloides. Traduit de l'allemand par L. Lazard. - Paris: Gauthier-Villars, 1904. - XI, 542 S
 dass. The Principles of Inorganic Chemistry < engl. >. Translated with the authors sanction by A. Findlay. - 2. Ed. - London : Macmillan and Co., 1904. - 799 S.
 dass., in jap. Sprache. - 1904, 1906

Manuel pratique des mesures physico-chimiques [Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen < franz. >] / W. Ostwald; R. Luther. Traduit de l'allemand sur la 2. ed. par Ad. Jouve. - Paris : Beranger, 1904. - 534 S.

Malerbriefe : Beiträge zur Theorie u. Praxis der Malerei. - Leipzig : Hirzel, 1904. - 164 S.

Die Schule der Chemie : erste Einführung in d. Chemie f. jedermann. - Braunschweig : Vieweg
 Tl. 2. Die Chemie der wichtigsten Elemente und Verbindungen. - 1904. - 292 S.

Skola chimii. C. 1, Vyp. 1 [Schule der Chemie. Tl. 1, Ausg. 1 < russ. >]. Perevod s nem. pod red. A. Titova. - St. Petersburg : Rosen, 1904. - 96 S. -
 (Mezdunarodnaja Biblioteka ; 51)

1905

- Elements de chimie inorganique [Grundlinien der anorganischen Chemie <franz.>].
Traduit de l' allemand par L. Lazard. - Paris : Gauthier-Villars, 1905
Pt. 2. Metaux. - 446 S.
- Erfinder und Entdecker. - Frankfurt/M. : Rütten & Loening, 1905. - 99 S. (Die Gesellschaft ; 24)
- Kunst und Wissenschaft: Vortrag, gehalten zu Wien am 27. Nov. 1904. - Leipzig :
Veit & Comp., 1905. - 40 S.
- R. W. Bunsen. - Leipzig : Wilh. Weicher, 1905. - 40 S. (Männer der Wissenschaft: e.
Sammlung v. Lebensbeschreibungen zur Geschichte d. wiss. Forschung u. Praxis ;
H. 2)
- Conversations on Chemistry : First steps in chemistry [Schule der Chemie <engl.>].
Authorized translation by E. C. Ramsay. - 1. Ed. - New York :Wiley & Sons
Pt. 1. General Chemistry [Allgemeines <engl >]. - 1905. - 250 S.
- I kemiens förgärdar [Schule der Chemie <schwed.>]. Bemyndigad öfversättning af A.
Hollender. - Stockholm : Wahlström & Widstrand, 1905 (Tl. 1. - 6 H.; Tl. 2. -
6 H.)
- Skola chemie k uvedeni do chemiepro kazdeho [Schule der Chemie <tschech.>]. /
R. Vondracek. - Prag : E. Weinfurter, 1905
1. - 153 S.; 2. - 249 S.
- Skola chimii. C. 1, Vyp. 2 [Schule der Chemie . Tl. 1, Ausg. 2 <russ>]. Perevod. s
nem. pod. red. A. Titova. - St. Petersburg : Rosen. - 1905. - S. 97-190. -
(Mezdunarodnaja Biblioteka ; 52)
- Vorlesungen über Naturphilosophie: gehalten im Sommer 1901 an der Univ. Leipzig.
- 3., verm. Aufl. - Leipzig : Veit & Comp., 1905. - XVI, 520 S.

1906

- Elektrochemie: ihre Geschichte u. Lehre. - Leipzig : Veit & Comp., 1906. - XVI,
1152 S.
- [Grundlinien der anorganischen Chemie <jap.>]. - Tokyo : The Kaiseikwan, 1906. -
5970 S.
- Leitlinien der Chemie : 7 gemeinverständl. Vorträge aus d. Geschichte d. Chemie. -
Leipzig : Akadem. Verlagsges., 1906. - 308 S.

Jak powstała chemia: siedem wykładów popularnych z historii chemii [Leitlinien der Chemie <poln.>] / Ludwik Bruner; Stanisław Tolloczko (Übers.). - 1906

Lehrbuch der allgemeinen Chemie : in zwei Bänden. - 2., umgearb. Aufl. - Leipzig :
Wilh. Engelmann
2., Tl. 3. Verwandtschaftslehre. - 1906. - 264 S.

Individuality and Immortality [Persönlichkeit und Unsterblichkeit <engl.>] : The Ingersoll Lecture. - Boston; New York : Houghton ; Mifflin and Co., 1906. - 74 S.

De Scheikunde in lessen [Schule der Chemie <niederl.>]. In het Nederlandsch vertaald door J. P. Thijssse. - Amsterdam, 1906. - II, 6 & 284 S.

Conversations on Chemistry : First Steps in Chemistry [Schule der Chemie <engl.>].
Authorized translation by St. K. Turnbull. - 1. Ed. - New York : Wiley & Sons
2. The Chemistry of the Most Important Elements and Compounds [Die Chemie der wichtigsten Elemente und Verbindungen]. - 1906. - 373 S.

A Contribution to the Theory of Science [Zur Theorie der Wissenschaft <engl.>]. - In:
The Popular Science Monthly. - New York 68 (1906)3, S. 219-238

W. Ostwald als Herausgeber

Begründung u. Herausgabe der „Annalen der Naturphilosophie“. - Leipzig : Veit & Co. 1(1902) - 11(1912),
später u. d. Titel „Ann. d. Natur- u. Kulturphilosophie“, zusammen mit Rudolf Goldscheid 12(1913); 13(1917); 14 (1919-1921 unvollst.)

HITTORF, JOHANN WILHELM ; Ostwald, Wilhelm (Hrsg.): Über die Wanderungen der Ionen während der Elektrolyse: Abhandlungen. - 2., erw. Aufl. - Leipzig : Wilh. Engelmann, 1903. - 115 S. (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften ; 21)

BUNSEN, ROBERT: Gesammelte Abhandlungen / W. Ostwald; M. Bodenstein (Hrsg.). - Leipzig : Wilh. Engelmann
1. - 1904. - 535 S.
2. - 1904. - 660 S.
3. - 1904. - 637 S.

Reflektionen zum Lübecker Vortrag von Wilhelm Ostwald 1895

(vgl. Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft 1 und 2/1998)

Hermann Berg

Mit diesem Vortrag wurde die Diskussion über die Ostwaldsche Energetik eingeleitet, woran sich u. a. Ludwig Boltzmann und Max Planck beteiligten, allerdings unter anderen Definitionen und Ableitungen.

Abgesehen davon, daß in den hundert Jahren, seitdem einerseits immense Kenntnisse gewonnen und andererseits viele verworfen wurden, muß man Ostwald zunächst zugestehen, daß er seine unterschiedlich vorgebildeten Zuhörer in didaktisch ausgezeichnete Weise mit dem Stand des „wissenschaftlichen Materialismus“ während ²/₃ seines Vortrages (S. 155-164)¹ behutsam vertraut gemacht hat und nur auf den Seiten 164-168 seine neuen Gedanken über ein generelles Energieprinzip angedeutet hat.

Dabei geht er nicht kategorisch vor, sondern räumt ein: „Die Energetik wird bestehen bleiben. Nur wird sie künftig nicht, wie wir sie noch heute ansehen müssen, das umfassendste Prinzip für die Bewältigung der natürlichen Erscheinungen sein, sondern wird voraussichtlich als ein besonderer Fall noch allgemeinerer Verhältnisse erscheinen, von deren Form wir zur Zeit allerdings kaum eine Ahnung haben können!“

Inzwischen hat die moderne Gehirnforschung analysiert, daß Sinneseindrücke über biochemische und bioelektrochemische Energieübertragungen an unser Bewußtsein gelangen und zahllose Gehirnfunktionen ermöglichen. Aber auch bei Elementarprozessen gilt der Energiesatz und im subatomaren Bereich wurde die Erzeugung von Materie aus hoher Energie von 100 GeV nachgewiesen, weshalb Heisenberg und Einstein das Primat der Energie gegenüber der Materie bekräftigten. Ostwalds generelle Betrachtungsweise hat Heisenberg aus eigener und philosophischer Sicht in der offiziellen Sitzung der Sächsischen Akademie zu Leipzig am 25. November 1967 vertieft.² Verdient daher Ostwald als beider Vordenker seit hundert Jahren nicht die Nachsicht der heute Klügeren?

Ein weiterer Denkanstoß Ostwalds zu einem energetischen Verständnis der Psychologie ist als die „Glücksformel“ auf Widerspruch gestoßen. Abgesehen von einem körperlichen Glücksgefühl, wenn energetische Umweltwirkungen (z. B. Elektrosmog, Klima, geringe Schadstoffmengen) einerseits und andererseits die Physiologie des Organismus optimal harmonisieren, hatte Ostwald fördernde und hemmende Einflüsse auf die menschliche Willensfreiheit in eine vektorielle Beziehung gesetzt, was eine gewisse Verwandtschaft zur Antinomielehre Kants erkennen läßt. Beispielsweise fühlt sich ein Mensch in negativer Situation unglücklich, wenn er etwa ohne Unterstützung

¹ Ostwald, Wilhelm: Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus. In: Verhandlungen der Ges. Dt. Naturforscher u. Ärzte. 67. Versammlung (1895), S. 155-168, (Tl. 1, Allgem. Sitzg.)

² Werner Heisenberg in Leipzig 1927-42. Abh. D. Sächs. Akad. D. Wiss. (Leipzig) Bd. 58/2, Akad. V. (1993)

gegen Widerstände im Berufsleben und Bürokratie ankämpfen muß, überdies noch bei unsicherem Arbeitsplatz. Da bislang nichts dergleichen formuliert zu sein scheint, müßte man seinen phänomenologischen Ansatz als einen ersten Versuch betrachten, an der Spitze der bekannten Ostwaldschen Wissenschaftspyramide eine solche psychologische Beziehung zu plazieren. Seine Episonen sollten die Bemühungen des „romantisch forschenden“ Polyhistor und Europäers auch hierbei akzeptieren.

Die Entwicklung des OSTWALDschen Verdünnungsgesetzes in Zusammenarbeit von OSTWALD, ARRHENIUS und van't HOFF

Martin Gröger

OSTWALD hat das nach ihm benannte Verdünnungsgesetz nicht völlig isoliert und unabhängig vom Stand der Forschung entwickelt, sondern gerade bei der Entstehung dieser Beziehung waren es andere Forscher, die die Grundlagen schufen, auf denen OSTWALD erst zur Ableitung seines Gesetzes gelangen konnte. Dabei waren die Untersuchungen von ARRHENIUS und van't HOFF sowie gerade auch der wissenschaftliche Austausch zwischen den drei Forschern von besonderer Bedeutung.

Die Genese des Verdünnungsgesetzes soll daher im folgenden unter besonderer Berücksichtigung des kommunikativen Aspektes als wissenschaftshistorischer Prozeß dargestellt werden.

Als OSTWALD mit seinen Leitfähigkeitsmessungen beginnt, haben sich namhafte Forscher wie BERZELIUS, GROTHUSS, DAVY, RIFFAULT und CHOMPRÉ, BIOT und de la RIVE, HITTORF, CLAUSIUS, LENZ, KOHLRAUSCH und andere ausgiebig mit der Elektrolyse befaßt und verschiedene Theorien aufgestellt, die hier nicht weiter referiert werden können. Speziell den Einfluß der Verdünnung untersuchten HITTORF, KOHLRAUSCH und LENZ, jedoch konnten diese noch keine allgemeingültige formelmäßige Beschreibung des Phänomens liefern.

Insbesondere hat sich auch ARRHENIUS an der Universität Upsala in Schweden mit Leitfähigkeitsmessungen von Elektrolytlösungen und deren Interpretation beschäftigt, die er in seiner Dissertation im Jahr 1883 erläutert.¹ Diese Arbeit stellt den Ausgangspunkt von OSTWALD's Leitfähigkeitsmessungen dar.

Er stellt darin fest, daß sich der Verdünnungskoeffizient mit der Konzentration ändert.² Weiter scheint ihm,

„daß die Salzlösungen eine ausgesprochene Neigung haben, bei großen Verdünnungen die gleiche molekulare Leitfähigkeit anzunehmen.“³

¹ ARRHENIUS, S.: Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes, Bihang Till Kungliga Svenska Vetenskapsakademien Handlingar. 8 (1884) 13 und 14. Beide Arbeiten sind in deutscher Übersetzung erschienen in: ARRHENIUS, S.: Untersuchungen über die galvanische Leitfähigkeit der Elektrolyte, SACKUR, O. (Hrsg.). Leipzig : Engelmann, 1906.(Ostwalds Klassiker 160)

² a. a. O. S. 31

³ a. a. O. S. 38-39

Die Vorgänge beim Verdünnen der Lösung bis zum Erreichen der maximalen Leitfähigkeit erklärt ARRHENIUS durch eine Fiktion.⁴ Danach vereinigen sich in höher konzentrierten Lösungen die Moleküle des Elektrolyten zu Agglomeraten. Die in solchen Ansammlungen befindlichen Moleküle sind inaktiv, d. h. nichtleitend. Bei zunehmender Verdünnung lösen sich die Agglomerate immer weiter auf, bis alle Moleküle einzeln gelöst, also alle aktiv sind und damit zur Leitfähigkeit beitragen. Diese Aktivität bedeutet für ARRHENIUS, daß die Moleküle fähig sind, einen „Doppelten Austausch“ auszuführen, den er sich derart vorstellt, daß die aktiven Moleküle in der Art eines kreisenden Verlaufs ihre Teilmoleküle austauschen können, so daß ein Ladungstransport stattfinden kann.

ARRHENIUS' Ideen finden in seinem unmittelbaren Umfeld keine Zustimmung. Symptomatisch dafür ist eine Äußerung CLEVES, auf die OSTWALD bezüglich eines späteren Besuches bei ARRHENIUS hinweist:

*„Natürlich machte ich in Upsala bei den Kollegen die üblichen Besuche. Besonders freundlich wurde ich von dem angesehenen Chemiker Cleve aufgenommen, der mir seine Verwunderung nicht verhehlte, daß ich so viel Gewicht auf die sonderbaren Ideen von Arrhenius legte. Doch zeigte er sich willig, meine Gründe anzuhören. Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation war damals noch nicht ausdrücklich ausgesprochen, dies geschah erst etwa zwei Jahre später. Aber mit unausweichlicher Logik zog Cleve einen Schluß nach dem anderen aus Arrhenius' Grundannahmen und fragte mich schließlich: Also Sie glauben, daß dort im Becherglas mit Chlornatriumlösung die Natriumatome so einzeln herumschwimmen? Ich bejahte, und er warf einen schnellen Seitenblick auf mich, der einen aufrichtigen Zweifel an meiner chemischen Vernunft zum Ausdruck brachte. Das störte aber keineswegs sein liebenswürdiges Verhalten ...“.*⁵

Eine ähnliche Bemerkung findet man in RIESENFELDS ARRHENIUS-Biographie:

„Als Arrhenius ihn [OSTWALD] einmal bei Cleve abholen wollte, kam er mitten in ein Gespräch und hörte Cleve erregt ausrufen: „Ja, aber das ist doch Unsinn, mit Arrhenius anzunehmen, daß im gelösten Chlorkalium Chlor und

⁴ Siehe dazu: GRÖGER, M.: Fiktionen in ihrer Bedeutung für chemische Forschungsprozesse und das Lernen von Chemie – dargestellt an der Genese des OSTWALDschen Verdünnungsgesetzes und an dem Problem des Konzeptwechsels. Diss., Univ. Siegen 1996; SCHARF, V., GRÖGER, M.: Fiktionen in ihrer Bedeutung für chemische Forschungsprozesse. Eine Brücke zum besseren Verständnis von Lernprozessen im Chemieunterricht? In: GRÄBER, W., BOLTE, C.: Fachwissenschaft und Lebenswelt: Chemiedidaktische Forschung und Unterricht, Kiel, 1996. - IPN 153, S. 45-72 und GRÖGER, M.: Die wissenschaftliche Arbeit des Nobelpreisträgers Wilhelm Ostwald in Riga. In: Zinatniski Petnieciskais Darbs Pedagoga Profesija – Daugavpils Pedagogiskas universitates pasniedzēju un studentu zinatniski metodiskas konferences, Daugavpils/Latvija 1995. - S. 43-45

⁵ OSTWALD, W.: Lebenslinien – Eine Selbstbiographie. Bd. 1. Berlin : Klasing, 1926. - S. 223

Kalium voneinander getrennt sind!“ Durch seinen Einritt wurde das Gespräch unterbrochen.“⁶

OSTWALD hat also ARRHENIUS in Schweden besucht, was zeigt, wie wichtiger – im Gegensatz zu seinen schwedischen Kollegen – ARRHENIUS' Forschungen nahm.

Der Kontakt kam im Jahre 1884 durch einen Brief von ARRHENIUS an OSTWALD zustande, in dem ARRHENIUS unter anderem schreibt:

„Unter solchen Umständen wird es Sie vielleicht nicht erstaunen, dass es für mich eine sehr große Aufmunterung in meiner Arbeit sein würde, wenn Sie gütigst meinen theoretischen Spekulationen einige Aufmerksamkeit schenken wollten, um so mehr da Sie der einzige mir bekannte Verfasser sind, der die vorigen Theorien eines experimentalen, von Vorurtheilen ganz freien, Prüfung unterworfen hat. Wie Sie schon vorher wissen und aus einem beigefügten Separatdrucke aus den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft auch finden, sind die meisten Chemiker leider für solche Betrachtungen ganz fremd, und darum würde ein vortheilhaftes Urtheil von Ihrer Seite, die in solchen Dingen eine von allen anerkannte Autorität sind, für mich von außerordentlicher Bedeutung sein.“⁷

OSTWALD erhält den Brief in Riga, wo er eine Professur am Polytechnikum innehat. Er beschäftigt sich dort mit der Messung der „Affinität“ oder „chemischen Verwandtschaft“ der Stoffe. Untersuchungen zur Inversion des Zuckers und der Verseifung von Estern und Amiden führen ihn zu der Annahme, daß die jeweiligen Reaktionen nach bestimmten „Affinitätscoefficienten“ ablaufen. Es fällt ihm auf, daß diese Aktivitätscoefficienten von der jeweils ablaufenden Reaktion unabhängig, aber für verschiedene Säuren, auf die er sich später spezialisiert, charakteristisch sind. Die Messungen sind jedoch sehr aufwendig.

Als er dann ARRHENIUS' Arbeit erhält, kann er durch die dort aufgezeigte Proportionalität von Affinitätscoefficienten und elektrischem Leitvermögen darauf hoffen, einen meßtechnisch sehr viel einfacheren und schnelleren Weg zu seinen Affinitätscoefficienten zu finden. Rückblickend schreibt OSTWALD dazu:

„Schon in Dorpat war mir aufgefallen, daß bei den wenigen Säuren, die F. Kohlrausch, der Erfinder der Widerstandsmessung an Elektrolyten mit Wechselströmen, untersucht hatte, die Reihenfolge der äquivalenten Leitfähigkeiten mit der der Verwandtschaftszahlen übereinstimmte. Aber ich konnte keinen sachlichen Zusammenhang beider Größen entdecken und Leitfähigkeiten an den anderen von mir untersuchten Säuren zu messen, war durch die große Umständlichkeit ausgeschlossen, mit der damals das Verfahren behaftet war. Nun hatte aber Arrhenius in seiner Abhandlung Betrachtungen ange-

⁶ RIESENFELD, E. H.: Svante Arrhenius. Leipzig, 1931. - S. 20. Diese Begebenheit schildert auch ARRHENIUS selbst in: ARRHENIUS, S.: Aus der Sturm- und Drangzeit der Lösungstheorie. In: Chemisch Weekblad (1913), S. 587

⁷ Dieser Brief findet sich im Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften in Berlin im OSTWALD-Nachlaß unter der Nummer 60a. Siehe dazu auch: KÖRBER, H.-G.: Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Wilhelm Ostwalds. Tl. 2. Briefwechsel mit Svante Arrhenius und Jacobus Henricus van't Hoff. Berlin : Akademie-Verl., 1969. - S. 3

stellt, welche einen durchgehenden Parallelismus beider Größen nicht nur erklärten, sondern forderten. Inzwischen war auch das Verfahren der Leitfähigkeitsmessung von Kohlrausch bedeutend vereinfacht worden, so daß es meinen experimentellen Hilfsmitteln zugänglich erschien.“⁸

Seine Reaktion auf ARRHENIUS' Thesen beschreibt OSTWALD selbst in seiner Autobiographie:

„Ich werde in meinem ganzen Leben den Tag nicht vergessen, an welchem ich zum ersten Male den Namen Svante Arrhenius kennen lernte. Ich hatte damals – es war im Juni 1884 – an jenem einen Tage gleichzeitig ein böses Zahngeschwür, ein niedliches Töchterchen und eine Abhandlung von Svante Arrhenius mit dem Titel „Études sur la conductibilité des électrolytes“ bekommen. Das war zu viel, um auf einmal damit fertig zu werden und ich hatte eine fieberhafte Nacht mit schlechten Träumen davon.

Das Zahngeschwür wurde ich bald los und das Töchterchen bewirkte keine großen Schwierigkeiten, da es leicht zur Welt gekommen war und die Mutter sich erstaunlich schnell erholte; meine Rolle als Vater brauchte ja erst in späteren Entwicklungsstadien ernsthaft zu werden. Aber die Abhandlung machte mir Kopfschmerzen und mehr als eine unruhige Nacht, was bei mir damals eine große Seltenheit war. Was darin stand, war so abweichend vom Gewohnten und Bekannten, daß ich zunächst geneigt war, das ganze für Unsinn zu halten. Dann aber entdeckte ich einige Berechnungen des offenbar noch sehr jungen Verfassers, welche ihm bezüglich der Affinitätsgrößen der Säuren zu Ergebnissen führten, die gut mit den Zahlen übereinstimmten, zu denen ich auf ganz anderem Wege gelangt war. Und schließlich konnte ich mich nach eingehendem Studium überzeugen, daß durch diesen jungen Mann das große Problem der Verwandtschaft zwischen Säuren und Basen, dem ich ungefähr mein ganzes Leben zu widmen gedachte, und von dem ich bisher in angestrengter Arbeit erst einige Punkte aufgeklärt hatte – der Wesentlichste war das Vorhandensein einer von der Art des Vorganges unabhängigen Verwandtschaftsgröße – in viel umfassenderer Weise als von mir angegriffen und auch teilweise schon gelöst war.

Man wird sich leicht vorstellen können, welch ein Durcheinander von Gefühlen eine solche Erkenntnis in einem jungen Forscher erwecken muß, der seine Zukunft erst zu machen hat und sich plötzlich auf dem Felde, das er sich so recht einsam und abseits ausgesucht hatte, einem höchst energischen Mitarbeiter gegenüber sieht. Dazu kam, daß das Werk offenbare Schwächen enthielt (die hernach auch von anderen Kritikern in übertriebener Weise hervorgehoben wurden), so daß ich noch mit der Möglichkeit rechnen mußte, jene richtigen Ergebnisse seien nur zufällig so ausgefallen.“⁹

OSTWALD geht hier mit sich ins Gericht und berichtet dann weiter:

⁸ OSTWALD, W.: Lebenslinien – Eine Selbstbiographie Bd. 1. Berlin : Klasing, 1926. - S. 219

⁹ a. a. O. S. 216

„Einige Tage lang stritten, wie in Bürgers Ballade der schwarze und der weiße Begleiter um meine Seele. Es war sicher nicht schwer, diesen plötzlichen Konkurrenten durch Totschweigen im Hintergrund zu halten, da zurzeit nur wenige Fachgenossen sich überhaupt um solche Fragen kümmerten. Dann konnte man wegen der vorhandenen Fehler das Ganze verurteilen und außerdem war durch die Veröffentlichung in den Schriften der Schwedischen Akademie der Wissenschaften ohnehin ein Hindernis für die Verbreitung gegeben, da diese den Chemikern kaum in die Hände kamen. Ich brauchte also nur die Schrift unbeachtet zu lassen, um mir den Mitbewerber wenn nicht für immer, so doch für die nächste Zeit vom Halse zu halten.

Ich darf mir selbst das Zeugnis geben, daß diese Überlegungen bei weitem nicht mit der Klarheit und Bestimmtheit auftraten, wie ich sie hier entwickelt habe. Es waren vielmehr nur Wellen eines dahin gerichteten Gefühls, die vorübergehend etwas über die Schwelle des Bewußtseins traten.“¹⁰

Nachdem OSTWALD sich entschlossen hat, ARRHENIUS' Forschungen nicht Kraft seiner Autorität zu verdrängen, sondern sie zu fördern, entwickelt sich ein ausgedehnter Briefwechsel¹¹ zwischen ihm und ARRHENIUS, und es entsteht eine tiefe Freundschaft zwischen den beiden Forschern.¹²

OSTWALD nimmt die Ideen von ARRHENIUS also im Gegensatz zu dessen schwedischen Kollegen begeistert auf und unterzieht seine umfangreiche Säurensammlung Leitfähigkeitsmessungen, und schon bald bestätigt er ARRHENIUS' Ergebnisse:

„So konnte ich, indem ich die nötigen Geräte meinen Möglichkeiten anpaßte, und den vom Telegraphenamnt auf einige Tage (länger war er nicht entbehrlich) geliehenen Widerstandskasten kopierte, nach kurzer Zeit die gewünschten Widerstandsmessungen mit reichlich genügender Genauigkeit ausführen. Ich maß alsbald meine ganze Sammlung von Säuren durch, die ich von den anderen Untersuchungen her vorrätig hatte. Unter immer stärkerem Herzklopfen fand ich eine Zahl nach der anderen der Voraussage und Erwartung entsprechend. Da jede Bestimmung in einigen Minuten erledigt werden konnte und die Lösungen vorrätig waren, so drängten sich Bestätigungen über Bestätigungen in eine so kurze Zeit zusammen, wie ich es sonst kaum je erlebt habe. Das Gesamtergebnis war, daß hier ein Weg eröffnet war, auf welchem die von mir bisher nach mühsamen Verfahren gesuchten Affinitätszahlen fast in ebensoviel Minuten gefunden werden konnten, als ich früher Tage auf ihre Mes-

¹⁰ a. a. O. S. 217-218.

¹¹ Siehe dazu: KÖRBER, H.-G.: Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Wilhelm Ostwalds. Tl. 2. Briefwechsel mit Svante Arrhenius und Jacobus Henricus van't Hoff, Berlin : Akademie-Verl., 1969

¹² Wie sich diese innige Freundschaft langsam entwickelt, kann sehr deutlich am Briefwechsel verfolgt werden. So schreibt ARRHENIUS in seinen Briefanschriften an OSTWALD anfangs „Hochgeehrter Herr Professor“, später „Hochgeehrter und lieber Herr Professor“, „Lieber Herr Professor“, „Lieber Professor“ und schließlich „Lieber Freund“. Ebenso wechselt OSTWALD von „Lieber Doctor“ zu „Lieber Freund“ und vom „Sie“ zum „Du“. Den abschließenden Briefgruß ändert ARRHENIUS von „Hochgeehrter Herr Professor mit tiefster Ehrfurcht Ihr ganz ergebener Dr. Svante Arrhenius“ im ersten Brief zu „Dein treuer Freund Svante Arrhenius“.

„*sung verwenden mußte. Ich berichtete alsbald in einer kurzen Abhandlung über diese weitgehende Bestätigung der von Arrhenius aufgestellten Beziehung und schickte sie an die Schriftleitung des Journal für praktische Chemie. Durch einen glücklichen Zufall konnte sie sofort gedruckt werden.*“^{13, 14}

Bei weiteren Untersuchungen findet Ostwald, daß die molekulare Leitfähigkeit proportional der Quadratwurzel der Verdünnung bis zu einem Endwert ansteigt.

„*Dieses Ansteigen der äquivalenten Leitungsfähigkeit schwacher Säuren mit zunehmender Verdünnung erfolgt um so stärker, je schwächer die Säure ist und zwar angenähert proportional der Quadratwurzel¹⁵ aus der Wassermenge, so lange der Werth 30 bis 40 nicht erreicht ist; darüber hinaus ist die Zunahme langsamer. ... Bei sehr schwachen Säuren ist die Zunahme etwas grösser, bei stärkeren kleiner. Es scheint unzweifelhaft, dass diese Beziehung von massgebender Bedeutung für die Aufklärung der Rolle ist, welche das Wasser in den Elektrolyten spielt.*

Die den einzelnen einbasischen Säuren zugehörigen Zahlenreihen verlaufen auch insofern ähnlich, als die entsprechenden Curven sich nur äusserst selten und dann in sehr spitzen Winkeln kreuzen. Leitet also eine Säure bei einer Concentration besser oder schlechter als eine andere von äquivalentem Gehalt, so thut sie es auch bei allen anderen Concentrationen. Bei der Proportionalität zwischen Leitungsvermögen und Reactionsgeschwindigkeit, resp. Verwandtschaftsgrösse gilt ein gleicher Satz wahrscheinlich auch für die letztere Eigenschaft.“¹⁶

Um sich eine Vorstellung von dem Geschehen in der Lösung zu machen, bedient er sich der folgenden Fiktion: OSTWALD nimmt an, daß das Wasserstoffatom in den Säuremolekülen periodisch gegen den Säurerest schwingt und sich am äußersten Punkt der Schwingung ablösen kann. Die verschiedenen Säurestärken kann er somit durch unterschiedliche Kraftkonstanten des schwingenden Systems erklären:

„*Die Fähigkeit der Säuren, ihre spezifische Reaction auszuüben, d. h. ihren Wasserstoff gegen andere Elemente oder Radicale auszutauschen, kann nicht die Folge eines statischen Zustandes mehr oder weniger geringer Anziehung des Wasserstoffatoms sein, da unter dieser Voraussetzung die Erklärung der Erscheinungen der chemischen Massenwirkung gerade dieselben Schwierigkeiten zeigt, wie die Grothius'sche Theorie der Elektrolyse der Thatsache, dass die geringsten elektromotorischen Kräfte bereits Zersetzung hervorrufen.*

Die Fähigkeit, in Reaction zu treten, wird vielmehr davon abhängen, wie oft das Wasserstoffatom sich in abtrennbarer Lage befindet. Nun nehmen wir in

¹³ OSTWALD, W.: Lebenslinien – Eine Selbstbiographie. Bd. 1. Berlin : Akademie-Verl., 1926. - S. 220

¹⁴ Die besagte Abhandlung erscheint im Juli 1884: OSTWALD, W.: Notiz über das elektrische Leitungsvermögen der Säuren. In: Journ. f. prakt. Chem. 30 (1884), S. 93-95

¹⁵ Dies bemerkten bereits KOHLRAUSCH und ARRHENIUS.

¹⁶ OSTWALD, W.: Die elektrische Leitungsfähigkeit der Säuren. In: Journ. f. prakt. Chem. 30 (1884), S. 233

der Moleculartheorie der Gase an, dass die Atome innerhalb der Moleküle nicht als ruhend angesehen werden dürfen, sondern Bewegungen ausführen, deren lebendige Kraft zu der fortschreitenden Bewegung der Gesamtmoleküle in einem bestimmten Verhältnis stehen muss. Diese Bewegungen werden periodische sein, wenigstens in der Zeit zwischen zwei Zusammenstößen der Moleküle. Die Dauer der Periode aber ist abhängig von der Intensität der Kraft, welche das Atom zur Gleichgewichtslage zurücktreibt, wenn es aus derselben entfernt war, und zwar ist sie um so kleiner, je größer die Kraft ist. Nun kann der Austausch offenbar am leichtesten erfolgen, wenn das Wasserstoffatom sich im Maximum der Elongation, also im Minimum der Anziehung befindet, die Möglichkeit des Austausches findet also in dem Masse häufiger statt, als die Schwingungsperiode kürzer, d. h. die Kraft, unter der das Wasserstoffatom oscillirt, grösser ist.

Diese Ueberlegungen zeigen also, dass wenigstens eine Bedingung der Reactionsfähigkeit in demselben Sinne zunimmt, wie die Kraft der Anziehung und beseitigen daher den oben berührten Einwand gegen die Auffassung der chemischen Verwandtschaft als Anziehungsphänomen.“¹⁷

In dieser Veröffentlichung vermerkt OSTWALD noch, daß die Überlegungen aus der engen Kooperation zwischen ihm und ARRHENIUS entstanden sind:

„Zum Schlusse sei erwähnt, dass die in vorstehender Abhandlung dargelegten Beobachtungen und deren Consequenzen Gegenstand zahlreicher Besprechungen zwischen meinem Freunde Dr. S. Arrhenius und mir gewesen sind, so dass ich gegenwärtig nicht anzugeben vermag, welche der ausgesprochenen Ideen und Hypothesen von ihm, welche von mir herrühren“.¹⁸

OSTWALD erkennt bald, daß der Quadratwurzelausdruck seine Beobachtungen nur angenähert wiedergibt. Durch weiteres Experimentieren und eine genauere Analyse seiner Meßergebnisse entdeckt er 1885 eine erste Formel für das Verdünnungsgesetz, nämlich $\text{tang } m = \left(\frac{v}{v_0}\right)^{0,4124}$ “¹⁹

wobei m das molekulare Leitvermögen, v die Wassermenge und v_0 eine Konstante ist, die nur von der Natur der Säure abhängt.

Diese Gleichung trifft auf seine Meßwerte mit genügender Übereinstimmung zu, wenn auch, wie OSTWALD zutreffend anmerkt, nicht exakt. Ein großer Nachteil der Formel ist, daß OSTWALD sie nicht rational erklären, d. h. nicht theoretisch ableiten kann. Er schreibt dazu in der Veröffentlichung:

„Diese Schlussfolgerung sieht einfach genug aus; es befindet sich in derselben nur eine Constante v_0 , welche von der Natur der Säure abhängt, die andere Constante 0,4124 hängt von den gewählten Einheiten ab. Indessen sind zwei gewichtige Bedenken gegen den Ausdruck vorzubringen. Einmal stellt er zwar im Allgemeinen den Lauf der Function gut dar, bei den einzelnen Säuren zei-

¹⁷ a. a. O. S. 230-231

¹⁸ a. a. O. S. 236

¹⁹ OSTWALD, W.: Das Verdünnungsgesetz. In: Journ. f. prakt. Chem. 31 (1885), S. 454

*gen sich dagegen Abweichungen, welche über die Versuchsfehler hinausgehen. Und versucht man sich Rechenschaft darüber zu geben, ob die vorhandenen Abweichungen irgendwie erklärt werden können, so macht sich das zweite Bedenken geltend: es fehlt der Formel gänzlich an rationeller Begründung. Eine derartige Winkelfunction für eine Grösse, die mit Winkeln nichts ersichtliches zu thun hat, ist, soviel mir bekannt, in der mathematischen Physik nirgend aufgetreten.*²⁰

Vorläufig kommt OSTWALD nicht weiter.²¹ Dabei hilft ihm auch nicht der briefliche Austausch mit KOHLRAUSCH, der seinerseits mit Messungen der elektrolytischen Leitfähigkeit beschäftigt ist und eine Formel entwickelt, die aber nicht zur weiteren Entwicklung des Verdünnungsgesetzes beiträgt.²²

Erst 1887 gelingt der Durchbruch, zu dem OSTWALD über Umwege van't HOFF und ARRHENIUS verhelfen.

Van't HOFF ist an der Universität Amsterdam mit Untersuchungen zum osmotischen Druck beschäftigt. Er stellt eine Gleichung für den osmotischen Druck in Lösungen auf, nämlich $pV = iRT$, die er 1885 veröffentlicht.²³ Dabei muß er einen Faktor i einfügen, der sich aus seinen experimentellen Daten ergibt, den er aber nicht erklären kann.

Van't HOFF vermerkt zum Faktor i rückblickend:

*„Diese sogen. isotonischen Coefficienten, die man bei so vielen physiologischen Versuchen als bedingende Factoren wiederfindet, sollten schliesslich der Theorie nach gleich 1 sein, sie waren also offenbar für die Entwicklung einer „Theorie der Lösungen“ in hohem Grade bedenklich und haben mich in meiner schwedischen Abhandlung denn auch davon zurückgehalten, wo ich immer nur ziemlich nebensächlich von einer merkwürdigen, öfters wiedergefundenen Eigenschaft der verdünnten Materie sprach.*²⁴

Und in einem Brief an OSTWALD schreibt er:

*„Von meiner Arbeit über Lösungen bin ich eben im Begriffe für die Zeitschrift einen Aufsatz zu machen. Mich dünkt es auch oft daß i mit der Concentration und Temperatur sich ändern wird; am Ende sollte man in dieser veränderlichen Welt überhaupt keine Constanten mehr einführen.*²⁵

OSTWALD beurteilt dieses Problem in seinen Lebenslinien nachträglich so:

²⁰ a. a. O.

²¹ Ein Grund war sicherlich auch, daß OSTWALD in Riga kein genügend reines Wasser für seine Untersuchungen erhalten konnte.

²² Siehe dazu z. B.: KOHLRAUSCH, F.: Ueber das Leitungsvermögen einiger Electrolyte in äusserst verdünnter wässriger Lösung. In: Ann. der Physik und Chemie 262 (1885), Nr. 10, S. 161-226

²³ Van't HOFF, J. H.: L'Équilibre chimique: dans les systèmes gazeux ou dissous á l' état dilué. In: Archives Néerlandaises Sci. exactes naturelles 20 (1886), S. 239-302; und Van't HOFF, J. H.: Lois de l'équilibre chimique dans l'état dilus gazeux ou dissous. In: Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. 21 (1886), Nr. 17. Ins Deutsche übersetzt in: Van't HOFF, J. H.: Die Gesetze des chemischen Gleichgewichts für den verdünnten, gasförmigen oder gelösten Zustand./ BREDIG, G. (Hrsg.). Leipzig : Engelmann, 1900 (Ostwalds Klassiker 110). - S. 20-21

²⁴ Van't HOFF, J. H.: Wie die Theorie der Lösungen entstand. In: Chem. Ber. 27 (1894), S. 15-16

²⁵ Brief von van't HOFF an OSTWALD vom 10.8.1887. Nachlaß-Nummer: 3106

„Die geniale Theorie van't Hoff's hatte zwar das Licht erblickt. Sie war aber mit einem Geburtsfehler zur Welt gekommen, der sich als nahezu lebensgefährdend erwies. Während sie nämlich auf eine gewisse große Gruppe von Stoffen, die sogenannten indifferenten, restlos Anwendung fand, ließ sie für die anderen, welche bei weitem die wichtigeren waren, nämlich die Salze mit Einschluß der Säuren und Basen, diesen Anschluß vermissen. Um ihn zu erzielen, mußte van't Hoff in die Gleichungen einen rätselhaften Faktor i einführen, der größer als eins war und seinerseits bestimmten Gesetzen zu gehorchen schien, für den aber eine rationelle Deutung zurzeit nicht zu finden war.“²⁶

ARRHENIUS findet – nachdem er van't HOFF's Abhandlung 1887 erst über Umwege erhalten hat – heraus, daß i gerade die Anzahl Teilmoleküle ist, in die ein Elektrolyt in Lösung zerfällt. Er stellt damit die Fiktion auf, daß, wie es für Gase schon bekannt ist, auch Elektrolyte in Lösungen in Teilmoleküle dissoziieren:

„Sogleich war es mir klar, dass man aus der Abweichung der Elektrolyte in wässriger Lösung vom van't Hoff-Raoult'schen Gesetz der Gefrierpunkterniedrigung den kräftigsten Beweis für ihren Zerfall in Ionen erhält. Jetzt hatte ich zwei verschiedene Wege um den Dissoziationsgrad zu berechnen, teils mit Hilfe der Gefrierpunkterniedrigung, teils auch aus der Leitfähigkeit. Sie gaben alle beide in der überaus vorwiegenden Anzahl von Fällen dasselbe Resultat, und ich konnte offen die Dissoziation der Elektrolyte aussprechen.“²⁷

Und in einem Brief an van't HOFF schreibt er:

„Die Abhandlung hat mir nämlich in unerhörtem Grade Klarheit verschafft über die Konstitution der Lösungen. Wenn z. B. Chlornatrium sich normal verhalten würde, d. h. aus einfachen Molekülen bestehen würde so würde der Koeffizient $i = 1$ sein. Da er aber viel größer ist so ist der natürlichste Ausweg dies zu erklären zu sagen dass NaCl theilweise dissociirt ist, ganz so wie man sagt dass bei höherer Temperatur I_2 dissociirt ist. ... Was ich in meiner Arbeit „sur la conductibilité“ aktive Molekel genannt habe ist also dasselbe wie dissociirte Moleküle. ... Welche Beziehungen zwischen meiner elektrokinetischen und Ihrer thermo-dynamischen Auffassung der Vorgänge herrschen, ist mir zur Zeit nicht vollkommen klar. Dass solche Beziehungen von ausserordentlich inniger Art existiren, darüber habe ich nicht den geringsten Zweifel, wie auch wohl aus den obigen Zeilen hervorgehen dürfte. Beide Theorien sind noch nur in Ihrer ersten Entwicklung und ich habe die lebhafteste Hoffnung, dass in der allernächsten Zukunft nicht nur eine sondern mehrere Brücken zwischen den beiden Gebieten geschlagen werden.“^{28, 29}

²⁶ OSTWALD, W.: Lebenslinien – Eine Selbstbiographie. Bd. 2. Berlin Klasing, 1927. - S. 25

²⁷ ARRHENIUS, S.: Aus der Sturm- und Drangzeit der Lösungstheorie. In: Chemisch Weekblad (1913), S. 593-594.

²⁸ Zitiert nach: RIESENFELD, E. H.: Svante Arrhenius. Leipzig, 1931. - S. 25

²⁹ DUNSCH und GIRNUS bemerken dazu: „Wichtig ist, daß die junge physikalische Chemie nun zwei Theorien besaß, die einer Reihe bekannter Phänomene erklären konnten, sich gegenseitig gut ergänz-

Auch OSTWALD, der inzwischen eine Professur in Leipzig angenommen hat, setzt er von seinem Einfall in Kenntnis:

„Ich habe auch vor ungefähr 14 Tage van't Hoff's große Abhandlung bekommen und meine meiste freie Zeit an deren Studium verwendet. Die zweite Abhandlung ist wohl von dem größten Interesse, die Elegance der Beziehungen ist wirklich geradezu erstaunend. ... Unter solchen Umständen ist die Redaktionsarbeit meiner Abhandlung über innere Reibung sehr wenig fortgeschritten und ich bin nicht damit unzufrieden, denn van't Hoff's Abhandlung hat mir viel Licht über die Konstitution der Lösungen geworfen. ...“³⁰

Damit konnte ARRHENIUS seine Dissoziationstheorie klar formulieren und veröffentlichen.^{31 32}

Die Ideen von van't HOFF und ARRHENIUS beurteilt OSTWALD folgendermaßen:

„In meinem Geist hatte nämlich die oben beschriebene gegenseitige Hilfe beider Lehren alsbald den naheliegenden Schluß bewirkt, daß nunmehr die Gasgesetze auch zur Aufklärung der Gleichgewichte zwischen den Ionen angewendet werden können, ebenso, wie Horstmann sie seinerzeit auf die Gleichgewichte zwischen Gasen (I, 197) angewendet hatte. Solche Gleichgewichte liegen insbesondere bei den schwachen, d. h. nur teilweise zerfallenen Säuren vor, als deren Typus die Essigsäure gelten konnte. Ich unterwarf alsbald meine neuen, unter besseren Bedingungen als in Riga ausgeführten Messungen einer entsprechenden Berechnung und erhielt eine vollkommene Bestätigung der erwarteten Verhältnisse. In einer kurzen Nachricht, datiert Januar 1888 teilte ich diesen Befund der wissenschaftlichen Welt mit und hob hervor, daß insbesondere die Gesetze, die ich für die Beziehung zwischen Leitfähigkeit und Verdünnung gefunden hatte, sich restlos aus jenen Voraussetzungen ableiten lassen. Damit war das „Ostwaldsche Verdünnungsgesetz“ aufgestellt, an welches sich seitdem eine ganze Thermodynamik der Ionen geknüpft hat.“³³

Auf der Basis dieser Theorie gelangt OSTWALD nun endlich zur endgültigen Formulierung seines Verdünnungsgesetzes.

ten und die Grundlage bildeten, auf der sich die physikalische Chemie zur selbständigen Wissenschaft entwickeln konnte.“ In: DUNSCH, L., GIRNUS, W.: Jacobus Henricus van't Hoff und die Theorie der Lösungen. In: Wissenschaft und Fortschritt 27 (1977), Nr. 8, S. 377

³⁰ Nachlaß-Nummer 60a.

³¹ Zuerst publiziert in: ARRHENIUS, S.: Förök att beräkna dissociationerna (aktivitetskoefficienterna) hos i vatten lösta kroppar. (Versuch zur Berechnung der Dissoziation (der Aktivitätskoeffizienten) in Wasser gelöster Stoffe). Öfversigt (1887) 6, S. 405 und ARRHENIUS, S.: Über additive Eigenschaften der verdünnten Salzlösungen, Öfversigt (1887) 9, S. 561. Beide Artikel sind zusammengefaßt in: ARRHENIUS, S.: Über die Dissoziation der in Wasser gelösten Stoffe. In: Zeitschr. f. physik. Chem. 1 (1887), S. 631-648

³² WALDEN bemerkt zu van't HOFFs und ARRHENIUS' Entdeckungen: „Beide Theorien bilden das Kristallisationszentrum für die moderne physikalische Chemie“. In: WALDEN, P.: Die Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen Aufeinanderfolge. In: HERZ, W.: Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge 15 (1910), S. 157

³³ OSTWALD, W.: Lebenslinien – Eine Selbstbiographie Bd. 2, Berlin : Klasing, 1927, S. 29

Er leitet deduktiv aus der Dissoziationstheorie der Elektrolyte seine „richtige“ Gleichung ab, die er im Januar 1888 in der Zeitschrift für Physikalische Chemie veröffentlicht:

$$\text{„ } \frac{\mu_{\infty} - \mu_v}{\mu_v^2} v = \text{konst.} \quad \text{„}^{34}$$

Hier meint μ_{∞} die Leitfähigkeit bei unendlicher Verdünnung, μ_v die gemessene Leitfähigkeit und v das Volumen der Lösung. Die Bestätigung dieser Formel an 243 Säuren liefert OSTWALD eine ausreichende Bewährung und er sieht in ihr ebenfalls eine besondere Bestätigung für die von ARRHENIUS aufgestellte Dissoziationstheorie.³⁵

OSTWALD verändert die Formel später noch derart, daß er $m = \frac{\mu_v}{\mu_{\infty}}$ einsetzt, so daß die Gleichung für die invertierte Konstante lautet:

$$\text{„ } \frac{m^2}{(1-m)v} = C \quad \text{„}^{36}$$

Hierin bedeutet m die „auf das Maximum bezogene Leitfähigkeit“.

Dieses Verhältnis der Leitfähigkeit bei bestimmter Verdünnung zu dem bei unendlicher Verdünnung entspricht dem Verhältnis von dissoziierten Molekülen zu nicht dissoziierten Molekülen, dem sogenannten Dissoziationsgrad α ; m kann also durch α ersetzt werden.

Substituiert man, wie in heutiger Terminologie üblich, noch die Verdünnung v nach $v = \frac{1}{c}$, also durch die reziproke Konzentration c , so ist hier schon die heute noch verwendete Gleichung des Verdünnungsgesetzes formuliert:

$$\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)} c = K_c .$$

Es ist eine reizvolle Aufgabe, die hier wissenschaftshistorisch dargestellte Genese des OSTWALDschen Verdünnungsgesetzes wissenschaftstheoretisch eingehend zu analysieren, doch sprengte ein solches Vorhaben den Rahmen dieses kurzen Artikels.

Dennoch erkennt man schon in der historischen Darstellung, daß wissenschaftliches Vorgehen nicht festen Schemata folgt, sondern daß die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Ideen und Konzepte immer auch von historischen Gegebenheiten und persönlichen Bezügen beeinflusst wird. Besonders eindrucksvoll zeigt der dargestellte Prozeß gerade die Bedeutung von Gedankenaustausch und Zusammenarbeit für den wissenschaftlichen Fortschritt.

³⁴ OSTWALD, W.: Zur Theorie der Lösungen. In: Zeitschr. f. physik. Chem. 2 (1888), S. 37

³⁵ In Leipzig ist es OSTWALD nun auch möglich, ein ausreichend reines Wasser für seine Messungen zu erhalten.

³⁶ OSTWALD, W.: Über die Dissociationstheorie der Elektrolyte. In: Zeitschr. f. physik. Chem. 2 (1888), S. 277

Anfänge der Physikalischen Chemie und heutige Nucleinsäureforschung¹

Günter Löber

Wenn wir uns heute hier in der Wilhelm Ostwald-Gedenkstätte getroffen haben, um über die Physikalische Chemie, wie sie Ostwald als deren Mitbegründer verstanden hat und deren Bedeutung für die heutige Nucleinsäureforschung zu sprechen, so ist es dem Vorhaben sicherlich dienlich, einige Reminiszenzen über den Wissenschaftler und Philosophen Ostwald auch unter Bezugnahme auf heutige Anschauungen voranzustellen.

Wilhelm Ostwalds Grenzgebiete – damals und heute

Wilhelm Ostwald (geb. 1853 in Riga) studierte Chemie an der Universität Dorpat (heute Tartu in Estland) und fertigte 1878 seine Doktordissertation, dem heutigen Dr. habil. entsprechend, zum Thema „Volumchemische und optisch-chemische Studien“ an und bewegte sich damit eigentlich schon auf einem Grenzgebiet von Physik und Chemie, dessen Bedeutung er rechtzeitig erkannte und für dessen Entwicklung er sich intensiv einsetzte.

Dazu Ostwald selbst:²

Die sogenannten Grenzgebiete umfassen nun nicht etwa, wie die Bezeichnung vermuten ließe, Fragen und Aufgaben, die einigermaßen abseits vom Mittelpunkt der fraglichen Wissenschaften liegen, sondern in ihnen werden meistens gerade die allgemeinen und dementsprechend wichtigeren Probleme bearbeitet und entschieden. Und die Aussicht, auf solchen Grenzgebieten derartige Probleme zu lösen, ist um so größer, als die aus beiden Wissenschaften zu entnehmenden Hilfsmittel mannigfaltiger sind.

Dabei ist die Grenze zwischen der Physik und der Chemie nicht immer scharf gezogen; es gibt Übergangsgebiete, in denen sowohl Physiker als auch Chemiker mit Erfolg tätig sein können. Insbesondere in Verbindung mit Biologie, Medizin und Technik sind in den vergangenen Jahrzehnten immer mehr duale Wissenschaftsdisziplinen auf Grenzgebieten entstanden, denken wir an die Biophysik, Biochemie, Medizintechnik, Biotechnologie und andere mehr (Abb. 1). Selbst beim Zusammentreffen der drei Disziplinen Biologie, Physik und Chemie in der Biophysikalischen Chemie und Molekularbiologie sowie der vier Disziplinen Biologie, Physik, Chemie und Technik in der Molekularen Biotechnologie, gibt es eine ausreichend große Überlappungsmenge von Problemgebieten, die eine selbständige Existenz dieser kombinierten Wissenschaftsdisziplinen rechtfertigt (der Begriff „molekular“ impliziert sowohl eine physikalische als auch eine chemische Komponente). Es ist sicherlich müßig zu erwähnen, daß die Einführung neuer, verschiedene Wissenschaftsdisziplinen vernetzender Grenzgebiete geprägt sein muß von einer realen Notwendigkeit mit

¹ Vortrag gehalten am 06. 06. 1998 in der Wilhelm Ostwald-Gedenkstätte in Großbothen/Sachsen

² Rodnyj, N. I. ; Solowjew, Ju. I. ; Sommer, H. (Übers.): Wilhelm Ostwald.. Leipzig : Teubner, 1977. - S. 41 (Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner 30)

Kreativitätsgewinn, weniger von den Bemühungen zur personengebundenen Einrichtung eines neuen Lehrstuhls oder Instituts.

Wissenschaftliche Grenzgebiete mit zwei Disziplinen	
Physik, Chemie:	Physikalische Chemie
Biologie, Physik:	Biophysik
Biologie, Chemie:	Biochemie
Medizin, Technik:	Medizintechnik
Biologie, Technik:	Biotechnologie
Biologie, Computertechnik:	Biocomputing
Chemie, Therapie:	Chemotherapie
Genetik, Therapie:	Genherapie
Wissenschaftliche Grenzgebiete mit drei und mehr Disziplinen	
Biologie, Physik, Chemie:	Biophysikalische Chemie
Molekularbiologie	
Genetik, Physik, Chemie:	Molekulargenetik
Medizin, Physik, Chemie:	Molekulare Medizin
Pharmakologie, Physik, Chemie:	Molekulare Pharmakologie
Biologie, Technik, Physik, Chemie:	Molekulare Biotechnologie

Abb. 1: Wissenschaftliche Grenzgebiete mit zwei, drei und mehr Disziplinen.
Entwicklung nach Ostwalds Schöpfung der Physikalischen Chemie durch
Fusion von Physik und Chemie.

Gerd Binnig, der für seine Entdeckung des Rastertunnelmikroskopes den Nobelpreis erhielt, sagt in seinem Buch „Aus dem Nichts. Über die Kreativität von Mensch und Natur“:³

Kreativität ist ein umfassendes Thema Irgendwann hatte ich das Gefühl, es gäbe überhaupt kein allgemeineres Thema mehr, denn es berührt ja praktisch alle grundlegenden Fragen dieser Welt: Die Entstehung des Universums, die Evolution des Lebens und die Evolution des Universums, den Sinn des Lebens. Warum das Ganze stattfindet und wohin das Ganze führt. Denn all dies hat etwas mit Kreativität zu tun, mit dem Entstehen des Neuen.

Dazu werden von ihm sogenannte Wirkungseinheiten definiert, die auf allen Ebenen der Entwicklung zu etwas Neuem Anlaß geben können.

Versuchen wir an einem einfachem Beispiel zu verstehen, was darunter zu verstehen ist. Zwei He-Atome, die zusammenstoßen, ergeben nichts chemisch Neues. Sie gehen wieder auseinander, ohne Evolution oder, wie Goethe es sagen würde: „Es ist so gut als wär es nicht gewesen“. Anders ist es, wenn zwei Wasserstoffatome zusammentreffen und sich molekularer Wasserstoff als etwas Neues bildet. Hier liegt Kreativität vor. Die Wirkungseinheiten können auch entstehen, wenn zwei oder mehrere Gedanken oder Erfahrungen sich im Denkprozeß eines einzelnen Menschen abspie-

³ Binnig, Gerd: Aus dem Nichts. Über die Kreativität von Natur und Mensch. München : Piper, 1992

len. Mit Zunahme des Erfahrungsschatzes eines Menschen wächst die Wahrscheinlichkeit, daß sich Wirkungseinheiten bilden und etwas Neues entsteht. Dies ist ein Trost für ältere Forscher, sie können daher, wenn es ansonsten ihre Kräfte erlauben, noch außerordentlich kreativ sein. Die Komponenten der Wirkungseinheiten können jedoch auch in zwei oder drei oder mehr Menschen, ja in einer ganzen Gruppe verankert sein, deren Interaktion zur kreativen Arbeit befähigt.

Auch ganze **Wissenschaftsdisziplinen können Komponenten eines Wirkungskomplexes** sein. Wilhelm Ostwald ist ohne Zweifel so verfahren, wie es Binnig später generalisiert hat, wenn er Physik und Chemie in der Grenzdisziplin Physikalische Chemie vereinigte und das Gedankengut großer Forscher wie Arrhenius, Nernst, Bodenstein, Le Blanc und vieler anderer, die z. T. auch seine Schüler waren, für die Entwicklung von etwas Neuem zusammenführte.

Ostwald war sehr begeistert von dem Gedanken, die Biologie in die Physikalische Chemie mit einzubeziehen.^{4, 5}

Er sagt dazu:

Der Biologe muß die Mittel und Wege der allgemeinen Chemie und Physik kennen, wenn er die Mittel und Wege des Organismus begreifen will.

Dabei ist es sicherlich z. B. noch keine Biophysik, wenn ein biologisches Problem durch Einführung einer physikalischen Meßtechnik, die dem System nicht inherent sein kann, einen physikalischen Touch erhält, eher schon, wenn ein im biologischen System wirkender physikalischer Mechanismus durch eine physikalische Meßtechnik analysiert wird. Beispiele hierfür sind Konformationsänderungen in Molekülen oder physikalische Bindungskräfte zwischen den Molekülen, die den biologischen Funktionsprozeß bestimmen können.

Am 18. August 1903 war Wilhelm Ostwald zu einem Vortrag anlässlich der Einweihung des von Prof. J. Loeb erbauten biologischen Laboratoriums der californischen Universität zu Berkeley eingeladen, in welchem er zum Thema „Biologie und Chemie“ sprach. Er sagte dazu einleitend:⁴

Im Hörsaal eines biologischen Instituts spricht in diesem feierlichen Augenblick ein Mann zu Ihnen, der selbst nicht Biologe ist, sondern ausdrücklich als Vertreter einer benachbarten Wissenschaft eingeladen wurde. Und dieser Mann ist selbst wieder das Produkt einer Synthese zweier benachbarter Wissenschaften, der Physik und der Chemie. Dieser Mann versucht ... noch über die Triade Physik-Chemie-Biologie hinauszugehen und auf Fragen hinzuweisen, welche diese und noch weitere Wissenschaften umfassen.

Ostwald dazu weiter:

Wir haben soeben eine Zeit der Vereinzelung aller Wissenschaften, eine Zeit der Spezialisierung hinter uns in einer Epoche, wo die synthetischen Faktoren in der Wissenschaft eine immer wachsende Bedeutung gewinnen.

⁴ Ostwald, Wilhelm: Gedanken zur Biosphäre. Leipzig : Akadem. Verlagsges., 1978 (Ostwalds Klassiker 257)

⁵ Berg, Hermann: Wilhelm Ostwald – Erkenntnisse über die Biosphäre. In: Sitzungsber. d. Sächs. Akad. d. Wiss. zu Leipzig, Math.-naturwiss. Kl. 115 (1981), Nr. 1, S. 1-36

Ganz ohne Zweifel bringt die Zusammenführung von Wissenschaftsdisziplinen einen für den Fortgang der Entwicklung wesentlichen Synergismus mit sich. Die Aufklärung der Struktur von Eiweißen wie Hämoglobin oder Myoglobin aber insbesondere der Struktur der Desoxyribonucleinsäure (DNA) durch die Röntgenkristallstrukturanalyse sind 50 Jahre nach Ostwalds Vortrag in Berkeley dafür noch schlagkräftige Beweise. Etwas vorsichtiger sollte man vielleicht den Begriff der Vereinzelung der Wissenschaften betrachten. Verschiedene Vereinzelungen verschwinden, wie mit der Schaffung der Physikalischen oder Biophysikalischen Chemie, andere könnten aber wieder entstehen. Ich werde am Ende des Vortrages noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen.

Die von Ostwald so wichtig erachteten Begriffe wie Affinität und Katalyse und weitere Richtungen der Physikalischen Chemie sind für die Fortschritte in der Nucleinsäureforschung bis an deren gegenwärtigen Grenzen der Gensequenzierung, der gentechnischen Diagnose und Therapie von Krankheiten, des Drug-Designs in der Pharmaforschung u. a. von eminenter Bedeutung. Ich werde später in meinen Ausführungen darauf näher eingehen.

Ostwalds Wege zur Förderung der Grenzgebiete – und heute?

Wilhelm Ostwald hat rechtzeitig erkannt, daß eine sinnvolle Beschäftigung mit der Physikalischen Chemie auch eine Reihe von Aufgaben mit sich bringt. Seit 1887 hatte er den Lehrstuhl für Physikalische Chemie an der Universität in Leipzig inne und begann sofort die Vorlesungen und Praktika nach seinen Vorstellungen zu reformieren.

Leider sind wir heute nicht mehr in der Lage – wie Ostwald – „mit Kork, Karton, Glas, Graphit, Siegellack und Leim“ grobe Messungen durchzuführen, die ausreichen, um allgemeine Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Die heute für eine Forschung notwendigen Geräte erfordern z. T. erhebliche finanzielle Mittel und bringen damit sowohl die Forschung als auch die Wissenschaftler in Abhängigkeit von vielleicht nicht immer kompetenten Förderern, die dann auch bestimmen, was wichtig ist und was nicht.

Ostwald hatte ausgezeichnete Fähigkeiten als Wissenschaftsorganisator, so war er Begründer der Reihe „Klassiker der exakten Naturwissenschaften“ (1889) und Mitbegründer der „Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft“ (1899, 1902 umbenannt in „Deutsche Bunsengesellschaft für Angewandte Physikalische Chemie“), der „Zeitschrift für Elektrotechnik und Elektrochemie“ (1899, der heutigen Zeitschrift „Berichte der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie“), sowie der „Zeitschrift für Physikalische Chemie“ (1887).

Er war auch ein leidenschaftlicher Verfechter der internationalen Kooperation. Im Gegensatz zu den Zeiten vor ca. 100 Jahren ist diese jedoch heute nicht nur als förderlich, sondern als existentielle Notwendigkeit für den Fortgang der Wissenschaft anzusehen.

Eine vom heutigen Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie durch Einholung von Experten- und Laienmeinungen angefertigte „Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik“⁶ spricht diesbezüglich

⁶ Delphi '98-Umfrage „Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik“, „Zusammenfassung der Ergebnisse und Methoden- und Datenband“, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innova-

eine deutliche Sprache und bricht eine Lanze für die internationale Kooperation und die wirtschaftliche Wichtigkeit. Beschränken wir uns hier auf das Kapitel „Gesundheit und Lebensprozesse“ dieser Studie. Auf diesem Gebiet hat Deutschland heute eher eine schwache Forschungsposition; die USA halten unangefochten die Spitzenstellung. Die deutsche Pharmaindustrie wendet sich durch eine flexiblere Handhabung in den USA eher amerikanischen als deutschen Forschern zu. Zur Behebung struktureller Defizite müßte Deutschland grundlegende strukturelle Reformen durchführen. Immerhin ca. 8% der Experten schätzt ein, daß dies in der notwendigen Weise nie realisierbar sein wird, die **„Beharrungskraft der derzeitigen Strukturen ist sehr groß“**, heißt es in der Studie. Wenn dem so wäre, so hätte Deutschland Raubbau mit den Erfolgen unserer wissenschaftlichen Urväter betrieben, die Warnung von Ostwald „Vergeude keine Energie – verwerte sie“, diesmal in einem ökonomischen Sinne verstanden, wäre schlechthin mißachtet worden.

Wilhelm Ostwald und Leipzig/Großbothen

Nach den Worten des englischen Chemikers Donnan war „der Professorenposten in Leipzig nicht mit roten Rosen besät“.⁷ Seine Tochter Grete schreibt dazu:

Was kann aus Rußland Gutes kommen, war die vorgefaßte Meinung der meisten Mitglieder der philosophischen Fakultät. ... Ein unabreagierter Rest bei nicht naturwissenschaftlichen Fakultätsgenossen ist wirksam geblieben und hat sich nach 1915 in einer öffentlichen Erklärung gegen den verdächtigen „Russen“ entladen.“⁸

Zu seinem 100. Geburtstag haben Konzil und Senat an der Universität Leipzig im Jahre 1997 mit überwältigender Mehrheit bei einer Gegenstimme und zwei Stimmenthaltungen bei 318 anwesenden Konzilsmitgliedern beschlossen, dem Institut für Physikalische Chemie den Namen „Wilhelm Ostwald“ zu verleihen. Das Votum ist eigentlich eindeutig und man könnte zur Tagesordnung übergehen. Die Argumente für die Gegenstimme von Herrn Prof. Nowak aus dem Institut für Kirchengeschichte und eine Stellungnahme der Direktorin des Karl-Sudhoff-Instituts für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften, Frau Prof. Riha, sind jedoch erhalten und in der Universitätszeitschrift Forum⁹ nachzulesen.

Ein gewisses Verständnis für die Distanzierung eines mit der Kirche verbundenen Menschen gegenüber Äußerungen Ostwalds vermag ich aufzubringen. So vergleicht Ostwald in einem Vortrag über Ernst Abbe in Würdigung von dessen selbstlosem Einsatz für seine Mitmenschen diesen mit Jesus von Nazareth.¹⁰

In dieser Betätigung einer selbstlosen sozialen Gesinnung ist uns Abbe ein unerreichtes Vorbild. ... Wir pflegen gegenwärtig als allerhöchste moralische Persönlichkeit, von welcher die Geschichte weiß, Jesus von Nazareth anzuer-

tionsforschung im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)

⁷ Rodnyi, N. I. ; Solowjow, Ju. I.: Wilhelm Ostwald - Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Band 30. - Leipzig 1977, S. 40-41

⁸ Ostwald, Grete: Wilhelm Ostwald - mein Vater. Stuttgart 1953, S. 44

⁹ Forum, Universität Leipzig, Heft 1/1998

¹⁰ Ostwald, Wilhelm: Abbe unser Führer. In: Ostwalds Ann. d. Naturphil.. 11 (1911), S. 1-16

kennen. ... Nehmen wir ihn als geschichtlich gesichert an und versuchen wir, uns eine ethische Persönlichkeit aus dem aufzubauen, so kommen wir zu dem Resultat, daß Abbe in seiner Selbstlosigkeit und sozialen Gesinnung erheblich über diesen Jesus der Evangelien gestellt werden muß.

Für eine sinnerechte Diskussion dieser Äußerung fühle ich mich als nicht geeignet und muß die Aussage so übergeben, wie sie ist.

In der gleichen Gegenargumentation von Prof. Nowak werden jedoch der Wissenschaftler W. Ostwald sowie die Bemühungen von Verwandten und Freunden Ostwalds zum Aufbau, zur Pflege und letztlich auch zum Erhalt dieser Gedenkstätte in Großbothen zur DDR-Zeit in einem merkwürdigen Tenor beschrieben. Gewiß war Ostwald keine geeignete Persönlichkeit zur Unterstützung der in der DDR betriebenen Politik. Viele wissenschaftliche Persönlichkeiten der DDR haben sich aber mit Engagement für einen Erhalt des lokalen Kulturerbes eingesetzt, dazu zählt auch das Leben und Wirken Wilhelm Ostwalds in und um Leipzig, und dafür sollten wir den Förderern dankbar sein.

Wenn in der Gegenargumentation herangezogen wird, daß Lenin in seinem Buch „Materialismus und Empirio-kritizismus“ Ostwald eine schallende Ohrfeige versetzt hat, so ist dies richtig. Allerdings hat Lenin, wie ich aus der Pflichtlektüre dieses Werkes weiß, einer Reihe hochrangiger Professoren, deren Wirken er als Konfusion und Professorengelehrsamkeit abtat, Ohrfeigen versetzt, weil sie ihm durch ihre nicht-materialistische Weltanschauung einfach nicht in das Konzept paßte.

Ganz anders gelagert sind jedoch die Kritiken der Fachwelt zu Ostwalds Energetik. In der Tat waren seine Aussagen nicht konform mit Vorstellungen der atomistischen Physik, wie sie u. a. von Boltzmann und Planck vertreten wurden. In der Zwischenzeit hat die Forschung zur Struktur der Materie aber vollständig neue Dimensionen angenommen, nicht nur durch Einstein, der alle Materie auf Felder zurückführt, sondern auch durch Theorien wie „Superstrings“ oder „Shadow world“^{11, 12} und es muß anderen, wahrscheinlich sogar zukünftigen Betrachtungen überlassen bleiben herauszufinden, ob Ostwalds empirische Vorstellungen zur Energie grobfalsch sind oder ob in ihnen nicht doch ein Funken Wahrheit steckt.

Die Desoxyribonukleinsäure (DNA) – ein zentrales Molekül für die heutige Grenzgebetsforschung

Die DNA als Träger der genetischen Information jedes Lebewesens besteht aus einer Doppelhelix, in welcher zwei gegensinnig verlaufende (antiparallele) Polydesoxynucleotid-Stränge umeinander gewunden sind. Die chemischen Komponenten sind ein Zuckerrest (Desoxyribose), ein Phosphatrest und vier heterocyclische Basen: Thymin (T), Adenin (A), Cytosin (C) und Guanin (G). In der Doppelhelix treten die Basen als A·T bzw. G·C gepaart auf, wobei die Verknüpfung zwischen den Basenpaaren über Wasserstoffbrückenbindungen geschieht. Die Basenpaarung selbst ermöglicht die identische Reduplikation der DNA und steuert somit den Teilungsme-

¹¹ Time, Special Issue, The New Age of Discovery. A celebration of mankind's exploration of the unknown, Time, Winter 1997-1998

¹² Kaku, M ; Trainer, J.: Jenseits von Einstein. Die Suche nach der Theorie des Universums. (aus dem Amerikanischen von J. D. Schauer) Frankfurt : Insel, 1993

chanismus einer Zelle. Die Aufeinanderfolge der Basen in jedem Strang, die sogenannte Sequenz, ist Träger der genetischen Information, in welcher jegliche für das Leben wichtige Information gespeichert ist.

Die Entdeckung der DNA-Doppelhelix durch Watson und Crick, welche mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden, ist sicherlich eine der wesentlichsten Entdeckungen in der Biologie des 20. Jahrhunderts und gleichzeitig Musterbeispiel für eine interdisziplinäre Forschung. Sie schuf die Voraussetzungen für gänzlich neue Wissenschaftsdisziplinen, wie z. B. der **Gentechnik**, die es erlaubt, in das Genom einer Bakterienzelle eine fremde DNA einzubauen, welche der Bakterienzelle eine für sie völlig untypische Information aufprägt, die aus einem gänzlich anderen Organismus stammt. Die Gastzelle vermehrt dieses fremde DNA-Stück bei Zellteilung wie ihre eigene DNA. Dies ist für sie offensichtlich nicht allzu schwierig, da dem größten Teil auch ihrer eigenen DNA nach dem heutigen Wissen ohnehin keine bestimmte Funktion für die Zelle zugeordnet werden kann. Die Fremd-DNA kann eine Information für die Herstellung eines Produktes tragen, welches die Bakterienzelle von sich aus niemals produzieren würde. So ist es heute möglich, eine Anzahl von antibiotischen Substanzen mit Wirkung gegen Krebserkrankungen oder für eine Therapie von Herzinfarkten gentechnisch herzustellen. Es ist auch schon gelungen, Insulin zur Behandlung von Diabetespatienten sowie eine Anzahl von Enzymen gentechnisch zu gewinnen.

Es ist heute unbestritten, daß das von Haus aus biochemische Problem der **DNA-Sequenzierung** nur mit einer erheblichen physikalischen Beteiligung bei der Basendetektion gelöst werden kann.¹³ Dabei gibt es zwei Vorgehensweisen: Die **direkte** biophysikalische Erkennung einer Base erfolgt über ein geeignetes Signal, welches von dieser Base stammt oder die **indirekte** biophysikalische Erkennung erfolgt mit Hilfe eines Markers, welcher der Base beigegeben wird (Abb. 2). Leider ist die zuerst genannte Methode, die sowohl mit spektroskopischen Verfahren bis zur Einzelmoleküldetektion als auch mit der Methode der Rastertunnelmikroskopie bearbeitet wird, auch die schwierigste. Erfolgreicher verliefen bisher Fluoreszenzverfahren, bei welchen die Base durch ein anhängendes Markermolekül über die Farbe der Lichtemission erkannt wird.

In dem großangelegten internationalen „Human Genome Project“ (HUGO) werden Anstrengungen unternommen, die vollständige Sequenz der menschlichen DNA mit ca. 3 Milliarden Basen bei einer Gesamtlänge des DNA-Fadens von ca. 1 m zu ermitteln. Das Humangenom-Projekt soll bis zum Jahre 2005 sein Ziel erreicht haben und verschlingt bis dahin 2 Milliarden Dollar, ist also in seinem finanziellen Ausmaß mit der Landung von Menschen auf dem Mond vergleichbar. Die Humangenetiker haben vor, das „Buch des Lebens“ zu entziffern und aus der Datenbank die Medizin zu revolutionieren. Mit **Gendiagnostik** und **Gentherapie** sollen die ca. 4000 Erbkrankheiten besiegt werden, weitverbreitete Volkskrankheiten wie Krebs, Diabetes

¹³ Löber, Günter ; Kittler, L.: Bestimmung der Buchstabenfolge in der Erbsubstanz. Welche Möglichkeiten bieten physikalische Methoden? In: Physik in unserer Zeit 27 (1996), S. 113-117

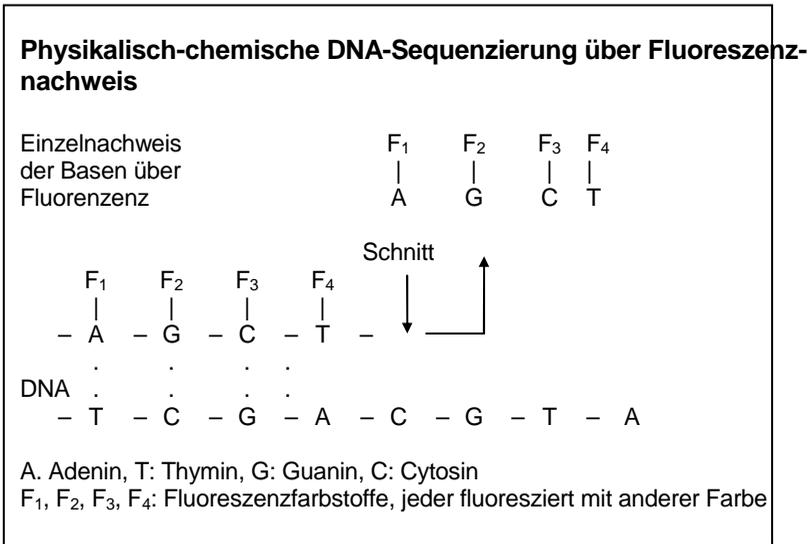


Abb. 2: Prinzip einer Physikalisch-chemischen DNA-Sequenzierung durch Erkennung der DNA-Basen über an den DNA-Nucleotiden anhängende Fluoreszenzmarker.

und Alzheimer sollen aufgeklärt und einer Therapie zugänglich werden.¹⁴ Dies sind durchaus positive Aspekte. Ob es jedoch soweit kommt, daß ein Mensch beim Lesen seiner Genkartei die Eckpunkte seines Lebens als determiniert, wie in einem vorab gedrehten Film, zur Kenntnis nehmen muß, oder ob die Natur der genetischen Bestimmtheit andere Regulationsmechanismen zur Seite stellt, welche die genetische Determinierung abmindern, werden wir zukünftig besser wissen. Bescheiden wir uns derzeit mit weniger, wobei dieses weniger noch genügend viel Zuwachs in der Kenntnis von DNA-Sequenzen beinhaltet.

Trotz der Tatsache, daß bisher nur ein Teil der DNA-Sequenz des menschlichen Genoms bekannt ist, zeichnen sich praktische Anwendungsmöglichkeiten von Bedeutung ab. So besitzt jeder Mensch nur für ihn typische DNA-Sequenzen, die in ihrer Spezifität mit einem Fingerabdruck verglichen werden können, so daß aus verschwindend kleinen Mengen von Absonderungen eines Täters bei kriminellen Delikten über die **genetischen Fingerprints** eine Ermittlung des Täters möglich ist. Seit 1989 wird in allen Staaten der USA das „Combined DNA Index System (Codis)“ durch das FBI aufgebaut. Ein Zentralcomputer in der FBI-Zentrale in Washington erlaubt es, an Torton gefundene genetische Fingerprints mit den Gen-Charakteristika Verurteilter zu vergleichen. Bisher sind dort 450 000 Proben gespeichert. In Großbritannien hat der „Forensic Science Service“ seit 1995 eine Datei aufgebaut, die mit Stand 1998 255 000 Proben enthält. In den USA und Großbritannien sind mit Stand Mai 1998

¹⁴ Heiliger Gral in der Zelle, Der Spiegel, Nr. 14/30.03.98, 204-210

somit 705 000 genetische Fingerabdrücke erfaßt.¹⁵ Diese Entwicklung läßt auf Fortschritte in der Bekämpfung der Kriminalität weltweit hoffen, wenngleich Deutschland auch einen erheblichen Nachholbedarf aufweist.

Ein weiteres in stürmischer Entwicklung befindliches Gebiet betrifft die **Bio-Computer**. Bei der Behandlung und Auswertung von genetischen Daten, aber auch von Daten aus anderen Wissenschaftsgebieten wie der Kosmosforschung auf der Basis der Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie von Einstein, oder bei der Lösung der Schrödingergleichung für Vielteilchenprobleme werden biologische Speichersysteme dringend erforderlich sein. Nach Einschätzung der Delphi-Umfrage '98⁶ können bis zum Jahre 2025 Bioelemente mit einer Speicherdichte des 1000-fachen ($\sim 10^{12}$ b/cm²) der gegenwärtigen Halbleiterspeicher ($\sim 10^9$ b/cm³) eingesetzt werden. Ein Biocomputer auf der Basis eines neuen Algorithmus wird wahrscheinlich in dem gleichen Zeitraum in der Praxis eingesetzt, der die Informationsverarbeitungssysteme von Organismen einbezieht. Auch hier wird die DNA als Informationsspeicher eine wichtige Rolle mitspielen.

Lassen Sie mich jetzt zu einem Gebiet kommen, welches ein Musterbeispiel für eine ausgewogene interdisziplinäre Zusammenarbeit darstellt. Dies betrifft die Therapie von Krankheiten durch chemische Stoffe, in der sogenannten **Chemotherapie**, als deren Begründer der deutsche Biochemiker Paul Ehrlich gilt. Diese Stoffe binden sich kovalent oder auch nichtkovalent über zwischenmolekulare Wechselwirkungskräfte an bestimmte Moleküle in biologischen Systemen und beeinträchtigen damit deren Funktion, z. B. bei dem Wachstum und der Teilung der Zellen durch die Hemmung zellulärer Synthesen von Biopolymeren. Besonders effektiv wirken die Chemikalien auf sich schnell teilende Zellen wie Bakterien, Viren und Krebszellen.

Die bisherige Chemotherapie arbeitet mehr oder weniger nach einem Trial- und Error-Prinzip. Im Falle eines **Antibiotikums** sieht dies so aus, daß die durch einen Mikroorganismus produzierten Substanzen gewonnen und Wirkungstests unterzogen werden. Insbesondere bei bakteriellen Erkrankungen gibt es überzeugende Erfolge mit Penizillin, dessen Wirkungstarget in der zellulären Membran zu suchen ist. Ich glaube, wir haben uns alle schon von den heilsamen Eigenschaften der Penizilline bei eigenen Erkrankungen überzeugen können.

Eine andere in der Anwendung befindliche Gruppe von Antibiotika betrifft die **Anthrazykline**. Sie werden in der Therapie von Krebserkrankungen eingesetzt, wobei ihre bekanntesten Vertreter das Adriamycin und das Daunomycin sind. Die Hemmung des Krebswachstums wird durch eine Behinderung der Biosynthesen der Desoxyribonucleinsäure und Ribonucleinsäure ausgelöst, wobei sowohl Wechselwirkungen mit den zellulären Nucleinsäuren als auch mit den Zellmembranen dafür verantwortlich zeichnen. Leider sind die krebshemmenden Wirkungen dieser Substanzen nur von mittlerer Effizienz, und es treten bei der überwiegenden Anzahl dieser Verbindungen toxische Nebenwirkungen auf, die eine Applikation erheblich einschränken. Die Firma Farmitalia hat über 500 neue Anthrazyklinderivate entwickelt, aber ohne einen signifikanten Durchbruch zu erreichen. Etwas günstiger ist das Verhalten von **Psoralen** bei der Bekämpfung von Hauterkrankungen, z. B. der Psoriasis. Hier hat man den erheblichen Vorteil, daß diese Substanzen nicht toxisch sind und ihre

¹⁵ Ostthüringer Zeitung vom 2. Mai 1998

Wirkung erst dann zustande kommt, wenn die zu therapierende Hautfläche mit langwelligem ultravioletten Licht bestrahlt wird.

Nahezu alles, was wir über die molekularen Mechanismen der Wirkstoffe gegen **Kreberkrankungen** und **Hauterkrankungen** wissen, verdanken wir biophysikochemischen Untersuchungen zur Wechselwirkung der Wirkstoffe mit den molekularen Targets. Die Wechselwirkungsenergien, welche den Ablauf biochemischer Prozesse in Zellen signifikant beeinflussen, können dabei relativ klein sein und im Bereich von 10 kcal/Mol liegen, für thermodynamische Gleichgewichtsreaktionen bedeutet dies Bindungskonstanten von 10^5 - 10^6 Mol⁻¹; wesentlich kleinere Bindungskonstanten lösen kaum noch pharmakologische Wirkungen aus. Verfolgt man das angedachte Konzept einer nucleinsäuredirigierten Chemotherapie weiter, so kann es nur Ziel sein, die „kranken“ DNA-Sequenzen in der DNA in ihrer Genexpression zu hemmen. Dazu gibt es heute gut entwickelte analytische Methoden, die Rückschlüsse darüber erlauben, welche DNA-Sequenz von einem Wirkstoff als Bindungsort bevorzugt und welches DNA-Fragment mit welcher Bindungsenergie besetzt wird. **Struktur-Wirkungskorrelationen** und **Molekulare Modellierungen** erlauben dann in einem sogenannten **Rationalen Design** Aussagen darüber, welche Struktur ein Wirkstoff haben muß, um möglichst effizient die Genexpression einer bestimmten DNA-Sequenz beeinflussen zu können.

Sind wir damit schon kurz vor dem Ziel einer Therapie? Es gibt Hinweise dafür, daß durchschlagende Therapiekonzepte ohne wesentlich umfangreichere Analysen kaum zu erwarten sind. So hat man bei der Erbkrankheit Zystische Fibrose, bei welcher sich in den Lungen von Kindern ein Schleim bildet, welcher die Lebensdauer erheblich einschränkt, jahrelang gehofft, eine Therapiemöglichkeit zu finden, da man eine einzige Mutation in einem Gen (CF-Gen) für die Krankheit als verantwortlich ansah. Mittlerweile weiß man, daß es bis zu 700 Mutationen in dem CF-Gen gibt, von welchen nur ein Screening sagen kann, welche wichtig sind und welche nicht und welche Wechselbeziehungen der Mutationen untereinander mit zum Entstehen der Krankheit beitragen. Dies ist aber noch nicht alles: Menschen mit identischen Mutationen im CF-Gen können sowohl im Kindesalter sterben als auch älter als 30 Jahre werden, ein völlig ungeklärtes Phänomen. Ähnlich sieht es aus bei den vererbaren **Brustkreberkrankungen**, die durch Mutationen in den Genen „Breast Cancer“ BRCA1 und BRCA2 bedingt sein sollen. Inzwischen hat man 40 weitere derartige Gene gefunden und festgestellt, daß Brustkreberkrankungen auch ohne die Mutationen auftraten.¹⁶ Für einen naturwissenschaftlichen Forscher sind derartige Fehlschläge meistens ein Zeichen dafür, daß er in seinem Versuch wesentliche Komponenten vergessen hatte, mit einzubeziehen. Jeder von uns hat sicherlich schon einmal mit Ehrfurcht vor dem Wandposter gestanden, der oft über den Schreibtischen von Biochemikern angebracht ist, und welcher das Gewirr von Verflechtungen der verschiedensten biochemischen Prozesse in einer Zelle angibt. Ich suche dann oft den Punkt, welcher mein Arbeitsgebiet widerspiegelt, und wenn mir dann bewußt geworden ist, daß ich nur einen Flicker des Netzes für meine Untersuchungen ausgewählt habe, legt sich der Schock über ein unerwartetes Resultat.

¹⁶ Das Krebsgen-Puzzle, Bild der Wissenschaft 3 (1998), Nr. 35

Ostwalds Vorstellungen zur Katalyse und deren Bedeutung für die Nucleinsäuren

Eine Betrachtung von Ostwalds Arbeiten mit Bezug auf die Nucleinsäureforschung bliebe jedoch lückenhaft, würden wir nicht noch kurz auf seine Arbeiten zur **Katalyse** eingehen, für welche er 1909 mit der Verleihung des Nobelpreises geehrt worden ist.

Bereits im Jahre 1894 empfahl Ostwald folgende Definition für die Katalyse:

Katalyse ist die Beschleunigung eines langsam verlaufenden chemischen Vorganges durch die Gegenwart eines fremden Stoffes.

Oder:

Ein Katalysator ist jeder Stoff, der, ohne im Endprodukt einer chemischen Reaktion zu erscheinen, ihre Geschwindigkeit verändert.

Er unterschied dabei zwischen
 homogener Katalyse,
 heterogener Katalyse und
 der Wirkung von Enzymen.

Zu der 1. Kategorie zählen viele Substitutions- und Additionsreaktionen (z. B. die Bildung chlorierter Benzene), zu der 2. Kategorie viele Oxidationsreaktionen (z. B. von Metallen), welche mehrstufig über die Bildung von Wasserstoffperoxid verlaufen. Für die 3. Kategorie, die Enzymreaktionen, ging Ostwald sogar soweit, daß er ihnen einen hohen Grad an **Spezifität** zuschrieb. Damit war Ostwald schon tief in das Gebiet der Biologie vorgedrungen. Die Regulierung von Reaktionen im lebenden Organismus über Enzyme hielt er für wesentlich, da die dort vorliegende Temperaturkonstanz und die geringe Variabilität der Konzentrationsverhältnisse reagierender Komponenten keine anderen effizienten Möglichkeiten zur Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeiten erlauben. Enzyme sind jedoch auch extrem empfindlich gegenüber höhere Temperaturen und verlieren beim Erhitzen ihre Aktivität. Ostwald äußerte die Vermutung, daß noch organische Katalysatoren gefunden werden würden, die auch bei hohen Temperaturen wirksam sind.¹⁷ Es ist mit der Taq-Polymerase auch ein von Ostwald vermutetes Enzym gefunden worden, welches bei höheren Temperaturen seine Aktivität erhält und bei Mikroorganismen, welche in heißen Thermalquellen leben, eine wichtige Rolle spielt.

James D. Watson, er erhielt zusammen mit Francis Crick für die Entdeckung der doppelhelikalen Struktur der DNA den Nobelpreis, beschreibt 1965 die enzymatische Synthese der DNA in seinem Buch „The Molecular Biology of the Gene“ wie folgt:¹⁸

In allen sich teilenden Zellen gibt es das Enzym DNA-Polymerase, welches während der DNA-Synthese die 3-5-Phosphordiesterbindungen der Desoxyribonucleotide knüpft. Dieses Enzym arbeitet nur in Anwesenheit von DNA, welche benötigt wird, um die vier Nucleotide in die richtige Reihenfolge zu bringen. Die DNA-Polymerase erkennt nur das reguläre Zucker-Phosphatgerüst der Nucleotide und bestimmt nicht die Sequenz. ... In jedem

¹⁷ Ostwald, Wilhelm: Bücherschau. Die Fermente und ihre Wirkungen, von C. Oppenheimer. In: Zeitschr. f. physik. Chem. 34 (1900), S. 510

¹⁸ Watson, James D.: Molecular Biology of the Gene. New York : Benjamin, Inc., 1965. - pp 269

Falle hat die enzymatisch synthetisierte DNA dasselbe Basenverhältnis wie die primäre DNA. ... Es gibt keinen Zweifel, daß die DNA die direkte Matrize für ihre eigene Bildung darstellt. Das enzymatische Produkt hat wie der Primer eine doppelhelikale Struktur.

Ähnlich wie bei DNA wird die Produktion der **Ribonucleinsäure (RNA)**, welche für die Herstellung der Eiweiße verantwortlich zeichnet, mit der DNA als Matrize durch das Enzym RNA-Polymerase katalysiert.

Es sind heute eine Vielzahl von Enzymen bekannt, welche Produktionsprozesse im Nucleinsäurestoffwechsel katalysieren. Restriktionsenzyme, welche an bestimmten Stellen die DNA zuschneiden, sind eine unabdingbare Voraussetzung für die **Gen-technik**. Die Voraussagen Ostwalds zur Bedeutung katalytischer Prozesse für die biologischen Vorgänge haben sich glänzend bestätigt.

Nucleinsäureforschung und Physikalische Chemie – wie könnte Ostwald dies heute sehen?

Ein Blick in das Buch „Molecular Biology of the Gene“ von J. D. Watson¹⁸ und insbesondere in die Kapitel 2 bis 4 mit den Titeln „Zellen gehorchen den Gesetzen der Chemie“, „Eines Chemiker's Blick auf die Bakterienzelle“ und „Die Bedeutung schwacher chemischer Wechselwirkungen“ zeigt uns die dominierende Bedeutung der Chemie für das Leben einer Zelle. Wir erinnern uns, daß die **Chemie** durch primäre Strukturveränderungen über kovalente Bindungen neue Spezies und die **Physik** Veränderungen unter Erhalt der chemischen Natur der Stoffe beschreibt, wie sie z. B. über die schwachen Kräfte das Gebiet der Konformationszustände von Biopolymeren und die Wechselwirkung von Nucleinsäuren mit Enzymen oder Wirkstoffen betreffen. Der von Ostwald erwartete Fortschritt durch die Kombination von Physik und Chemie ist voll eingetreten. Sofern die biologischen Funktionen mit einbezogen werden, hat sich die **Triade aus Biologie, Physik und Chemie**, wie sie in der **Biophysikalischen Chemie** vorliegt, als sehr nützlich erwiesen. Der von Ostwald befürchteten Vereinzelung der Wissenschaften wurde somit effektiv begegnet. Es werden jedoch weitere Wissenschaftsdisziplinen einzubeziehen sein, dies betrifft z. B. das **Biocomputing** und die **Bioinformatik**, um überhaupt die Flut des Datenanfalls und der Datenauswertung beherrschen zu können. Dazu sind auch technische Voraussetzungen erforderlich, wie z. B. Anordnungen zur schnellen Aufbereitung und Vermessung zehntausender und zukünftig hunderttausender Proben. Der einzelne Wissenschaftler wird dabei heute, anders als zu Ostwalds Zeiten, hoffnungslos überfordert. Eine **interdisziplinäre** Kooperation ist dringend geboten, wenn der Wissenschaftler einer erneuten Vereinzelung entgegen will. Die immer teurer werdende Forschung übersteigt jedoch auch spürbar die derzeitigen Finanzbudgets der Länder für die Forschung. Über eine Größenordnung mehr Geld wird heute in nahezu allen Staaten der Welt für die Landesverteidigung gegen z. T. imaginäre Feinde im Vergleich zu der Verteidigung gegen die realen Feinde ausgegeben, welche permanent Gesundheit und Lebensprozesse der Menschen bedrohen. Trotzdem von hier eine erhebliche Hilfe kommen könnte, wird es ohne **internationale Kooperation** nicht mehr gehen. Der Delphi-Report '98⁶ kommt dabei zu folgendem Schluß:

Die Bedeutung der internationalen Kooperation wird nicht nur bei ressourcenintensiven „Großvorhaben“ wie der Totalsequenzierung des menschlichen Genoms und der Erschließung der Proteinfunktion aus der Gensequenz ... gesehen.

Die ausdrückliche Forderung nach internationaler Kooperation beispielsweise bei der Entwicklung einer wirksamen AIDS-Therapie oder der Entwicklung von Krebstherapien durch Beeinflussung der Signalübertragung bei der Krebszellenentstehung weisen darauf hin, daß relevantes Wissen heute international und in Netzwerken generiert wird, in denen die verschiedensten Akteure (von Hochschulen über außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bis hin zu Unternehmen) eine Rolle spielen. ... Dies macht ein internationales Innovationsmanagement erforderlich, um das erforderliche Know-how aufzuspüren und zu erwerben.

Ostwald war der Meinung, daß unter allen menschlichen Institutionen die Wissenschaft diejenige mit der größten Internationalität ist. Er sagt dazu, wenn auch etwas euphorisch und heute noch futuristisch.¹⁹

Die Ansicht, daß im Wettbewerb der Völker die Entwicklung der nationalen Wissenschaft eine unvergleichlich wichtigere Rolle als der Bau von Kriegsschiffen und der Unterhalt einer Armee spielt, verschafft sich unter den hervorragenden Geistern aller Nationen immer mehr Raum und wird viel schneller zu den entsprechenden Folgen führen, als mancher meint.

An einer anderen Stelle²⁰ äußerte sich Ostwald, unter Betonung der positiven Rolle der Wissenschaft für die Erhaltung des Lebens wie folgt, und damit möchte ich meine Ausführungen ausklingen lassen:

Alle Wissenschaft bis zu den höchsten und abstraktesten Problemen betreiben wir zu dem Zwecke, mit größerer Sicherheit in die Zukunft schauen zu können. ... Diese Fähigkeit, in die Zukunft zu schauen, ist die wichtigste Eigenschaft, welche der Mensch besitzt. ... Über die Vergangenheit sind wir in keiner Weise Herr; sie ist vollkommen unveränderlich und gestattet keinerlei Beeinflussung. Nur die Zukunft können wir beeinflussen, und wenn es sich darum handelt, für die Erhaltung unseres Lebens zu sorgen und zerstörende Einflüsse abzuwehren oder zu vermeiden, so kann sich dies nur auf kommende Einflüsse dieser Art beziehen.

¹⁹ Ostwald, Wilhelm: Der energetische Imperativ. Leipzig : Akadem. Verlagsges., 1912

²⁰ Ostwald, Wilhelm: Vorlesungen über Naturphilosophie. Leipzig : Veit & Comp., 1902

Autorenverzeichnis

Prof. em. Dr. Hermann Berg
Greifberg 15
17749 Jena

Dr. Martin Gröger
Universität Gesamthochschule Siegen
FB 8 Chemie/Biologie
Didaktik der Chemie

Prof. Dr. Günter Löber
Institut für Molekular-Biotechnologie
Beuthenbergstr. 11
07745 Jena

Postfach 101240
57068 Siegen

Jahresübersicht der 1998 erschienenen Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen

- Heft 1: Ostwalds Jahre am II. chemischen Laboratorium 1887 - 1897
Die Energetik – Auszüge aus den Lebenslinien
Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus
Bemerkungen zu Wilhelm Ostwalds Lübecker Rede im Jahre 1895
(*Jan-Peter Domschke*)
Anmerkungen zu Arbeiten von Wilhelm Ostwald
auf dem Gebiet der Thermodynamik (*Konrad Krause und
Ulf Messow*)
- Heft 2: Ostwalds Jahre am II. chemischen Laboratorium 1887 - 1897
Die Energetik - Auszüge aus den Lebenslinien
Ueber Hrn. Ostwald's Vortrag über den wissenschaftlichen Materi-
alismus (*Ludwig Boltzmann*)
Gegen die neuere Energetik (*Max Planck*)
Zur Energetik (*Wilhelm Ostwald*)
Umweltbildung und -erziehung im Wandel? (*Klaus Wetzel*)
Kurzbiographien von Wilhelm Ostwald und Ludwig Boltzmann
Wilhelm Ostwald und Ludwig Boltzmann (*Walter Höflechner*)
- Heft 3: Ostwalds Jahre am II. chemischen Laboratorium 1887 - 1897
Die elektrochemische Gesellschaft – Auszüge aus den Lebenslinien
Das Chemikerexamen und die Gründung des Verbandes der
Laboratoriumsvorstände (*Karl Hansel*)
Wilhelm Ostwald und die Zeitschrift für physikalische Chemie
(*Matthias Pohle*)
Über Anliegen und Schicksal der unveröffentlichten „Psychologischen
Farbenlehre“ von Wilhelm Ostwald (*Eckhard Bendin*)
Friedrich Reinhard Schmidt: Zurück zur Arbeit oder der Mensch im
Hamsterlauf. Rezension (*Jan-Peter Domschke*)

- Heft 4: Ostwalds Jahre am Physikalisch-chemischen Institut 1897 - 1906
 Das Problem der Zeit (*Wilhelm Ostwald*)
 Assistenten am Physikalisch-chemischen Institut der Universität
 Leipzig 1897-1906 (*Karl Hansel*)
 Schüler und Gäste am Physikalisch-chemischen Institut der Universität
 Leipzig 1897-1906 (3. Teil) (*Gerd Hammer*)
 Ostwalds Schriften 1898 - 1906 (*Ulrike Köckritz*)
 Reflektionen zum Lübecker Vortrag von Wilhelm Ostwald 1895
 (*Hermann Berg*)
 Die Entwicklung des Ostwaldschen Verdünnungsgesetzes in
 Zusammenarbeit von OSTWALD, ARRHENIUS und van't
 HOFF (*Martin Gröger*)
 Anfänge der Physikalischen Chemie und heutige
 Nucleinsäureforschung (*Günter Löber*)
- Sonderheft 2: Max Le Blanc und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
 Sonderheft 3: Theodor Paul und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
 Sonderheft 4: Georg Bredig und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen

Gesellschaftsnachrichten

Wir gratulieren

- **zum 80. Geburtstag**
 Frau Gretel Brauer, Großbothen
- **zum 65. Geburtstag**
 Herrn Prof. Dr. Janis Stradins, Riga
- **zum 60. Geburtstag**
 Frau Dr. med Barbara Berger, Grimma
 Herrn Prof. Dr. Klaus-Jürgen Range, Lappersdorf

Wir begrüßen neue Mitglieder

Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter A. Lempe, Halle
 Herrn Dipl.-Gwl. Karl-Heinz Richter, Markkleeberg
 Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Egon Fanghänel, Halle

Veranstaltungsankündigungen

- **13. Februar 1999** 9 Uhr
 Jahreshauptversammlung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft

- **13. Februar 1999** 14 Uhr
 Thema: Philosophie als Erzieherin der Menschheit.
 Zum 20. Weltkongress für Philosophie in Boston 1998
Referent: Prof. Domschke

Die Veranstaltungen finden auf dem Landsitz „Energie“ in 04668 Großbothen, Grimmaer Str. 25 statt.

Zugänge zum Ostwald-Archiv

Sonderdrucke aus: Selbstorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften 9 (1998)

- Silverberg, Gerald ; Krug, Hans-Jürgen: Editorische Vorbemerkung. S. 437-441
- Lotka, Alfred J.: The Lax of Evolution as a Maximal Principle. S. 443-465
- Krug, Hans-J.: Briefwechsel zwischen Alfred James Lotka und Wilhelm Ostwald. S. 467-474

Sonderdrucke aus: Selbstorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften 8 (1997)

- Krug, Hans-J.: Irreversibilität und Zeit als Fiktion und Erfahrung. S. 57-79
- Liesegang, Raphael E.: Und doch! / Autobiographie hrsg. von Hans-Jürgen Krug. S. 215-296

Von Herrn Udo Sachße aus Wiederitzsch erhielten wir aus dem Nachlaß von Herrn Jürgen Sachße, Bad Tölz:

- Ostwald, Wilhelm: Große Männer. 5. Aufl., Leipzig : Akad. Verlagsges., 1919 (Große Männer – Studien zur Biologie des Genies 1)
- de Candolle, Alphonse: Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten./ Übers. u. hrsg. von Wilhelm Ostwald. 1. Aufl., Leipzig : Akad. Verlagsges., 1911 (Große Männer – Studien zur Biologie des Genies 2)
- Ostwald, Wilhelm: Die Forderung des Tages. 2. Aufl., Leipzig : Akad. Verlagsges., 1911

Von Herrn Prof. Dr. Rolf Sachsse, Bonn erhielten wir:

- Presse-Äußerungen vor der Versendung der Rezensionsexemplare:
 Ostwald, Wilhelm: Die Brücke. München : Selbstverlag, 1911
- Ostwald, Wilhelm: Die Brücke. 3.-7. Tsd., Ansbach : Kommissionsverl. „Fr. Seybold's Buchhandl.“, 1911
- Bühner, K. W. ; Saager, Ad.: Die Organisierung des Druckwerkes. 1.-5. Tsd., München : Selbstverlag, 1912
- Ostwald, Wilhelm: Die Brücke. 8.-12. Tsd., München : Selbstverlag, 1912
- Die Brücke. Erste Jahresversammlung 29. u. 30.3.1913. München : Wolf, 1913

Die Redaktion dankt den Spendern.



LANDSITZ ENERGIE

Großbothen/Sachsen

**des sächsischen Nobelpreisträgers
Wilhelm Ostwald
- seit 90 Jahren ein Ort kreativen Ar-
beitens**

Sie finden beste Arbeitsbedingungen für:

- Seminare
- Trainings
- Tagungen
- Workshops
- Klausurtagungen
- Studienaufenthalte

**Die Tagungsstätte
Haus „Glückauf“**

bietet Ihnen modern ausgestattete Arbeitsräume und Gästezimmer (7 Einzel- und 3 Doppelzimmer) für mehrtägige Besprechungen in kleinerem Kreis.

**Die Tagungsstätte
Haus „Werk“**

eignet sich mit seinem großen Veranstaltungsraum (für ca. 60 Personen), zwei Seminarräumen und einer Cafeteria besonders für Tagesveranstaltungen.

Die beiden Tagungshäuser liegen in einem weitläufigen, abwechslungsreichen Park und zeichnen sich durch persönliche Atmosphäre, unaufdringlichen Komfort und ein historisches Ambiente aus. Unsere Gäste schätzen diese Abgeschiedenheit für ungestörtes Arbeiten und kommen gern wieder.

Bei Bedarf können Gästezimmer im Ort vermittelt werden.

Wir empfehlen Ihnen auch einen Besuch der musealen Räume im
Haus „Energie“

Rufen Sie an: Dr. Hansel, Tel.: 034384/7 12 83
e-mail-Adresse: ostwald.energie@t-online.de

Internet-Adresse: <http://www.wilhelm-ostwald.de>
Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen, Grimmaer Str. 25, 04668 Großbothen

Ostwald ~ Gedanken

Arbeit [hat sich] als die stärkste Quelle
 persönlichen Glücks erwiesen ...
 und wenn man mich zuweilen gefragt hat,
 wie ich soviel Arbeit habe machen können,
 habe ich immer antworten müsse:
 weil es mich so gefreut hat.

Organisation des Fortschritts oder:
 Wie macht man den Fachmann unschädlich?
 Auto-Technik 1928, 17 Nr. 18 Berlin



Gedanken
 bleiben durch ihre Festlegung im Wort
 für alle Zukunft wirksam.

Das große Elexier, 1920, S. 22



Es ist unsere Pflicht, jede unnötige Reibung zu vermeiden,
 ja die Berührungsflächen mit anderen
 gut unter dem Öl des Wohlwollens zu halten,
 denn jede Abweichung von dieser goldenen Lebensregel
 bewirkt Energievergeudung -
 sowohl bei uns selbst,
 als auch beim anderen.
 Es ist unsere soziale Pflicht,
 heiter zu sein.



Organisation ist kein Rezept,
 auch keine von heute auf morgen anzuwendende Lehre,
 sondern eine Entwicklungsstufe eines Volkes,
 zu deren Entstehung Generationen gehören

Merkblatt „Das Geheimnis der Organisation“, 1915

