

Inhalt

Zur 48. Ausgabe der „Mitteilungen“	3
Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 17)	
<i>Wilhelm Ostwald</i>	5
Zum Phänomen der Adsorption – Untersuchungen am Leipziger Institut Wilhelm Ostwalds von der Gründungszeit bis zur Gegenwart	
<i>Ulf Messow, Grit Kalies und Rico Rockmann</i>	22
Wilhelm Ostwalds erkenntnistheoretischen und logischen Auffassungen	
<i>Lothar Kreiser</i>	42
Dokumentation und Gedanken zur Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte	
<i>Ulf Messow, Ulrike Köckritz</i>	56
Gesellschaftsnachrichten	84
Großbothener Gespräche	
Festveranstaltung 100 Jahre Nobelpreis, 4./5. September	
Autorenhinweise.....	87

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. 2009, 14. Jg.

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

Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Schmelzer/Ulrike Köckritz

Grimmaer Str. 25, 04668 Großbothen,

Tel. (03 43 84) 7 12 83

Konto: Raiffeisenbank Grimma e.G., BLZ 860 654 83, Kontonr. 308 000 567

E-Mail-Adresse: ostwaldenergie@aol.com

Internet-Adresse: www.wilhelm-ostwald.de

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.

Wir erbitten die Autorenhinweise auf der letzten Seite zu beachten.

Der Einzelpreis pro Heft beträgt 6,- €. Dieser Beitrag trägt den Charakter einer Spende und enthält keine Mehrwertsteuer.

Für die Mitglieder der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ist das Heft kostenfrei.

Zur 48. Ausgabe der „Mitteilungen“

Liebe Leserinnen und Leser der „Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V.“,

in diesem Heft setzen wir den Abdruck von Ostwalds Vorlesungen zur Naturphilosophie an der Universität Leipzig vom Sommer 1901 mit der 17. Vorlesung: REIZBARKEIT UND GEDÄCHTNIS fort.

Ulf Messow, Grit Kalies und Rico Rockmann widmen ihren Beitrag, der sich mit dem Phänomen der Adsorption und entsprechenden Untersuchungen am Ostwaldschen Institut in Leipzig bis zur Gegenwart befasst, dem 70. Geburtstag von Peter Bräuer, der die Adsorptionsuntersuchungen in Leipzig viele Jahre geprägt hat. Die Schriftleitung wünscht dem Freund unserer Gesellschaft und als Wissenschaftsbereichsleiter „Physikalische Chemie“ ja auch Nachfolger Wilhelm Ostwalds, Peter Bräuer, zu seinem Geburtstag alles Gute.

Dankenswerterweise ist Lothar Kreiser unserem Wunsch gefolgt und hat seinen Vortrag, den er im Rahmen der Großbothener Gespräche gehalten hat und der auf ein reges Interesse gestoßen war, in überarbeiteter Fassung zur Veröffentlichung zur Verfügung gestellt. Der Beitrag zeigt, wie intensiv W. Ostwald sich mit philosophischen Fragen, hier insbesondere mit Erkenntnistheorie und Logik, auseinander gesetzt hat.

Aus gegebenem Anlass, dem Eigentümerwechsel des Landsitzes „Energie“, worauf der Vorsitzende der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, Helmut Papp, bereits im 47. Heft der „Mitteilungen“ eingegangen ist, haben Ulf Messow und Ulrike Köckritz eine bemerkenswerte Dokumentation der Entwicklung des Archivs und der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte sowie der Aktivitäten der WOG erarbeitet, die u.a. zeigt, welchen Anteil unsere Gesellschaft am Erhalt und der Weiterentwicklung der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte in den letzten 18 Jahren hat.

In den Gesellschaftsnachrichten finden Sie u.a. Informationen zu den geplanten Großbothener Gesprächen und die Ankündigung der Festveranstaltung zum 100. Jahrestag der Verleihung des Nobelpreises an Wilhelm Ostwald.

In eigener Sache soll noch auf die Autorenhinweise am Schluss des Heftes verwiesen werden. Wir bitten alle zukünftigen Autoren sich möglichst daran zu orientieren, um unsere Arbeit zu erleichtern.

Jürgen Schmelzer

VORLESUNGEN

ÜBER

NATURPHILOSOPHIE

GEHALTEN

IM SOMMER 1901 AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

VON

WILHELM OSTWALD



LEIHBÜCHEREI
Wilhelm Ostwald Archiv

LEIPZIG

VERLAG VON VEIT & COMP.

1902

Vorlesungen über Naturphilosophie¹

Wilhelm Ostwald

SIEBZEHNTE VORLESUNG

REIZBARKEIT UND GEDÄCHTNIS

Die Betrachtungen der letzten Vorlesung sind nicht angestellt, um die eingehende Forschung zu ersetzen, sondern um ihr Mut zu machen. So wird der Bergsteiger mit ganz anderer Sicherheit die Überwindung anscheinend unübersteigbarer Schwierigkeiten versuchen, wenn er an irgendeinem Zeichen erkennt, dass sein Weg schon von einem Anderen begangen worden ist. Und mit solchem erhöhten Mute können wir denn auch an die weiteren Probleme des Lebens herantreten.

Unter diesen ist eines der wichtigsten die Reizbarkeit der Lebewesen, d. h. ihre Eigenschaft, auf eintretende Beeinflussungen zu reagieren. Auch diese Eigenschaft hat man als eine spezifisch organische angesehen, während sie bei eingehender Analyse als ein verwickelter Fall allgemeiner Verhältnisse erscheint. Reizbar im allgemeinsten Sinne ist jedes natürliche Gebilde, denn in jedem werden die Energieverhältnisse geändert, wenn man es in irgend einem Sinne beeinflusst, d. h. ihm Energie zuführt oder entzieht, und insofern reagiert Alles auf eine äussere Beeinflussung. Hierbei macht sich aber ein Unterschied geltend, da manche Gebilde nach eingetretener Beeinflussung ihren neuen Zustand behalten, während andere den früheren selbsttätig wieder herstellen. Die beiden Fälle treten uns in einem unelastischen und einem elastischen Drahte, etwa einem aus Blei und einem aus Stahl entgegen. Beide reagieren auf entstehende Beeinflussungen, der Bleidraht behält aber seine neue Gestalt, während der Stahldraht seine frühere annimmt, wenn man ihn frei lässt.

Energetisch besteht dieser Unterschied darin, dass die vom Bleidraht aufgenommene Arbeit in Wärme übergegangen ist, die sich zerstreut und nicht mehr zur Herstellung der alten Form benutzt werden kann, während der Stahldraht die Arbeit in Formenergie umgewandelt hat, die er unter Annahme seiner früheren Gestalt wieder ausgeben kann.

Die Reaktion der Organismen ist nun meist vom zweiten Typus. Welches auch die unmittelbare Wirkung irgendeiner Beeinflussung sein mag: schließlich treten Vorgänge ein, die ihn wieder in seinen früheren Zustand zurückbringen oder wenigstens eine Annäherung dahin bewirken. Ob dies vollständig oder unvollständig

¹ Der Abdruck erfolgt nach dem Text der ersten Ausgabe von 1902. Die Rechtschreibung wurde den heutigen Regeln angenähert. Der Wortlaut wiederholt das Original, auch wenn einige von OSTWALD verwendeten Worte nicht dem heutigen Sprachgebrauch entsprechen. Um einen Überblick über den Inhalt des Zyklus zu vermitteln, wurde das vollständige Inhaltsverzeichnis sowie die Vorlesungen 1-3 im Heft 1/2004 der „Mitteilung“ abgedruckt. Kontinuierlich folgten weitere Vorlesungen, die 16. finden sie im Heft 1/2009.

dig gelingt, ist von dem Betrage des Einflusses und von der Reaktionsfähigkeit des Wesens abhängig. Doch reagiert der Organismus im Allgemeinen nicht wie der Stahldraht, indem er einfach die aufgenommene Energie in eine unwandelbare Form bringt und diese wieder zur Herstellung des früheren Zustandes benutzt. Vielmehr kommt hier die stationäre Beschaffenheit seines Zustandes in Frage, und er wirkt daher derart, dass der Strom des Geschehens die veränderten Teile oder Zustände wieder fortspült, sodass der dem regelmäßigen, d.h. sich selbst erhaltenden Verlaufe entsprechende Zustand wieder hergestellt wird. Will man ein anschauliches Bild, so denke man an die Flamme einer Kerze, die durch Zugwind, fremde Körper oder dergleichen zwar vorübergehend entstellt werden kann, sich aber sofort in ihrer gewöhnlichen Form wieder aufbaut, sowie diese störenden Ursachen sich entfernen. Ja, besteht die Störung etwa in einem Holzstäbchen, so entfernt die Flamme sie selbsttätig, indem sie das Stäbchen verbrennen lässt.

Man wird in diesen Beispielen unschwer Vorbilder für das Verhalten der Organismen erkennen. Wir sehen, wie die Pflanze entgegenstehende Hindernisse erst zu verschieben sucht, und wenn dies nicht geht, sich um sie herum schlingt, wie der Organismus eingedrungene Fremdkörper wenn irgend möglich in lösliche Formen bringt und so entfernt. Dass die Reaktionen der Lebewesen dann mit der Stufe ihrer Entwicklung immer zweckmäßiger werden, ist so wenig im Widerspruch mit dem, was wir bereits wissen, dass wir das Gegenteil für ganz unwahrscheinlich halten müssten. Dass gleichzeitig der Verlauf der Reaktion immer verwickelter wird, lässt sich aus der zunehmenden Beeinflussung gegenseitig bedingter Vorgänge im hochentwickelten Organismus voraussehen. Also auch in dieser Beziehung lässt sich der Anfang organischer Betätigung bei den anorganischen Vorbildern, den stationären Gebilden, nicht verkennen.

Dies ist nun auch der Zusammenhang, in welchem uns die Ausbildung der Sinnesapparate verständlich zu werden verspricht. Anatomisch und Entwicklungsgeschichtlich nehmen diese in der äußeren Haut ihren Anfang, als deren besondere Umbildungen sie erscheinen. Wie sich zahlreiche und empfindliche Organe für die Aufnahme von Druckreizen an solchen Stellen unserer Körperoberfläche ausbilden, die besonders häufig zum Tasten benutzt werden, oder wo es auf Feinheit der Empfindung zum Zwecke der Lebenserhaltung besonders ankommt, so macht es keine Denkschwierigkeiten, dass auch an der Oberfläche sich Stellen ausbilden, in denen etwa eine zunehmende Empfindlichkeit gegenüber der strahlenden Energie entwickelt wird. Damit ist der Grund zur Ausbildung von Augen gelegt. Das gleiche gilt für die anderen Sinnesapparate.

Hierbei tritt zu Tage, weshalb zwischen den Sinnesapparaten und den Arten der Energie kein einfacher Parallelismus besteht. Da die ersteren auf Intensitätsunterschiede reagieren, so ist zunächst zu vermuten, dass jeder Energieart ein Sinnesapparat entsprechen wird, welcher für die zugehörige Intensität empfindlich ist. Doch trifft dies nur sehr unvollkommen zu. Zwar haben wir Einrichtungen für Druck, d. h. Volumenergie, für strahlende Energie oder Licht und für Wärme. Aber das Ohr reagiert gleichfalls wie der Tastsinn auf mechanische Energie, und für chemische Energie haben wir im Geschmacks- und Geruchssinn zwar zwei, aber

beiderseits wenig entwickelte Sinne, während schließlich solche für elektrische und magnetische Energie uns ganz fehlen. Stellen wir uns die Frage nach den Ursachen solcher Widersprüche oder Unvollkommenheiten, so liegt die Antwort in der praktischen Beschaffenheit der Sinnesapparate. Diese entwickeln sich nur für solche Energien, auf deren Verhältnisse zu reagieren für den Organismus besonders wichtig ist. So besteht bei den niedrigst organisierten Tieren, die im Wasser lebend auf ihre Nahrung warten, und nichts verstehen, als diese festzuhalten, zu umhüllen und zu assimilieren, wenn sie zufällig mit ihrer Körperoberfläche in Berührung kommt, ein chemischer Oberflächensinn, vermöge dessen diese Reaktionen eintreten, wenn eine wirklich assimilierbare Nahrung vorliegt, dagegen nicht bei beliebigen Fremdkörpern. Ähnlich werden sich überall nur solche Sinnesapparate ausbilden, welche auf die Anwesenheit von Nahrung, Feinden oder der für die Fortpflanzung wesentlichen Dinge reagieren. Dies geht durch das ganze Reich der Organismen und findet selbst auf die sekundären Sinnesapparate, die Mess- und Beobachtungsinstrumente menschlicher Forschung Anwendung. Denn ohne die außerordentlich praktische Bedeutung der elektrischen Erscheinungen im heutigen Kulturleben hätten beispielsweise auch die elektrischen Messinstrumente bei weitem nicht die Entwicklung gewonnen, welche sie gegenwärtig besitzen. Die Frage, warum wir nicht für alle Energiearten Sinnesapparate haben, ist also übereinstimmend mit der Frage zu beantworten, warum nicht in allen Häusern Mikroskope vorhanden sind: weil der Bedarf darnach noch nicht dringend war.

Eine ähnliche Antwort lässt sich auf die Frage nach den Fällen geben, in denen sich für dieselbe Energieart verschiedene Apparate gleichzeitig ausgebildet haben. Tastempfindung und Gehörsempfindung beruhen beide auf mechanischer Betätigung. Da aber die Tastempfindungen durch Körper ausgelöst werden, welche mit dem Organismus in unmittelbare Berührung kommen, während Gehörsempfindungen durch Schallwellen der Luft ausgelöst werden, die durch Vorgänge in größerer Entfernung entstehen, so bewirkt die praktische Verschiedenheit dieser beiden Arten mechanischer Wirkung die Ausbildung entsprechend verschiedener Sinnesapparate.

Hierbei kommen wir nun schließlich auf die überaus merkwürdige Einrichtung der nervösen Apparate bei den Tieren. Während bei den niederen Organismen der Sinnesapparat meist in unmittelbarer Beziehung zu den Einrichtungen angebracht ist, welche auf die entsprechenden Eindrücke und Reize reagieren, ist bei den höheren eine mehr und mehr durchgeführte Trennung vorhanden. Zwischen den Aufnahmeapparaten und denen, welche sich in Folge des Reizes aktiv betätigen, sind fadenförmige Leitungen angebracht, durch welche beide so verbunden werden, dass der Eindruck an der einen Stelle einen Vorgang an der anderen auslöst. Worauf die hier stattfindenden Vorgänge beruhen, ist noch ganz unbe-

kannt. Die lange gehegte Vermutung, es handele sich um elektrische Vorgänge, ähnlich denen in einem Telegraphendrahte,² hat sich nicht aufrecht erhalten lassen, seitdem am Anfange des neunzehnten Jahrhunderts J. W. RITTER nachgewiesen hat, dass durch Zerschneiden und mechanisches Zusammenfügen eines Nervs zwar die elektrische Leitung ungestört bleibt, die Reizleitung aber vernichtet wird. Zudem hat HELMHOLTZ Nachweis der verhältnismäßig kleinen Geschwindigkeit der Reizleitung im Nerv die scheinbare Analogie zwischen ihr und der elektrischen vollständig aufgehoben.

Es ist zurzeit nicht nur unbekannt, worin der Vorgang besteht, durch welchen der Reiz mittelst des Nervs geleitet wird, sondern es ist auch die Anzahl der Analogien hierfür in der Physik und Chemie sehr beschränkt. Sieht man sich nach den anderen Mitteln um, deren sich der Mensch zu ähnlichen Zwecken bedient, so lässt sich die Übertragung mechanischer Energie durch Zug, Druck oder Schwingungen alsbald ausschließen; die anatomische Struktur der Nerven als dünner, von einer halbweichen Masse erfüllter, von mehreren Häuten eingeschlossener Zylinder gestattet nicht, einen Nerv mit einem Klingelzug oder einer Sprechrohrleitung zu vergleichen.

Am nächsten scheinen chemische Analogien zu liegen; man könnte sich denken, dass durch den Reiz am Nervenende ein chemischer Vorgang ausgelöst würde, der sich durch die Substanz des Nervs fortpflanzt und am anderen Ende entsprechende Veränderungen des empfangenden Apparates hervorruft. Hält man indessen unter den chemischen Vorgängen Umschau, so findet man nur sehr wenige, die einigermaßen den gestellten Bedingungen entsprechen. Am ehesten scheinen noch die Erstarrungsvorgänge überkalteter Flüssigkeiten brauchbar zu sein; füllt man in eine Röhre eine derartige Flüssigkeit, z.B. geschmolzenen Phosphor, kühlt den Inhalt unter die Schmelztemperatur ab, und berührt ein Ende mit einem Stückchen festen Phosphors, so pflanzt sich die Erstarrung mit großer Geschwindigkeit durch die Röhre fort und eine mit dem anderen Ende in Verbindung stehende überkaltete Phosphormasse kann auf solche Weise gleichsam von ferne zur Erstarrung gebracht werden. Nehmen wir im Nerv ferner eine Einrichtung an, um während eines Augenblicks die Temperatur wieder über den Schmelzpunkt zu steigern, so wäre der Nerv wieder für eine neue Botschaft bereit.

Versuchen wir, aus diesem Beispiele das Allgemeine zu entnehmen, so werden wir darauf geführt, den Nerv als ein metastabiles Gebilde anzusehen³, in dem durch den Reiz eine Reaktion ausgelöst wird, die sich durch den Nerv fortpflanzt. Der Vorgang in diesem würde also seinen Energiebedarf aus sich selbst decken, und der Reiz brauchte nur als Auslösung zu wirken. Hält man dies fest, so

² Es ist für die Geschichte des menschlichen Geistes von Interesse, dass diese Ähnlichkeit im umgekehrten Sinne die Erfindung des elektrischen Telegraphen durch den Mediziner SÖMMERING veranlasst hat. SÖMMERING wurde durch die Analogie der elektrischen Stromleitung in Drähten mit der ihm wohlbekannten Reizleitung im Nerv auf die Idee gebracht, Nachrichten durch Elektrizität zu senden, wie sie durch die Nerven geht. Vgl. OSTWALD: Elektrochemie: ihre Geschichte und Lehre. Leipzig, 1895, S. 285.

³ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 343 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 16 im H. 1/2009, S. 16.

kann man sich noch eine Anzahl anderer Einrichtungen denken, welche in gleicher Weise eine Leitung des an einem Ende wirkenden Reizes zum anderen Ende ermöglichen.

Solchen Vermutungen wird aber der Boden durch die allgemeine Tatsache unsicher gemacht, dass die durch den Nerv übermittelte Nachricht mit der Stärke des Reizes wächst und abnimmt.

Bei einem durch Auslösung verlaufenden Vorgang, der seinen Energiebedarf nicht aus der Anregung entnimmt, sondern aus seiner eigenen Beschaffenheit, kann eine derartige Beziehung nicht vorhanden sein, denn die Stärke des Vorganges hängt hier nur von der Beschaffenheit des Gebildes selbst, nicht von der der Auslösung ab.

Andererseits liegt die wohlbekannte Tatsache vor, dass durch einen in Bezug auf die angewendete Energiemenge geringen Reiz sehr erhebliche Wirkungen entstehen können, deren Energiebetrag weit über den des Reizes hinausgeht. Hieraus müssen wir notwendig schließen, dass dennoch an irgendeiner Stelle zwischen Reiz und Reaktion ein Auslösungsvorgang eingeschaltet ist. Wir brauchen nur daran zu denken, dass durch ein einziges Wort von verschwindend geringer mechanischer Energie die ganze Kraft eines Menschen für irgendeine bestimmte Handlung ausgelöst werden kann. Wir stehen also vor der Aufgabe, diese beiden anscheinend widersprechenden Tatsachen zu vereinigen: einerseits die verhältnismäßige⁴ Wirkung des Reizes, andererseits den unzweifelhaften Auslösungscharakter der Reizwirkung.

Wir wollen zunächst nachsehen, an welcher Stelle der ganzen Bahn die Auslösung belegt sein kann. An dem peripherischen Ende des Nervs kann sie nicht vorhanden sein, denn der Nerv übermittelt auch Reize, die ihm irgendwo in seiner Länge zugeführt werden, und tut dies auch, wenn sein Ende ganz zerstört worden ist. In allen diesen Fällen bleibt der Erfolg des Reizes im Verhältnis mit der Reizstärke, wie dies namentlich bei den Untersuchungen über die Wirkung des Muskels bei elektrischer Reizung des Nervs sehr eingehend nachgewiesen worden ist.

Hieraus scheint mir der Schluss notwendig, dass durch die Einwirkung des Reizes auf den Nerv die an diesem geleistete Arbeit in irgendeine andere Art Energie übergeht, deren Menge mit der Reizarbeit in Verhältnis steht, also im Allgemeinen sehr klein sein wird. Diese Energie kann durch die mannigfaltigsten Beeinflussungen des Nervs gebildet werden; insbesondere erscheint es gleichgültig für den Erfolg, ob man elektrische, mechanische oder chemische Reize wirken lässt. Hieraus ist weiter zu schließen, dass nicht unmittelbar die in Gestalt des Reizes auf den Nerv wirkende Energie fortgeleitet wird, sondern dass der Nerv innerhalb seiner ganzen Erstreckung die Eigenschaft besitzt, zugeführte Energie ver-

⁴ Fußnote im Original: Ich benutze ausdrücklich das unbestimmtere Wort verhältnismäßig, weil die Wirkung im Allgemeinen zwar mit der Stärke des Reizes zu- und abnimmt, aber nicht proportional, sondern zufolge des psychophysischen Gesetzes im logarithmischen Verhältnis, bzw. wo dies Gesetz nicht gilt, in noch verwickelterer Weise.

schiedenster Art in Nervenenergie, wie wir die unbekannte, im Nerv fortgeleitete Energie nennen wollen, zu verwandeln.

Im Allgemeinen wirkt nun die durch den empfindenden Nerv fortgeleitete Energie nicht unmittelbar auf den Teil, z.B. den Muskel, dessen Betätigung durch den Reiz ausgelöst wird, sondern es ist ein mehr oder weniger verwickelter nervöser Apparat dazwischen geschaltet. Was innerhalb dieses vor sich geht, entzieht sich zunächst unserer Beurteilung. Doch dürfen wir wohl mit Sicherheit sagen, dass auch in den Nerven, welche die Betätigung auslösen, ganz ähnliche Vorgänge verlaufen, wie in denen der Sinnesapparate. Denn man kann auch beispielsweise Muskelzusammenziehungen durch ganz dieselben chemischen, elektrischen oder mechanischen Reize an den entsprechenden Nerven hervorbringen, welche an den empfindenden Nerven die Empfindungen hervorrufen. Es wird also allgemein zu sagen sein, dass entweder die im Sinnesapparate zuerst gebildete Nervenenergie durch alle diese Zwischenapparate hindurchgeht, oder dass sie in diesen verhältnismäßige Umwandlungen in andere Energiearten erleidet, die aber schließlich wieder in Nervenenergie an der Stelle übergehen, wo der motorische Nerv beginnt.

Die Auslösung wird man nun an der Stelle zu suchen haben, wo der Nerv in den Apparat, z.B. den Muskel übergeht. Denn auch bei unmittelbarer Reizung, des zum Muskel gehörigen Nervs werden in der Muskelzusammenziehung Energiemengen betätigt, welche weit über die zur Reizung erforderlichen Beträge hinausgehen.

Da aber auch hier Reiz und Wirkung verhältnismäßig sind, so muss die Auslösung von der Beschaffenheit sein, dass sie noch eine Regelung der betätigten Energie ermöglicht.

Dies sieht auf den ersten Blick wie ein Widerspruch aus, denn bei der Entzündung einer Pulverladung oder beim Stürzen einer Lawine kann nicht davon die Rede sein, dass Auslösung und Vorgang in einem bestimmten Verhältnis verbleiben. Aber in anderen Fällen, beim elektrischen Knopf, ist doch derartiges möglich; wenn ich den Stromschlüssel öffne, ist die ganze Wirkung des Stromes wieder unterbrochen. Und der Führer des elektrischen Wagens regelt sogar durch eine bloße Auslösung, die Drehung seiner Kurbel, innerhalb weitester Grenzen die Mengen elektrischer Energie, welche er seinem Wagen zukommen lässt.

Prüft man die Ursache dieses Gegensatzes, so liegt sie darin, dass im ersten Falle die Energie unmittelbar im reagierenden Gebilde vorhanden ist, während sie im zweiten dem tätigen Gebilde durch irgend einen Durchlass zugeführt wird, dessen Ausgiebigkeit beliebig von Null ab geregelt werden kann. Es liegen hier also Einrichtungen vor, welche die Entladung der vorhandenen freien Energie regeln. Wir werden schließen, dass an der Stelle, wo der Nerv auf den Muskel wirkt, ein derartiger Hahn oder Durchlass vorhanden ist, und dass die primäre Wirkung der Nervenenergie darin besteht, diesen Durchlass zu regeln. Hiernach bedarf es eines bestimmten endlichen Wertes an Nervenenergie, um den Durchlass zunächst überhaupt in Bewegung zu setzen; diesen Betrag nennt man den Schwellenwert. Dann erfolgt das weitere Verschieben des Durchlasses im Verhältnis der angewendeten Nervenenergie und ergibt einen entsprechenden Erfolg. Doch kann

der Erfolg nicht ins Unbegrenzte wachsen, sondern nur bis zu dem Maximalwert des ungestörten Verlaufes. Alles dies entspricht den beobachteten Tatsachen.

Welcher Art dieser Durchlass ist, lässt sich noch nicht angeben. Man kann sich ihn mechanisch vorstellen, aber auch, und für diese Ansicht sprechen mancherlei Tatsachen, katalytisch⁵. Im letzteren Falle wären die Vorgänge so aufzufassen, dass durch die Nervenenergie entsprechende Mengen eines katalytischen Stoffes (oder auch Zustandes) gebildet werden, durch dessen Anwesenheit der Energieumsatz im reagierenden Gebilde entsprechend beschleunigt wird. Das Aufhören der Wirkung mit dem Aufhören des Reizes fände dann seine Erklärung in der weiteren Annahme, dass der Katalysator für sich unbeständig ist oder durch die Reaktion unwirksam gemacht wird, so dass eine dauernde Wirkung nur durch unausgesetzte Wiederholung einzelner Augenblickswirkungen hervorgerufen werden kann. Dies würde die Ermüdung erklären, welche auch eintritt, wenn ein Muskel nur in Spannung gehalten wird, ohne dass er Arbeit leistet.

Ich kann nicht unternehmen, das überaus verwickelte Problem der Nervenleitung hier eingehender zu behandeln; hierfür gehen mir die Kenntnisse und dem Buche der Raum ab. Nur die allgemein energetischen Umrisslinien konnten gezogen werden; sollten die dabei erzielten Ergebnisse die systematische Prüfung und Benutzung der gefundenen Gesichtspunkte durch einen Fachmann anregen, so wäre einer meiner Zwecke bei diesem Exkurs erreicht. Ein anderer Zweck wird uns später entgegengetreten.

Das Ergebnis einer (unmittelbaren oder übertragenen) Reizwirkung im Organismus besteht immer in einer Änderung des Energiestromes. Diese kann eine Vermehrung oder Verminderung sein; auch können beide Fälle gleichzeitig nebeneinander eintreten, so dass als Ergebnis eine Ablenkung des vorhandenen Stromes erscheint. Unter allen Umständen muss aber festgehalten werden, dass durch den Reiz keine Energie erzeugt wird, sondern nur vorhandene freie Energien in ihren Betätigungen geändert werden können. Wenn die Zunahme irgend eines Vorganges von unmerklich kleinen Werten zu wahrnehmbaren eintritt, so macht es wohl den Eindruck, als sei die Betätigung überhaupt erst durch den Reiz hervorgerufen worden; doch wird man die Gesamtheit der Erscheinungen gleichmäßiger und dadurch angemessener auffassen, wenn man alle Vorgänge als Beschleunigungen und Verzögerungen ansieht.

Mit Ausnahme der magnetischen können so ziemlich alle Energiearten durch Reize im Organismus zur Betätigung ausgelöst werden. Elektrische Vorgänge begleiten wegen der Anwesenheit von Elektrolyten und wegen der beständig eintretenden Konzentrationsunterschiede ihrer Lösungen in allen Geweben das Leben wahrscheinlich ununterbrochen. Doch sind sie im Allgemeinen nur von sehr geringer Stärke, so dass sie für den eigentlichen Energiehaushalt nicht erheblich in Frage kommen. Ob sie mit den Vorgängen in den nervösen Apparaten in engerer Beziehung stehen, wie dies namentlich früher vielfach angenommen worden ist,

⁵ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 326 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 15 im H. 2/2008, S. 14.

dürfte gegenwärtig recht zweifelhaft erscheinen. In ganz wenigen Fällen, bei den elektrischen Fischen, nehmen die vom Organismus hervorgebrachten Mengen elektrischer Energie einigermaßen erhebliche Beträge an und werden als Mittel für die Erlangung von Beute und die Abwehr von Feinden wichtig. In solchen Fällen steht die Entwicklung elektrischer Energie wie die anderen Betätigungen in höher entwickelten Organismen unter der Kontrolle des nervösen Apparates, welcher in Folge von Reizen eine verhältnismäßige Auslösung der vorhandenen Energievorräte bewirkt. Es dürfte wahrscheinlich sein, dass die elektrische Energie in dem Organ der elektrischen Fische nicht als solche enthalten ist, sondern sich aus anderer Energie im Augenblicke der Entladung erst bildet. Dies ergibt sich aus den geschilderten Eigenschaften⁶ der elektrischen Energie. Die vorrätige Energie ist in diesem Falle wie in den meisten anderen sehr wahrscheinlich chemische. Über den Modus der Umwandlung der einen Form in die andere liegen noch keine entscheidenden Aufklärungen vor.

Von ähnlich geringem Gesamtbetrage sind die Mengen strahlender Energie, welche von einzelnen Organismen erzeugt werden. Es gibt einige leuchtende Insekten und zahlreiche leuchtende Meeresbewohner, die größtenteils den niedrigen Klassen angehören. Das Leuchten ist in allen Fällen kein „Temperaturleuchten“, d.h. keine Verwandlung von Wärme in strahlende Energie, sondern letztere entsteht aus anderen Arten, wahrscheinlich immer aus chemischer Energie. In dem Leuchten des Phosphors an feuchter Luft haben wir ein Beispiel für ein solches chemisches Leuchten, bei welchem sich die durch Oxydation frei werdende chemische Energie unmittelbar in strahlende verwandelt.

Diese Vorgänge stehen gleichfalls unter dem Einflusse von Reizen; es ist bekannt, dass die kleinen Wesen, welche das Meeresleuchten verursachen, durch mechanische Reize zur Lichtentwicklung veranlasst werden. Auch in diesem Falle wird man zweckmäßig eine durch den Reiz hervorgerufene Steigerung eines an sich langsam verlaufenden und daher keine sichtbare Lichtentwicklung verursachenden Vorganges, der im Organismus beständig erfolgt, annehmen dürfen.

Viel bedeutsamer sind bereits die Wärmeentwicklungen der Lebewesen. Zwar findet sich in den niederen Klassen eine weitgehende Abhängigkeit der Körpertemperatur von der der Umgebung, und auch die in manchen großen Blüten beobachteten erheblichen Temperatursteigerungen treten wesentlich als Unterschiede gegen die Außentemperatur auf. Aber es ist geringen Zweifeln unterworfen, dass alle Lebensbetätigungen von Wärmewirkungen und zwar wohl mit verschwindenden Ausnahmen von Wärmeentwicklungen begleitet sind. Dies rührt daher, dass bei allen Energieumwandlungen ein Teil der betätigten Energie in Wärme übergeht, sei es in Folge von Reibung, von elektrischem Widerstand oder ähnlichen Nebenwirkungen. Es ist ja bereits mehrfach hervorgehoben worden, dass unter allen Energiearten Wärme am leichtesten entsteht und sich am schwersten in

⁶ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 229 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 11 im H. 4/2005, S. 24/25.

andere Formen verwandelt; so kennen wir in der Tat keinen praktisch tätigen Energietransformator, bei dem nicht ein kleiner oder größerer Betrag der umgewandelten Energie als Wärme aufträte. Für den Organismus gilt unzweifelhaft das Gleiche; so kann er von der chemischen Energie der Muskeln bestenfalls etwa ein Drittel in mechanische verwandeln; die beiden anderen Drittel erscheinen als Wärme.

Während somit die Wärmeentwicklung bei den niederen Organismen als eine unvermeidliche, aber wirtschaftlich unwillkommene Nebenerscheinung aufzufassen ist, sind die höheren Tiere, die Vögel und Säugetiere, mit Einrichtungen zur Erhaltung einer konstanten Temperatur ausgestattet, und sie verwenden einen ganz erheblichen Teil der in der Nahrung aufgenommenen chemischen Energie für den Zweck, die durch Strahlung und Leitung entstehenden unvermeidlichen Wärmeverluste vermittelst Erzeugung neuer Wärme zu decken. Die Frage, für welchen Zweck dieser Aufwand getrieben wird, scheint bisher von den Physiologen nicht erörtert worden zu sein. Beim Nachdenken darüber und bei der Beobachtung des Verhaltens solcher Tiere, welche keine konstante Eigentemperatur haben, unter dem Einflusse höherer und niederer Außentemperaturen kommt man zu der Vorstellung, dass es sich hier um eine Sicherung der übrigen Körpervorgänge gegen Verzögerung in Folge von Temperaturerniedrigung handelt. Es ist bereits hervorgehoben worden, die Geschwindigkeit des Verlaufes chemischer Vorgänge von der Temperatur in hohem Maße abhängig ist. Im Allgemeinen bewirkt bereits eine Temperaturerniedrigung von zehn Graden eine Verzögerung chemischer Vorgänge auf die doppelte Zeit. Ein ähnliches Verhältnis ist für den Einfluss der Temperatur auf den Stoffwechsel der Pflanzen und die Geschwindigkeit der Nervenleitung nachgewiesen worden. Daraus geht hervor, dass der Organismus in seiner gesamten Betätigung im höchsten Maße von der Temperatur abhängig ist. Man kann dies an Eidechsen beobachten, die zwar im warmen Sonnenschein außerordentlich flink sind, bei niedriger Temperatur sich dagegen als träge und langsam bewegliche Tiere betätigen.

Die Erhaltung einer konstanten Temperatur ist somit eine Maßregel, um dem Organismus eine gleichförmige Betätigung unabhängig vom Wechsel der Außentemperatur zu sichern. Hierdurch bleibt er auch bei äußerer Kälte fähig, seinen Feinden mit genügender Schnelligkeit zu entfliehen und seine Nahrung zu erlangen. Man findet das gleiche Prinzip in etwas anderer Gestalt beim Übergang von niederer zu höherer Kultur am Menschen wieder: je höher die Kultur steigt, um so sorgfältiger werden größere Temperaturunterschiede in der dauernden Umgebung vermieden, und um so regelmäßiger heizt man die Wohnungen im Winter und kühlt sie im Sommer.

Umgekehrt reduzieren gewisse Warmblüter, denen die Beschaffung der Nahrung im Winter schwer werden würde, ihren Energieverbrauch unter entsprechender Herabsetzung der Temperatur und Beweglichkeit, indem sie in den sogenannten Winterschlaf verfallen.

Die Beschaffung der zur Erhaltung der Temperatur erforderlichen Wärmemenge bei den Warmblütern erfolgt ausschließlich durch Umwandlung chemi-

scher Energie, welche bei der Oxydation der Nahrungsstoffe durch den eingeatmeten Luftsauerstoff frei wird. Da bei der Körpertemperatur diese Oxydation an sich zu langsam erfolgen würde, so finden sich in den Geweben überall dort, wo sie stattfinden soll, katalytische Oxydationsbeschleuniger oder Oxydasen⁷. Eine viel wichtigere Energieform, welche die Organismen erzeugen, ist die mechanische. Die Pflanzen unterscheiden sich in dieser Beziehung sehr wesentlich von den Tieren, da sie verhältnismäßig viel geringere mechanische Leistungen ausführen, und ihren Haushalt vorwiegend innerhalb des Gebietes der verschiedenen chemischen Energien bestreiten. Indessen ist bekanntlich gerade im Bereiche der niedersten Organismen der Unterschied zwischen Tier und Pflanze gering und undeutlich, und demgemäß treten hier mechanische Leistungen, namentlich Ortsbewegungen, auch bei den zu den Pflanzen gerechneten Organismen mehr in den Vordergrund. Daher soll bei unseren Betrachtungen auf den im Grunde willkürlichen Unterschied zwischen Tier und Pflanze in diesem Gebiete kein besonderes Gewicht gelegt werden.

Die einfachsten mechanischen Einrichtungen zeigen sich bei den ungeformten niedersten Lebewesen, welche durch Ausstrecken ihrer schleimartigen Körpermasse nach bestimmten Richtungen vorübergehend Glieder bilden und mittelst dieser Pseudopodien ihre wichtigsten Arbeiten: Ortsbewegung und Ergreifen der Beute ausführen. Es darf als sehr wahrscheinlich angesehen werden, dass diese Wirkungen dadurch zu Stande kommen, dass der Organismus an bestimmten Stellen die Oberflächenspannung kleiner macht (was durch chemische Reaktionen sehr leicht möglich ist), so dass vermöge des im Inneren herrschenden Druckes die Körpermasse an den betreffenden Stellen hervorgetrieben wird. Indem sich die geringere Spannung auf den äußersten Punkt des so hervorgetriebenen Pseudopodiums beschränkt, erklärt sich die Bildung langer, fadenförmiger Ausläufer. Hört umgekehrt dieser Unterschied der Oberflächenspannungen auf, so tritt die Gesamtwirkung der Oberflächenenergie ein, durch welche die Körpermasse wieder der Tropfenform zugeführt wird; dabei geht das Pseudopodium selbst beim „Einziehen“ oft in eine Reihe von zusammenhängenden Tropfen über. Das gleiche tritt ein, wenn die Lebenstätigkeit und damit die Bildung des Poles mit geringster Oberflächenspannung unterbrochen wird.

Bei den höheren Organismen sind die mechanischen Leistungen gewöhnlich besonderen Körperteilen übertragen, deren einfachste die Geißeln der Bakterien, Schwärmosporen u.s.w. sind, und die vorwiegend zu Ortsbewegungen dienen. Dies wird durch periodische Schwingungen der Geißeln bewirkt, über deren Mechanismus noch nichts bekannt ist. Es ist zu erinnern, dass periodische Vorgänge überall auftreten, wo ein Energieablauf durch Selbstregulierung sich einschränkt, falls nur die Regulierwirkung nicht vollkommen gleichzeitig mit dem zu regelnden

⁷ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 329 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 15 im H. 2/2008, S. 16.

Vorgang eintritt⁸; somit lassen sich sehr vielfältige Einrichtungen denken, die zum gleichen Ergebnisse führen.

Wenn der Organismus symmetrisch zu einer Achse gebaut ist, so muss eine solche Geißel eine Bewegung längs dieser Achse hervorbringen. Solange das Mittel, in welchem sich die Bewegungen folgen, allseitig gleichartig ist, herrscht keine bestimmte Richtung vor. Wird durch irgend einen Umstand (Licht, chemische Reize und dergl.) das Feld, in dem die Bewegung erfolgt, einseitig gemacht, so tritt sehr häufig ein Hinbewegen zu dem Ausgangspunkt des Reizes oder ein Fortbewegen davon ein, das wie ein Sucher oder Fliehen aussieht. Diese scheinbar absichtlichen Bewegungen finden ihre Erklärung in der Voraussetzung, dass der fragliche Reiz irgendeine Änderung in der Beschaffenheit der Bewegung an der Seite des Wesens ausübt, welche stärker als die andere getroffen wird.

Dann treten hierdurch einseitige Bewegungsänderungen ein, welche erst wieder symmetrisch werden, nachdem sich der Organismus wieder völlig symmetrisch zu dem „Reizfelde“ gestellt hat (J. LOEB). Es ist ganz dieselbe Ursache, welche den Pfeil zwingt, mit der Spitze voran, d.h. symmetrisch durch die widerstehende Luft zu fliegen, oder welche eine drehbare festgehaltene Platte in einer strömenden Flüssigkeit senkrecht zur Strömungsrichtung stellt. Derartige Richtungswirkungen durch ungleich verteilte chemische Stoffe (Chemotaxis, W. PFEFFER) dienen für manche wichtige Verrichtung bei der Ernährung und Fortpflanzung, und das hier angedeutete Prinzip hat den Biologen vielfach die Möglichkeit gegeben, die physikochemischen Ursachen biologischer Erscheinungen aufzudecken, die auf den ersten Anblick den Eindruck tiefgehender zweckmäßiger Überlegungen machten (s. w. u.).

Bei den höheren Organismen werden die mechanischen Wirkungen dadurch hervorgebracht, dass an passenden Stellen vorhandene Fasern in Folge von Reizwirkungen eine Zusammenziehung erfahren. Am vollkommensten ist diese Einrichtung bei den quer gestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere entwickelt. Auch hier ist man trotz zahlloser Arbeiten über die energetischen Grundlagen dieser Vorgänge noch nicht ins Klare gekommen. Soviel ist allerdings sicher, dass die ursprüngliche Energieform, aus der die Arbeit bestritten wird, chemische Energie ist, denn man konstatiert am arbeitenden Muskel einen entsprechend größeren Sauerstoffverbrauch und eine gesteigerte Kohlensäureentwicklung und kann einen durch Sauerstoffverarmung unwirksam gewordenen Muskel mittelst zugeführten Sauerstoffs wieder leistungsfähig machen. Aber in welcher Weise sich die chemische Energie in mechanische umwandelt, ist unbekannt. Die gelegentlich gemachte und des breiteren ausgeführte Annahme elektrischer Zwischenformen scheint allseitig als unzureichend erkannt zu sein. Fragt man, auf welche Weise sich chemische Energie in mechanische verwandeln lässt, so besteht zunächst das heute gebräuchliche technische Verfahren in der Umwandlung der chemischen Energie in Wärme, und deren Umwandlung in mechanische Arbeit, wie sie in der

⁸ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 272 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 12 im H. 1/2006, S. 24.

Dampf- und Gasmaschine erfolgt. Bei der konstanten Temperatur der Organismen ist nun dieser Weg ausgeschlossen, da ja für Wärmemaschinen eine möglichst große Temperaturverschiedenheit eine notwendige Voraussetzung ist⁹.¹⁰ Unmittelbare Umwandlung chemischer Energie in mechanische findet durch Änderungen des osmotischen Druckes und durch Änderungen der Oberflächenspannung statt.

Wenn Stoffe, die in einer Flüssigkeit gelöst sind, von anderen Flüssigkeiten, in denen sie nicht vorhanden sind, durch solche Häute abgeschlossen werden, welche zwar das Lösungsmittel durchlassen, nicht aber den gelösten Stoff, so übt der letztere auf die trennende Wand einen Druck aus, welcher der osmotische Druck heißt und der Konzentration des gelösten Stoffes proportional ist. Die Druckbeträge, welche in den Organismen auf solche Weise zu Stande kommen, bewegen sich um rund zehn Atmosphären (W. PFEFFER), sind also recht bedeutend. Nun erweist sich, dass die Zellhäute der Organismen fast alle die Eigenschaft haben, für viele Stoffe undurchlässig zu sein, während sie das überall als Lösungsmittel vorhandene Wasser durchlassen; es sind also im Organismus die Bedingungen zur Entwicklung osmotischer Drucke vorhanden, und ihre Anwesenheit ist vielfältig experimentell nachgewiesen worden.

Finden nun chemische Vorgänge in der Zelle statt, so ändern sich mit der Änderung der chemischen Beschaffenheit der gelösten Stoffe im Allgemeinen auch die osmotischen Drucke, und damit sind die Bedingungen zu Arbeitsleistungen gegeben. Ebenso kommen solche zu Stande, wenn die Zellhaut durch irgendeine chemische Änderung ihre Durchlässigkeitsverhältnisse ändert. Dies tritt beispielsweise beim Tode der Zelle ein, wo die Zellhaut meist für fast alle vorhandenen Stoffe durchlässig wird und sie in die umgebende Flüssigkeit austreten lässt.

Es kann hier nicht eingehend erörtert werden, in welcher Weise diese Vorgänge von den Organismen für die Herstellung mechanischer Leistungen benutzt werden; es muss genügen, dass dies in der Tat vielfach nachgewiesen worden ist. Dies wäre also die erste Art der unmittelbaren Umwandlung chemischer Energie in mechanische.

Die andere, auf Oberflächenenergie beruhende Art spielt gleichfalls sicher eine Rolle in den Lebenserscheinungen; auf eine primitive Form derartiger Arbeitsleistungen ist ja bereits hingewiesen worden¹¹.

⁹ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 253 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 12 im H. 1/2006, S. 10.

¹⁰ Fußnote im Original: Zur Durchführung einer thermischen Theorie der Muskelwirkung ist wohl die Vermutung ausgesprochen worden, dass im arbeitenden Muskel „molekulare“ Temperaturverschiedenheiten bestehen können, die viele Hundert Grade betragen, und nur wegen der Kleinheit der Molekeln der Beobachtung unzugänglich sind. Eine solche Annahme ist übereinstimmend mit einem Verzicht auf weitere Forschung in dem Gebiete, da sie weder bestätigt noch widerlegt werden kann.

¹¹ Verweisung OSTWALDS auf die Seite 362 im Original, in diesem Heft siehe S. 14.

Für den Muskel kommen wahrscheinlich nur diese beiden Arten in Betracht¹², welcher von beiden Wegen aber vom Muskel benutzt wird, ist wie bemerkt zurzeit nicht ausgemacht. Die mikroskopischen Befunde über die Verschiedenheiten zwischen dem ruhenden und dem kontrahierten Muskel lassen sich in beiderlei Sinne deuten. Somit ist hier für die weitere Forschung noch ein dankbares Feld vorhanden.

Die letzte und wohl wichtigste Leistung der Organismen ist die Umwandlung der verschiedenen chemischen Energien in einander. Denn die chemische Energie, wie sie das Lebewesen als Nahrung aufnimmt, ist im Allgemeinen nicht geeignet, zu seinen Zwecken unmittelbar verwendet zu werden und bedarf daher einer weiteren Bearbeitung. Ebenso führen ja die assimilierenden Pflanzen die strahlende Energie zunächst in eine chemische Form über, welche nicht die dauernde ist. Jede Zelle ist daher ein chemisches Laboratorium, in welchem die mannigfaltigsten Reaktionen ohne Ofen und Retorte durchgeführt werden. Das am meisten angewendete Mittel ist hier wahrscheinlich die katalytische Beschleunigung der brauchbaren und die katalytische Verzögerung der unzumutbaren Reaktionen. Hierfür spricht die regelmäßige Anwesenheit derartiger Enzyme in allen Organismen und das Aufhören des Lebens bei Temperaturerhöhungen über 50 oder 60°. Denn es ist eine allgemeine Eigenschaft dieser Enzyme, dass sie bei derartigen mäßigen Temperaturerhöhungen ihre Wirksamkeit einbüßen. Es ist natürlich, dass hier große Verschiedenheiten vorhanden sind. Insbesondere vertragen die Dauerformen (Sporen) der niederen Organismen, in denen der chemische Umsatz fast völlig ruht, und für die daher die Enzyme nicht in Betracht kommen, sehr viel höhere Temperatur, als die in lebhafter Tätigkeit befindlichen und daher enzymreichen Formen.

Durch die Entstehung und das Verschwinden, bzw. Unwirksamwerden derartiger Katalysatoren ist nun eine unbegrenzte Reihe von Möglichkeiten gegeben, durch welche das Lebewesen seine Bedürfnisse befriedigen kann. Die neuere Chemie hat zu dem allgemeinen Satze geführt, dass in einem gegebenen chemischen Gebilde alle Vorgänge, die nur möglich sind, auch wirklich stattfinden, und zu allen Stoffen führen, welche überhaupt entstehen können. Durch die Ausbildung eines bestimmten Katalysators kann also die Zelle unter zahllosen möglichen Stoffen einen bestimmten in seiner Bildung so beschleunigen, dass er ganz vorwiegend entsteht. Auf solche Weise wird verständlich, wie ein hochzusammengesetzter Organismus, wie z.B. der menschliche aus der gleichen Nährflüssigkeit, dem Blute, in seinen verschiedenen Organen die mannigfaltigsten Stoffe bilden kann: ein Problem, welches noch heute manchem Physiologen so unlösbar erscheint, dass er auf die Möglichkeit einer physikochemischen Erklärung überhaupt verzichten zu müssen glaubt.

¹² Fußnote im Original: Für die beiden anderen Formen mechanischer Energie, Distanz- und Bewegungsenergie, ist, soweit die gegenwärtige Kenntnis reicht, eine unmittelbare Entstehung aus chemischer Energie nicht zweifellos bekannt.

Mit diesem vorläufigen Überblick über die Energieverhältnisse der Organismen müssen wir uns zunächst begnügen. Er hat uns dazu gedient, dass wir auch auf diesem schwierigen Boden eine Vorstellung darüber gewinnen konnten, wie unter der mit dem Energiebegriff gewonnenen und vom bisher üblichen Materiebegriff befreiten Problemstellung die vielen Fragen nach dem Zusammenhange der Lebenserscheinungen eine weit bestimmtere Form und schärfere Fassung annehmen. Hierdurch ist die Forschung erleichtert und damit ein entsprechender Fortschritt vorbereitet. Sache der Forscher auf diesem Gebiete wird es sein, die gefundenen allgemeineren Gesichtspunkte zu prüfen, zu benutzen oder nötigenfalls zu berichtigen. Wenn vorläufig auch nicht mehr erzielt wird, als den Beteiligten die Entbehrlichkeit der bisher benutzten molekularen Hypothesen und die Möglichkeit, sie durch viel bestimmtere energetische Fragen zu ersetzen, ins Bewusstsein zu rufen, so ist schon ein Großes gewonnen. Denn wie oft findet man nicht heute irgend derartige Spekulationen mit den Worten schließen: bei unserer gegenwärtigen Unkenntnis der molekularen Kräfte lässt sich nichts mehr über die Sache feststellen - ohne dass es dem Autor, der auf solche Weise befriedigt vom Leser Abschied nimmt, in den Sinn kommt, dass es eine schlechte Theorie sein muss, welche die Arbeit immer wieder auf dies tote Gleis geraten lässt. Die energetische Betrachtung führt, da sie nur mit messbaren oder aufweisbaren Dingen zu tun hat, schlimmsten Falls auf den Punkt: dies können wir noch nicht messen, und daher bleibt die entsprechende Frage offen. Aber sie zeigt gleichzeitig immer die Richtung, nach welcher die Anstrengungen zu verdoppeln sind, um die Aufgabe zu lösen.

Noch eine merkwürdige physiologische Tatsache verlangt Erwähnung und energetische Kennzeichnung, da sie für die Ausgestaltung des Lebens von höchster Bedeutung ist und uns demgemäß bereits an der Schwelle unserer Betrachtungen entgegentrat; es ist dies das Gedächtnis.

Wir fassen dies Wort in dem ihm von E. HERING gegebenen allgemeinsten Sinne, indem wir darunter alle die Eigenschaften der lebenden Substanz verstehen, vermöge deren bestimmte Vorgänge im Lebewesen Wirkungen hinterlassen, welche die Wiederholung dieser Vorgänge begünstigen.

Die Bedeutung dieser Eigenschaft kann gar nicht überschätzt werden. In ihren allgemeineren Formen ergibt sie die Anpassung und Vererbung, in ihrer höchsten Entwicklung das bewusste Gedächtnis. In welchem Maße Anpassung und Vererbung für die Ausbildung zweckmäßiger Eigenschaften der Lebewesen entscheidend sind, hat DARWIN längst gezeigt; dass auf der gleichen Eigenschaft das Vermögen beruht, durch die Kenntnis der Vergangenheit die Zukunft zweckmäßig zu gestalten, war ja eine unserer ersten Betrachtungen. Dass schließlich alles bewusste Denken auf die Bildung und Verbindung von Begriffen hinausläuft, letztere aber eine unmittelbare Frucht des Gedächtnisses sind, ist uns gleichfalls bereits aus früheren Erörterungen ganz geläufig. Hier werden wir zu fragen haben, wie eine solche Eigenschaft energetisch möglich ist.

Diese Frage ist bisher kaum ernsthaft gestellt und behandelt worden. Die üblichen grobmechanischen Bilder von dem Einfahren eines Gleises in einer oft zurückgelegten Strasse oder von dem Glatlaufen eines Lagers oder Schlittens in einer neuen Maschine haben keine andere Bedeutung, als dass sie die Tatsache in einer etwas veränderten Gestalt uns nochmals vor das Auge stellen, ohne den Anspruch zu erheben, auch nur in gröbster Form eine Darstellung der vorhandenen Verhältnisse zu sein. Versuchen wir aber der Sache selbst dadurch ein wenig näher zu treten, dass wir uns nach genaueren und im Organismus wenigstens möglichen Analogien umsehen, so müssen wir gestehen, dass solche nicht leicht zu finden sind. Ein Draht, durch welchen elektrische Ströme geleitet worden sind, wird dadurch keineswegs ein besserer Leiter; ein elektrolytischer Leiter, der ja im Organismus vorliegen müsste, wird sogar immer schlechter (in Folge von Polarisation und Stoffausscheidung an den Elektroden), und ganz allgemein wissen wir, dass ein im Gleichgewicht befindliches Gebilde sich um so mehr einer Störung, d.h. Betätigung widersetzt, je mehr es aus dem Gleichgewicht gebracht ist.

Auch für chemische Vorgänge können wir im Allgemeinen sagen, dass ein solcher um so weniger leicht in einem Gebilde stattfindet, je mehr ein gleicher darin vorgeschritten war, und dass selbst wenn die Produkte entfernt und die verbrauchten Stoffe ersetzt werden, doch die Reaktion höchstens ihren anfänglichen Wert wieder erreichen kann, nicht aber einen größeren.

Indessen finden sich bei weiterem Suchen doch einige analoge Fälle. Zwei Bleiplatten in Schwefelsäure „formieren“ sich mehr und mehr, je häufiger sie elektrisch geladen und entladen werden: hier geht der Vorgang der elektrischen Ladung in der Tat um so leichter und reichlicher vor sich, je häufiger diese Reaktion stattgefunden hatte. Die genauere Untersuchung lässt als Ursache dieser „Gewöhnung“ oder „Erinnerung“ eine zunehmende mechanische Zerteilung des Metalls an seiner Oberfläche erkennen.

Die Anwendung dieser Beispiele auf das organische Problem scheidet indessen daran, dass bei den Lebewesen die durch Gewöhnung entstehenden Eigenschaften erblich sind. Sie müssen also die Beschaffenheit haben, dass sie durch den Vorgang der Vermehrung auf neue organische Individuen übertragen werden können. Dieser Anforderung dürften nur die an bestimmten Stoffen entwickelten chemischen Energiearten entsprechen. Wenn man beobachtet, mit welcher Genauigkeit bei aller Vermehrung der Zellen die Teilung des Kernes durchgeführt wird, so wird man in den Stoffen, die den Zellkern bilden, die bestimmenden Ursachen für die jeweilige Entwicklung des Keimes zu einem bestimmten, den Eltern ähnlichen Lebewesen zu erblicken geneigt sein, und man wird daher die Tatsache der Erbllichkeit am ehesten als eine chemische Eigentümlichkeit deuten können.

Versuchen wir diesen Gedanken durchzuführen, so stoßen wir zunächst allerdings auf die eben erwähnten Schwierigkeiten. Aber nach einigem Suchen lassen sich doch Beispiele anführen, welche gewisse Ähnlichkeiten mit der Erscheinung der Gewöhnung aufweisen.

Nimmt man zwei gleiche Proben verdünnter Salpetersäure und löst in der einen etwas metallisches Kupfer auf, so wird die Probe dadurch die Fähigkeit er-

langen, ein zweites Stück desselben Metalls viel schneller aufzulösen, als die andere, unverändert gebliebene.

Die Ursache dieser Erscheinung, die in gleicher Weise mit Quecksilber oder Silber und Salpetersäure beobachtet werden kann, liegt darin, dass die bei der Auflösung des Metalls entstehenden niederen Oxyde des Stickstoffs die Wirkung der Salpetersäure auf frisches Metall katalytisch beschleunigen. Man erzielt die gleiche Wirkung, wenn man etwas von diesen Oxyden in die Säure bringt; dann wirkt sie gleichfalls viel schneller, als reine Säure.

Die „Gewöhnung“ entsteht also hier durch die Bildung eines katalytischen Beschleunigers während der Reaktion. Wir haben die gleiche Wirkungsweise bereits bei anderer Gelegenheit, als Beispiel für die Selbstbeschleunigung eines Vorganges kennen gelernt. Wir wollen nun sehen, ob wir den Fall für das Verständnis der Lebenserscheinungen verwerten können.

Wir nehmen versuchsweise an, dass irgendeine Handlung des Organismus dadurch zu Stande kommt, dass infolge des Reizes oder der Willensbetätigung ein Beschleuniger an der maßgebenden Stelle entsteht, durch welchen der beabsichtigte Vorgang ausgelöst wird. Dieser Beschleuniger kann nur eine ganz kurze Existenzdauer haben und muss infolge des Vorganges oder während desselben verschwinden, da sonst der durch den Vorgang bewirkte neue Zustand nicht wieder freiwillig in den früheren normalen zurückgehen würde, wie dies doch tatsächlich beobachtet wird¹³. Wir können uns diesen Zusammenhang so vorstellen, dass der Beschleuniger in einer unwirksamen Form stets anwesend ist, dass durch den Reiz eine dem Reiz entsprechende Menge davon in den wirksamen Zustand übergeführt wird, dass aber dieser wirksame Zustand alsbald, soweit nicht neue Reize eintreffen, freiwillig in den unwirksamen zurückgeht. Dann würde etwas wie eine Gewöhnung, d.h. eine Erleichterung der Wiederholung eintreten, wenn der Beschleuniger während seines wirksamen Zustandes noch die Eigenschaft hätte, seine Menge aus der anwesenden Ernährungsflüssigkeit zu vermehren. Denn alsdann wäre nach Ablauf des Vorganges ein größerer Vorrat des Beschleunigers vorhanden, der wieder in die unwirksame Form übergeht, und beim nächsten Reiz könnte mehr von dem wirksamen Beschleuniger entstehen. Der unwirksamen Form müsste umgekehrt die Fähigkeit, sich zu vermehren, abgesprochen werden, da ein Organ, welches sich nicht betätigt, langsam weniger und weniger wirksam wird. Der letztere Umstand legt sogar den Gedanken nahe, dass die unwirksame Form wie alle Bestandteile des Organismus einer langsamen Zerstörung oder Zerstreuung unterliegt.

Ich bitte diese Vermutung, über deren etwas ungefüge und verwickelte Beschaffenheit niemand mehr als ich im Klaren sein kann, als das zu nehmen, was sie sein soll. Es handelt sich nicht darum, eine Erklärung für die vorliegende Erscheinung der organischen Gewöhnung mit dem Anspruche zu geben, dass die Dinge nun auch wirklich so und nicht anders verlaufen, sondern nur darum, zu zeigen, dass wirklich physikochemische Anordnungen denkbar sind, welche die

¹³ Vgl. S. 353 im Original, in diesem Heft siehe S. 8.

fragliche Eigenschaft aufweisen. Man wird bei einigem Nachdenken wohl noch eine und die andere Einrichtung finden können, welche dasselbe leistet, und jede dieser Möglichkeiten wird eine entsprechende Reihe von Versuchen anregen können, durch die man die Brauchbarkeit einer solchen Annahme prüfen kann.

Eine solche chemische Theorie der Gewöhnung wird insbesondere dadurch nahe gelegt, dass die Ergebnisse der Gewöhnung vererbbar sind. Nun wissen wir, dass durch die Zeugung zwar kleine aber doch ganz bestimmte Stoffmengen der elterlichen Organismen, nämlich je eine Zelle aus jedem, zusammentreten und die Grundlage des neuen Lebewesens bilden. Die große Ähnlichkeit zwischen Eltern und Kindern gestattet keine andere Auffassung, als dass die Beschaffenheit des wachsenden Wesens entscheidend durch die Beschaffenheit der Keimzellen bestimmt worden ist, und die Versuche über die Entwicklung geteilter und verletzter Keime haben bewiesen, dass es nicht Formeigenschaften der Keimzellen sind, welche für die Entwicklung maßgebend werden. Es bleiben somit nur die chemischen Eigenschaften übrig, und wenn auch die Forschung zunächst nahezu hilflos vor den hier auftretenden Problemen steht, so ist es doch der Anfang aller Arbeit, die Aufgabe zunächst in klarer, hypothesenfreier Weise hinzustellen; dann kann man frischen Mutes an ihre Lösung gehen.

Zum Phänomen der Adsorption – Untersuchungen am Leipziger Institut Wilhelm Ostwalds von der Gründungszeit bis zur Gegenwart

Ulf Messow, Grit Kalies und Rico Rockmann

Herrn Professor Dr. habil. Peter Bräuer zum 70. Geburtstag gewidmet

Der vorliegende Beitrag behandelt historische und zeitgenössische wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Adsorption an dem von Wilhelm OSTWALD (1853-1932) gegründeten Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig. Seit 1998, anlässlich der Feier des 100-jährigen Bestehens, trägt es seinen Namen. Die Forschungsarbeiten, von denen die Rede sein wird, sind sowohl experimenteller als auch theoretischer Natur und der thermodynamischen Durchdringung und Systematisierung von Adsorptionsprozessen an Grenzflächen verpflichtet. Das besondere Interesse gilt dabei der Adsorption aus der Gas- und Flüssigphase an Festkörpern. Sie stellen auch die Hauptarbeitsgebiete von Peter BRÄUER dar. Zahlreiche gemeinsame Publikationen mit Mitarbeitern des Wissenschaftsbereiches bzw. Institutes „Technische Chemie“ verdeutlichen, dass Adsorptionsuntersuchungen gleichermaßen zum Betätigungsfeld der Technischen Chemie gehören. Auf Untersuchungen zu Bindungsverhältnissen an Grenzflächen und Adsorbatstrukturen durch elektrochemische oder spektroskopische Methoden wird nicht näher eingegangen.

Adsorption als Grenzflächenphänomen

Unter *Adsorption* versteht man die Anreicherung eines Stoffes an einer Phasengrenzfläche gegenüber dem Phaseninneren.

In seinem ersten, 1885 in Riga verfassten Lehrbuch „Stöchiometrie“ widmet Wilhelm OSTWALD der Adsorption aus der Gas- und Flüssigphase an Kohle und anderen Stoffen mit großer Oberfläche bereits dreizehn Seiten. Das neunte Kapitel „Adsorption“ enthält älteste Literaturhinweise. Hundert Jahre zuvor, 1785, hatte Johann Tobias LOWITZ (1757-1804) bereits beobachtet, dass Holzkohle in der Lage ist, gelöste Stoffe zu adsorbieren [1]. In seinem beim Verleger Rudolf ENGELMANN (1841-1888) in Leipzig erschienenen Lehrbuch berichtet W. OSTWALD über eigene Experimente [2a]: „*Einige Versuchsreihen, vom Verfasser und unter dessen Leitung von A. Kelberin durch successiven Zusatz von steigenden Wassermengen zu gleichen Kohleproben, die mit gleich bleibenden Mengen einer konzentrierten Lösung verschiedener Stoffe benetzt waren, durchgeführt, gaben im allgemeinen dasselbe Bild. Trägt man die Wassermengen als Abscissen, die adsorbierten Mengen als Ordinaten in ein rechtwinkeliges Koordinatensystem, so erscheint die resultierende Kurve von annähernd hyperbolischer Form.*“ Interessant sind im Weiteren die Bemerkungen zur Gleichgewichtseinstellung (heute als ad-

sorptionskinetischer Effekt bekannt) [2b]: „Es sei bemerkt, dass die Gleichgewichtszustände sich leicht und schnell herstellen lassen, wenn man den festen Körper zunächst mit einer konzentrierten Lösung des zu untersuchenden Stoffes behandelt, und alsdann durch Zusatz von Wasser die gewünschte Verdünnung herstellt, so dass der feste Körper zu Anfang stärker gesättigt ist, als zum Schlusse des Versuches. Verfährt man dagegen umgekehrt, dass man die Flüssigkeit in dem beabsichtigten Verdünnungszustande mit der Kohle behandelt, so kann man Tage warten, bis der Ausgleich sich eingestellt hat.“

1899 führt W. OSTWALD in seinem „Grundriss der allgemeinen Chemie“ zur Flüssigphasenadsorption aus [3]: „Ganz ähnliche Erscheinungen zeigen sich, wenn man feste Körper mit grosser Oberfläche in flüssige Lösungen bringt. Auch hier bethätigt sich eine auswählende Oberflächenenergie, die sich meist in einer relativen Anhäufung des gelösten Stoffes an der Oberfläche des festen Körpers äussert. In der Anwendung der Knochenkohle oder ähnlicher poröser Stoffe zum Entfärben unreiner Flüssigkeiten, z.B. der rohen Zuckersäfte, wird von dieser Eigenschaft ein ausgiebiger Gebrauch gemacht; ...“

Natürlich interessierte sich W. OSTWALD für die Bestimmung einer derartigen Oberflächenenergie, die dem Produkt aus Oberflächenspannung und Oberfläche entspricht. Im Jahre 1900 leitete er in seinem Beitrag „Über die vermeintliche Isomerie des roten und gelben Quecksilberoxyds und die Oberflächenspannung fester Körper“ einen Ausdruck für die Festkörperoberflächenspannung γ ab [4]

$$\gamma = \frac{RT}{3V(1/r_2 - 1/r_1)} \ln \frac{c_2}{c_1}, \quad (1)$$

mit welchem sich γ [mN/m] aus den unterschiedlichen Korngrößen r_1 und r_2 und den dazu gehörigen Löslichkeiten ermitteln lässt.

1892 erschienen die von W. OSTWALD übersetzten thermodynamischen Arbeiten von Josiah Willard GIBBS (1839-1903). Damit wurden nun auch im deutschsprachigen Raum die bereits im Jahre 1876 publizierten Gibbs'schen Überlegungen zur Anreicherung einer bestimmten Fluidkomponente an der Phasengrenze bekannt, die auch kapillaraktive Komponente genannt wird und die Oberflächenspannung σ einer Flüssigkeit herabsetzt [5]. Aus der Gibbs-Duhemschen Gleichung für Exzessgrößen in der heutigen Symbolschreibweise

$$-s^\sigma dT + v^\sigma dp + n_1^\sigma d\mu_1 + n_2^\sigma d\mu_2 + ad\sigma = 0 \quad (2)$$

erhält man für p und $T = \text{const.}$:

$$d\sigma = -\Gamma_1^\sigma d\mu_1 - \Gamma_2^\sigma d\mu_2 \quad (3)$$

Wird der auf die Fläche a bezogene so genannte Adsorptionsexzess des Lösungsmittels $\Gamma_1^\sigma = \frac{n_1^\sigma}{a}$ in Gl. (3) durch eine geeignete Wahl der Gibbs'schen Trennfläche gleich Null gesetzt, folgt unter Beachtung der Lewis'schen Beziehung

$$d\mu_2 = RTd \ln(x_2 f_2) \quad (4)$$

für ideal verdünnte Lösungen ($f_2 = 1$) und Substitution des Molenbruches x_2 durch die Konzentration c_2 eine Form der Gibbs'schen Adsorptionsisotherme für den relativen Adsorptionsexzess:

$$\Gamma_2^{(1)} = -\frac{c_2}{RT} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial c_2} \right)_{p,T} \quad (5)$$

Wählt man die Gibbs'sche Trennfläche dagegen so, dass die Gesamtexzessstoffmenge n^σ einer Mischung gleich Null wird, lässt sich der *reduzierte* Adsorptionsexzess $\Gamma_2^{(n)}$ definieren, der bei der Adsorption von flüssigen Mischungen an Festkörpern direkt analytisch messbar ist.



Abb. 1
Herbert FREUNDLICH
(28.01.1880 Berlin – 30.03.1941 Minneapolis).

Herbert FREUNDLICH (1880-1941), Doktorand von W. OSTWALD 1903, wählte in seinem Lehrbuch „Kapillarchemie“ 1909 für den relativen Adsorptionsexzess der gelösten Komponente 2 in Gl. (5) das Symbol u und führte zur Gibbs'schen Adsorptionsgleichung aus [6a]: „Bezeichnet man die Konzentrationsänderung an einer Oberfläche als Adsorption, und zwar als positive, wenn u positiv, als negative, wenn u negativ ist, so kann man sagen: ein gelöster Stoff wird positiv adsorbiert, wenn er die Oberflächenspannung erniedrigt, negativ adsorbiert, wenn er sie erhöht.“ Stark hydratisierte Elektrolyte können die Oberflächenspannung trotz Konzentrationserhöhung erniedrigen, und es kommt zu einer Abreicherung an der Oberfläche gegenüber der so genannten Bulklösung (negative Adsorption). Auf über 100 Seiten behandelt H. FREUNDLICH die Oberflächenspannung in Abhängigkeit von verschiedenen Variablen wie etwa Temperatur, Druck, Konzentration, Kompressibilität und Dampfdruck der Lösung und geht auf stati-

sche und dynamische Messweisen und Benetzungerscheinungen ein. In [7a] weist er auf die Diskrepanz zwischen der durch W. OSTWALD abgeleiteten Gl. (1) mit dem Faktor 3 und seiner eigenen Ableitung mit dem Faktor 2 hin.

H. FREUNDLICH wurde bei W. OSTWALD mit einer Arbeit über das Ausfällen kolloidaler Lösungen durch Elektrolyte promoviert und habilitierte sich 1906 für physikalische und anorganische Chemie mit der Habilitationsschrift „Über die Adsorption in Lösungen“. In seiner Habilitationsschrift [8] leitete er den in der Literatur schon bekannten Exponentialausdruck für die Adsorption aus wässriger Lösung und heute nach ihm benannte Gleichung ab. Er ging dabei von dem Approximationsansatz

$$\frac{(\sigma_M - \sigma_L)}{\sigma_M} = s c^{1/n} \quad (6)$$

zur Beschreibung der Änderung der Oberflächenspannungsdifferenz $\sigma_{\text{Mischung}} - \sigma_{\text{Lösungsmittel}}$ bezogen auf σ_{Mischung} aus und führte den Ausdruck

$$\frac{\partial \sigma}{\partial c}$$

der Gl. (6) in Gl. (5) ein - s. auch [7b].

s und $1/n$ in Gl. (6) stellen Konstanten dar.

H. FREUNDLICH war von 1903 bis 1911 im Ostwald'schen Institut in der Linnéstrasse 2 tätig - seit 1906 unter der Leitung von Max LE BLANC (1865-1943). Bis zu seinem Ruf an die Technische Hochschule Braunschweig als a. o. Professor erschienen von ihm in der Zeitschrift für Physikalische Chemie weitere Arbeiten zur Adsorption wie z. B.: „Adsorption der Farbstoffe durch Kohle und Fasern“ (1907), „Adsorption von Farbstoffen“ (1909) und „Bedeutung der Adsorption bei der Fällung der Suspensionskolloide“ (1910). 1916 wechselte er zu Fritz HABER (1868-1934) an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie zu Berlin und nahm die Stelle eines Abteilungsleiters an. Im Rahmen der Kriegsforschung wurde ihm das Problem der Adsorption in Gasmasken übertragen. Zahlreiche militärische Auszeichnungen wurden ihm zuteil [9]. 1933 schied er (wie auch F. HABER) aus seinem Amt – eine Folge des *Gesetzes zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums* und der „freiwilligen“ Entlassung jüdischer Wissenschaftler – und emigrierte nach England.

W. OSTWALD zitierte in seiner stark überarbeiteten Lehrbuchausgabe aus dem Jahre 1909 [10], in der er sich wieder zu einer diskreten und körnigen Natur der Stoffe und zu der Existenz von Atomen bekennt, die Freundlich-Adsorptionsisotherme mit dem Hinweis auf „FREUNDLICH (1906)“ wie folgt:

„Bezeichnet man den Druck mit p , die Oberflächenkonzentration mit b , so gilt die Beziehung

$$p = k b^m, \quad (7)$$

wo k und m Konstanten sind, welche von der Temperatur und der Beschaffenheit der Stoffe abhängen. Wenn das Henrysche Gesetz gültig wäre, so müsste $m=1$ sein.“

Analog formulierte er für die Adsorption aus Lösungen:

$$c = k b^m. \quad (8)$$

Gl. (8) wurde bereits 1859 von dem Agrikulturchemiker C. BOEDECKER als empirische Beziehung mitgeteilt. Mitunter wird Gl. (8) nicht nur Wilhelm OSTWALD, sondern auch Wolfgang OSTWALD (1883-1943) zugeschrieben [11]. So wurde sie von Wo. OSTWALD in Beiträgen zur Adsorption und Giftigkeit von Salzlösungen für Süßwassertiere verwendet.

Zum Vorzeichenwechsel von Adsorptionsisothermen bei der Adsorption aus flüssiger Phase

Die Adsorptionsisothermen nach H. FREUNDLICH und Irving LANGMUIR (1881-1957) - 1918 für monomolekulare Bedeckung aufgestellt- sind lediglich dazu in der Lage, eine zunehmende bzw. einen festen Grenzwert anstrebende Adsorption zu beschreiben. Da Adsorptionsisothermen im Falle der Adsorption aus Lösungen ein Maximum durchlaufen und sogar negativ werden können, ergaben sich Verständnisschwierigkeiten bezüglich der Flüssigphasenadsorption. Es war von „scheinbarer“ und „anomaler“ Adsorption die Rede. Wo. OSTWALD und sein spanischer Doktorand Ramon de IZAGUIRRE wandten sich der Klärung des anormalen Kurvenverlaufs zu. In Auswertung des experimentellen Materials der Literatur klassifizierten sie im Jahre 1922 Adsorptionsisothermen und postulierten acht mögliche Typen [12]. Allein unterschiedliche Adsorptionszentren auf dem Festkörper können die Ursache dafür sein, dass in Abhängigkeit von der Konzentration ein Wechsel der bevorzugten Adsorption einer Komponente eines flüssigen Gemisches stattfindet. Wichtig für das Verständnis des ungewöhnlichen Kurvenverlaufs war, dass keine „absolute Beladung“, sondern immer nur ein Exzessbetrag gemessen wird. Die Messgröße ergibt sich aus der Änderung der Konzentration der Bulklösung vor der Adsorption (oberer Index: vor) und im Adsorptionsgleichgewicht (oberer Index: GG) und ist auf die Masse m_A des Adsorbens bezogen. Für diesen so genannten *spezifischen Oberflächenkonzentrationsexzess* bzw. *Adsorptionsexzess* wird häufig die Ostwald-Izaguirresche Bilanzgleichung

$$\frac{N}{m} (c_0 - c) = kc^n (100 - c) - Wc \quad (9)$$

in ihrer modernen Schreibweise zitiert:

$$\Gamma_2^{(n)} = \Gamma_2^s (1 - x_2) - \Gamma_1^s x_1. \quad (10)$$

Gl. (10) liefert einen Zusammenhang zwischen dem direkt messbaren und modellunabhängigen *reduzierten* Adsorptionsexzess $\Gamma_2^{(n)}$

$$\Gamma_2^{(n)} = \frac{n_2^{\sigma(n)}}{m_A} (x_2^{\text{vor}} - x_2^{GG}) \quad (11)$$

und den so genannten *Absolutgrößen* Γ_1^s und Γ_2^s oder Adsorptionskapazitäten in der Oberflächenphase (oberer Index s steht für Surface-Phase), die auch *individuelle Adsorptionsisothermen* genannt werden.

Zwischen dem reduzierten Adsorptionsexzess und dem relativen Adsorptionsexzess besteht im Falle binärer flüssiger Mischungen der einfache Zusammenhang:

$$\Gamma_2^{(n)} = \Gamma_2^{(1)} x_1^{GG} \quad (12)$$

Auch H. FREUNDLICH geht 1922 in der auf 1181 Seiten angewachsenen und überarbeiteten Auflage seines Lehrbuches aus dem Jahre 1909 auf die negative Adsorption in konzentrierten Lösungen ein [7c]: *Was wir bisher betrachtet haben, war die scheinbare Adsorption X', die wir allein unmittelbar messen können. Um die wahren Adsorptionen von gelöstem Stoff und Lösungsmittel X und Y kennen zu lernen, müsste man eine zweite unabhängige Gleichung haben, die die beiden Größen einzeln oder zusammen enthält.* Gemeint sind die gegenläufig wirksamen individuellen Adsorptionsisothermen in Gl. (9) bzw. Gl. (10). Im Weiteren illustriert H. FREUNDLICH die berechneten individuellen Adsorptionsisothermen von Essigsäure ($X = 0,467 \gamma^{0,38}$) und Wasser ($Y_\infty - Y = 0,347 \gamma^{0,457}$) mit Y_∞ (Adsorptionwert des reinen Lösungsmittels) und γ (Konzentration) mit Hilfe seiner Gleichung.

Zur Verdeutlichung des Unterschiedes zwischen dem messbaren Adsorptionsexzess, der auch negativ werden kann, und den nur über Modellannahmen (z.B. monomolekulare Beladung oder Mehrschichtbeladung) ermittelbaren individuellen Adsorptionsisothermen sei in Abb. 2 die Adsorption der flüssigen Mischung Ethanol(1)/n-Octan(2) an einer Aktivkohle dargestellt. Im Adsorptionsexzess findet ein ausgeprägter Vorzeichenwechsel statt. Das Adsorptionssystem wurde u. a. am Wilhelm-Ostwald-Institut unter der Betreuung von Grit KALIES bzw. Rico ROCKMANN im Rahmen des Praktikumsversuches „Adsorption flüssiger Mischungen an Festkörpern“ vermessen. Die Grenzwerte der individuellen Isothermen ließen sich mittels Dampfadsorption der reinen Komponenten isopiestic ermitteln, und es gehörte zu den Aufgabenstellungen des Versuches, freie Benetzungsenthalpien, Aktivitätskoeffizienten der Oberflächenphase, Trennfaktoren und Gleichgewichtskonstanten zu berechnen [13].

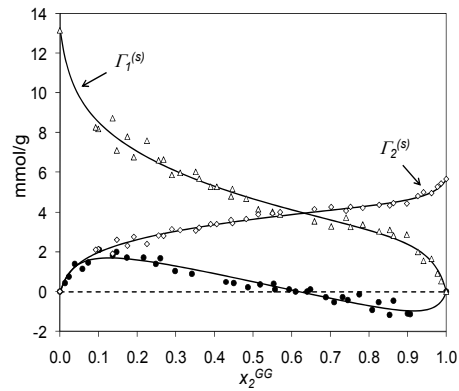


Abb. 2

Die gefüllten Symbole stellen die nach der Ampullenmethode ermittelten Adsorptionsexzesse des Systems Ethanol(1)/n-Octan(2)/Aktivkohle dar, die offenen verdeutlichen die berechneten Adsorptionskapazitäten bzw. die individuellen Adsorptionsisothermen. Im ethanolreichen Konzentrationsgebiet überwiegen die Dispersionswechselwirkungen zwischen n-Octan und der Aktivkohle und n-Octan wird aus der Mischung bevorzugt adsorbiert. Im n-octanreichen Gebiet kommt es dagegen zu einer Umkehrung und die Wechselwirkungen zwischen polaren oberflächenaktiven Gruppen und Ethanol dominieren.

Da der Adsorptionsexzess eine spezifische, d.h. bereits auf die Masse des Adsorbens bezogene Größe darstellt, sollte er von der Adsorbensmasse unabhängig sein. Wo. OSTWALD u. a. beobachteten jedoch Ausnahmen bei kolloid-dispersen Lösungen. Es zeigte sich, dass im Falle der Adsorption geladener Teilchen durch die Aufladung des Bodenkörpers eine zusätzliche Abhängigkeit vom Bodenkörper auftreten kann (s. Bodenkörperregel [11]).



Abb. 3

Wolfgang OSTWALD

(27.05.1883 Riga – 27.11.1943 Dresden).

Wo. OSTWALD wurde 1904 bei dem Zoologen Carl CHUN (1852-1914) mit der Arbeit „Experimentelle Untersuchungen über den Saisonpolymorphismus bei Daphniden“ promoviert. Zunehmend wandte er sich nach seiner Habilitation 1908 als Privatdozent für „Allgemeine Zoologie“ einem neuen Grenzgebiet zu: der Kolloidchemie.

1913 ließ er seine *venia legendi* auf „Kolloidchemie in ihrer Anwendung auf Biologie“ erweitern. 1916, während seines Kriegseinsatzes, wurde er zum außerordentlichen, außerordentlichen Professor ernannt. Seine Antrittsvorlesung konnte er aber erst nach Kriegsende halten. Im April 1919 wurde er zunächst Assistent und ab 1921 Oberassistent am Physikalisch-chemischen Institut. 1922/23 richtete er sich mit Hilfe der Unterstützung Leipziger Industrieller einige Bodenräume des Instituts als „Kolloid-Abteilung“ ein. In geeigneten Laborräumen konnten hier nun auch die ins Lehrgebiet der Kolloidchemie passenden Adsorptionsversuche durchgeführt werden. Sein Praktikumsbuch „Kleines Praktikum der Kolloidchemie“ war bereits 1920 erschienen. 1935 erfolgte Wo. OSTWALDS Ernennung zum ordentlichen Professor. Bis zu seinem Tod 1943 war er erster Vorsitzender der 1922 im Physikalisch-chemischen Institut in der Linnéstrasse 2 in Leipzig gegründeten Kolloid-Gesellschaft und Herausgeber der Kolloid-Zeitschrift. Bereits 1907 hatte er die Schriftleitung der Zeitschrift übernommen und veröffentlichte zahlreiche wissenschaftliche, aber auch historische Beiträge. So würdigte er unter anderem die Lebenswerke von Alfred LOTTERMOSER (1870-1945), Peter P. VON WEIMARN (1879-1935), Martin H. FISCHER (1879-1962) und Raphael E. LIESEGANG (1869-1947). Insbesondere stellte er die Arbeiten der forschenden Hausfrau Agnes POCKELS (1862-1935) über Grenzschichten und Filme heraus, auf denen aufbauend die Langmuir-Pockels-Waage entwickelt wurde [14].

Erste Praktikumsversuche im „PCI“ zur Charakterisierung von Grenzflächen

Unter den wissenschaftlichen Abteilungen am Physikalisch-chemischen Institut, die durch die Institutsdirektoren Max LE BLANC und Karl Friedrich BONHOEFFER (1899-1957) eingerichtet wurden, stand die der Kolloidchemie dem Phänomen der Adsorption am nächsten. Dies widerspiegelte sich auch in dem Angebot der kolloidchemischen Praktikumsversuche, ganz nach dem Grundsatz, dass Lehre und Forschung eine Einheit bilden sollten. So widmete Wo. OSTWALD in der 9. Auflage seines Praktikumsbuches der Adsorption nicht wenige Versuchsvorschriften [15]: neun zur Adsorption an der Grenzfläche flüssig/fest (u. a. Adsorption von Bleinitrat durch Tierkohle, Adsorption von Alkaloiden durch Aluminiumsilikate), fünf zur Adsorption an der Grenzfläche flüssig/flüssig und zwei zur Adsorption an der Grenzfläche flüssig/gasförmig. In der Versuchsbeschreibung zur quantitativen Adsorption von Essigsäure macht Wo. OSTWALD auf die Beschränkung der Freundlich-Adsorptionsisotherme auf verdünnte Lösungen aufmerksam [15a]: *Wichtig ist, dass diese einfache „Exponentenformel“ oder „Boedeckersche Adsorptionsformel“ nur für relativ verdünnte Lösungen die quantitativen Verhältnisse richtig wiedergibt. Experimentell und theoretisch zeigt sich, dass bei mittleren und höheren Konzentrationen die beobachtete Konzentrationsdifferenz in der Gleichgewichtslösung ($c-x$) kein Maß mehr für die wirklich adsorbierte Menge ist, sondern dass zunächst die verwickeltere Gleichung gilt:*

$$\frac{N}{m}(c_0 - c) = kc^n(100 - c),$$

worin N die Menge der Lösung in Gramm, m die Menge Adsorbens in Gramm, c_0

die Anfangskonzentration und c die Gleichgewichtskonzentration nach erfolgter Adsorption ist, beide in Prozenten gerechnet (Wo. Ostwald und R. de Izaguirre).“

Für die Oberflächenspannungsversuche verwies Wo. OSTWALD auf ein vom Laboratoriums-Glastechniker Robert GÖTZE (1850-1916) angefertigtes und zu erwerbendes Stalagmometer. Die „*Leipziger Glasinstrumentenfabrik Robert Goetze*“ war 1876 in der Nürnbergerstrasse 56 gegründet worden.

Adsorptionsuntersuchungen nach 1945 bis zur Auflösung des Instituts 1968

Nach der Zerstörung des Instituts während des zweiten Weltkrieges im Dezember 1943 und dem Wiederaufbau des Nordflügels in den Jahren 1950/51, führten Herbert STAUDE (1901-1983) und seine Mitarbeiter photochemische Arbeiten fort. Die von Fritz WEIGERT (1876-1947) unter Max LE BLANC geleitete Photochemische Abteilung hatte nur bis 1935 existiert, da F. WEIGERT wie H. FREUNDLICH als Opfer des Reichsgesetzes zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums emigriert war [16]. Im Rahmen der photochemischen Forschung interessierte unter anderem die Adsorption von Farbstoffen, Entwicklersubstanzen und Oxydationsprodukten aus wässrigen Lösungen an unbelichteten und belichteten Silberbromid-Niederschlägen. K. F. BONHOEFFER hatte sich in den letzten Kriegsjahren vor allem der Elektrodenkinetik zugewandt und setzte die Untersuchungen nach dem II. Weltkrieg fort. Hinzu kamen thermochemische Forschungen. So wurden z.B. spezifische Wärmen und Zersetzungsdrucke von Festkörpern bei höheren Temperaturen bestimmt [17]. Wolfgang LORENZ (1925-2007) (Professur seit 1961) führte elektronenmikroskopische Untersuchungen an adsorbierenden Festkörperoberflächen durch. 1952 war er bei H. STAUDE mit der Arbeit „Zur Theorie des elektrolytischen Kristallwachstums“ promoviert worden. Nach seiner Habilitation 1955 „Elektrochemische Methoden zur Untersuchung von Metalloberflächen“ wandte er sich der Adsorptionskinetik organischer Stoffe an Metallelektroden zu. Er begründete die elektrochemische und theoretisch-kinetisch orientierte Arbeitsgruppe. 1961 führte er den Begriff des partiellen Ladungsübergangs ein. Sein erster Doktorand, Heinz MÜHLBERG, verfasste 1956 die Dissertation „Adsorption potentialbestimmender Ionen an platinieren Platin“. Bis 1996 betreute W. LORENZ siebenundzwanzig Doktoranden [16]. Im Vordergrund standen Untersuchungen zu Oberflächen- und Transportprozessen an Halbleitern und Biomembranen. Seit 1981 leitete er den Wissenschaftsbereich „Theoretische Physikalische Chemie“ und betreute verstärkt Arbeiten zur Quantendynamik und Quantenchemie chemischer Vorgänge.

Unter H. STAUDE (Direktor von 1947 bis 1959) war dem Institut auch eine Abteilung zur Untersuchung der Austauschadsorption angegliedert. Seit 1955 nahm Robert GRIEBBACH (1886-1970) – Erfinder des synthetischen Ionenaustauschers Wofatit – eine Honorarprofessur an der Universität Leipzig wahr. Bei ihm wurde Klaus GÄRTNER (1932-1990) über „Oberflächenverhalten und Porenstruktur von Kieselsäuregelen in Abhängigkeit von ihrer Vorgeschichte“ 1958 promoviert. Bei der Beschreibung der Adsorptionsisothermen von Benzen und Cyclohexan an

den in der Farbenfabrik Wolfen hergestellten Adsorbentien zog K. GÄRTNER die von Stephen BRUNAUER (1903-1987), Paul Hugh EMMETT (1900-1985) und Edward TELLER (1908-2003) 1938 für eine Mehrschichtadsorption abgeleitete Beziehung (BET-Gleichung) heran. R. GRIEBBACH interessierte sich aber auch für Abwassertechnologien, insbesondere für die selektive Adsorption von Buntmetallen aus Abwässern an Ionenaustauschern [16]. Günter LANGHAMMER (1919-1994) setzte ab 1948 die von Wo. OSTWALD begründete kolloidwissenschaftliche Arbeitsrichtung fort. 1956 habilitierte er sich über die Thermodiffusion von Hochpolymeren in Lösung. Im selben Jahr erschien von ihm das Lehrbuch „Versuche zur Physikalischen Chemie“ [18]. Von den 244 beschriebenen Versuchsvorschriften sind 19 Versuche (Nr. 177 bis Nr. 196) im Kapitel „Physikalische Chemie der Oberflächen und Kolloide“ den Adsorptionserscheinungen gewidmet und enthalten Aufgabenstellungen wie:

- Herstellung von Adsorptionsmitteln (Aktivkohle, Kieselgel, Aluminiumoxyd)
- Adsorption aus der Gasphase (Benzol, Schwefelwasserstoff, Äther) an Aktivkohlen
- Adsorption aus Lösungen (von Farbstoffen, Essigsäure).

Die Versuche Nr. 168 bis Nr. 176 sind der Oberflächenspannung, der Kapillaraktivität und der Ausbreitung von Oberflächenfilmen auf Flüssigkeiten gewidmet.

Von 1960 bis 1968 war Professor Gerhard GEISELER (1915-1999) Direktor des Instituts für Physikalische Chemie. In dieser Zeit wurde den Studenten in den fünf „Praktikumsklassen“ *Thermodynamik, Atomistik und Spektroskopie, Kinetik, Elektrochemie* und *Kolloidchemie* eine Vielzahl von Versuchen angeboten, von denen vierundzwanzig mit An- und Abtestaten erfolgreich zu absolvieren waren. Die Bestimmung der Oberflächenspannung nach verschiedenen Methoden, die Adsorptionschromatographie oder die Berechnung der Oberfläche durch die Aufnahme einer Stickstoffadsorptionsisotherme und deren Auswertung waren dabei der kolloidchemischen „Kladde“ zugeordnet.

Adsorptionsuntersuchungen von 1968 bis zur Wiedergründung von Instituten 1993

Nach der Auflösung der Institute 1968 im Rahmen der III. Hochschulreform und des einhergehenden Strukturwandels wurde die Bearbeitung disziplinübergreifender Projekte gefördert. In der von Konrad QUITZSCH (Professur seit 1970) geleiteten Arbeitsgruppe Thermodynamik begannen nun in enger Kooperation zur AG Technische Chemie systematische Untersuchungen zum Sorptionsverhalten gesättigter und ungesättigter Kohlenwasserstoffe an zeolithischen Adsorbentien, auch unter Mitwirkung des früh verstorbenen Hans-Peter HOFMANN (1940-1996).

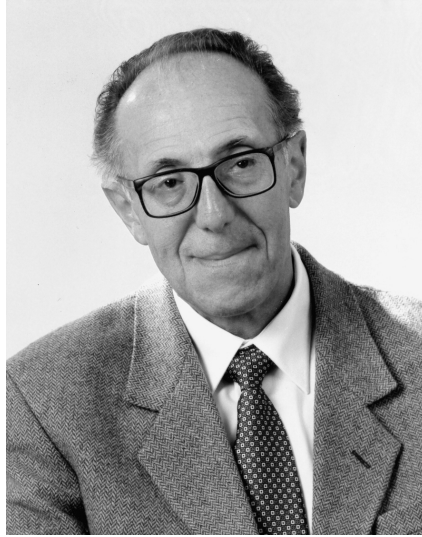


Abb. 4
Konrad QUITZSCH
(*12.03.1933 Leipzig).

K. QUITZSCH war ein Schüler von G. LANGHAMMER. 1964 habilitierte er sich mit der Arbeit „Thermodynamische Studien zum Verhalten homologer Formamide in binärer Mischung“ und baute eine eigene, stark praxisorientierte und zunächst vorwiegend experimentell arbeitende Gruppe auf [19].

Seine auf dem Gebiet der Zeolithadsorption arbeitenden Doktoranden Hubert KASPERSKI und Volker KLÄB (1973), Wolfgang GEYER (1975) und Rolf HARLFINGER (1980) bestimmten vorwiegend Sorptionsisothermen mit Hilfe einer elektronischen Mikrowaage nach SARTORIUS im Druckbereich von 0,005 Torr bis 760 Torr und bei verschiedenen Temperaturen. Niedrige Drücke wurden mit Hilfe eines geeichten McLeod-Manometers registriert. Zwei volumetrische Messeinrichtungen gestatteten die Einbeziehung von Gemischen. Ab 1975 kam die sorptionskalorimetrische Charakterisierung mit dem quasi-isotherm arbeitenden Kalorimeter LKB 2107 hinzu. In der Publikationsreihe „Zum Adsorptionsverhalten von C4-Kohlenwasserstoffen an synthetischen Zeolithen der Faujasitstruktur“ berichtete R. HARLFINGER in Teil II eines Artikels in der Zeitschrift für Physikalische Chemie [20] über die ersten kalorimetrischen Untersuchungen von Buten-1, trans- und cis-Buten-2 an NaX und NaY-Zeolithen unterschiedlicher Module und ihren Modifikationen. Auf der sechsten internationalen Thermodynamik-Konferenz in Merseburg 1980 teilte K. QUITZSCH in seinem Beitrag „Principles of Modeling Zeolite Adsorption Phase Equilibrium Data of n-Butane and isomeric Butanes and their Mixtures“ die bisherigen Ergebnisse mit. Unter Nutzung von experimentellen Durchbruchskurven und gravimetrisch ermittelten Adsorptionsisothermen ging Ulf MESSOW (seit 1998 apl. Professur) im Teil IV der oben erwähnten Publikationsreihe [21] auf Eigenschaften zweiwertig ausgetauschter Zeolithe durch die Substitution der Natriumionen durch Calcium- und Bariumionen ein. Nach seiner Habilitation 1978 über „Thermodynamische Untersuchungen an Lösungsmittel/Öl- und Lösungsmittel/n-Alkan sowie Gas/Öl- und Gas/n-Alkan-Systemen“ übernahm er unter der Leitung von K. QUITZSCH Forschungsaufgaben auf dem Gebiet der Adsorption. In enger Kooperation mit Hans-Jörg HERDEN und Wolf-Dietrich EINICKE

(apl. Professur seit 1997) begannen erste Flüssigphasenadsorptionsuntersuchungen von n-Olefinen, n-Paraffinen und deren Gemischen an zeolithischen Adsorbentien. Es gelang der Nachweis alternierender Eigenschaften innerhalb der Benetzungsenthalpien von 1-Alkenen an zeolithischen und kohlenstoffhaltigen Adsorbentien, eine interessante Besonderheit, die mit Hilfe des LKB-Kalorimeters 2107 gefunden wurde [22, 23]. Über thermodynamische Eigenschaften der Adsorptionsphase, die aus der Temperaturabhängigkeit von Adsorptionsisothermen berechnet werden können, berichtete U. MESSOW auf der internationalen Zeolithkonferenz 1982 in Eberswalde [24].

1981 wurden die experimentell ausgerichteten Arbeitsgruppen Thermodynamik, Molekülspektroskopie, Röntgenspektroskopie und ein Teil der Kinetik in den Wissenschaftsbereich „Physikalische Chemie“ unter Armin MEISEL (seit 1968 Professur) zusammengeführt. Die Mitarbeiter Jürgen HOFFMANN (Habilitation 1981 auf dem Gebiet der Charakterisierung von Zeolith-Katalysatoren, seit 1988 Professor an der Univ. Leipzig), Achim BARTH (Habilitation 1988 zum Thema der Di- und Oligomerisierung niederer Olefine an Ni^{++} -ausgetauschten X- und Y-Zeolithen) und Bernd HUNGER (1948-2008) (Habilitation 1990 zur Anwendung der temperaturprogrammierten Desorption (TPO) bei der Charakterisierung der sauren Eigenschaften von Zeolithen) verblieben in dem experimentell ausgerichteten Bereich. Wolfgang LORENZ leitete den Bereich „Theoretische Physikalische Chemie“ [16].

1983 wurde Peter BRÄUER als Dozent in die Arbeitsgruppe von K. QUITZSCH berufen. Durch ihn kam es in den kommenden Jahren zu einem Qualitätssprung in der Auswertung von Gas- und Flüssigphasenadsorptionsisothermen. Mit der Zunahme der Leistungsfähigkeit der PCs wurden auch die Auswerte- und Rechenprogramme komplexer, und eine Vielzahl von neuen wissenschaftlichen Problemstellungen konnte bearbeitet werden. So ging P. BRÄUER z.B. in [25] auf mathematische und numerische Probleme bei der Approximation von Adsorptionsisothermen unter Einbeziehung eines neuen Exponentialansatzes ein. In [26] wird ausführlich der thermodynamische Exzessformalismus anhand der Adsorption einer binären Modellmischung (n-Hexan/Toluen) dargestellt. Eine pyknometrische Überprüfung der modellbehafteten, vorhergesagten Gleichgewichtsdiagramme bei der Adsorption binärer Mischungen wird in [27] vorgeschlagen. Die verschiedenen Modelle (Monoschicht-, Multischichten- und Porenfüllungsmodell) werden diskutiert und durch eine von P. BRÄUER verallgemeinerte Gleichung präsentiert. Aus temperaturabhängigen Adsorptionsisothermen berechnete Benetzungsenthalpien werden mit experimentellen Daten verglichen und Aktivitätskoeffizienten in der Bulkphase mit denen in der Sorptionsphase [28].



Abb. 5
Peter BRÄUER
(* 21.05.1939 Eisenach).

P. BRÄUER (seit 1989 Professor an der Universität Leipzig) wurde 1968 an der Chemischen Fakultät der Staatlichen Lomonossow-Universität Moskau mit der Arbeit „Molekularstatistische Berechnungen zur Adsorption an Zeolithen“ bei A. V. KISELEV promoviert und 1979 in Jena zum Thema „Anwendung der phänomenologisch- und statistisch-thermodynamischen Methode zur

qualitativen und quantitativen Beurteilung der energetischen Heterogenität von Festkörperoberflächen anhand von Adsorptionsisothermen“ habilitiert. Insgesamt betreute er 12 Promotionsarbeiten und ist Autor bzw. Koautor von über 120 Publikationen. Seine anhaltende momentane Gutachtertätigkeit in renommierten Fachzeitschriften wie „Langmuir“, „Zeitschrift für Physikalische Chemie“, „Surface Science“, „Journal Colloid & Surface Science“, „Adsorption“ oder „Industrial and Engineering Chemistry Research“ ist nur ein Beleg für die besondere wissenschaftliche Ausstrahlung von P. BRÄUER.

Gemeinsam mit seinen Mitarbeitern Matthias HEUCHEL (Promotion 1988) und Michael von SZOMBATHELY (Promotion 1989) verfolgte er in Leipzig vor allem den Einfluss der Oberflächenheterogenität auf Adsorptionsisothermen aus der Gas- und Flüssigphase [29, 30]. So werden in [31] bereits erste Versuche zur Berechnung von Adsorptionsenergieverteilungsfunktionen aus Adsorptionsisothermen flüssiger Mischungen an Festkörpern mit Hilfe der Regularisierungsmethode vorgestellt und diskutiert. In [32] gehen P. BRÄUER, M. HEUCHEL und M. v. SZOMBATHELY der molekularstatistischen Beschreibung nichtmakroskopischer Systeme, so genannter „kleiner“ thermodynamischer Systeme nach.

1990 wurde P. BRÄUER von den Mitarbeitern zum Leiter des Wissenschaftsbereiches „Physikalische Chemie“ gewählt. Unter der gemeinsamen Leitung von P. BRÄUER und J. HOFFMANN formierte sich die Forschungsgruppe „Physikalische Chemie der Grenzflächen“, die 1993 im Rahmen der Institutsgründung „Institut für Physikalische und Theoretische Chemie“ in den „Bereich Grenzflächen-thermodynamik und -kinetik/Adsorbatstruktur“ umbenannt wurde. In diese Forschungsgruppe waren auch die Mitarbeiter der ehemaligen Abteilung „Molekülspektroskopie“ einbezogen. Seit 1991 hatten sich die experimentellen Möglichkei-

ten zur textuellen Charakterisierung von Adsorbentien am Institut ständig erweitert. Im Jahre 1994 konnte die erste kommerzielle Anlage zur Gasadsorptionsvolumetrie eingeworben werden (ASAP 2010, Fa. Micrometrics), die erstmalig eine routinemäßige Vermessung von porösen und dispersen Festkörpern erlaubte.

Adsorptionsuntersuchungen und Charakterisierung von Grenzflächen seit 1993

Die Thermodynamikgruppe unter K. QUITZSCH wandte sich in den neunziger Jahren dem aktuellen Arbeitsgebiet der physikalisch-chemischen Charakterisierung von Tensidsystemen und dem Studium mizellarer Strukturen und Mikroemulsionen zu. Eingebunden in diese neue Thematik waren die Adsorptionsuntersuchungen von Phenol in Gegenwart von Tensiden an einer Aktivkohle [33] (Promotion von Michael FLEIG 1995) und einem Silicagel [34] (Promotion von Holger LIPPOLD 1999). Seit der Zusammenführung der beiden Wissenschaftsbereiche „Physikalische Chemie“ und „Theoretische Physikalische Chemie“ am 2.12.1993 nannte sich die Forschungsgruppe Thermodynamik nunmehr „Bereich Mischphasen/Kolloiddisperse Systeme“. K. QUITZSCH und seine Mitarbeiter nutzten die nach 1990 mögliche Kontaktaufnahme mit Forschungseinrichtungen und Industriepartnern der alten Bundesländer. Die Kontakte führten zur Erweiterung des wissenschaftlichen und praxisrelevanten Aufgabenbereiches, auch auf dem Gebiet der Adsorption. So bestehen bis heute Forschungskontakte mit Wolfgang KLEINITZ (Gaz de France Production & Exploration Deutschland GmbH, Lingen (Ems); vormals Preussag Energie GmbH), und diverse Forschungsaufträge, z.B. die Bestimmung der Schaumstabilität tensidhaltiger Salzlösungen, die Ermittlung kritischer Mizellkonzentrationen von technischen Tensidgemischen in Abhängigkeit von Temperatur und Salzgehalt [35] oder die textuelle Charakterisierung von Adsorberkolonnenmaterial und Kernproben, wurden bearbeitet [36]. Konstruktiv und hilfreich gestaltete sich in den neunziger Jahren ebenfalls die Zusammenarbeit mit der Gerätefirma Krüss GmbH Hamburg. Gemeinsame Seminare mit Weiterbildungscharakter wurden durchgeführt, und modernste Messgeräte zur Bestimmung von Ober- und Grenzflächenspannungen, wie das Prozessortensiometer K12 (1991), das Spinning-drop-Tensiometer SITE 40 (1992), das Kontaktwinkelmesssystem G10 mit Videoeinrichtung (1994) und ein Blasendrucktensiometer (1996) konnten erworben werden. Die Geräte wurden sowohl für Qualifizierungsarbeiten als auch in Praktikumsversuchen genutzt. Seit 1990 bzw. 1992, dem Jahr der Neuausschreibung der Mitarbeiterstellen, leitete U. MESSOW bis 2005 das Grundpraktikum „Physikalische Chemie“ für Diplom-Chemiker, Biochemiker und Lehramtskandidaten. Zu einem Standardversuch im PC2-Praktikum gehört inzwischen die Ermittlung von Oberflächenspannungen und Randwinkeln an Festkörpern und die Berechnung von thermodynamischen Benetzungseigenschaften und polaren bzw. dispersiven Anteilen der Festkörperoberflächenspannung. Der zunächst im PC1-Praktikum angebotene klassische Versuch der Aufnahme einer Adsorptionsisotherme von Essigsäure an einer Aktivkohle ist auf Grund der Kürzung der zur

Verfügung stehenden Praktikumszeiten zugunsten von Vorlesungen gestrichen worden.

Erfolgreich verteidigten die Doktoranden Ralf KNAPIKOWSKI und Junji LIU ihre Arbeiten „Zur grenzflächenthermodynamischen Beschreibung wässriger und alkoholhaltiger Lösungen mit Na-p-Alkylarylsulfonaten und Dodecyldimethylaminoxid“ (1994) bzw. „Diffusionskontrollierte Adsorptionskinetik von wässrigen Tensidlösungen an der Grenzfläche Lösung/Luft“ (2000) und teilten ihre Messergebnisse in [37-40] mit. Ihr Betreuer U. MESSOW ging in der Marktübersicht „Grenzflächenspannungs- und Randwinkelmessung“ von 1994 [41] auf die Renaissance von Grenzflächenspannungen und Benetzungsgrößen infolge von neu entwickelten Mess- und Auswerteverfahren und Kopplungsmöglichkeiten der Geräte mit Personalcomputern und Videokameras ein. Anhand von Adsorptionsisothermen von Natriumdodecylsulfat aus wässriger Lösung an einer Wasserreinigungskohle und gemessenen Oberflächenspannungen wurden enthalpische und entropische Beträge der Adsorption berechnet und vorhersagbare Wärmebeiträge mit kalorimetrisch ermittelten Austauschwärmen verglichen [42]. Unter Heranziehung der modifizierten Gibbs'schen Adsorptionsisotherme

$$\Gamma_2^e = \frac{x_1}{RT} \left(\frac{\partial \sigma_{l/g} \cos \theta}{\partial \ln a_2} \right)_{T,P} \quad (13)$$

berechneten U. MESSOW, P. BRÄUER et. al. mittels eigener und der Literatur entnommener Daten (Oberflächenspannungen und Benetzungswinkel) die Adsorptionsisothermen an „harten“ Festkörpern [43]. Die Autoren diskutierten acht Typen von Adsorptionsisothermen an nichtporösen Festkörpern. Über die Adsorption von Alkohol/Alkan- und Alkan/Alkan-Gemischen an einer Atemschutzfilterkohle berichteten G. KALIES et. al. in [44]. In Kooperation mit Matthias FLEISCHER (Institut für Experimentelle Physik der Universität Leipzig) konnte G. KALIES mit Hilfe von experimentellen PFG-NMR-Selbstdiffusionskoeffizienten das ungewöhnliche adsorptionskinetische Verhalten von Ethanol/n-Oktan Mischungen an kohlenstoffhaltigen Adsorbentien nachweisen [45].

Mit der aufwendigen Vermessung der Oberflächenspannungen des ternären Systems n-Propanol(1)/Ethylenglykol(2)/Wasser(3) begannen die Bemühungen zur Vorhersage ternärer Eigenschaften auf der Grundlage binärer Systemkombinationen [46, 47]. Dass Dampfadsorptionsisothermen bei höheren Drücken über ein Maximum verlaufen und in Abhängigkeit der Temperatur invertieren können, ließ sich natürlich nicht mit der einfachen Freundlich-Adsorptionsisotherme Gl. (7) beschreiben. In [48, 49] entwickelt P. BRÄUER eine moderne Beschreibung für die Gasadsorption bei normalen und hohen Drücken auf der Grundlage des thermodynamischen Exzess- und Absolutgrößenformalismus und weist auf anstehende Probleme hin.

Formal gehörte P. BRÄUER dem Institut bis zum 31. März 1994 an. Nach einer Vertretungsprofessur 1994/95 in Rostock forschte er bei dem Experimental-

physiker Jörg KÄRGER an der Universität Leipzig zur Simulation der Diffusion und Reaktion an Single-File-Gitternetzwerken. Erfolgreich betreute er aber weiter die in Forschungsprojekte von K. QUITZSCH, U. MESSOW und P. HARTING eingebundenen Promotionsarbeiten von Mohamed M. K. SALEM 1995, Karsten KOCH und Grit KALIES 1997 sowie Nils NEUGEBAUER 1999. Das von P. BRÄUER initiierte und 1993 eingeworbene Graduiertenkolleg „Physikalische Chemie der Grenzflächen“ unterstützte er bis 1998 durch spezielle Vorlesungen, wie z.B. *Gibbs'sche Grenzflächenthermodynamik im Exzess- und Absolutgrößenformalismus*, *Anwendung der Grenzflächenthermodynamik auf konkrete Grenzflächentypen*, *Anwendung eines Zellen- und Gittermodells auf die Gasadsorption*, *Anwendungen von Adsorptionsmessungen zur textuellen Charakterisierung von Festkörpern*. Auf dem Workshop „Computational Intelligence Methoden und Adsorption“ der Universität Dortmund 1998 teilten P. BRÄUER, M. HEUCHEL, G. KALIES und U. MESSOW ihre experimentellen und theoretischen Erfahrungen auf dem Gebiet der Charakterisierung von Grenzflächen auch mit etwas Wehmut über anstehende Veränderungen mit. Der von Heinz BÖHLIG übergangsweise geleitete Bereich „Grenzflächenthermodynamik und- kinetik/Adsorbatstruktur“ wurde 1998 mit der Emeritierung von K. QUITZSCH aufgelöst, und die Mitarbeiter wurden in die sich neu formierenden Bereiche Physikalische Chemie I und II aufgeteilt. Harald MORGNER (Habilitation 1984 an der Universität Freiburg und seit 1986 Inhaber des Lehrstuhls für Experimentalphysik an der Privaten Universität Witten/Herdecke) wurde berufen und übernahm die bisher von K. QUITZSCH gehaltenen Vorlesungen. Das von H. MORGNER und seinen Mitarbeitern bearbeitete Gebiet der spektroskopischen Charakterisierung von Flüssigkeitsoberflächen mit Methoden der vakuumgestützten Oberflächenanalytik gewährte einige Anknüpfungspunkte zu klassischen Adsorptionsfragen und thermodynamischen Betrachtungen. So wurden mittels Kombination von experimentellen Oberflächenspannungen und spektroskopisch erhaltenen relativen Oberflächenexzessen gemäß der Gibbs'schen Adsorptionsgleichung im Falle realen Verhaltens die Aktivitätskoeffizienten des Systems Bu₄PBr/Formamid bestimmt [50].

Synthese neuartiger Adsorbentien und Vorausberechnung von Adsorptionsgleichgewichten

Unter der wissenschaftlichen Betreuung von G. KALIES und H. MORGNER beendete Rico ROCKMANN im Jahr 2007 seine Promotionsarbeit „Beiträge zur Gas- und Flüssigphasenadsorption an mesoporösen Festkörpern“. Die Syntheseprozedur konnte so verfeinert werden, dass reproduzierbar nanoporöse Silicate und Kohlen mit hoher Selektivität für polare Komponenten hergestellt werden konnten. G. KALIES hatte sich 2005 mit der Arbeit „Thermodynamische Vorausberechnung von Adsorptionsgleichgewichten mehrkomponentiger flüssiger Mischungen mittels Exzessgrößen“ habilitiert. In ihrer Arbeit wurden Erkenntnisse der Mischphasenthermodynamik mit denen der Adsorption zusammengeführt, und es wurde eine neue Methodik zur Vorausberechnung der Adsorption flüssiger Mischungen an

verschiedenen Grenzflächen auf der Grundlage von messbaren Exzessgrößen entwickelt [51-57]. Die Ergebnisse wurden in neuester Zeit auf verschiedenen internationalen Konferenzen, wie z.B. in Cambridge 2003, Peking 2004 und Suzdal 2007, präsentiert.

Literatur:

- [1] Beneke, K.: Zur Geschichte der Grenzflächenerscheinungen – mit ausgesuchten Beispielen. Mitt. der Kolloid-Gesellschaft (1995), S. 43. (Beiträge zur Geschichte der Kolloidwissenschaften 4).
- [2] Ostwald, W.: Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Bd. 1. Stöchiometrie. Leipzig: Engelmann, 1885. – [2a, S. 790], [2b, S. 791].
- [3] Ostwald, W.: Grundriss der allgemeinen Chemie. 3. Aufl. Leipzig: Engelmann, 1899, S. 338.
- [4] Ostwald, W.: Über die vermeintliche Isomerie des roten und gelben Quecksilberoxyds und die Oberflächenspannung fester Körper. Z. phys. Chem. 34 (1900), S. 495-503.
- [5] Gibbs, J. W.; Ostwald, W. (Übers.): Thermodynamische Studien. Leipzig: Engelmann, 1892.
- [6] Freundlich, H.: Kapillarchemie. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1909. – [6a, S. 52].
- [7] Freundlich, H.: Kapillarchemie. 2. Aufl. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1922. – [7a, S. 208], [7b, S. 155], [7c, S. 247].
- [8] Freundlich, H.: Über die Adsorption aus Lösungen. Z. phys. Chem. 57 (1907) S. 385-470.
- [9] Stoltzenberg, D.: Fritz Haber. Weinheim: VCH, 1994.
- [10] Ostwald, W.: Grundriß der allgemeinen Chemie. 4., völlig umgearb. Aufl. Leipzig: Engelmann, 1909. - [10a, S. 555].
- [11] Messow, U.: Wolfgang Ostwald – und der kolloid-disperse Zustand. Mitt. der Wilhelm-Ostwald-Ges. 12 (2007), S. 9 – 26.
- [12] Ostwald, Wo.; de Izaguirre, R.: Über eine allgemeine Theorie der Adsorption von Lösungen. Kolloid-Z. 30 (1922), S. 279-306.
- [13] Versuchsanleitungen zum Physikalisch-chemischen Praktikum II, Wilhelm-Ostwald-Institut für Physikalische und Theoretische Chemie der Universität Leipzig.
- [14] Ostwald, Wo.: Die Arbeiten von Agnes Pockels über Grenzschichten und Filme. Kolloid-Z. 58 (1932), S. 1-8.
- [15] Ostwald, Wo.: Kleines Praktikum der Kolloidchemie. Leipzig: Steinkopff, 1943. – [15a, S. 115].
- [16] Messow, U.; Krause, K.: Festschrift zum 100. Jahrestag der Einweihung des Physikalisch-chemischen Instituts an der Universität Leipzig. Leipzig: Leipziger Universitätsverl., 1998.
- [17] Meisel, A.: Das physikalisch-chemische Institut. In: Festschrift zur 550-Jahrfeier der Karl-Marx-Universität Leipzig. Leipzig, 1959, S. 129-132.

- [18] Langhammer, G.: Versuche zur Physikalischen Chemie. Berlin: Volk u. Wissen, 1956.
- [19] Quitzsch, K.: Die Entwicklung der thermodynamischen Forschung im ehemaligen Ostwaldschen Leipziger Institut zwischen 1953 und 1978. Z. Chem. 18 (1978), S. 282-288.
- [20] Harlfinger, R.; Hoppach, D.; Hofmann, H.-P.: Zum Adsorptionsverhalten von C₄-Kohlenwasserstoffen an synthetischen Zeolithen der Faujasitstruktur. 2. Kalorimetrische Untersuchungen des Adsorptionsgleichgewichtes. Z. phys. Chemie 261 (1980), S. 33-42.
- [21] Messow, U.; Knorr, J.; Harlfinger, R.; Hoppach, D.; Quitzsch, K.: Zum Adsorptionsverhalten von C₄-Kohlenwasserstoffen an synthetischen Zeolithen der Faujasitstruktur. 4. Gravimetrische Untersuchungen des Adsorptionsgleichgewichtes zweiwertig ausgetauschter Zeolithe. Z. phys. Chemie 264 (1983), S. 106-112.
- [22] Messow, U.; Quitzsch, K.; Herden, H.: Heats of immersion of hydrocarbons on highsilica molecular sieves. Zeolites 4 (1984), S. 255-258.
- [23] Messow, U.; Quitzsch, K.; Langner, C.: Immersionswärmern von n-Alkanen, n-Alkoholen und 1-Alkenen an der Aktivkohle Hy 71. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig. Math.-naturwiss. R. 35 (1986), S. 421-424.
- [24] Messow, U.; Quitzsch, K.; Grümmer, A.; Herden, H.; Einicke, W.-D.; Schöllner, R.: Adsorption of hydrocarbons in microporous adsorbents: Surface excess values n^{σ} , $G^{E\sigma}$, $H^{E\sigma}$ of the binary liquid mixtures of methanol/ tetrahydrofuran, 1-tetradecene/n-dodecane and 1-hexene/n-hexane on NaX-zeolites. Workshop 22.-26. Nov. 1982 in Eberswalde, Vol. 1 (1982), S. 63-75.
- [25] Bräuer, P.; Heuchel, M.; Kind, T.; Szombathely, M. v.; Messow, U.; Kind, M.; Jaroniec, M.: Mathematische und numerische Probleme bei der thermodynamischen Auswertung von Exzessisothermen für die Adsorption binärer flüssiger Mischungen an Festkörpern. Chem. Techn. 45 (1993), S. 2-12.
- [26] Heuchel, M.; Bräuer, P.; Messow, U.; Jaroniec, M.: Phenomenological thermodynamics of adsorption from binary nonelectrolytic liquid mixtures on solid surfaces. 1. Excess formalism. Chemica Scripta 29 (1989), S. 353-360.
- [27] Messow, U.; Bräuer, P.; Heuchel, M.; Pysz, M.: Zur experimentellen Überprüfung der Vorhersage von Gleichgewichtsdiagrammen bei der Adsorption binärer flüssiger Mischungen in porösen Festkörpern. Chem. Techn. 44 (1992), S. 56-59.
- [28] Messow, U.; Bräuer, P.; Heuchel, M.; Kind, B.; Al-Habach, A.: Zur Adsorption der binären flüssigen Gemische n-Hexanol/Toluol, n-Hexan/Toluol und n-Hexan/n-Hexanol an einer Aktivkohle. Chem. Techn. 45 (1993), S. 13-18.
- [29] Heuchel, M.; Bräuer, P.: Über den Einfluss der Oberflächenheterogenität und der realen Mischungseigenschaften auf Adsorptionsexzessisothermen binärer flüssiger Mischungen. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig. Math.-naturwiss. R. 35 (1986), S. 401-408.

- [30] Szombathely, M. v.; Bräuer, P.; Jaronies, M.: The solution of adsorption integral equations by means of the regularization method. *J. Computational Chemistry* 13 (1992), S. 17-32.
- [31] Heuchel, M.; Bräuer, P.; Szombathely, M. v.; Messow, U.; Einicke, W.-D.: Evaluation of the energy distribution function from liquid/solid adsorption measurements. *Langmuir* 9 (1993), S. 2547-2554.
- [32] Bräuer, P.; Heuchel, M.; Szombathely, M. v.: Molecular statistical description of small thermodynamic systems: problems and possibilities. *Z. Phys. d-Atoms, Molecules and Clusters* 20 (1991), S. 365-368.
- [33] Fleig, M.; Knoll, H.; Quitzsch, K.: Adsorption von Phenol und Na-p-octylbenzensulfonat aus wässriger Lösung an Aktivkohle. *Z. phys. Chem.* 190 (1995), S. 83-98.
- [34] Lippold, H.; Quitzsch, K.: Simultaneous surfactant aggregation in aqueous solution and at the solid-liquid interface. Coadsorption of decanoyl-N-methylglucamide and phenol on silica gel. *Colloids and Surfaces* 17 (2000), S. 1-6.
- [35] Messow, U.; Al-Hallak, A.; Liu, J.; Alexeeva, M.; Kleinitz, W.: Zum Einfluss von NaCl auf dynamisch ermittelte Oberflächenspannungen wässriger Tensidlösungen. *Chem. Techn.* 1 (2002), S. 16-22.
- [36] Rockmann, R.; Messow, U.; Kleinitz, W.; Kalies, G.: Textural characterization of silica gel from adsorption columns of the natural gas production. *Oil Gas European Magazine* 4 (2008), S. 190-193.
- [37] Knapikowski, R.; Messow, U.: Theoretische Beurteilung des Reinigungsvermögens ternärer wässriger Systeme mit Tensiden an einer ölverschmutzten nichtporösen Glasoberfläche. *SÖFW-Journal* 11 (1995), S. 826-833.
- [38] Knapikowski, R.; Messow, U.; Bräuer, P.; Quitzsch, K.: Adsorption of sodiumoctylbenzenesulfonate at the liquid/air interface. *Colloid Polym. Sci.* 274 (1996), S. 461-469.
- [39] Liu, J.; Messow, U.: Diffusion-controlled adsorption kinetics at the air/solution interface. *Colloid Polym. Sci.* (2000), S. 124-129.
- [40] Liu, J.; Messow, U.; Bräuer, P.: Remarks on Ward and Tordai equation. *Chem. Techn.* 1 (2002), S. 23-28.
- [41] Messow, U.; Knapikowski, R.; Möhle, L.; Hauthal, H. G.: Marktübersicht „Grenzflächenspannungs- und Randwinkelmessung“. *Nachr. Chem. Tech. Lab.* 42 (1994), M1-M14.
- [42] Messow, U.; Försterling, H.-U.; Knapikowski, R.; Bräuer, P.; Möhle, L.: Adsorption von Natriumdodecylsulfat an einer Aktivkohle. *Tenside Surf. Det.* 30 (1993), S. 48-54.
- [43] Messow, U.; Bräuer, P.; Schmidt, A.; Bilke-Krause, C.; Quitzsch, K.; Zilles, U.: Calculation of adsorption excess isotherms on hard solids using surface tensions and contact angles. *Adsorption* 4 (1998), S. 257-267.
- [44] Kalies, G.; Messow, U.; Bräuer, P.: Excess adsorption isotherms of n-hexane/n-hexadecane and ethanol/n-hexadecane onto porous solids and their interpretation. *Z. phys. Chem.* 191 (1995), S. 87-102.

- [45] Kalies, G.; Fleischer, G.; Appel, M.; Bilke-Krause, Ch.; Messow, U.; Kärger, J.: Time-dependence of the adsorption of ethanol/n-octane on carbonaceous adsorbents. *Chem. Techn.* 6 (1997), S. 281-287.
- [46] Schmidt, A.; Messow, U.; Kalies, G.; Bräuer, P.; Bilke-Krause, Ch.; Quitzsch, K.: Zur experimentellen Ermittlung und Vorausberechnung von Oberflächenspannungen ternärer Gemische. *Chem. Techn.* (1997), S. 274-280.
- [47] Bräuer, P.; Heuchel, M.; Kalies, G.; Bräuer, P.; Messow, U.: Binary and ternary adsorption of n-alkane mixtures on activated carbon. *J. Colloid Interface Sci.* 214 (1999), S. 344-352.
- [48] Bräuer, P.; Heuchel, M.; Kalies, G.; Messow, U.: Aktuelle Probleme bei der thermodynamischen Beschreibung von Grenzflächenerscheinungen. Teil 1: Eine moderne thermodynamische Methode zur Beschreibung von Grenzflächen und ihre Anwendung auf die Gasadsorption bei normalen und hohen Drücken. *Chem. Techn.* 50 (1998), S. 57-62.
- [49] Salem, M. M. K.; Braeuer, P.; Szombathely, M. v.; Heuchel, M.; Harting, P.; Quitzsch, K.; Jaroniec, M.: Thermodynamics of high-pressure adsorption of argon, nitrogen, and methane on microporous adsorbents. *Langmuir* 14 (1998), S. 3376-3389.
- [50] Andersson, G.; Krebs, T.; Morgner, H.: Activity of surface activity substances determined from their surface excess. *PCCP* 7 (2005), S. 136-142.
- [51] Kalies, G.; Messow, U.; Bräuer, P.; Quitzsch, K.: Adsorption of the ternary liquid mixture ethanol/n-octane/n-hexadecane onto activated carbon. 1. The adsorption excess of the ternary mixture and of its binary combinations. *Adsorption* 4 (1997), S. 35-56.
- [52] Kalies, G.; Bräuer, P.; Messow, U.: Binary and ternary adsorption of n-alkane mixtures on activated carbon. *J. Colloid Interface Sci.* 214 (1999), S. 344-352.
- [53] Kalies, G.; Bräuer, P.; Rouquerol, F.: Prediction of ternary liquid adsorption on solids from binary data. *J. Colloid Interface Sci.* 229 (2000), S. 407-417.
- [54] Kalies, G.; Bräuer, P.; Schmidt, A.; Messow, U.: Calculation and prediction of adsorption excesses on the ternary liquid mixture/air interface from surface tension measurements. *J. Colloid and Interface Sci.* 247 (2002), S. 1-11.
- [55] Kalies, G.; Bräuer, P.; Messow, U.: Prediction of multicomponent liquid adsorption using excess quantities I. Statistical thermodynamic derivation of the basic equation of excess formalism. *J. Colloid Interface Sci.* 275 (2004), S. 90-96.
- [56] Kalies, G.; Bräuer, P.; Messow, U.: 2. Calculations for the liquid/solid interface. *J. Colloid Interface Sci.* 275 (2004), S. 410-418.
- [57] Kalies, G.; Bräuer, P.; Messow, U.: 3. Calculations for the liquid/air interface. *J. Colloid Interface Sci.* 275 (2004), S. 419-427.

Wilhelm Ostwalds erkenntnistheoretischen und logischen Auffassungen¹

Lothar Kreiser

1. Die positivistische Wirklichkeitsphilosophie

OSTWALD ist nach Aussage von W. WUNDT ein Vertreter des Positivismus, d.h. der philosophischen Strömung, die das sinnlich Gegebene als das einzig Wirkliche anerkennt. Positivismus will *Wirklichkeitsphilosophie* in dem Sinne sein, „... dass das in unseren Empfindungen, Wahrnehmungen oder allgemein in dem Inhalt unseres Bewusstseins Gegebene das einzig für uns Wirkliche und das einzige Objekt wissenschaftlicher Forschung wie philosophischen Nachdenkens“ ist² [1].

OSTWALD sei innerhalb dieser philosophischen Richtung den positivistischen Empiristen zuzuordnen, die im Unterschied zu den logischen Positivisten die Erfahrung mit einbeziehen, während letzterer die Wirklichkeit allein aus einer sensualistischen Position zu rekonstruieren versucht. WUNDT stellt dem Positivismus den Panlogismus gegenüber, dessen Hauptvertreter HEGEL sei. Dieser versuche „... in voller Unabhängigkeit von den Betrachtungsweisen der positiven Wissenschaft alles Gegebene als das Resultat einer den Begriffen immanenten dialektischen Selbstbewegung des Denkens darzutun“ [1a].

OSTWALD wollte mit seiner „Naturphilosophie“ eine monistische philosophische Theorie liefern, die Natur und Gesellschaft umfasst. In ihr ist bekanntlich Energie eine, aber nicht die zentrale Kategorie, denn sie findet keine Anwendung in den Ordnungswissenschaften (Logik, Mathematik).

WUNDT bemerkt, dass ihr ein fundamentaler Widerspruch eigen ist derart, dass das Gegebene nicht ohne Verknüpfung mit dem Voraufgegangenen besteht, das Gegebene aber ausschließlich das momentan in der Empfindung vorhandene sein soll. Das führt zu einem metaphysischen Sprung vom individuellen zu einem allgemeinen Bewusstsein. Wollte man das zulassen, hat man ein neues Problem: Die positive Wissenschaft hat weder die Neigung noch die Fähigkeit, sich in Psychologie zu verwandeln [1b].

Die Prinzipien der Konzeption OSTWALDS [Prinzip der Immanenz (Subjektfaktor), der Ökonomie (keine unnötigen Kategorien, Vereinheitlichung, z. B. Energie), der Konvention (Hilfskonstruktionen, vor allem mathematische)] hält WUNDT für Übertreibungen ihrer partiellen Bedeutung für das wissenschaftliche Erkennen, und jeder praktisch forschende Wissenschaftler muss sie dauernd außer Kraft setzen. Damit wird durch sie die eigentliche Aufgabe der Erkenntnistheorie verfehlt: „Denn diese Aufgabe besteht nicht darin, irgend ein mögliches System der Wissenschaft an die Stelle des existierenden zu setzen, sondern die in der Wissenschaft tatsächlich angewandten Prinzipien, ihren logischen Ursprung und ihre

¹ Überarbeitete Fassung eines Vortrages vom 13. Sept. 2008 in der Reihe „Großbothener Gespräche“.

² WUNDTs Urteil ist ein philosophisches, kein ideologisches!

wechselseitigen Beziehungen zu untersuchen, um endlich auf Grund dieser Untersuchung die Frage nach ihrer Berechtigung und nach ihrem Geltungsbereich zu beantworten“ [1c].

OSTWALDS positivistische Erkenntnistheorie ist individualistisch. Die dem Individuum erscheinenden Grundtatsachen, die Erlebnisse, sind immer Wahrnehmungen des Einzelnen und, entgegen OSTWALD, intersubjektiv nicht vergleichbar [2]. Jeder hat seine eigenen Begriffe und es ist nur durch Reaktionsweisen des wahrgenommenen Anderen gestütztes Vermuten, dass sie irgendwie gleich sind.

OSTWALDS positivistische Erkenntnistheorie beruht auf unausgesprochenen Präsuppositionen, auf die u. a. schon Ernst CASSIRER hinwies: „Denn das gezählte und gemessene Phänomen ist nicht der selbstverständliche, unmittelbar gewisse und gegebene Ausgangspunkt, sondern das Ergebnis bestimmter begrifflicher Operationen, die es im einzelnen zu verfolgen gilt. In der Tat zeigt es sich zugleich, dass der bloße Versuch der Messung Postulate in sich schließt, die innerhalb des Gebiets unserer Sinneseindrücke niemals erfüllt sind. Wir messen niemals Empfindungen als solche; sondern stets nur die *O b j e k t e*, auf die wir sie beziehen“³ [3].

Auf Schritt und Tritt stößt man auf solche Lücken in der positivistischen Rekonstruktion des Erkennens, die nur durch Bausteine anderweitig gewonnener Begrifflichkeit ausgefüllt werden können.

Die Menge der ganzen Zahlen z.B. ist eine semikonnex geordnete Gruppe unendlicher Ordnung. Um das festzustellen, bedarf es des Beweises, Erlebnisse sammelnde Beobachtung der Glieder der Menge genügt nicht, denn eine unendliche Reihe kann empirisch nicht durchlaufen werden. OSTWALD führt die Zahl 0 definitorisch ein, wobei die Zahl 0 „eine leere Form ohne Inhalt ist“ [2a]. Ist ein Nichts empfindbar? 0 könnte die enttäuschte Erwartung eines bestimmten Erlebens sein; dann ist aber die 0 anders als die übrigen ganzen Zahlen erklärt [2b]. Von einem Zahlensystem kann nicht mehr gesprochen werden. OSTWALD zieht HANKELS Permanenzprinzip als Forderung an neu eingeführte Zahlen heran – das aber ist eine theoretische, keine empirische Forderung. Mathematisches Erkennen ist Entdeckung an *konstruierten* gedanklichen Objekten, deren Bildung durchaus letztlich zur Bewältigung von Erfahrung angeregt wurde, nicht aber ihre gradlinige Vollendung ist.

Der logische Positivismus der Wiener Schule (SCHLICK, CARNAP, REICHENBACH u. a.) hat das Logische als ein von vornherein Gegebenes bei der Rekonstruktion von Wissen auf empiristischer Grundlage akzeptiert und so eine Brücke zum Panlogismus geschlagen.

³ Diese Aussagen stehen im direkten Bezug von CASSIRER auf OSTWALD.

OSTWALD waren weder die Kritiken und noch weniger die mit der Ausführung seines philosophischen Vorhabens verbundenen Schwierigkeiten unbekannt⁴. Als Naturwissenschaftler lag ihm an der Sicherheit der Anfangsgründe. Der zeitgenössische naturwissenschaftliche Materialismus verbürgte das ihm wegen der Auflösung der Materie in Energie nicht [4]. Dass er überhaupt zur Philosophie gedrängt wurde, sah er dadurch als erzwungen an, „... dass auch der Naturforscher beim Betreiben seiner Wissenschaft unwiderstehlich auf die gleichen Fragen geführt wird, welche der Philosoph bearbeitet. Die geistigen Operationen, durch welche eine naturwissenschaftliche Arbeit geregelt und zum erfolgreichen Ende gebracht wird, unterscheiden sich ihrem Wesen nach nicht von denen, deren Ausführung die Philosophie untersucht und lehrt“ [2c]. Der Zustand, in dem sich ihm Philosophie präsentierte, war alles Andere als einladend. Sie, die älteste aller Wissenschaften, lag hinter dem methodologischen Entwicklungsstand aller anderen Wissenschaften zurück. Eine Ursache, die er dafür ausmacht, ist, dass die Philosophen nicht an allgemein anerkannter Begriffsbildung interessiert seien. Jeder schaffe sich eigene, ihn von allen anderen Systemen abgrenzende Begriffe [2d]. Das führe auch zur Konfusion in der Terminologie. Eine weitere Ursache sei der fundamentale Fehler in der Organisation des Lehrfaches Philosophie [2e]. Für OSTWALD kann Philosophie erst den Weg einer Wissenschaft mit fest bestimmten Begriffen und ihnen eindeutig zugeordneten Worten beschreiten, wenn sie sich eine *Begriffsschrift* schafft, „... in welcher nicht nur jeder benutzte Begriff sein besonderes und unveränderliches Zeichen hat, sondern auch jede Operation, die an und zwischen Begriffen vorgenommen wird“ [2f].

So sehr auch die Kritik berechtigt erscheinen mag, sie ist Kritik des Scheins, denn Philosophie ist nicht Wissenschaft von den erkannten Gesetzen und damit des Sicherem, sondern Mittel des Bemerkens und des Aufwickelns des Problematischen im Bekannten. Dieses Thema steht im engen Zusammenhang mit OSTWALDS Bemühen um eine Sprache als einem eindeutigen Verständigungsmittel zwischen allen Menschen. Er favorisierte bekanntlich das aus dem Esperanto hervorgehende Ido. Darauf ist in vielen Publikationen ausführlich eingegangen worden, so dass es hier nicht notwendig zur Sprache kommen muss. Eine Bemerkung zur Rede über OSTWALDS Bemühen ist aber notwendig. Nicht selten wird es mit OSTWALDS Aussage zusammengebracht, er habe die Logik neu fundiert. Man hat dabei im Auge, dass die neuzeitlichen logischen Untersuchungen sich als Analysemittel spezieller kalkülisierter Sprachen bedienen. Aber das Mittel kann zwar Thema einer logischen Untersuchung sein, es ist aber nicht der Gegenstand der

⁴ OSTWALD kannte das Urteil seines von ihm hoch verehrten Kollegen. Er widersprach ihm nicht. In seinen Lebenslinien, Teil 2, S. 88ff [6] schildert er WUNDT auf respektvolle Weise: „Selbst als später unsere philosophischen Wege sich mehr und mehr voneinander entfernten – er wurde zunehmend ‘idealistischer’, wenn ich eine verwickelte Sache mit einem so schematischen Ausdruck bezeichnen darf, während ich mich zunehmend naturwissenschaftlich-praktisch einstellte – hatte dies nicht den geringsten Einfluss auf unser persönliches Verhältnis. Mit gutmütiger Ironie scherzte er gelegentlich über meinen Radikalismus, während ich seine Wendung als das Zutagetreten alter, unbefriedigt gebliebener theologisch-philologischer Neigungen auffassen wollte.“

Logik. Ihr Gegenstand sind nicht künstliche Sprachen, sondern Folgerungsbeziehungen, zu deren Explikation sie sich syntaktisch konstruierter Kalkülsprachen bedient.

Wirklich berechtigt ist, dass OSTWALD der Logik im System der Wissenschaften einen anderen als üblichen Platz zugewiesen hat. Bei der Suche nach einer befriedigenden Systematik der Wissenschaften habe er „... die (für mich sehr wichtige) Entdeckung gemacht habe, dass die Logik, die besser und allgemeiner *Mannigfaltigkeitslehre* zu nennen ist, eine noch allgemeinere Wissenschaft ist, als die Mathematik“ [5]. Die Logik ist für OSTWALD „ein Teil der Ordnungswissenschaft, welche die unterste Platte der Pyramide der Wissenschaften bildet“ [2g, 6]. Dass sie bei Identifizierung der Begriffsumfänge als Mengen von Gegenständen („Gruppen“ bei OSTWALD) mengentheoretisch behandelbar ist, war schon allgemein bekannt. OSTWALDS Darstellung der Logik liest sich wie eine empiristische Einführung in die naive Mengenlehre [2h].

Seinem sprachtheoretischen Wirken nach steht OSTWALD in der Tradition der Pasigraphie, deren Ziel es ist, durch rationalisiert-ökonomische Zeichenverknüpfung zur eindeutigen Darstellung des nationalsprachlich ausgedrückten Sinns von Sätzen zu gelangen [2i, 7, 8]. Das Ziel einer Kalkülsprache dagegen ist die syntaktische Darstellung einer logischen Ableitungsbeziehung. OSTWALDS Kombinatorik der Elementarbegriffe erreicht nicht den Rang einer semantisch interpretierten Kalkülsprache, weil er die dazu erforderlichen Sinnkriterien nicht angeben kann: Gemäß welcher Kriterien ist eine beliebige Kombination von Zeichen für Elementarbegriffe der Ausdruck eines wissenschaftlichen Begriffes? Ich komme auf diese Frage an anderer Stelle nochmals zurück.

Wenn meine bisherigen Ausführungen allein darauf hinausliefen, OSTWALD in seiner philosophiehistorischen Bedeutung weit nach unten zu stufen, würde das in der Tat seinem Werk absolut nicht gerecht. Er ist kein Außenseiter, der sich in Dinge eingemischt hat, von denen er lieber die Finger hätte lassen sollen. Das freilich hätten die Vertreter der Philosophie unter seinen Leipziger Kollegen zu gern gesehen. Ihnen erschien seine Vorlesung über Naturphilosophie als „unlauterer Wettbewerb“ [6a]. Von WUNDT abgesehen, waren sie fachlich nicht in der Lage und auch nicht Willens, in eine einigermaßen ebenbürtige Diskussion mit OSTWALD einzutreten. Gottlob Friedrich LIPPS, 1909 zum außerordentlichen Professor berufen, weilte zu kurz an der Leipziger Universität, denn schon 1911 folgte er einem Ruf nach Zürich. Hans DRIESCH wurde erst 1921 auf den vakant gewordenen Lehrstuhl von Johannes VOLKELT berufen.

In dem, wie OSTWALD seinen empiristischen Standpunkt umzusetzen versucht, sind nicht nur lauter Schwierigkeiten und Widersprüche, es sind auch wertvolle, noch längst nicht in ihrer Gesamtheit ausgeschöpfte fruchtbare Ideen enthalten. Man muss dazu mitunter nur den Ansatz ändern, um eine solche Idee frei zu legen und diese dann nach den von OSTWALD gestellten Bedingungen explizieren. Nachfolgend möchte ich das durch Änderung von OSTWALDS Konzept des empiristischen Abstraktionsschemas zeigen.

2. Die Logik parametrisierter Begriffe

Die umfangstheoretische aristotelische Logik ist, wie schon bemerkt, OSTWALD zufolge ein Teil der Mengenlehre. Dass die kategorischen Aussagen der Syllogistik, dem Kernstück der aristotelischen Logik, Begriffe verbinden, die dem empiristischen Abstraktionsschema gemäß gebildet worden sind, ist eine von OSTWALD nicht widersprochene Annahme. Man kann zu jeder nichtleeren endlichen Menge verträglicher Eigenschaften einen Begriff bilden, dessen Merkmale diese Eigenschaften bedeuten. Aber interessant ist nicht so sehr, dass man das kann, sondern warum man das selten nur so macht.

Der nächstliegende Grund ist, dass man für diese letztlich kombinatorische Aufgabe vom wissenschaftlichen Erkennen her keine Veranlassung hat. Theoriegestütztes Erklären von Erscheinungen und Vorgängen sowie handlungsorientierendes Voraussagen sind Ziel wissenschaftlichen Erkennens⁵, von dem her es Begriffe bildet, eventuell unter Einbeziehung im Alltagsgebrauch innerhalb rationaler Denkwahrscheinlichkeiten bereits vorgebildeter Begriffe. Es gibt aber selbst bei dieser Beschränkung Komplikationen. Um nur eine zu nennen: Der Begriff *Mensch* meint in der Biologie eine Art von Lebewesen, in der Soziologie kollektiv wirkende Wesen und in der Philosophie bewusste gesellschaftliche Wesen. Dem Umfang nach sind diese Begriffe identisch, ihrem Inhalt nach aber nicht. Welcher dieser Begriffe geht in die Umfang-Inhalt-Systematik ein? Da alle drei ihre Berechtigung haben, müsste sich die Begriffspyramide mindestens ab dem biologischen Begriff *Mensch* gabeln. OSTWALD vermeidet das in seiner Tabelle der reinen Wissenschaften, indem er kurzerhand die Philosophie nicht zu den reinen Wissenschaften zählt [5a]. Damit hat er sein System der Wissenschaften zwar wieder auf eine lineare Folge, das Problem aber nicht aus der Welt gebracht. Wenn er jedoch grundsätzlich Begriffsgabelung vermeiden will, müssen die Begriffe schon so beschaffen sein, dass sie das nicht zulassen. Versuchen wir dem Anliegen dieses Abschnittes gemäß eine Lösung, die 1. mit dem Empirismus verträglich ist, die 2. nur die Bildung linearer Begriffspyramiden erlaubt und die 3. das Verständnis kombinatorischer Begriffsbildung nicht ausschließt. Das sind drei ostwaldsche Forderungen, keineswegs aber schon seinen Positivismus charakterisierende Bedingungen.

Ich gehe dazu von LOTZES Kritik am empiristischen Abstraktionsverfahren aus. Er schrieb 1843: „*Man nennt Abstraktion das Verfahren, nach welchem das Allgemeine gefunden wird, und zwar, wie man angibt, durch Weglassung dessen, was in den verglichenen Sonderbeispielen verschieden ist, und durch Summierung dessen, was ihnen gemeinsam zukommt. Ein Blick auf die wirkliche Praxis des Denkens bestätigt diese Angabe nicht. Gold, Silber, Kupfer und Blei sind an Farbe, Glanz, Gewicht und Dichtigkeit verschieden; aber ihr Allgemeines, das wir Metall nennen, finden wir nicht dadurch, dass wir bei ihrer Vergleichung diese verschiedenen Merkmale ohne einen Ersatz einfach weglassen. Denn offenbar reicht zur Bestimmung des Metalls nicht die Verneinung aus, es sei weder rot noch*

⁵ Dass darin der Zweck der Wissenschaften bestehe, hat OSTWALD immer wieder betont. Vgl. z.B.: Zur Theorie der Wissenschaft (1904) [9].

gelb noch weiß oder grau; ebenso unentbehrlich ist die Bejahung, dass es jedenfalls irgend eine Farbe habe; es hat zwar nicht dieses, nicht jenes spezifische Gewicht, nicht diesen, nicht jenen Grad des Glanzes, aber seine Vorstellung würde entweder gar nichts mehr bedeuten oder sicher nicht die des Metalls sein, wenn ihr jeder Gedanke an Gewicht überhaupt, an Glanz und Härte überhaupt fehlte“, es entsteht „das Allgemeine nicht durch einfache Hinweglassung der verschiedenen Merkmale p^1 und p^2 , q^1 und q^2 , die in den verglichenen Einzelfällen vorkommen, sondern dadurch, dass an die Stelle der weggelassenen die allgemeinen Merkmale P und Q eingesetzt werden, deren Einzelarten p^1 , p^2 und q^1 , q^2 sind“ [10].

Die Zeichen „S“ und „P“ sind in der Syllogistik Variable für Ausdrücke von Begriffen, die in der traditionellen formalen Logik in Anlehnung an die Ontologie von Aristoteles klassifizierende Begriffe sind. In der klassischen Prädikatenlogik werden für sie einstellige Funktionen eingesetzt, deren Funktionswert ein Wahrheitswert für jeden einen Gegenstand bezeichnenden Eigennamen als Argumentwert ist.

Dem Vorschlag LOTZES folgend und zunächst ohne Rücksicht auf die Syllogistik sind sie Variable für *parametrisierte* Begriffe. Ein parametrisierter Begriff A (kurz p-Begriff genannt) hat formal die Gestalt: $A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, wobei α_i konstante Wertebereiche sind. Auf das von LOTZE angeführte Beispiel bezogen etwa: α_1 = Schmelzpunkt, α_2 = Farbe, α_3 = Atomgewicht, α_n = Sprödigkeitsgrad und vielleicht noch andere Wertebereiche mehr.

Ein p-Begriff ist eine n-stellige Funktion über n Wertebereiche, die bei jeder Einsetzung eines n-Tupels von Werten aus diesen Bereichen wieder einen Basisbegriff zuordnet. In unserem Beispiel etwa: Metall mit dem Schmelzpunkt a_1 , der Farbe b_2 , der Wichte c_3 , dem spezifischen Widerstand d_4 und dem Härtegrad e_5 . Nehmen wir die Einsetzung nicht simultan, sondern sukzessive und an beliebiger Argumentstelle im p-Begriff beginnend vor, so erhalten wir eine *Spezifizierung* oder *Spezifikation*, die wiederum ein p-Begriff ist. Ist $A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ wieder der Begriff *Metall*, ist $A(a_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ der Begriff *Metall mit dem Schmelzpunkt a_1* , $A(\alpha_1, b_2, \dots, \alpha_n)$ der Begriff *Metall mit dem Schmelzpunkt a_1 und der Farbe b_2* .

Jeder Wertebereich eines p-Begriffs ist ein *Parameter* von ihm. Die Menge aller Parameter eines p-Begriffs ist (in beliebiger Reihenfolge) sein *Inhalt*, die Menge aller Gegenstände, die unter ihn fallen, ist sein *Umfang*. Bei Spezifizierung steht für einen Parameter ein bestimmter Wert, ein Parameterwert, durch den der Wertebereich implizit mit ausgedrückt wird. Eine Spezifikation behält alle Parameter explizit oder implizit bei: Ein Gegenstand mit dem Schmelzpunkt 1535 Grad, grauer Farbe, dem Härtegrad 45, aber mit noch unbestimmten Siedepunkt und unbestimmter Wichte ist ein Metall, von dem sich bei weiterer Werteinsetzung z. B. zeigt, dass es Eisen ist.

Es ist offensichtlich, dass die Spezifizierung vom Gattungs- zu einem Artbegriff und von diesem dann wieder zu einer Unterart fortschreitet, solange nicht durch Spezifizierung ein Begriff entsteht, der keine Einsetzungsmöglichkeit für einen vorkommenden Wertebereich mehr enthält. Solche Begriffe sollen *Basisbegriffe* genannt werden. Ein Basisbegriff kann ein Individualbegriff sein. Ein

Individualbegriff ist ein solcher Basisbegriff, unter den höchstens ein Gegenstand fällt. Basisbegriffe sind bei einem p-Begriff die logisch unterste Ebene in der herabsteigenden Schichtung; OSTWALD spricht von Stufung. Die Gegenstände liegen außerhalb der durch Spezifikation erzeugten Begriffspyramide, ganz der philosophischen Auffassung gemäß, die OSTWALD mit dem empiristischen Abstraktionsschema verbindet: Erkennen setzt mit Begriffsbildung *über* einem in der Wahrnehmung gegebenen Gegenstandsbereich, Erlebnisse genannt, ein. Damit ist die empiristische Bedingung für die gesuchte Lösung erfüllt. Die Spezifikation ist eine inhaltliche Wenn-dann-Beziehung, eine auf dem Mitwissen der Wertebereiche beruhende Implikation. Für diese Beziehung stehe das Zeichen „ \Rightarrow “ (gelesen: impliziert inhaltlich). Es besagt also $A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \Rightarrow A'(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, dass $A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ inhaltlich impliziert $A_1(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, und das ist eine wahre Aussage.

Die Begriffspyramide kann auch „von unten nach oben“ erzeugt werden. Ist nämlich A ein Individualbegriff, so entsteht durch Variabilisierung seines Wertebereiches, auch „*Generalisierung*“ genannt, ein nächsthöherer Begriff und es gibt so viele von ihnen, wie es Wertebereiche im Individualbegriff gibt. Jeder einzelne von ihnen lässt wiederum eine Variabilisierung in genannter Weise zu, so dass nunmehr p-Begriffe der nächsthöheren Art entstehen mit derselben Anzahlbestimmung. Am Ende dieser Folge steht der seine Arten und Individualbegriffe umfassende allgemeinste *Reihenbegriff*, der nur noch Wertebereiche als Konstanten hat. Die Abstraktion durch Variabilisierung, wird durch „ $|=$ “ symbolisch angezeigt werden. $A_1(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) |= A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ bedeutet demzufolge: $A(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ entsteht durch eine Variabilisierung aus $A_1(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ und man erkennt unmittelbar an der Ausdrucksform, dass die Variabilisierung über die erste Argumentstelle erfolgte. Die Reihenfolge der Argumentstellen ist nicht geordnet, d. h. jede Permutation der Indize stellt denselben p-Begriff dar. Die Nichtgabelbarkeit ist sogar in beiden Richtungen des Durchlaufens einer Begriffspyramide, erzeugt durch parametrisierte Begriffe, erfüllt: Die Linearität ist durch die Wertebereiche vorgegeben. Es kann nur innerhalb des durch sie gegebenen Rahmens spezifiziert oder generalisiert werden.

Nun können die Parameter aber auch in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander gesetzt sein, wie z. B. bei Kreisfläche (π, r^2 qcm) oder Geschwindigkeit ($s, 1/t$). In beiden Fällen sind die eingesetzten Wert dazu noch miteinander zu multiplizieren. Um dem Ausdruck zu verleihen, kann man z. B. den Parametern das Operationszeichen \times voranstellen: $F \times(\pi, r^2)$, $G \times(s, 1/t)$.

Im Unterschied zum empiristischen Abstraktionsschema, das nur klassifizierende Begriffe erzeugt, lassen sich bei der parametrisierten Begriffsbildung auch operationale Begriffe darstellen. Operationssymbole und Parameter heißen p-Glieder.

Ein parametrisierter Begriff, so kann nun definiert werden, ist genau dann ein klassifizierender Begriff, wenn unter seinen p-Gliedern kein Operationssymbol vorkommt. Bei Einsetzung von 3 für die Flächengröße r im operationalen Begriff Kreisfläche $\times(\pi, r^2$ qcm), also Kreisfläche $\times(\pi, 3^2$ qcm), erhält man bei *ausgeführter*

Operation die Größe: Kreisfläche $28,26 \text{ qcm}$. Von dieser Größe führt keine Generalisierung mehr zum operationalen Begriff Kreisfläche $x(\pi, r^2 \text{ qcm})$. Um sie doch zu ermöglichen wird festgelegt, dass die Ausführung der Operation nicht zum operationalen Begriff gehört, die Spezifikation in gegebenen Beispiel mit Kreisfläche $x(\pi, 3^2 \text{ qcm})$ ein Ende hat. Unter diesen Individualbegriff fällt die Größe $28,26 \text{ qcm}$.

Mit dieser Festsetzung ist erstens erreicht, dass auch bei operationalen p-Begriffen Gegenstände nicht zur Begriffspyramide gehören. Auch für sie gilt die Unmöglichkeit einer Begriffsgabelung: Man kommt nicht aus dem Rahmen der p-Glieder. Jeder p-Begriff führt auf genau einen Reihenbegriff, der bei Spezifikation auf die und nur die Individualbegriffe führt, deren Generalisierung der Reihenbegriff wieder ist. Zweitens ist erreicht, dass auch bei operationalen p-Begriffen durchgehende Spezifikation und Generalisation besteht.

Wie aber steht es mit der 3. Bedingung, der Möglichkeit kombinatorischer Begriffsbildung? Die Kombination beginnt mit den elementaren Begriffen, das sind bei den p-Begriffen die Reihenbegriffe $A(\alpha_1), A(\alpha_2), \dots$. Die Einsicht in die nun zu befolgenden Verbindungsgesetze der Reihenbegriffe zu Grundbegriffen einzelner Wissenschaften in aufsteigender Linie, weil die Begriffe das eigentliche Material der Wissenschaften ausmachen, so muss die Systematik der Begriffe auch die Systematik der Wissenschaften ergeben [5b]), ist nach OSTWALDS eigener Aussage noch sehr unvollkommen [5c]. Solange man sie nicht hat, bleibt die Auswahl von Kombinationen ohne systematisches Kriterium, allein der Erfahrung des Gegebenen folgend. An die Stelle des Kriteriums tritt das Handeln des wissenden und zweckbezogen agierenden Subjekts: „Aus der Gesamtheiten des Wissens suchen wir zunächst dasjenige heraus, welches sich auf gewisse allgemeinste Begriffe bezieht, wiederholen dann das Verfahren an zunehmend weniger allgemeinen, und bilden aus jeder dieser Gruppen einen besonderen Begriff, eben den der fraglichen Wissenschaft“ [5d].

Wenn uns auch mit der Anzahl 1 der Parameter eines p-Begriffs das Kriterium für einen Elementarbereich gegeben ist, und wenn wir auch gewiss sein können, dass jeder andere p-Begriff letztlich aus keinen anderen als diesen zusammengesetzt ist, so hilft uns das nur wenig, um über bloßes Kombinieren der Elementarbereiche die Grundbegriffe der (reinen) Wissenschaften zu gewinnen. Solange wir keine Sinnkriterien haben, bleibt auch in unserem Fall einer Begriffspyramide über p-Begriffe nur das auslesende Subjekt als Entscheidungsinstanz [11].

Wenn auch die kombinatorische Behandlung der Begriffsbildung mehr als nur das historische Interesse eines Vergleichs mit Bemühungen von LEIBNIZ und Raimundus LULLUS verdient, will ich es hier mit dem Vermerk, dass auch die p-Begriffe einer kombinatorischen Behandlung zugänglich sind, also auch die 3. Bedingung für sie nicht ausgeschlossen ist, bewenden lassen.

Die Logik behandelt OSTWALD zufolge das „wechselseitige Ein- und Ausschließen von Gruppen gleichartiger Dinge“, d.h. Operationen mit Mengen von Dingen. „Dinge“ ist dabei im weitesten Sinne gemeint. Sie können insbesondere auch Mengen von Begriffen sein, deren Gleichartigkeit dadurch gegeben ist, dass

es sich bei ihnen durchweg um p-Begriffe handelt. Um ihre ein- und ausschließende Behandlung näher verstehen zu können, müssen wir auf ihre „mengentheoretischen“ d.h. genauer ihre logischen Zusammenhänge eingehen. Es sei Γ eine beliebige, nichtleere Menge von p-Begriffen. Es gibt vier Möglichkeiten einer Ordnung ihrer Elemente bzgl. der Generalisierung. Zu ihrer Darstellung verwende ich folgende Redeweise: „Aus x entsteht durch fortlaufende Generalisation y“. Damit ist eine Reihe von p-Begriffen gemeint, deren erstes Glied ein Element aus Γ ist und jedes nachfolgende Glied eine Generalisation des voraufgehenden mit der Bedingung, dass jedes Reihenglied Element aus Γ ist. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, bricht die Reihe mit dem letzten Glied, für die sie noch gilt, ab.

1. Es gibt ein Element M in Γ derart, dass M durch fortlaufende Generalisierung entsteht und alle anderen Elemente aus Γ als Glieder einbezieht. Eine solche Menge besteht aus den Gliedern nur einer Reihe.
2. Es gibt kein Element M in Γ derart, dass M durch Generalisierung aus einem anderen Element aus Γ entsteht. In einer solchen Menge gibt es keine zwei Elemente derart, dass zwischen ihnen die Beziehung der Generalisation besteht. In einer solchen Menge gibt es keine Reihen.
3. Es gibt Elemente M und N in Γ derart, dass M aus N durch fortlaufende Elemente aus Γ einbeziehender Generalisierung entsteht. Eine solche Menge enthält Glieder mindestens einer Reihe.
4. Es gibt Elemente M und N in Γ derart, dass M nicht durch fortlaufende Generalisierung aus N entsteht. Eine solche Menge enthält mindestens ein nicht in einer Reihe stehendes Element.

Dem 1. Fall entspricht in der Syllogistik die bejahende Allaussage (S a P), dem 2. die verneinende Allaussage (S e P), dem 3. die partikulär bejahende Aussage (S i P) und dem 4. Fall die partikulär verneinende Aussage (S o P). Die im logischen Quadrat dargestellten Geltungszusammenhänge zwischen kategorischen Aussagen sind auch solche zwischen aus p-Begriffen gebildeten Aussagen. Ist die im Sinne von 1. verstandene Aussage (S a P) wahr, dann ist auch die im Sinne von 3. verstandene Aussage (S i P) wahr; ist die im Sinne von 2. verstandene Aussage (S e P) wahr, dann ist auch die im Sinne von 4. verstandene Aussage (S o P) wahr, ist die im Sinne von 1. verstandene Aussage (S a P) wahr, dann ist die im Sinne von 4. verstandene Aussage (S o P) falsch usw.

Wir erhalten aber mit der bisher entwickelten Begrifflichkeit noch nicht die Entsprechung aller unmittelbaren Schlüsse. Es ist der noch fehlende Komplementbegriff, der eine solche Vollständigkeit verhindert. Ich definiere das Komplement eines p-Begriffes über seine Merkmale und unterscheide dabei zwei Fälle. Das Komplement eines beliebigen p-Begriffes M mit einem Wert für mindestens einen Wertebereich ist der p-Begriff M' mit dem um diesen Wert verringerten Wertebereich. So ist z. B. das Komplement des Begriffes *Metall* mit nur dem Wert grau für den Wertebereich Farbe der Begriff *Metall, das nicht grau ist*. Das Komplement des Begriffes $F \times (\pi, 1^2 \text{qcm})$ ist der Begriff Kreisfläche außer dem Wert 1; umfangslogisch also die Menge aller Kreisflächen, die nicht den Radius 1 haben. Das Komplement eines Reihenbegriffs M ist der p-Begriff M', der alle und nur die

Wertebereiche zu seinen Parametern hat, die nicht Parameter von M sind. So, wie man sich in der Mengenlehre das Komplement einer gegebenen Menge M als die Menge aller der Elemente *denkt*, die nicht Element von M sind, so denkt man sich auch hier das Komplement eines Reihenbegriffes, verlangt also keine tatsächliche Bildung des Komplements. Das Komplement ist durch seine Bildungsvorschrift eindeutig festgelegt. Der Begriff *Komplement* ist ein operativer p-Begriff.

Es gibt zu jeder nichtleeren Menge Γ von p-Begriffen genau eine Menge Γ' , die alle und nur die p-Begriffe enthält, die das Komplement genau eines Elements aus Γ sind. Mit jenen Begriffen sind auch alle Elemente aus Γ' p-Begriffe. Nun gelten auch alle unmittelbaren Schlüsse, in denen von einem Komplementbegriff Gebrauch gemacht wird, wie z. B. alle Schlüsse der Äquipollenz.

Ich möchte es bei dieser Skizze der Explikation logischer Beziehungen zwischen p-Begriffen belassen und mich ihrer Erweiterung in einer anderen, auch für ihre Kombination wichtigen Richtung hin zuwenden: Der Begriffsdetermination. OSTWALD sieht in ihr die Bildung eines komplexen Begriffs, die sich etwa so darstellt, „wie das Produkt einer Anzahl von Faktoren“ [2].

Die Determination ist eine logische Operation, die aus einem p-Begriff A , dem *Determinand*, durch Hinzunahme eines weiteren p-Begriffes b , den Determinator, einen neuen p-Begriff bildet. In Zeichen: bA , gelesen: A , das b ist. Beispiele einer Determination sind: guter Mensch (ein Mensch, der gut ist), seltenes Metall (ein Metall, das selten ist), kleine Kreisfläche (Kreisfläche, die klein ist). Durch die Determination erfolgt eine Einschränkung des Umfangs von A auf die Gegenstände, die A und b sind, bzw. eine Erweiterung des Inhalts von A durch Hinzukommen des Inhalts von b . Ist dabei ein p-Glied von b bereits p-Glied von A , tritt es an seine Stelle. Dabei kann es vorkommen, dass $bA = A$ ist. Hat das p-Glied in A aber schon einen Wert und kommt in b ein anderer Wert für den betreffenden Wertebereich vor, dann kann ihre Kombination der neue Wert sein. Hat z. B. *Metall* bereits den Wert weiß für *Farbe* und ist b der Begriff *blau*, dann ist weiß – blau ebenso wie blau – weiß der eingesetzte Farbwert in der Determination bA . Es kann aber auch ein leerer Begriff entstehen, weil beide Werte sich bezüglich anderer bewerteter Parameter ausschließen, so etwa, wenn b den Schmelzpunkt mit 2500 Grad angibt, A der Begriff Eisen mit dem Schmelzpunkt 1535 Grad ist.

Im Unterschied zur Spezifizierung endet fortlaufende Determination eines p-Begriffs logisch stets bei einem Begriff, der ein Individualbegriff ist oder der leer ist, d.h. ein Begriff, unter den kein Gegenstand fällt. Eine Determination unterscheidet sich ferner von einer Spezifikation dadurch, dass sie die Anzahl der Wertebereiche von A erhöhen kann. Das ist dann der Fall, wenn der Begriff b noch andere Wertebereiche enthält, als der Begriff A . WUNDT'S Analyse der Determination [1d], auf die OSTWALD wie auf etwas allgemein Bekanntes Bezug nimmt, führt ihn bei simultaner Mehrfachdetermination (z. B. $bcdA$) zu der Unterscheidung von zwei Arten einer solchen Determination. Erstens kann es der Fall sein, dass sich alle Determinatoren auf den Determinand beziehen, wie in: seltenes heißumkämpftes Metall (ein Metall, das selten und heißumkämpft ist) oder in: naive treuherzige Staatsbürger (Staatsbürger, die naiv und treuherzig sind). Zweitens

kann es der Fall sein, dass ein Determinator durch einen anderen determiniert ist, wie in: gut definierter Begriff. Hier definiert *gut* den Begriff *definiert* und beide zusammen erst den Begriff *Begriff*.

Unter den Determinationen erster Art finden auch die zusammengesetzten Begriffe *kollektiv wirkendes bewusstes Lebewesen* (ein Lebewesen, das bewusst und kollektiv wirkt) und *gesellschaftliches bewusstes Lebewesen* (ein Lebewesen, das bewusst und gesellschaftlich ist) ihren Ort. Unter Determinationen zweiter Art fällt der Begriff *bewusst wirkendes Lebewesen*, denn hier wird der Begriff *wirken* durch den Begriff *bewusst* determiniert. Alles das berücksichtigt OSTWALD – und er steht damit auf der Höhe der logischen Forschungen seiner Zeit.

Die Darstellung kann nur dann begrifflich Strenge beanspruchen, wenn die verwendeten Begriffe so bestimmt sind, dass um mit OSTWALD zu sprechen, klar ist, welche Wertebereiche ihre Parameter sind⁶. Vom Begriff *bewusst* oder dem Begriff *gesellschaftlich* lässt sich das nicht allgemein anerkannt sagen. Ist *gesellschaftlich* ein Wert aus dem Wertebereich *Sozialisierung*? Oder ist er selber ein Wertebereich mit noch nicht weiter bestimmten Werten? Die Beantwortung verlangt begriffliche Arbeit nach dem Muster naturwissenschaftlicher Begriffsbildung. OSTWALD geht allerdings noch weiter, sie verlange *naturwissenschaftliche Begriffsbildung*. OSTWALD prognostiziert, „dass die Gesamtwissenschaft immer mehr den Charakter der Naturwissenschaft annehmen wird“ [12]. Die naturwissenschaftliche Methode werde vom Entwicklungsbegriff beherrscht und die moderne Wissenschaft gehe von dem Versuch aus, die bekannte Welt kausal aus sich heraus zu erklären [12a].

Es fallen damit Methoden heraus, die sich außerhalb der Welt liegender Faktoren bei der Erklärung von Vorgängen, die innerhalb der uns bekannten Welt ablaufen, bedienen. Ideelles als Unterbrechung materieller Abläufe verhindert Voraussagen [12b]. Das Ideelle ist seiner Natur nach kein Glied einer Kausalkette. Dann ist der Grund, die Zwecksetzung, die alles menschliche Tun begleitet, nicht Ursache für das eine Kausalkette auslösende physische Tun. Und wenn eine Bedingung etwas ist, das gegeben sein muss, damit etwas gesetzesgemäß ablaufen kann, ist der ideelle Grund auch keine Bedingung, denn die durch ein Tun ausgelöste Folge läuft auch ohne oder sogar gegen ihn ab. Der Grund steht in Relation zu einem Ziel, zu dessen Erreichen der kausale Vorgang ein Mittel ist. Der Grund liegt außerhalb der *physischen* Welt, nicht aber, darin OSTWALD korrigierend, außerhalb der *Lebenswelt* des Menschen, denn Lebenswelt ist die den bewusst handelnden Mensch einschließende Wirklichkeit. In der Lebenswelt gibt es Ideelles, in der physischen Welt, die Gegenstand der Naturwissenschaft ist, aber nicht. Das führt auf das noch umfassendere Thema des Verhältnisses von Mensch, Natur und Technik. Da hat OSTWALD durchaus Wesentliches zu sagen.

⁶ Es muss sich um reine, d.h. scharf bestimmte Begriffe handeln – vgl. Naturphilosophie. Bd. 1. Die Ordnungswissenschaften [2k].

3. Materielle Evolution und geistige Entwicklung

In seinem Artikel „Perspektiven der modernen Naturwissenschaft“ [12c] äußert OSTWALD den Gedanken der Menschwerdung mittels Technik auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Ich kommentiere das dem genannten Artikel folgend so: Der Mensch ist ein begründet handelndes kollektiv-soziales Wesen. Seine Spontaneität ist im Wesentlichen angeborene, also instinktive lebenserhaltende Reaktion auf äußere Einwirkungen. Mit Hilfe der Technik humanisiert er die Natur im Rahmen der ihr eigenen Gesetzmäßigkeit, indem er Naturabläufe so anordnet, dass sie zu den seinen Zwecken entsprechenden Resultaten führen. Diese geschaffene Natur ist die Materialisierung seines Wesens, mit der er sich als seinem Lebensraum eins weiß und die er durch Unterwerfung unter ihre Gesetze immer weiter in die vorgefundene Natur ausdehnt. Sein Diener ist die humanisierte Natur, sein Herr ist die Naturgesetzmäßigkeit. Neben, in oder gar über ihr gibt es keinen Gott. Der Mensch kommt aus der vorgefundenen Natur und geht in die humanisierte Natur. OSTWALD ist Atheist, dem das Woher und Wohin des Menschen ebenso wenig ein Mysterium ist, wie das Wozu des Menschseins. Der Sinn des Menschseins ist Naturalisierung des Menschen durch Humanisierung der Natur. Die Lebenswelt ist die Abbildung der humanisierten Welt. Wir sehen gestaltete und leben in durch Technik gestalteter Natur als unserem Daseinsraum. Jeder Schritt des Menschen zur Realisierung seines Entwurfs der humanisierten Natur ist zugleich ein Schritt in der Gewinnung seiner Natürlichkeit, seiner *Naturgemäßheit*.

Man kann verstehen, dass OSTWALD nach seinem Tod seine sterblichen Überreste in einer Urne der geformten Natur seines Großbothener Grundstückes, nicht aber dem Raum einer kirchlich gesegneten Gruft anvertraute.

Veränderung, in der Gesamttendenz zusammengefasst als Entwicklung, ist ein Wesenszug menschlichen Daseins, mehr noch, der schaffenden, an sich seienden, wie der geschaffenen, der für uns seienden Natur überhaupt, mich einer Redeweise HEGELS bedienend.

Der Entwicklungsgedanke dringt in die exakte Wissenschaft ein und macht OSTWALDS radikal-naturwissenschaftlicher Überzeugung nach auch nicht vor den Gesetzen der Mathematik und der Logik Halt, „deren zeitliche Veränderlichkeit wir zwar formal *annehmen*, uns aber durchaus nicht *vorstellen* können“... [12d]. Nichts ist absolut, sei es Gegenstand, Begriff, Naturgesetz oder logisches Gesetz! Hätte unser Gehirn andere physiologische Beschaffenheiten, wäre ein anderes Denken als das in den uns gewohnten logischen Gesetzen nicht ausgeschlossen, wie denn auch nicht ausgeschlossen ist, dass es sich in eben dieser Richtung verändert und damit als unter anderer logischer Gesetzmäßigkeit stehend entwickelt – wir können es uns eben nur nicht *vorstellen*!

Dagegen steht, dass das Ideelle keine Eigenbewegung, besitzt. Sie aber ist die Quelle der Entwicklung. Das Ideelle ist das Unveränderliche an seinem Träger. Ein Wortkörper kann sich z. B. durch Lautverschiebung ändern, sein mit ihm durch Festsetzung verbundener Sinn aber nicht. Dessen Änderung beruht auf *Ersetzung*. So entsteht ein neuer Begriff aus einem anderen nicht durch seine unmerkliche Veränderung, sondern durch eine Neufestsetzung unter Nutzung des bisherigen

oder durch Bildung eines neuen Wortkörpers. Das Ideelle hat keine ihm selbst eigene Verfallszeit. Davon zu sprechen, dass sich Erkenntnisse „entwickeln“ heißt, dass man sie in Zeitfolgen so anordnen kann, dass jedes Folglied mit einer Setzung beginnt oder eine Ersetzung des vorausgegangenen Folgliedes derart ist, dass ihre Fälle der Wahrheit alle Fälle, in denen die vorausgehende Kenntnis wahr ist, einschließt, sofern sich der alte Begriff nicht in neue Zeitfolgen gabelt, die zusammengenommen die bisherigen Wahrfälle einschließen. Die bisherigen Wahrfälle erfahren durch die folgende Kenntnis bzw. die folgenden Kenntnisse eine wie auch immer beschaffene *andere*, sie aber nicht aufhebende Erklärung. Die inhaltliche Kontinuität einer solchen Zeitfolge beruht auf diesem Wahrheitszusammenhang. Wenn durch Zuordnung die Mächtigkeit einer Menge von Äpfeln gleich 10 ist, so ändert sich durch auflösendes Verfaulen von Äpfeln in ihr nicht die Zahl 10, sondern die Mächtigkeit dieser Menge. Ihr ist von Zeit zu Zeit eine andere Zahl zuzuordnen, nicht aber hat sich die Zahl 10 in andere entwickelt. 10 geht nicht durch Verfaulen in 0 über.

Es ist kaum vorstellbar, dass OSTWALD das *anders* gesehen hat, aber er könnte durchaus etwas anderes *gesehen* haben, was uns, im falschen Block auf der Tribüne des Erkennens sitzend, verwehrt ist. Wechseln wir also in den Block der Empiristen, dann erscheint ein Satz der Logik als eine Gesetzesaussage, die das Bemerkte immer wiederkehrender Beziehungen zwischen Erlebnissen fixiert. Fängt eben dieses Gesetz aber in seinem Sinn immer weitere Nuancen der Erlebnisse auf, kann es dazu kommen, dass von eben seinem Sinn her dieses Gesetz ein anderes, weil noch andere Beziehungen zwischen Erlebnissen beachtend geworden ist – und, so der Chor der Empiristen, wie anders, als eine Entwicklung ließe sich dieser Wandlungsprozess beschreiben? Das Gesetz vom *ausgeschlossenen* Dritten könnte, die Überlegungen OSTWALDS fortsetzend, auf diese Weise eines Tages in das Gesetz des *partiellen* Dritten übergehen. Man würde eines Tages nach diesem Gesetz Beziehungen zwischen Erlebnissen sehen, ohne dass es zu einer wissenschaftsamlichen Neufestsetzung gekommen wäre. Im Hinblick darauf, dass Wörter wie ein Komet durch ihren kontextuell verschiedenen Gebrauch einen Schwarm möglicher Sinnzuordnungen als Nebengedanken mit sich ziehen und selten nur in ihrem durch die jeweilige Wissenschaft festgesetzten Sinn benutzt werden, wäre das durchaus eine erste Beschreibung von langfristigem Sinnwandel [24, 13]. Wenn unsere Lebenswelt eines Tages so beschaffen ist, dass wir sie nicht mehr umfassend durch eine Einteilung in Dinge, Eigenschaften und Beziehungen abbilden können, sie vielmehr nur Spezialfälle anderer Begriffe sind, dann kann es schon so sein, dass auch die Gesetze der klassischen Logik nur noch Spezialfälle anderer, etwa von wahrscheinlichkeitslogischen Gesetzen sind, nach denen nun allgemein aus Erlebenssätzen geschlossen wird. Aber auch von diesem Tribünenblick aus wäre „Entwicklung“ ein unpassender Terminus für das, was sich als angleichende Setzung infolge Gewohnheit über die Zeit hinweg vollzieht. Die „neue“ Lebenswelt würde und könnte auch gar nicht die logischen und mathematischen Gesetze der „alten“ Lebenswelt außer Kraft setzen, sie kann nur mit den ihr eigenen Gesetzen an die Stelle der alten Lebenswelt treten. Die Gesetze der alten Welt verfallen

auch nicht dem Vergessen, denn als diejenigen einer von uns denkbaren möglichen Welt entziehen sie sich nicht unserem Wissen. Sollte aber Entwicklung dem Menschen seines Wissens berauben, haben wir auch keinen Menschen mehr. Vielleicht bedarf es dazu gar nicht der Natur, sondern nur der Fortsetzung der in der EU praktizierten Bildungspolitik.

Literatur

- [1] Wundt, W.: Logik. Bd. 1. Allgemeine Logik und Erkenntnistheorie. 3., umgearb. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 387f. - [1a, S. 387], [1b, S. 394]; [1c, S. 396f]; [1d, S. 237ff].
- [2] Ostwald, W.: Moderne Naturphilosophie. I. Die Ordnungswissenschaften. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1914, S. 87 - [2a, S. 307]; [2b, S. 265ff]; [2c, S. 4]; [2d, S. 8f]; [2e, S.14ff]; [2f, S. 73]; [2g, S. 203]; [2h, S. 182ff, S. 212-258]; [2i, S. 48-76]; [2j, S. 229]; [2k, S. 83]; [2l, S. 55f].
- [3] Cassirer, E.: Substanzbegriff und Funktionsbegriff: Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntnistheorie. In: Cassirer, E.: Gesammelte Werke. Bd. 6. Hamburger Ausg. / hrsg. von B. Recki. Hamburg: Meiner, 2000, S. 153.
- [4] Ostwald, W.: Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Sonderdruck. Leipzig, 1895.
- [5] Ostwald, W.: Das System der Wissenschaften (1909). In: Die Forderung des Tages. 2., verb. Aufl. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1911, S. 127.- [5a, S. 129]; [5b, S. 122]; [5c, S. 123f]; [5d, S. 125].
- [6] Ostwald, W.: Lebenslinien: eine Selbstbiografie. Teil 2. Berlin: Klasing, 1927, S. 307.- [6a, S. 302].
- [7] Ostwald, W.: Sprache und Verkehr. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1911.
- [8] Ostwald, W.: Die internationale Hilfssprache und das Esperanto. Berlin: Esperanto-Verl., 1906.
- [9] Ostwald, W.: Zur Theorie der Wissenschaft (1904). In: Die Forderung des Tages. 2., verb. Aufl. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1911, S. 96f.
- [10] Lotze, R. H.: Logik. Buch 1. Vom Denken (Reine Logik). Eingel. u. hrsg. von G. Gabriel. Photomechan. Nachdr. d. 1. Buches d. Ausg. Leipzig, 1928, Hamburg: Meiner, 1989, S. 40f. Hier mit Angleichung an die heutige Rechtschreibung zitiert.
- [11] Ostwald, W.: Die Pyramide der Wissenschaften: eine Einführung in wissenschaftliches Denken und Arbeiten. Stuttgart; Berlin: Cotta, 1929, S. 85ff.
- [12] Ostwald, W.: Perspektiven der modernen Naturwissenschaft (1909). In: Die Forderung des Tages. 2., verb. Aufl. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1911, S. 206. - [12a, S. 207ff]; [12b, S. 207f]; [12c, S. 204]; [12d, S. 209].
- [13] Ostwald, W.: Vorlesungen über Naturphilosophie. Leipzig: Veit, 1902, S. 304f.

Dokumentation und Bemerkungen zur Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte zu Großbothen

Ulf Messow und Ulrike Köckritz

Die jahrelangen Bemühungen um den Erhalt der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte haben mit der Übernahme durch die „Gerda und Klaus Tschira Stiftung“ am 1. Januar 2009 einen positiven Abschluss gefunden. Diese Übernahme ist Anlass einer Rückschau auf die Pflege des Erbes von Wilhelm Ostwald. Im Folgenden wird daher auf wichtige Daten zur Geschichte des Archivs und der Gedenkstätte ab 1953 eingegangen und an besondere Festveranstaltungen, Vorträge oder Ausstellungen in Leipzig (Wirkungsstätte Ostwalds als Chemiker von 1887 bis 1906) und Großbothen (Wohnsitz von 1906 bis 1932) stichpunktartig erinnert.

Der im Jahr 1990 gegründete gemeinnützige Verein „Freunde und Förderer der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte ‚Energie‘ Großbothen“, 1995 umbenannt in Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e. V. (WOG), stellte sich die Aufgabe der Erhaltung, Pflege und Nutzung des Nachlasses Ostwalds. In den 90er Jahren erfolgte die Sanierung der zum „Landsitz Energie“ gehörenden Häuser. Besondere Höhepunkte der WOG waren die Jubiläumsveranstaltungen 2003 zum 150. Geburtstag von W. Ostwald. Durch die Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig (SAW) erfolgte die Neuauflage der Selbstbiographie Wilhelm Ostwalds. Sie wurde von Karl Hansel nach der Ausgabe 1926/27 überarbeitet und mit Kommentaren versehen. 2005 konnte die Gedenkstätte als fünfte „Historische Stätte der Chemie“ Deutschlands durch die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) ausgezeichnet werden.

Die im Auftrage der WOG herausgegebenen Mitteilungs- und Sonderhefte spiegeln in besonderer Weise das vielseitige Wirken Ostwalds wider. Sie werden wie auch die „Großbothener Gespräche“ am Schluss der Studie ab 2003/04 genannt. Neue vom Kuratorium der Gesellschaft (WOG) geplante museale Konzepte, z.B. in Form des „Energetikums“, weisen verheißungsvoll in die Zukunft. Es bleibt nur zu wünschen übrig, dass diese im Sinne des Ostwald'schen Geistes in der Gedenkstätte zu Großbothen von der „Gerda und Klaus Tschira Stiftung“ aufgegriffen und gemeinsam mit Hilfe der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft realisiert werden können.

1. Von den Anfängen des Archivs und der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte bis 2008

Grete Ostwald war die Initiatorin des Archivs im Haus „Energie“. Nach dem Tod ihres Vaters (4. April 1932) begann sie mit der Aufarbeitung seines Nachlasses. Sie wurde von ihrer Mutter Helene Ostwald (1854-1946) sowie der Pflegerin Sophie Gräff (1889-1980) und später von Ella Ohlmann unterstützt. Das von G. Ostwald verfasste Buch „Mein Vater“ erschien 1953.

1953: 100. Geburtstag von W. Ostwald und Schenkung des Familienbesitzes als „*Wilhelm-Ostwald-Archiv und -Forschungsstätte*“ mit dem gesamten wissenschaftlichen Nachlass an den Staat DDR, Vertreter der Familie waren Grete Ostwald und Carl Otto Ostwald (1890-1958). Gemäß dem Beschluss des Präsidiums des Ministerrates vom 27. August 1953 heißt es im Wortlaut:

„Es wurde mit den genannten Erben eine Übereinstimmung dahingehend erzielt, daß auf der Grundlage des dort befindlichen Archivs von Wilhelm Ostwald und des Forschungslaboratoriums ein Forschungsinstitut für Farblehre errichtet wird, das die allgemeine Farblehre pflegt, weiterentwickelt und insbesondere die Anwendung der Forschungsergebnisse in der Industrie fördert. Daneben ist eine Gedenkstätte oder ein Museum zum Andenken an Wilhelm Ostwald und zur Pflege seines literarischen Nachlasses zu errichten, wobei neben der Schaffung einer öffentlich zugänglichen Gedenkstätte besonderer Wert auf die Herausgabe seines Nachlasses zu legen ist. Die Nachkommen von Wilhelm Ostwald, die zur Zeit auf dem Grundstück in Großbothen leben, bleiben dort weiterhin wohnhaft, der Sohn wird in geeigneter Form im Institut tätig sein. Der Gesamtaufwand beträgt nach den Berechnungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften ca. DM 100.000,- im Jahr ...“

1901 hatte die Familie Ostwald das Grundstück in Großbothen mit einem kleinen Landhaus erworben und nach und nach erweitert. Zu dem Familienbesitz gehörten 1953 die nachstehend aufgeführten fünf Häuser sowie die in einem aufgelassenen Steinbruch befindliche Grabstätte der Familie Ostwald.

Haus „Energie“ - Umbau 1905/06 und Namensgebung, nach dem Tod von W. Ostwald 1932 wohnten Helene Ostwald und die Tochter Grete Ostwald weiter im Erdgeschoss des Hauses, 1938 zog der langjährige Privatassistent von W. Ostwald, Eberhard Brauer (1875-1958), mit seiner Familie von Miltitz bei Leipzig nach Großbothen und wohnte seitdem mit seiner Frau Elisabeth Brauer, geb. Ostwald (1884-1968) in der oberen Etage. Das Ehepaar Brauer hatte vier Kinder: Georg Brauer (1908-2001), Peter Brauer (1911-1995), Hellmut Brauer (1913-1940) und Margarete (Gretel) Brauer (1918-2008).

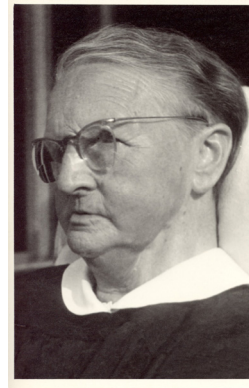


Abb. 1
Grete Ostwald
(1882-1960).

„**Hausmannshaus**“ (1905/06) - entstand zeitgleich mit dem Umbau des Hauses „Energie“ und diente vornehmlich als Wohnhaus für den jeweiligen Hausmeister und seiner Familie.

„**Waldhaus**“ (1912) - Sommerhaus für Wolfgang Ostwald (1883-1943), von 1906 bis 1943 wirkte er an der Universität Leipzig und war Mitbegründer der Kolloidchemie, nach dem Tod von Wo. Ostwald übernahm die Witwe Pia geb. Müller (1877-1947) das Waldhaus als ständigen Wohnsitz, ab 1954 wohnten im Waldhaus Carl Otto Ostwald (bis 1958) und seine Frau (bis 1982).

Haus „Werk“ (1916) - diente als Farblabor, ab 1920 hatte hier die von Wilhelm Ostwald gegründete Energie-Werke GmbH, Abt. Farblehre, ihren Sitz. In den Kellerräumen führte Walter Ostwald erste Versuche zur katalytischen Nachverbrennung von Kfz-Abgasen durch.

Wohnhaus „Glückauf“ (1914) - wurde für die Familie Walter Ostwald (1886-1958) mit fünf Kindern – Karl Wilhelm Ostwald (1909-1973), Fritz Ostwald (1913-1999), Helene Ostwald (1914-1996), Max Ostwald (1916-1942), Dieter Ostwald (1917-1987) – errichtet. Wa. Ostwald war Redakteur der ersten deutschen Autozeitschrift „Der Motorfahrer“ (1909), 1919 der Zeitschrift „Auto-Technik“, 1924 prägte er den Namen „ARAL“ – sein Sohn Fritz Ostwald (1913-1999) meldete über 200 Patente auf dem Gebiet der Autotechnik an und ist der geistige Vater des ABS. 1923 bezog Carl Otto Ostwald das Haus, seitdem trägt es den Namen „Glückauf“; von 1933 bis 1944 war das Wohnhaus vermietet, u. a. wohnte hier die Familie des Leipziger Rechtsanwaltes Martin Drucker (1869-1946).

Nach den schweren Bombenangriffen 1943 auf die Stadt Leipzig kamen hier weitere Leipziger Bürger – unter anderem Professor Gerhard Hoffmann (1880-1945) aus dem Physikalischen Institut der Universität Leipzig, aber auch mehrere Flüchtlinge auf dem Landsitz zu Großbothen unter [1, S. 71]. Nähere Angaben zu den Häusern und der Familie Ostwald können auch der Internetseite [2] bzw. [3, 4, 34] entnommen werden. Im Auftrage der DDR-Regierung übernahm zunächst von 1953 bis 1968 die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin die Schenkung und errichtete in Großbothen einen Forschungskomplex mit den Teilen „Ostwald-Archiv“ und „Farbenforschung“ (in den Häusern „Glückauf“ und „Werk“).

1960: Die Farbforschungsstätte, bereits seit 1954 unter Leitung des ehemaligen Gehilfen W. Ostwalds, Manfred Adam, wurde dem „Physikalisch-technischen Institut, Bereich Strahlungsanwendung, Abteilung Farbforschung“ der Akademie der Wissenschaften zu Berlin übertragen, ab 1968 bis 1988 dem Institut für Lacke und Farben Magdeburg unter der neuen Bezeichnung „Labor Farbrezeptierung“.

Das Archiv in Großbothen wird 1960 dem Zentralarchiv der Akademie der Wissenschaften unterstellt. Erster Leiter der Akademieeinrichtung „Außenstelle Großbothen“ ist Carl Otto Ostwald, seit 1926 Oberingenieur und Direktor der Monopolverwaltung in Berlin-Schellingens, 1945 siedelte er nach Großbothen um. Vorrangig nutzte man das Archiv in Großbothen für wissenschaftliche Arbeiten. 1961 erschien von Hans-Günther Körber der Briefwechsel Wilhelm Ostwalds mit

L. Boltzmann, M. Planck, G. Helm und J. W. Gibbs. Ausdrücklich dankte H.-G. Körber den Großbothener Mitarbeitern Frau H. Schneider, Frau E. Ohlmann, Frau A. Schuricht, Frl. Chr. Herdling und R. Rothe [5, S. VI]. 1968 folgt Bd. II mit dem Briefwechsel mit S. Arrhenius und J. H. van't Hoff. 1965 erschien von Wilhelm Strube ein Beitrag über die chemischen Institute der Universität Leipzig mit dem Hinweis: „Angefertigt im Akademie-Archiv, Außenstelle Wilhelm-Ostwald-Archiv der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Großbothen/Grimma“ [6]. Später recherchierten hier J.-P. Domschke und P. Lewandrowski [7] sowie G. Lotz [8] über W. Ostwald, und L. Dunsch [9] entnahm dem Archiv Angaben über die Beziehungen zwischen Ostwald und Arthur von Oettingen bzw. W. Stiller [10] über Ostwald und Ludwig Boltzmann.

1966: Es erfolgte erstmalig eine Verlagerung von Archivalien von Großbothen nach Berlin trotz Protesten seitens der Familie Brauer/Ostwald.

1968: Von 1968 bis 1988 wurde der Grundbesitz (ohne Archiv) dem „Institut für Lacke und Farben, Magdeburg“ übereignet, die Farbforschungsstätte als „Labor Farbrezeptierung“ bezeichnet, das Archiv bis 1984 weiter vom Zentralarchiv in Berlin betreut.

1971: Aus Altersgründen quittierte die letzte Archivarin, Frau Hunger, ihren Dienst und das Archiv wird geschlossen.

1973: Kurt Schwabe (Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften der DDR und Präsident der Sächsischen Akademie der Wissenschaften) erklärte den Landsitz „Energie“ zur Gedenkstätte. G. Brauer begann mit ihrer ehrenamtlichen Tätigkeit.

1974: Die „Wilhelm-Ostwald-Gedächtnisstätte“ – später umbenannt in „Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte“ – ist seit ihrer Eröffnung am 22. 10. 1974 in fünf Räumen des Hauses „Energie“ öffentlich zugänglich (G. Brauer: „Wilhelm Ostwald“. In: Der Rundblick (1975) 1, S. 68-71), im Haus selber befanden sich noch vier Werkwohnungen.

1975: Beginn der „Großbothener Gespräche“ auf Initiative von Professor Hermann Berg (Jena) und G. Brauer als Urania-Veranstaltungen.

1977/1980: Verlagerung weiterer Archivalien nach Berlin (Handschriften, Briefwechsel, einschließlich der Nobelpreismedaille und der Originalurkunde zum Nobelpreis).

1979: Die Häuser wurden unter Denkmalschutz gesetzt.

1982: Aufnahme der Gedenkstätte in die Reihe der elf bedeutenden internationalen wissenschaftlichen Stätten [2].

1984 bis 1987: Betreuung der Gedenkstätte vom Institut für Biotechnologie der Akademie der Wissenschaften zu Leipzig [1, S. 73]; ab Jan. 1984 war Frau Gretel Brauer Leiterin der Gedenkstätte.

1988 bis 1990: Die Rechtsträgerschaft über den Landsitz „Energie“ übernahm das Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma.

1990, 1. April: Die Rechtsträgerschaft ging wieder an die Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aber → 1991 erfolgte eine Evaluierung durch die Akademie der Wissenschaften, Frau G. Brauer wurde die Kündigung ausgesprochen.

Gleitend übernahm die Tochter von Frau Brauer, Frau Anna-Elisabeth Hansel, die Leitung der Gedenkstätte (1991/92-2005).



Abb. 2

Gretel Brauer im Gespräch mit dem Doktoranden des Graduiertenkollegs „Physikalische Chemie der Grenzflächen“ des Wilhelm-Ostwald-Instituts zu Leipzig Junji Liu und seiner Frau Ping Wang im Jahre 2000.

Anlässlich der Einweihung eines Denkmals für Wilhelm Ostwald am 14. August 2001 weilte G. Brauer in Riga und wurde dort für ihre jahrelangen Bemühungen um den Erhalt des Ostwald-Nachlasses mit der Grindel-Medaille ausgezeichnet. (David H. Grindel war im 18. Jh. viele Jahre Rektor der Universität Dorpat.)

1990: Der im Nov. gegründete gemeinnützige Verein „Freunde und Förderer der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte ‚Energie‘ Großbothen“ (in Person: Karl Hansel) leitete in den 90er Jahren die umfassende Sanierung der Häuser einschließlich des Archivs im Haus „Energie“. Die Häuser „Glückauf“ und „Werk“ (Eröffnung 1995) wurden als Tagungsstätte genutzt. - Herausgabe der ersten Schrift: „Die Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte „Energie“ – ein in Europa einmaliger Gelehrentensitz“.



Abb. 3

Das sanierte Haus „Glückauf“.

1991: Beginn der digitalen Erfassung der Buchbestände des Archivs, zuerst mit der Software MEMO, ab 1995 Umstellung des Systems auf ALLEGRO (Software der TU Braunschweig), Katalogisierung von Gemälden, Erstellung von Inventarlisten. Auf Anregung von G. Brauer folgten erste Recherchen zur Herausgabe der unveröffentlichten Manuskripte W. Ostwalds zu seiner ‚Psychologischen Farbenlehre‘ (s. dazu E. Bendin [32]) in den Archiven Großbothen und Berlin durch B. Fritzsche, D. Ebert und E. Bendin.

1994: Das Gelände nebst Häusern wurde rückwirkend ab Dezember 1990 Eigentum des Freistaates Sachsen, das Museum (Archiv) oblag der Regie des Ministeriums für Wissenschaft und Kunst. Die WOG erhielt durch Vertrag mit dem SIB (Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien - und Baumanagement) Finanzmittel zur Pflege der Häuser und des Parks.

1996: Gründung des Heimatvereins zu Großbothen, der Vorsitzende Prof. F. Mauer und die Mitglieder entfalten vielseitige Aktivitäten (Ausstellungen, Vorträge, sachliche Hilfeleistungen z.B. Instandsetzung des Göpels im Parkgelände, 1:4 Modell der ostwaldschen Windturbine, Willkommensschild Ortseingang) zur Popularisierung und Wirken berühmter Persönlichkeiten in Großbothen (W. Ostwald und seine Familie, Wilhelm Wundt u.a.).



Abb. 4
Fritz Mauer als „Wilhelm Ostwald“ zum Tag der Sachsen am 10. Sept. 2008 in Grimma.

1997: Beschluss der Landeshochschulkonferenz, den Landsitz als „Tagungsstätte der sächsischen Hochschulen“ zu nutzen.

2000: Gespräche zwischen dem Staatsministerium für Finanzen und der Universität Leipzig hinsichtlich einer Übernahme des Landsitzes, ohne Ergebnis.

2004, 14. Dezember: Einstellung der Finanzierung für das Museum seitens des Ministeriums für Wissenschaft und Kunst des Freistaates Sachsen (SMWK) mit Schreiben vom 14. Dezember.

2005: Vorübergehende Schließung (31. Januar bis August) des Archivs, Frau A.-E. Hansel führte zwischenzeitlich das Archiv stundenweise weiter. Auf Grund der starken, auch internationalen Proteste erfolgten mehrere Gespräche mit dem SMWK, u.a. auch mit der Staatskanzlei. Hierzu musste die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ein integriertes Konzept vorstellen, welches die Ideen und Vorstellungen der WOG, der Universität Leipzig und der SAW zusammentrug. Gleichzeitig bemühte sich Prof. Offermanns um die Auszeichnung der Gedenkstätte als Historische Stätte der Chemie. Noch zu Beginn der Sommerpause verabredeten die sächsische Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Barbara Ludwig, und Prof. W. Reschetilowski, neu gewählter 1. Vorsitzender der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen, konstruktive Partnerschaft zum Gedenken an Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald. Dr. Voigtmann, Leiter der Landesstelle für Museen, stellte eine

museale Konzeption auf, die Gedenkstätte wurde dem Landratsamt Grimma unterstellt.

2005, 1. Sept.: Auszeichnung der Wohn- und Wirkungsstätte in Großbothen als fünfte „Historische Stätte der Chemie“ Deutschlands, Enthüllung der Ehrentafel durch die Ministerin für Wissenschaft und Kunst des Freistaates Sachsen, Frau B. Ludwig, die Festreden vom 1. Vors. der WOG, Prof. W. Reschetilowski, Prof. P. Mischnik (Vizepräsidentin der GDCh) können u. a. der Internetseite [2] entnommen werden, eine Hochglanzbroschüre „Friedrich Wilhelm Ostwald“ wurde unter Federführung von W. Reschetilowski und Mitwirkung von K. Hansel, W. Hönle, H. Kaden, H. Remane erstellt.

2006: Am 30. März erfolgte die Übergabe der musealen Räumlichkeiten an das Landratsamt Grimma. Vom 01. 04. 2006 - 31.12.2007 leitete Dr. Ulf Molzahn das Museum. Gleichzeitig wurde die Sanierung der oberen Wohnung und einiger Kellerräume sowie eine Sicherungssanierung des Waldhauses durchgeführt sowie das museale Konzept von Herrn Dr. Voigtmann umgesetzt.

2007: Zur weiteren Ausarbeitung eines Konzeptes mit der Suche nach weiteren Nutzungsmöglichkeiten der Gedenkstätte richtete das SMWK eine Arbeitsgruppe ein, die sich Gedanken um das Schicksal der Gedenkstätte machte. Nach der Entscheidung des SMF, dem Eigentümer der Gedenkstätte, die Liegenschaft unter Auflagen abzugeben, wurde durch die Stiftungskommission (W. Reschetilowski, H. Papp, W.-D. Einicke, W. Hönle) das Konzept der WOG für die Übernahme der Gedenkstätte beim SIB in Leipzig eingereicht.

2008, 01. Januar: Frau Prof. Sabine Tanz übernahm die Museumsleitung.

2008, 17. Oktober: Es erfolgte die Kündigung des Nutzungsverhältnisses der WOG für die Häuser „Glückauf“ und „Werk“ sowie Räumen im Haus „Energie“ zum 31. Dezember 2008 durch SIB.

2008, 17. Dezember: Zeremonie in Großbothen zur Unterschrift durch die neu gegründete gemeinnützige „Gerda und Klaus Tschira Stiftung“, Reden vom Chef des SIB D. Janosch, vom Finanzminister Prof. Unland, von Herrn Dr. Klaus Tschira und dem Kanzler der Universität Leipzig Dr. Nolden.

2008, 29. Dezember: Übergabe der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte an SIB und anschließend an die Gerda und Klaus Tschira Stiftung - seit 01. Januar 2009 heißt das Objekt „Wilhelm Ostwald Park“. Geschäftsführer ist Herr Konrad Müller, Heidelberg.

(Ansprechpartnerin in Großbothen: Frau Ira Ebert, e-Mail: ira.ebert@wilhelm-ostwald-park.de).

2. Festveranstaltungen und Höhepunkte Leipzig/Großbothen

1953: Feier und Ehrung Wilhelm Ostwalds anlässlich seines 100. Geburtstages in Großbothen [12], Professor Herbert Staude eröffnete als Institutsdirektor die Feier zum 100. Geburtstag im Physikalisch-chemischen Institut „PCI“ der Universität Leipzig, den Festvortrag hält Rudolph Zaunick (Halle).

1978, 12./13. September: Festkolloquium der Sektion Chemie und der Chemischen Gesellschaft der DDR aus Anlass des 125. Geburtstages im „PCI“, Vortragende: G. K. Boreskov (Nowosibirsk), I. Haber (Krakow), K. Schwabe (Meinsberg), H. Gerischer (Berlin-Dahlem), G. Kelbg (Rostock), I. Stradins (Riga), L. Rathmann (Leipzig); Monographie: Wiss. Beiträge „Zum 125. Geburtstag von Wilhelm Ostwald“, Leipzig 1980.

Die Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig veranstaltete unter Vorsitz ihres Präsidenten K. Schwabe im November 1978 eine Festsitzung. W. Ostwald war bereits im Jahr seiner Übersiedlung 1887 von Riga nach Leipzig am 24. Dezember Ordentliches Mitglied der damals Königlich-Sächsischen Akademie der Wissenschaften geworden.



Abb. 5
Nach den Vorträgen in Leipzig die Führung für die Gäste durch Gretel Brauer in Großbothen.

1979, 5. Mai: Wissenschaftliche Studentenkonferenz zum Lebenswerk von W. Ostwald an der Universität Leipzig, den 1. Preis erhielt die Arbeit: Wilhelm Ostwald als Lehrer und Forscher an der Leipziger Universität (U. Messow, M. Marx, E. Marx).



Abb. 6
Studenten der von U. Messow betreuten Seminargruppe transportieren ein Poster zur Geschichte der Ammoniakverbrennung von Leipzig nach Großbothen.

1982: G. Lotz, L. Dunsch, U. Kring: Edition Ostwaldscher Schriften aus Anlass des 50. Todestages von W. Ostwald. In dieser Monographie wird auf die ersten Arbeiten von F. Herneck, H.-G. Körber, L. Striebing, G. Harig und I. Strube zur Würdigung von W. Ostwald verwiesen.

1987, 25. bis 27. August: Hauptjahrestagung der Chemischen Gesellschaft der DDR in Leipzig und Würdigung der Berufung von W. Ostwald und der Gründung der Zeitschrift für physikalische Chemie 1887, Herstellung eines Films (16 mm) durch die Film- und Bild-Stelle der Universität Leipzig (13 min, Original im Archiv der Fakultät für Chemie und Mineralogie der Universität Leipzig).



Abb. 7
Die Autoren des Drehbuchtextes Ulf Messow und Konrad Krause (im Bild links neben G. Brauer) mit dem Kamerateam in Großbothen.

1998, 9./10. Januar: Festkolloquium anlässlich des 100-jährigen Jubiläums der Einweihung des Physikalisch-chemischen Instituts an der Universität Leipzig, Vortragende: R. Szargan, H. C. Papp, H. Baumgärtel, K. Krause, G. Ertl, M. Winnewisser, J. Schwuger, W. Fratzscher, W. Lorenz/A. Meisel/K. Quitzsch, Habilitanden: K. Möhle/K.-H. Hallmeier/G. Wittstock; Namensverleihung; 11. Januar Großbothen: Vorträge: R. Schmidt, M. Brauer, W. Höflechner.



Abb. 8
Konrad Quitzsch nimmt die Urkunde der Namensverleihung „Wilhelm-Ostwald-Institut für Physikalische und Theoretische Chemie“ durch den Rektor Volker Bigl entgegen.

2003: Jubiläumsveranstaltungen zum 150. Geburtstag von W. Ostwald, 5. September Festveranstaltung in Leipzig (Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Universität Leipzig und Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft), Professor K. Funke drückte anlässlich seiner Grußansprache die erneute Bereitschaft der Zusammenarbeit zwischen der Bunsen-Gesellschaft und der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft aus, Mitgliedsnummer der Deutschen Bunsen-Gesellschaft Nr. 192, siehe Mitt. 4/2003, vergl. auch [13].

Nachdruck: Ostwald, W.: Lebenslinien - Eine Selbstbiographie und Herausgabe einer umfangreichen Dokumentation ‚Zu Bedeutung und Wirkung der Farbenlehre W. Ostwalds‘ (Hrsg./Bearb. E. Bendin) [33] mit jeweils einführenden Worten des Ersten Vorsitzenden der WOG, K. Quitzsch.

Mehrere wissenschaftliche Veranstaltungen fanden statt in Halle, Meinsberg, Großbothen und Ausstellungen in Dresden, Grimma und Großbothen (Farbenforum der Technischen Universität Dresden in Zusammenarbeit mit der WOG „Schnittstelle Farbe“ in Dresden, „Resonanzen-Farbe als System“ in Grimma, „Grete Ostwald und Hans Hinterreiter – Eine Wahlverwandtschaft“ in Großbothen, s. hierzu auch [33]) sowie „Schönheit ist Gesetz“ in Leipzig (Kustodie und Wilhelm-Ostwald-Institut für Physikalische und Theoretische Chemie der Universität Leipzig in Zusammenarbeit mit der WOG).

Der Heimatverein Großbothen initiierte gemeinsam mit der WOG und mit Unterstützung des Landratsamtes, der Gemeindeverwaltung und von Vereinen des Ortes eine Reihe massenwirksamer Veranstaltungen zur Person und Familie Wilhelm Ostwalds, s. hierzu: Mitt. 3/2003.

2005, 1. bis 3. Sept.: 1. Wilhelm-Ostwald-Festtage - Festvorträge in Leipzig (H. Remane, H. Knoll, J. Weitkamp), Vorträge in Großbothen durch W. Oehme und F.-M. Matysik.

2006, 1.-2. Sept.: 2. Wilhelm-Ostwald-Festtage – Festveranstaltung in Leipzig unter Beteiligung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie [13], DECHEMA und GDCh, Festredner: A. Simon, O. Krätz, G. Calzaferrri, W. Oehme, D. Ufer.



Abb. 9

Im Vordergrund die Professoren G. Werner, A. Meisel, W. Fratzscher sowie G. Brauer (sitzend) in Erwartung des nachgespielten Umzuges der Familie Ostwald 1906 von Leipzig nach Großbothen.



Abb. 10
Inge und Fritz Mauer als
Helene und Wilhelm Ostwald.

Die Zeitzeugin Frau Dipl.-Ing. Inge Mauer lebt seit 1963 in der ehemaligen Wohnung von G. Ostwald im Haus „Energie“ und arbeitete bis zum Renteneintritt in der Abteilung Farbforschung der Akademie der Wissenschaften zu Berlin bzw. im „Labor Farbrezeptierung“.

Immer wieder haben sich Hochschullehrer und Mitarbeiter der Universität Leipzig zum Leben und Wirken von Wilhelm Ostwald anlässlich besonderer Jubiläen geäußert: L. Beyer [14, 15] und E. Hoyer [15], G. Geiseler [16, 17], K. Krause und U. Messow [18 bis 24], A. Meisel [25], H. Staude [26], K. Scherzer [16], K. Sühnel [27]; auch Beiträge anderer Autoren aus dem In- u. Ausland müssen erwähnt werden, vgl. dazu Literaturübersichten [8, 9].

In Zusammenarbeit TV – Institutionen wurden auf dem Landsitz „Energie“ in Großbothen Themen zur Katalyse, ein „Porträt“ Ostwalds (1996) und sein Wirken als „Internationalist“ (2000) auf Video bzw. DVD gedreht (2 Abschlussarbeiten der Hochschule Mittweida).

Das Unternehmen TARGET Film und Video Produktion GmbH München gestaltete den Film „Die Katalyse Wilhelm Ostwalds“ für die Reihe „Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik“, Folge 51 (1997).

2009, 15. Mai: Auszeichnung des alten Chemischen Instituts in Leipzig durch die Gesellschaft Deutscher Chemiker als achte „Historische Stätte der Chemie“. In dem Gebäudekomplex Brüderstrasse 34 forschten, lehrten und wohnten unter anderem der Direktor des Zweiten Chemischen Laboratoriums, Wilhelm Ostwald 1887-1897, und Ernst Beckmann 1897-1912, Direktor des Laboratoriums für Angewandte Chemie.

Die Festbroschüre erstellten L. Beyer, U. Messow und H. Remane.

3. *Wilhelm-Ostwald-Lehrstuhl, Wilhelm-Ostwald-Medaille und Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis*

Wilhelm-Ostwald-Lehrstuhl: Der 125. Geburtstag Ostwalds 1978 war auch Anlass für die Universität Leipzig, jährlich einen Wilhelm-Ostwald-Lehrstuhl zu vergeben: Natalja A. Smirnova (Leningrad), Rudolf Zahradnik (Prag), Vadim I. Nefedov (Moskau), Nikolai Tyutyulkov (Sofia), M. Tanaka (Japan), S. Tulpanov,

V. I. Spicin, V. I. Kuznezov, Ju. I. Solovev (alle Sowjetunion), H. Gerischer (Berlin-Dahlem), J. Haber (Krakow), J. H. Wotiz (USA), F. Szabadvary (Budapest) – letzter Lehrstuhlinhaber war V. E. Katsnelson 1996.

Wilhelm-Ostwald-Medaille: Seit 1978 wird eine Wilhelm-Ostwald-Medaille in „Anerkennung besonderer wissenschaftlicher Leistungen, vorwiegend auf dem Gebiet der Natur- und Ingenieurwissenschaften“, von der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig verliehen, bisherige Preisträger sind die Professoren:

G. Geiseler (1979), V. I. Spicyn (1981), M. von Ardenne (1985), H. Sackmann (1993), W. Buchheim (1994), H. Penzlin (1996), H. Berg (1997), K. Quitzsch (1998), H. Hennig (2002), J. Stradinš (2004), G. Kreysa (2006), A. Meisel (2007).

Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis: Erstmals verlieh 2007 die WOG gemeinsam mit der Gesellschaft Deutscher Chemiker und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft den Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis – siehe auch Mitt. 1/2007, S. 25. und 2/2008, S. 47-63. Anlässlich der Verleihung an Margarete Vöhringer und Katrin Domke ergriff auch der Nobelpreisträger für Chemie, Gerhard Ertl, als Betreuer von K. Domke am 9. Februar 2008 im Vortragsraum des Hauses „Werk“ das Wort. (Anmerkung: Die Kolloid-Gesellschaft vergibt seit 1959 einen Wolfgang-Ostwald-Preis und führt seit 1995 spezielle Wolfgang-Ostwald-Kolloquia für Nachwuchswissenschaftler durch.)



Abb. 11
Nobelpreisträger Gerhard Ertl bei der Verleihung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreises in Großbothen.

4. Zur Gründung und Geschichte der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen

1990: Gründungsversammlung am 17. November und Vorlage, Diskussion und Beschlussfassung eines Statuts: Verein „Freunde und Förderer der Wilhelm - Ostwald – Gedenkstätte ‚Energie‘ Großbothen“. Die aktuelle, vom 15. Februar 2003 beschlossene Satzung kann [2] entnommen werden.

24 Gründungsmitglieder: H. Behret, Frankfurt/M.; Geschäftsführer der Dt. Bunsenges. für phys. Chem.; Gretel Brauer, Großbothen, Leiterin der Ostwald Gedenkstätte; Georg Brauer, Freiburg; J. P. Domschke, Mittweida, Ingenieurhochschule;

L. Dunsch, Dresden, Inst. f. Technologie der Polymere; G. Gey, Grimma, Landrat; B. Groß, Berlin, Humboldt-Uni, wiss. Ltr. d. Kommunikations- u. Konferenzentrums Gosen; K. Hansel, Grimma, Chemieanlagenbau; H. Hennig, Univ. Leipzig, Sektion Chemie; M. Herrlich, Leipzig, Geschäftsführer; H. Kaden, Waldheim/Sa, Dir. d. Forschungsinst. „Kurt Schwabe“; F. Kleinhempel, Berlin, Humboldt-Univ.; A. Meisel, Univ. Leipzig, Inst. f. phys. Chemie; U. Messow, Dozent, Univ. Leipzig, Inst. f. phys. Chem.; H. Remane, Dozent, Pädagogische HS Halle, Fachbereich Chemie; F. Schmidhals, Univ. Bielefeld, Interdisziplinäres Zentrum f. Hochschuldidaktik; E. Schock, Dezernent, Landratsamt Grimma, Sozial-, Bildungs- u. Kulturverwaltung; K. Schuhmann, Frankfurt/M., 1. Vors. d. Deutschen Bunsenges. für phys. Chem.; D. Senf, Großbothen, Bürgermeister; W. Stiller, AdW Leipzig, Zentralinst. f. Isotopen- u. Strahlenforschung; K. Sühnel, Univ. Leipzig, Karl-Sudhoff-Inst.; J. Troe, Univ. Göttingen, Dir. d. Inst. für phys. Chemie; G. Werner, Univ. Leipzig, Ltr. Inst. f. analyt. Chemie, Sektion Chemie; C. Weiss, Univ. Leipzig, Direktor der Sektion Chemie; Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.; Kreisgruppe Grimma.

Anlässlich der Gründungsversammlung wurden **13 Ehrenmitglieder** vorgeschlagen:

Prof. Dr. h. c. M. von Ardenne, Prof. em. Dr. H. Berg, Frau M. Brauer, Prof. Dr. M. Eigen, Prof. em. Dr. G. Geiseler, Prof. em. Dr. F. Herneck, Frau T. Maertzvan't Hoff, Prof. Dr. J. Stradins, Prof. Dr. Szabadvary, Dozent Dr. phil. L. Tansjö, Dr. Y. Watanabe, Dr. rer. nat. A.-L. Wold-Arrhenius, Prof. em. Dr. J. Wotiz.

Es folgten: 1999 Prof. Dr. K. Quitzsch, 2002 Prof. F. Bigl, 2004 Prof. Dr. F. Mauer, 2006 Prof. Dr. H. Bärnighausen, Prof. Dr. Dr. H. Offermanns.

H. Remane wurde zum 1. Vorsitzenden gewählt.

1991: Eintragung in das Vereinsregister Grimma, Register-Nummer 167.

1992: Rücktritt von H. Remane als 1. Vorsitzender.

1993: 16. Januar: Mitgliederversammlung und Wahl von Karl Hansel zum 1. Vorsitzenden, Verzicht der Bunsen-Gesellschaft auf Übernahme des 2. Vorsitzenden und Ruhen der Mitgliedschaft.

1995: Neufassung der Satzung, verbunden mit der Änderung des Vereinsnamens: „Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen“, Bildung der Arbeitsgruppen „Soziale Energetik“ und „Farblehre“.

1996, 6. Jan.: Erste Zusammenkunft des wissenschaftlichen Beirates, dazu wurden gewählt: Prof. W. Fratzscher; Dr. K. Hansel, Prof. Kunz, DI H. Männel, Prof. F. Mauer, Dr. H. Mohry; Prof. M. Winnewisser; Aufgaben u.a. Festlegung der Vorträge in Großbothen; Empfehlungen zur Einrichtung einer Wilhelm-Ostwald-Stiftung; Beginn der Herausgabe der „Mitteilungen der Wilhelm Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. sowie ab 1997 die Reihe „Sonderhefte“ (s. Abschnitte 7, 8).

2000: Ab Mai 2000 bis heute ist die WOG im Internet präsent unter: www.wilhelm-ostwald.de.

2002: Antrag an die Mitgliederversammlung: Bildung eines Kuratoriums zur Verbesserung der Öffentlichkeitswirksamkeit, Ergänzung zur Satzung (vgl. Satzung in der Fassung vom 15. Febr. 2003)

2005, 11. April: Erstellung eines Konzeptes zur weiteren Nutzung der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte unter Federführung von Prof. W. Reschetilowski [2a].

2005, 2. Sept.: Das Kuratorium trat zur konstituierenden Sitzung zusammen, Mitglieder sind: Prof. G. Kreysa, (1. Vors.), Prof. M. Dröscher, Prof. G. Ertl, Dr. W. Hönle, Prof. H. Kaden, Prof. H.-J. Niclas, Prof. H. Offermanns, Dr. B. Pfalzgraf, R. Retzlaff, Dr. F. Schmidt, Prof. J. Teichmann, 2. Sitzung des Kuratoriums am 2. Sept. 2006 in Großbothen

2007, 2. und 3. März: Gießen und Frankfurt/Main - 3. Sitzung des Kuratoriums, Prof. H. Klenk entwickelte Vorstellungen zur Errichtung des „Energetikums“ (er ließ den Namen patentrechtlich schützen), wurde Projektleiter des „Energetikums“ und ein Initiativkreis zur Realisierung des in zwei Phasen zu errichtenden Projektes wurde vorgeschlagen – erstes Treffen am 5. Okt. 2007 in Frankfurt (siehe Protokoll W. Hönle 07.06.2007, Vereinsunterlagen).

2008: Erster Vorsitzender des Kuratoriums Prof. G. Kreysa, Zweiter Vors. Prof. H. Offermanns; Mitglieder: Prof. M. Dröschner, Prof. G. Ertl, Prof. H. Kaden, Prof. H.-J. Niclas, Dr. B. Pfalzgraf, R. Retzlaff; Aktuelle Mitglieder des wissenschaftlichen Beirates: PD Dr. E. Bendin, Prof. Dr. P. Claus, Prof. Dr. H. Hennig, Prof. Dr. H. Kaden, Prof. Dr. W. Grünert, Prof. Dr. W. Keim, Prof. Dr. J.-P. Domschke, Prof. Dr. W. Fratzscher, Dr. W. Hönle und Prof. Dr. W. Reschetilowski (s. Mitt. 2/2008).

5. Vorsitzende und Vorstandsmitglieder der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. 1990-2009

1990: Dr. H. Remane (Vors.), Dr. K. Schuhmann (Stellv.), Dr.-Ing. K. Hansel (Schatzmeister),

Beisitzer: Prof. Dr. A. Meisel; Prof. Dr. J. Troe

1993: (01.03.) K. Hansel (Vors.), Dr. K. Sühnel (Schatzmeister),

Beisitzer: Dr. U. Lotz; Prof. Dr. J.-P. Domschke; Dr. F. Schmidthals

1993: (13.11.) Prof. Dr. R. Schmidt (Vors.), K. Hansel (Stellv.)

K. Sühnel (Schatzmeister),

Beisitzer: J.-P. Domschke; U. Lotz; F. Schmidthals

1999: R. Schmidt (1. Vors.), Prof. Dr. W. Fratzscher (2. Vors.)

K. Hansel (geschäftsführendes Vorstandsmitglied),

Beisitzer: J.-P. Domschke; F. Engelhardt; Prof. Dr. E. Fanghänel

2001: Prof. Dr. K. Quitzsch (1. Vors.), W. Fratzscher (2. Vors.)

K. Hansel (geschäftsführendes Vorstandsmitglied),

Beisitzer: J.-P. Domschke, E. Fanghänel; W. Lewicki

2003: K. Quitzsch (1. Vors.), W. Fratzscher (2. Vors. u. Vors. d. wiss. Beirats), K. Hansel (geschäftsführendes Vorstandsmitglied),
Beisitzer: J.-P. Domschke; Prof. Dr. H. Dunken; Dr. W. Hönle

2005: Prof. Dr. W. Reschetilowski (1. Vors.) bis 6. Juli 2006, W. Hönle (2. Vors.),
K. Hansel (geschäftsführendes Vorstandsmitglied),
Beisitzer: PD Dr. F.-M. Matysik; Prof. Dr. W. Oehme; Prof. Dr. J. Schmelzer

2007: Prof. Dr. H. Papp (1. Vors.), Prof. Dr. W.-D. Einicke (2. Vors.),
Beisitzer: W. Hönle; F.-M. Matysik; J. Schmelzer

2008: Nachwahl von Prof. Dr. U. Messow für W. Hönle als Beisitzer

2009: H. Papp (1. Vors.), W.-D. Einicke (2. Vors.),
Beisitzer: PD E. Bendin; J.-P. Domschke; U. Messow; J. Schmelzer

Der Vorstand der WOG kann laut Satzung sowohl durch ein Kuratorium als auch durch den wissenschaftlichen Beirat beraten werden.

Mitgliederentwicklung: 1990: 24 Gründungsmitglieder, 1996: 135 Mitglieder, 1999: 155, 2003: 175, 2005: 188, 2009: 189 (davon 15 ausländische).

6. Großbothener Gespräche seit 1975

Die Vortragsreihe wurde 1975 von H. Berg und G. Brauer ins Leben gerufen. Sie reflektiert das breite Wirken Ostwalds auf verschiedensten Wissenschaftsgebieten als Chemiker, Hochschullehrer, Wissenschaftstheoretiker und -organisator, Philosoph oder Forscher auf dem Gebiet der Farbenlehre. Meist ausgehend von ersten Ideen und Gedanken Ostwalds stellten die vom wissenschaftlichen Beirat der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e. V. empfohlenen und ausgewählten Vortragenden neueste Erkenntnisse ihrer Wissenschaftsdisziplinen dar. Häufig wurden die Vorträge in den Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e. V. zu Großbothen nachträglich publiziert. Vor kurzem konnte zum 100. Großbothener Gespräch eingeladen werden. Je nach Witterungsbedingungen fanden bis zur Sanierung des Hauses „Werk“ die Vorträge im „Farbenzimmer“ der Gedenkstätte, vor dem Haus „Energie“ oder sogar auf dem großen Parkplatz statt. Der Initiator der Großbothener Gespräche, Prof. Dr. H. Berg, ergriff bis 2008 sieben Mal das Wort.

Abb. 12
 Vortrag vor dem Haus „Energie“
 8. Großbothener Gespräch, 29.09.1984:
Stand und Perspektiven der Biotechnologie, Prof. Dr. F. Bergter, Direktor der
 ZIMMET Jena der AdW der DDR.



Abb. 13
 Vortrag im Farbenzimmer der Gedenk-
 stätte
 13. Großbothener Gespräch,
 07.09.1991:
The time Paradox – its Resolution,
 Prof. Dr. I. Prigogine (Nobelpreisträger
 1977), Direktor der Internationalen
 Institute für Physik und Chemie Brüs-
 sel.



Im Folgenden sind die Vorträge in ihrer Geschlossenheit ab 2003/04 aufgelistet:

69. 05.07.2003 *Ionenleitung in ungeordneten Materialien*, Prof. Dr. K. Funke, Univ. Münster, 1. Vorsitzender der Deutschen Bunsen-Gesellschaft
70. 11.10.2003 *Ostwalds Sozialtheorie im Wandel der Zeit*, Prof. R. Mocek, Halle, s. Mitt. 4/2003
71. 03.04.2004 *Soziokultureller Wandel der ostdeutschen Wissenschaftslandschaft- eine kritische Bilanz*, Prof. Dr. A. Hecht, Auerbach, s. Mitt. 2/2004
72. 08.05.2004 *Architektur und Design neuer poröser Netzwerke*, Prof. Dr. J. Sieler, Univ. Leipzig
73. 05.06.2004 *Assoziationskolloide oder Der Widerstreit der Gefühle bei amphiphilen Molekülen*, Prof. Dr. A. Blume, Univ. Halle

74. 04.09.2004 *Von SynTec zu Sensient: Eine ostdeutsche Erfolgsstory*, Dr. A. Richter, Wolfen
75. 25.09.2004 *Physikalisch-chemische Methoden der Krebsbekämpfung*, Prof. Dr. H. Berg, Jena
76. 06.11.2004 *Strukturfarben in der Natur*, Dr. Dostal, Leipzig
77. 09.04.2005 *Wie entstand die Materie in unserer Welt*, Prof. J. Hüfner, Heidelberg
78. 07.05.2005 *Weißer Biotechnologie für die Grüne Chemie: Neue Farben für ein verblichenes Gebiet?*, Prof. U. Stottmeister, Leipzig
79. 04.06.2005 *Die Schicksale des Atoms – von Ostwald zur modernen Quantenchemie*, Prof. Dr. J. Sauer, Berlin
80. 03.09.2005 *Die Nachwirkung der wissenschaftlichen Arbeiten von Wilhelm Ostwald. Eine bibliometrische Analyse*, Dr. W. Marx, MPI für Festkörperforschung Stuttgart
81. 01.10.2005 *Magnetischer Kohlenstoff. Eine wissenschaftliche Geschichte voller Skepsis und Vorurteile*, Prof. Dr. P. Esquinazi, Universität Leipzig
82. 05.11.2005 *Prinzipien der Biomineralisation: Apatit-Gelatine-Komposite – Eine interdisziplinäre Herausforderung*, Prof. Dr. R. Kniep, MPI für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden
83. 01.04.2006 *Naturwissenschaft und Bildung – historische Entwicklung, gegenwärtige Herausforderungen*, Prof. Dr. D. von Engelhardt, Uni. zu Lübeck, Inst. für Medizin- und Wissenschaftsgeschichte
84. 06.05.2006 *Industrielle Chemie im Wandel*, Prof. Dr. T. Beisswenger, Degussa AG Frankfurt /M.
85. 10.06.2006 *Beschichtungstechnologien über Nanowerkstoffe: Herstellung, Prozesstechnik und Kommerzialisierung*, Prof. Dr. H. Schmidt, Lehrstuhl für Neue Materialien, Universität des Saarlandes
86. 02.09.2006 *Energiewirtschaft und Energiepolitik in Deutschland*, Dr. D. Ufer, vormals Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig
87. 07.10.2006 *Aspekte der Sicherheit von Kernkraftwerken, vorgestellt am Beispiel des KKW Krümmel*, J. Kedziora, Kernkraftwerk Krümmel, Geesthacht

88. 04.11.2006 *Bienenwaben und Bananen – Wie einfache Moleküle komplexe Flüssigkristalle bilden*, Prof. Dr. C. Tschierske, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Organische Chemie
89. 14.04.2007 *Minimalflächen in der Physik – Seifenfilme als Hilfsmittel für physikalische Probleme*, PD Dr. D. Reichert, Dept. Physik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
90. 12.05.2007 *Ein Frühstück für die Sonne – Lichtempfindlichkeit von Kunstmaterialien*, Dipl. - Restaurator A. Pohlmann, Stiftung Moritzburg – Kunstmuseum des Landes Sachsen-Anhalt, Halle
91. 01.09.2007 *Energie aus Biomasse*, Prof. Dr. Dr. h. c. R. F. Hüttl, Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
92. 06.10.2007 *Ingenieurausbildung im 21. Jahrhundert*, Prof. Dr. G. Kammasch, Technische Fachhochschule Berlin
93. 10.11.2007 *Zwischen Freiheit der Forschung und Verantwortung für die Gesellschaft – Naturwissenschaftler im Jahrhundert der Diktaturen*, Dr. G. Barkleit, Hannah-Arendt-Institut für Totalitarismusforschung e.V. an der Technischen Universität Dresden, s. Mitt. 1/2009
94. 24.05.2008 *Biomasse für Energieträger*, Prof. Dr. E. Dinjus, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Chemisch-Physikalische Verfahren
95. 14.06.2008 *Brückenschläge zwischen heterogener Katalyse und Oberflächenforschung – Säure-Base katalysierte Alkan-Aktivierung*, Prof. Dr. H. Papp, Institut für Technische Chemie, Universität Leipzig
96. 13.09.2008 *Wilhelm Ostwalds Erkenntnistheorie*, Prof. Dr. L. Kreiser, Universität Leipzig, s. Mitt. 2/2009
97. 18.10.2008 *Die Sonne und das Klima*, Prof. Dr. U. Strohbusch, Department Physik der Universität Hamburg und Deutsches Elektronensynchrotron DESY, Hamburg
98. 15.11.2008 *Die Annalen der Naturphilosophie als Reflexion auf einen wissenschaftlichen Umbruch*, Prof. Dr. P. Stekeler-Weithofer, Präsident der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig

99. 23.05.2009 *Chaos an der Flüssigkeitsoberfläche: Innere Struktur, Dynamik und Transportverhalten von Phasengrenzsystemen*, Prof. Dr. Winkelmann, Institut für Physikalische Chemie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

100. 13.06.2009 *Neue Aspekte der „heterogenen“ Katalyse unter Verwendung ionischer Flüssigkeiten*, Prof. Dr. P. Wasserscheid, Lehrstuhl für chemische Reaktionstechnik, Universität Erlangen-Nürnberg

7. Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. seit 1996

Sie enthalten kommentierte, zum Teil bisher unveröffentlichte Texte aus dem Nachlass von Wilhelm Ostwald sowie Beiträge über ihn und sein Umfeld bzw. Vorträge, die anlässlich der „Großbothener Gespräche“ oder anderer Veranstaltungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft gehalten wurden. Auch auf Nachdrucke von Schriften und Lehrbüchern Ostwalds, die in elektronischer Form im Internet zu finden sind, wird aufmerksam gemacht, siehe Übersicht, Mitt. 2/2008.

Bis 2008 erschienen 46 Hefte, es ragt der Anteil der Beiträge von Karl Hansel (28 Beiträge) heraus, der bis zur 40. Ausgabe der Mitteilungen die Redaktion für den Vorstand als Herausgeber wahrnahm. Im Anschluss an die bereits publizierte Inhaltsübersicht 1/1996 bis 3/2003 im Heft 4/2003 der Mitt. schließen sich die weiteren Beiträge an:

4/2003

Wilhelm Ostwald im Kontext der Wissenschaft seiner Zeit / Ortrun Riha

Die Tätigkeit Professor Wilhelm Ostwalds für die

internationale Sprache IDO / Günter Anton

Wilhelm Ostwalds Sozialtheorie im Wandel der Zeit

/ Reinhard Mocek

Nordamerikanische Wissenschaftler im Laboratori-

um Wilhelm Ostwald in Leipzig / Karl Hansel

Auf der Suche / Wolfgang Hönle

Inhaltsübersicht für die Mitteilungen der Wilhelm-

Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. H. 1/1996

bis Heft 3/2003

1/2004

Vorlesungen zur Naturphilosophie (Vorlesungen 1-

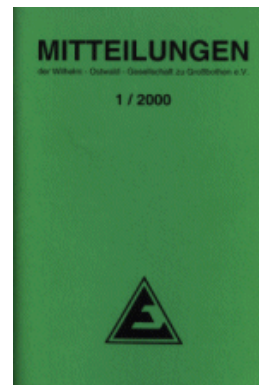
3) / Wilhelm Ostwald

Willensfreiheit und psychische Energie (1. Teil) /

Karl Hansel

Die Energontheorie in Kurzfassung / Hans Hass

Die Schule der Chemie / Karl Hansel



2/2004

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 4) / Wilhelm Ostwald
 Die Wilhelm-Ostwald-Medaille der Sächsischen Akademie der Wissenschaft zu
 Leipzig (2.Mitteilung) / Heiner Kaden, K.-H. Schlote
 Medienspiegel zu Wilhelm Ostwalds 150. Geburtstag / Karl Hansel, Wolfgang
 Hönle
 Soziokultureller Wandel der ostdeutschen Wissenschaftslandschaft als Konsequenz
 des gesellschaftlichen Transformationsprozesses nach dem Anschluss der DDR –
 eine kritische Bilanz / Arno Hecht

3/2004

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesungen 5 und 6) / Wilhelm Ostwald
 Politik und Schule / Wilhelm Ostwald
 Wie ich zu Wilhelm Ostwald kam / Eberhard Brauer
 Phänomen der 'Schule' der physikalischen Chemie / Danuta Sobczykńska
 Andere über Ostwald / Karl Hansel

4/2004

Vorlesung über Naturphilosophie (Vorlesung 7) / Wilhelm Ostwald
 The triumphs and threats of science. To follow the views of Wilhelm Ostwald and
 German Monistic League / Danuta Sobczykńska und Ewa Czerwińska
 Wilhelm Ostwald und die Universität Leipzig / Hartmut Kästner
 Führer durch das Phys.-chem. Institut / K. Baedeker
 Andere über Ostwald / Karl Hansel

1/2005

Quantitativer Vergleich des Ostwald'schen Farbsystems mit dem DIN-Farbsystem
 auf der Basis des Physiologischen Farbsystems (PCS) / M.B. Schuler, A. Heine-
 mann, E. Wetzel, J. Schramme
 Wilhelm Ostwald und der Werkbund: Anmerkungen zur Vorgeschichte des Streits
 / Albrecht Pohlmann
 Farbe, Alter und akzeptierte Wahrheit / Jan J. Koenderink
 Andere über Ostwald / Karl Hansel
 Pisa ist überall –wird die Ostwald-Gedenkstätte überleben? / Karl Hansel

2/2005

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 8) / Wilhelm Ostwald
 [Das Pianino] / Wilhelm Ostwald
 Die Ostwalds in Riga / Alida Zigmunde
 Über das Energielogo von Wilhelm Ostwald / Wolfgang Hönle
 Begegnung mit Levi Tansjö / Gretel Brauer
 Pisa ist überall - wird die Ostwald-Gedenkstätte überleben? (II) / Karl Hansel
 Antrag der Fraktion der PDS im Sächsischen Landtag / Volker Külow
 Antrag der Fraktion Bündnis 90/Grüne im Sächsischen Landtag /o. A.

Andere über Ostwald / Karl Hansel
 Wilhelm Ostwald geht auf Reisen / Wladimir Reschetilowski

3/2005

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 9) / Wilhelm Ostwald
 Die Kunstwissenschaft und die Farbe (I. und II. Teil) / Walter Gräff
 Walter Gräff: Ein Kunsthistoriker bedient sich der Naturwissenschaft / Albrecht Pohlmann
 Zur Erinnerung an Levi Tansjö (1929-2003), Chemiker und Chemiehistoriker /
 Horst Remane, Georg B. Kaufmann, Jan Sandström

4/2005

Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte wird neu gestaltet
 Pressemitteilung des Sächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst
 Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesungen 10 und 11) / Wilhelm Ostwald
 Wilhelm Ostwald als Vorbild – Kurt Schwabes Bezug zu dem Begründer der physikalischen Chemie / Heiner Kaden und Karl-Heinz Schlote
 Andere über Ostwald / Karl Hansel
 Ansprachen und Grußworte zur Enthüllung der Gedenktafel „Historische Stätte der Chemie“

1/2006

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung12) / Wilhelm Ostwald
 Ostwald vor 100 Jahren: Das Jahr 1906 (Teil1) / Karl Hansel
 Bei Wilhelm Ostwald in Leipzig / Ivan Plotnikov
 Ivan Stepanowič Plotnikow – ein kurzes biographisches Porträt / Elena Zaitseva
 Andere über Ostwald / Karl Hansel
 Antrag der WOG an den Petitionsausschuss beim sächsischen Landtag vom Dezember 2004
 Antwort des Petitionsausschusses vom Dezember 2005

2/2006

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung13) / Wilhelm Ostwald
 Ostwald vor 100 Jahren: Das Jahr 1906 (Teil 2) / Karl Hansel
 Energie und Katalyse / Klaus Mainzer
 Nachruft auf Wilhelm Ostwald / Robert Luther
 Eine Geschichte – oder Wie die Ostwaldgedenkstätte zu einem Exponat kam / Grete Brauer
 Dr. Ing. Karl Hansel / Ulrich Pofahl
 Was noch zu sagen wäre / Petra Mischnik

3/2006

Leben und Werk Wilhelm Ostwalds im Spiegel der Schriften von Karl Hansel / Heiner Kaden

Wilhelm Ostwald, Julius Wagner und die erste Professur für Chemiedidaktik in
Deutschland / Gisela Boeck
Aus der Welt der Wissenschaft / Wolfgang Hönle

1/2007

Nobelpreisträger im Dienste des Odolkönigs – eine Spurensuche / Wladimir Re-
schetilowski, Matthias Lienert, Heiner Hegewald
Heinrich Ostwald, ein in der Öffentlichkeit fast vergessener Forstmann / Albrecht
Milnik, Ulrich Pofahl
Wilhelm Ostwald vor 100 Jahren / Wolfgang Hönle

2/2007

Physikalisch-chemische Methoden in der Krebstherapie / Hermann Berg
Wolfgang Ostwald – und „der kolloid-disperse“ Zustand / Ulf Messow
Elektrochemische Brennstoffzellen: Nachwirkungen von Wilhelm Ostwalds Ener-
getik bis in das 21. Jahrhundert / Ulrich Guth, Heiner Kaden
Wilhelm Ostwald vor 100 Jahren / Wolfgang Hönle
In Farben setzen / Grete Ostwald

1/2008

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 14) / Wilhelm Ostwald
Aktuelle Gedanken zur Naturphilosophie Wilhelm Ostwalds / Steffen Schulz
Energiesplitter / Wolfgang Fratzscher
Prof. Dr. habil. Konrad Quitzsch zum 75. Geburtstag / Ulf Messow, Jürgen
Schmelzer
Die Farbnormung nach W. Ostwald / Paul Wölfel

2/2008

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 15) / Wilhelm Ostwald
Ostwalds biologische Energetik als Substrat der psychologischen Farbenlehre /
Eckhard Bendin
Das Kapillarviskosimeter nach Wilhelm Ostwald / Ulf Messow
Zum Wilhelm Ostwald-Nachwuchspreis / Wolfgang Hönle
Gretel Brauer / Beate Bahnert
Andere über Ostwald: e.books von Wilhelm Ostwald / Wolfgang Hönle

1/2009

Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 16) / Wilhelm Ostwald
Wilhelm Ostwalds „Geschichte der Elektrochemie“ von 1896 und die Entwicklung
der Bioelektrochemie seit Luigi Galvani bis heute / Hermann Berg
Fritz Köhler – Universitäts-Mechaniker bei Wilhelm Ostwald von 1897 bis 1904 /
Ulf Messow, Wolfgang Hönle, Ulf Molzahn
Die Verantwortung des Wissenschaftlers – Manfred von Ardenne, Klaus Fuchs
und das atomare Patt / Gerhard Barkleit

Andere über Ostwald / Wladimir und Karin Reschetilowski
Nachruf auf Prof. Dr. Dr. Klaus Wetzel / Karl-Peter Dostal

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

Ernst Beckmann und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 1, 1997) K. Hansel, U. Messow, K. Quitzsch

Max Le Blanc und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 2, 1998) K. Hansel, U. Messow, K. Quitzsch

Theodor Paul und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 3, 1998) K. Hansel, U. Messow, K. Quitzsch

Georg Bredig und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 4, 1998), K. Hansel, U. Messow, K. Quitzsch

Robert Luther und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 5, 1998) K. Hansel, U. Messow, K. Quitzsch

Aus dem Briefwechsel Wilhelm Ostwalds zur Einführung einer Weltsprache
(Sonderheft 6, 1999) K. Hansel, F. Wollenberg

Wilhelm Ostwald - Bibliographie zur Farbenlehre, (Sonderheft 7, 1999) I. Brückner, K. Hansel

Die Farbenlehre Wilhelm Ostwalds. Der Farbenatlas
(Sonderheft 8, 2000) I. Mauer, K. Hansel

Carl Schmidt und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 9, 2000) R. S. Roß, K. Hansel

Wilhelm Ostwald - Eine Kurzbiografie, (Sonderheft 10, 2000) J.-P. Domschke, K. Hansel

William Ramsay und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 11, 2000) D. C. Goodall, K. Hansel

Eugen Ristenpart: Die Ostwaldsche Farbenlehre und ihr Nutzen
(Sonderheft 12, 2001) I. Mauer, G. Marx



Wilhelm Ostwald: Die Philosophie der Farbe. Briefunterricht zur Farben- und Formenlehre
(Sonderheft 13, 2002) I. Mauer

Wilhelm Ostwald. Gesamtschriftenverzeichnis.
Band 1: Selbstständig und unselbstständig erschienene Schriften, deren Neuauflagen und Übersetzungen 1875-1932, (Sonderheft 14, 2002) J. Altena, K. Hansel

Svante Arrhenius und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen
(Sonderheft 15, 2002) K. Hansel, L. Tansjoe

Wilhelm Ostwald. Gesamtschriftenverzeichnis.
Band 2: Referate und Rezensionen, (Sonderheft 16, 2003) K. Hansel, U. Köckritz

Wilhelm Ostwald - Ein Lesebuch, (Sonderheft 17, 2003) F. Schmithals

Nachhaltigkeit – Technik – Energetik (Vorträge), (Sonderheft 18, 2004) W. Fratzscher

Wissenschaftstheorie und -organisation (Vorträge), (Sonderheft 19, 2004) K. Krug

Wilhelm Ostwald: Das große Elixier: die Wissenschaftslehre, (Sonderheft 20, 2004) K. Hansel

Rudolf Goldscheid und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen, (Sonderheft 21, 2004) K. Hansel

Wilhelm Ostwald - Maltechnische Schriften 1904-1914, (Sonderheft 22, 2005) K. Hansel, A. Pohlmann

Edition Ostwald

2006 Beginn der Buchreihe Edition Ostwald mit dem Band 1 „Substanzmonismus“ und/oder „Energetik“ - der Briefwechsel von Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald (1910-1918) von R. Nöthlich, H. Weber, U. Hoßfeld, O. Breidbach, E. Krauß (auch unter Mitwirkung der WOG). Berlin: Verl. für Wissenschaft und Bildung, der zugleich als Band 10 in der Reihe der Ernst-Haeckel-Haus-Studien erschienen ist.

9. Anmerkungen zur musealen Ausstellung in der Gedenkstätte

Gemeinsam mit Studenten und der Institutswerkstatt des „PCI“ der Universität Leipzig sind in der Vergangenheit Schauobjekte für die Gedenkstätte zu Großbothen entstanden [3]: Modell der katalytischen Ammoniakverbrennung, Urthermostat nach Ostwald, Modell des „Schwingenden Chroms“ und Glasgeräte

wie das Kapillarviskosimeter und das Pyknometer nach Ostwald wurden zur Verfügung gestellt. Diese sehr einfachen Messgeräte sollten aus heutiger Sicht als Grundlage dienen und in ihrer Entwicklung lehrmethodisch bis zu Messgeräten der Gegenwart aufbereitet werden.



Abb. 14
Zusammenstellung diverser Pyknometer im Wilhelm-Ostwald-Institut der Universität Leipzig.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Temperatur- (Thermistor, Thermosäulen u. s. w. unter der besonderen Einbeziehung des Beckmann-Thermometers), Druckmessung oder Bestimmung der Ober- und Grenzflächenspannung als Beispiele der Grundgrößen der physikalischen Chemie sollten veranschaulicht werden. Eine größere Ausstellungsfläche wäre sicherlich dazu erforderlich und die Hilfe institutioneller Einrichtungen, die ältere Messgeräte aufbewahrt haben und zur Verfügung stellen könnten, siehe dazu auch aktuelle Marktübersichten [28-30] und historische Gerätebeschreibungen [31].

Wünschenswert wäre ferner die Herausstellung physikalisch-chemischer Besonderheiten und Eigenschaften (Farbe, Viskosität, Löslichkeit) in Abhängigkeit der Teilchengröße, die durch Wilhelm Ostwald bereits diskutiert und durch seinen Sohn Wolfgang Ostwald mit zu einem eigenständigen Lehrgebiet der „Kolloidchemie“ geführt haben – s. Mitt. 12/2007.

Literatur

- [1] Guth, P.: Eine gelebte Idee: Wilhelm Ostwald und sein Haus „Energie“ in Großbothen. München, 1999.
- [2] <http://www.wilhelm-ostwald.de> bzw. Vereinsunterlagen; Satzung (Änderung in der Fassung vom 2.9.2006) s. Mitt. 11 (2006), H. 3, S. 53-60. – [2a]: Integriertes Konzept zur Sicherung, Weiterentwicklung und Nutzung der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte als einmaligem Gelehrtsitz in Deutschland sowie zur Pflege und Aufarbeitung des wissenschaftlichen Nachlasses Ostwalds. Großbothen; Leipzig; Dresden, April 2005.

- [3] Sühnel, K.: Zur Geschichte der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte in Großbothen. NTM-Schriftenr. Gesch. Naturwiss., Technik, Med.-Leipzig 26 (1989), S. 81-89.
- [4] Salzer, R.: The house named „Energie“ and the formula for happiness. The Chemical Intelligencer (1995), S. 18-26.
- [5] Körber, H.-G.: Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Wilhelm Ostwalds. Berlin: Akad.-Verl., 1961.
- [6] Strube, W.: Die chemischen Institute der Leipziger Universität in der Geschichte der Chemie des 18. und 19. Jahrhunderts. Chem. Techn. 2 (1965), S. 65-69.
- [7] Domschke, J.-P.; Lewandrowski, P.: Wilhelm Ostwald: Chemiker, Wissenschaftstheoretiker, Organisator. Leipzig; Jena; Berlin, 1982.
- [8] Lotz, G.; Dunsch, L.; Kring, U.: Forschen und Nutzen: Wilhelm Ostwald zur wissenschaftlichen Arbeit. 2. Aufl. Berlin: Akad.-Verl., 1982.
- [9] Dunsch, L.: Ein Fundament zum Gebäude der Wissenschaften: 100 Jahre Jahre Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Leipzig: Geest & Portig, 1989. (Ostwalds Klassiker Sonderbd.)
- [10] Stiller, W.: Ludwig Boltzmann. Thun; Frankfurt/M.: Deutsch, 1989.
- [11] Schwabe, K.: Ständige Ausstellung im Haus Wilhelm Ostwalds. Spektrum 6 (1975), S. 28-29.
- [12] Thilo, E.: Z. f. Elektrochemie, Weinheim 57 (1953), S. 890.
- [13] Funke, K.: Zur Eröffnung der Zweiten Ostwaldtage in Leipzig, am 1. September 2006. Bunsen-Magazin 8 (2006), H. 6, S. 180-181.
- [14] Beyer, L.: Wilhelm Ostwald: universeller Förderer der Wissenschaften. Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung. Folge 5. HTWK Leipzig (1993), S. 3-30.
- [15] Beyer, L.; Hoyer, E.: Wilhelm Ostwalds wissenschaftliche Schule – ein Exzellenzcluster. Chemische Wegzeichen. Leipzig: Passage Verl. (2008), S. 122-135; Brauer, G.: Wilhelm Ostwald: Erinnerungen an meinen Großvater. Leopoldina (R. 3) 28.1982 (1985), S. 186-195.
- [16] Geiseler, G.; Scherzer, K.: Wilhelm Ostwald (1853-1932). In: Bedeutende Gelehrte in Leipzig. Zur 800-Jahr-Feier der Stadt Leipzig. Bd. 2. Leipzig, 1965, S. 51-62.
- [17] Geiseler, G.: Wilhelm Ostwald – Zur 50. Wiederkehr seines Todestages. Leopoldina (R. 3) 28.1982 (1985), S. 177-185.
- [18] Krause, K.; Messow, U.: Wilhelm Ostwald 1887 – 1987: 100jähriges Jubiläum seiner Berufung an die Leipziger Universität sowie Gründung der Zeitschrift für physikalische Chemie. Festschrift. Leipzig, 1987.
- [19] Krause, K.; Messow, U.: Die Entwicklung der Beziehungen von W. Ostwald zu Stadt und Universität Leipzig. Mitt.bl. Chem. Ges. DDR 34 (1987), S. 182-186.
- [20] Krause, K.; Messow, U.: Wilhelm Ostwald – sein Wirken als Hochschullehrer und seine Auffassungen zur Ausbildung von Chemikern, zum Hochschulunterricht und zum Erziehungswesen. Beiträge zur Entwicklung von Hochschulmethodiken 14 (1983), S. 1-40 + Anl.

- [21] Krause, K.; Messow, U.: Der Friedensgedanke bei Wilhelm Ostwald. Intern. Studien. Leipziger Hefte zur Friedensforschung 8 (1990), S. 103-113.
- [22] Messow, U.; Rindert, R.; Krause, K.: Einige Bemerkungen zum Briefwechsel und den freundschaftlichen Beziehungen zwischen Wilhelm Wundt und Wilhelm Ostwald. Wundt-Symposium Leipzig (1980), S. 400-407.
- [23] Messow, U.; Krause, K.; Einicke, W.-D.: Zur 100. Wiederkehr der Gründung des „Physikalisch-chemischen Instituts“ und des „Laboratoriums für angewandte Chemie“ an der Universität Leipzig. Chem. Techn. 6 (1997), S. 267-274.
- [24] Messow, U.; Krause, K.: Physikalische Chemie in Leipzig. Festschrift zum 100. Jahrestag der Einweihung des Physikalisch-chemischen Instituts an der Universität in Leipzig. Leipzig: Leipziger Univ. Verl., 1998.
- [25] Meisel, A.: Wilhelm Ostwald – Leben und Werk. Österr. Akad. Wiss. Phil.-Hist. Kl. 475 (1986), S. 205-220.
- [26] Staude, H.: Wilhelm Ostwald und die physikalische Chemie. Beiträge zur Universitätsgeschichte Bd. 1. Leipzig, 1959, S. 481-491.
- [27] Sühnel, K.: Wilhelm Ostwald und das 2. Chemische Laboratorium der Universität Leipzig. Chem. Techn. 3 (1997), S. 150-151.
- [28] Gehm, L.; Krause, K.-H.: Marktübersicht: Viskosimetrie. Nachr. Chem. Tech. Lab. 42 (1994), H. 12, M1-M26.
- [29] Hradetzky, G.; Sommer, D.: Marktübersicht: Flüssigkeitsdichtemessung. Nachr. Chem. Tech. Lab. 42 (1994), M1-M16.
- [30] Messow, U.; Knapikowski, R.; Möhle, L.; Hauthal, H. G.: Marktübersicht: Grenzflächenspannungs- und Randwinkelmessung. Nachr. Chem. Tech. Lab. 42 (1994), M1–M14.
- [31] Köhler, F.: Fritz Köhler Apparate und Messinstrumente als wissenschaftliche Hilfsmittel für die Fortschritte der Physiko-Chemie-Forschung. 72. Ausg. Leipzig: Fr. Köhler, 1928/29.
- [32] Bendin, E.: Über Anliegen und Schicksal der unveröffentlichten „Psychologischen Farbenlehre“ Wilhelm Ostwalds. Die Farbe 44 (1998), H. 4-6, S. 107-126.
- [33] Bendin, E. (Hrsg./Bearb.): Zu Bedeutung und Wirkung der Farbenlehre Wilhelm Ostwalds. Dokumentation zum 150. Geburtstag Wilhelm Ostwalds (1853-1932). Sonderheft ‚Phänomen Farbe‘, Dresden; Großbothen; Düsseldorf, 2003.
- [34] Ostwald, W.: Lebenslinien: eine Selbstbiographie. Bd. 3. Großbothen und die Welt: 1905-1927. Berlin: Klasing, 1927;
Lebenslinien: Eine Selbstbiographie. Nach der Ausgabe von 1926/27 überarbeitet und kommentiert von Karl Hansel / Wilhelm Ostwald; Karl Hansel [Bearb.]. Leipzig: Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, 2003. - 626 S. (Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Math.-naturwiss. Kl. 61)

Quellen der Abbildungen:

Abb. 1, 3, 12, 13 Gedenkstätte in Großbothen;

Abb. 2, 4, 6, 7, 9, 10, 14 Helga und Ulf Messow;

Abb. 5, 8 Archiv der Fakultät für Chemie und Mineralogie der Universität Leipzig;

Abb. 11 Inge Mauer.

Für Hinweise danken wir den Mitgliedern des Vorstandes der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen, Frau Dipl.-Ing. I. Mauer, Herrn Dr. Hönle und den Professoren F. Mauer, W. Reschetilowski, H. Kaden.

(In einigen Fällen verzichteten wir auf die Nennung der akademischer Grade der im Text erwähnten Personen).

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. Ulf Messow

Waldstr. 41

04668 Waldbardau

Dr. habil. Grit Kalies

Kantstr. 5

04275 Leipzig

Dr. Rico Rockmann

Ernestistr. 1

04277 Leipzig

DI Ulrike Köckritz

August-Bebel-Str. 7

04683 Naunhof

Prof. Dr. Lothar Kreiser

Universität Leipzig

Institut für Logik und Wissenschaftstheorie

Beethovenstraße 15

04107 Leipzig

Gesellschaftsnachrichten

Wir gratulieren

- zum **85. Geburtstag**
Herrn Prof. Dr. em. Hermann Berg, 16.07.
- zum **75. Geburtstag**
Herrn Dipl.-Ing. Walter Müller, 11.06.
- zum **70. Geburtstag**
Frau Prof. Dr. rer. nat. H. Dunken, 04.07.
- zum **65. Geburtstag**
Herrn Dr. rer. nat. Eggert Jung, 13.09.
- zum **60. Geburtstag**
Frau Prof. Dr. habil Danuta Sobczynska, 20.05.
Herrn Prof. Dr. Wolfgang Grünert, 02.08.
Herrn Dr. rer. nat. Ulrich Pophal, 24.08.

Spenden

Für großzügig bemessene Beiträge und Spenden bedankt sich der Vorstand sehr herzlich beim Carl Bosch Museum Heidelberg, Frau Tschira; Frau Prof. Dunken; Herrn Prof. Oehme; der Raiffeisenbank Grimma e.G.; Herrn Prof. Ruck; Herrn Prof. Schmelzer, Herrn Prof. Wassermann und Herrn Prof. Winnewisser.

Veranstaltungshinweise

Großbothener Gespräche:

- | | |
|--|---|
| <p>101. GG
5. Sept. 2009
14:00 Uhr</p> | <p>„Das Massensterben an der Grenze von Perm zur Trias: Das Wissen über die Vergangenheit des Lebens auf der Erde ist ein wichtiger Schlüssel zum Verstehen seiner Gegenwart und Zukunft“
Dr. Ludwig Weißflog, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)
<u>Veranstaltungsort:</u> Wilhelm Ostwald Park, 04668 Großbothen, Grimmaer Str. 25, Haus Werk</p> |
| <p>102. GG
Okt. 2009
14:00 Uhr</p> | <p>„Weiterentwicklung der Farbenlehre Ostwalds – Die Sättigung der Farbe“
Frau Dr. Eva Lübbe
TU Ilmenau
<u>Veranstaltungsort:</u> Wilhelm Ostwald Park, 04668 Großbothen, Grimmaer Str. 25, Haus Werk</p> |

Festveranstaltung zum 100. Jahrestag der Verleihung des Nobelpreises an Wilhelm Ostwald

Am 4. und 5. September 2009 veranstaltet die Fakultät für Chemie und Mineralogie zusammen mit der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. eine Festveranstaltung mit namhaften Referenten zum 100. Jahrestag der Verleihung des Nobelpreises an Wilhelm Ostwald. D.h., zur 500 Jahrfeier der Universität Leipzig, wurde Wilhelm Ostwald der Nobelpreis für Chemie für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Katalyse und seine grundlegenden Untersuchungen über chemische Gleichgewichtsverhältnisse und Reaktionsgeschwindigkeiten verliehen.

Wilhelm Ostwald wurde am 01.10.1887 Ordentlicher Professor für physikalische Chemie an der Universität Leipzig. 1906 schied er aus dem Dienst der Universität Leipzig aus, nach dem sein Antrag auf Vorlesungsbefreiung von der Universität abgelehnt worden war. Ab diesem Zeitpunkt, bis zu seinem Tod am 04.04.1932, lebte er als freier Forscher auf seinem Landsitz in Großbothen.

Am 01.09.2005 wurde die Wirkungsstätte von Wilhelm Ostwald als "Historische Stätte der Chemie" von der Gesellschaft Deutscher Chemiker gewürdigt. Der Text der Würdigungstafel beschreibt zusammenfassend das Lebenswerk des Universalgelehrten Wilhelm Ostwald folgendermaßen:

Wilhelm Ostwald führte als Mitbegründer der physikalischen Chemie den Energiebegriff in die chemische Forschung ein, formulierte eine wissenschaftliche Erklärung der Katalyse, entwickelte das katalytische Verfahren der Salpetersäure-Großproduktion aus Ammoniak und erarbeitete eine Lehre der Körperfarben mit Normen und Harmoniegesetzen. Weiterhin wirkte er als Naturphilosoph, Soziologe, Wissenschaftsorganisator, wissenschaftlicher Schriftsteller und Maler.

Das Programm der Veranstaltung sieht folgendermaßen aus:

Ablauf Freitag, 04. 09. 09 im Wilhelm-Ostwald-Institut der Universität Leipzig, Linnéstr. 2

14.00h

Grußworte: Ministerin für Wissenschaft und Kunst des Freistaates Sachsen, Dr. E.-M. Stange,
 Prorektor für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs, Prof. Dr. M. Schlegel
 Präsident der Sächsischen Akademie der Wissenschaften, Prof. Dr. P. Steckeler-Weithofer
 1. Vorsitzender der Deutschen Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie, Dr. W. von Rybinski
 Dekan der Fakultät für Chemie und Mineralogie, Prof. Dr. H. Krautscheid

14.45h

Vorträge:

14.45h – 15.30h	Prof. Dr. G. Ertl, Fritz Haber Institut Berlin, Nobelpreisträger „Katalyse: Von Ostwald zum atomaren Verständnis“
15.30h – 16.00h	Kaffeepause
16.00h – 16.45h	Prof. Dr. F. Schüth, Direktor des MPI in Mülheim Ruhr „Die Rolle der Katalyse in zukünftigen Energiesystemen“
16.45h – 17.30h	Prof. Dr. W. Reschetilowski, Institut für Technische Chemie, TU Dresden „Auf den Spuren Ostwalds in Dresden“
17.30h – 17.45h	Schlussworte: Prof. Dr. H. Papp

Die Vorträge beschäftigen sich mit aktuellen Forschungsthemen, die im Zusammenhang mit dem Wirken von Wilhelm Ostwald stehen.

Bisher angedachter Ablauf am Samstag, 05. 09. 09 in der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte Großbothen (Wilhelm Ostwald Park)

10.00 Uhr	Experimentalvorlesung Prof. Dr. W. Oehme, Prof. Dr. D. Sicker
12.00 Uhr	Mittagspause
14.00 Uhr	101. Großbothener Gespräch. Dr. Ludwig Weißflog, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) „Das Massensterben an der Grenze von Perm zur Trias: Das Wissen über die Vergangenheit des Lebens auf der Erde ist ein wichtiger Schlüssel zum Verstehen seiner Gegenwart und Zukunft“
16.00 Uhr	Kulturelle Veranstaltung (Calmus Ensemble)

Autorenhinweise

Manuskripte sollten im A5-Format (Breite 14,8 cm und Höhe 21 cm) mit 1,5 cm breiten Rändern in einer DOC-Datei via E-Mail oder als CD-ROM eingereicht werden. Als Schriftform wählen Sie Times New Roman, 10 pt und einfacher Zeilenabstand. Schreiben Sie linksbündig, formatieren Sie keinen Text und keine Überschriften, fügen Sie Sonderzeichen via „Einfügen“ ein.

Graphische Elemente und Abbildungen bitte als jeweils eigene Dateien liefern.

Bei **Vortragsveröffentlichungen** ist die Veranstaltung mit Datum und Ortsangabe in einer Fußnote anzugeben.

Alle **mathematischen Gleichungen** mit nachgestellten arabischen Zahlen in runden Klammern fortlaufend nummerieren.

Tabellen fortlaufend nummerieren und auf jede Tabelle im Text hinweisen. Tabellen nicht in den Text einfügen, sondern mit Überschriften am Ende der Textdatei aufführen.

Abbildungen fortlaufend nummerieren, jede Abbildung muss im Text verankert sein, z.B. „(s. Abb. 2)“. Die Abbildungslegenden fortlaufend am Ende der Textdatei (nach den Tabellen) aufführen. Farbabbildungen sind möglich, sollten aber auf das unbedingt notwendige Maß (Kosten) beschränkt sein. Die Schriftgröße ist so zu wählen, dass sie nach Verkleinerung auf die zum Druck erforderliche Größe noch 1,5 bis 2 mm beträgt.

Literaturzitate in der Reihenfolge nummerieren, in der im Text auf sie verwiesen wird. Zur Nummerierung im Text arabische Zahlen in eckigen Klammern und im Verzeichnis der **Literatur** am Ende des Textes ebenfalls auf Zeile gestellte arabische Zahlen in eckigen Klammern.

1. Bei Monografien sind anzugeben: Nachnamen und Initialen der Autoren: Titel des Buches. Aufl. (bei mehrbändigen Werken folgt: Bandangabe. Titel.) Verlagsort: Verlag, Jahr, Seite.

2. Bei Zeitschriftenartikeln sind anzugeben: Nachnamen der Autoren und Initialen (max. 3, danach – u.a.- getrennt durch Semikolon): Sachtitel. Gekürzter Zeitschriftentitel Jahrgang oder Bandnummer (Erscheinungsjahr), evtl. Heftnummer, Seitenangaben.

3. Bei Kapiteln eines Sammelwerkes oder eines Herausgeberwerkes sind anzugeben: Nachnamen und Initialen der Autoren: Sachtitel. In: Verfasser d. Monografie, abgek. Vorname (oder Herausgebername, abgek. Vorname (Hrsg.): Sachtitel des Hauptwerkes. Verlagsort: Verlag, Jahr, Seitenangaben.

Es folgen einige Beispiele:

Literatur

[1] Ostwald, W.: Lehrbuch der allgemeinen Chemie. 2. Aufl. Bd. 1. Stöchiometrie. Leipzig: Engelmann, 1891, S. 551.

[2] Fritzsche, B.; Ebert, D.: Wilhelm Ostwald als Farbwissenschaftler und Psychophysiker. Chem. Technik 49 (1997), 2, S. 91-92.

[3] Franke, H. W.: Sachliteratur zur Technik. In: Radler, R. (Hrsg.): Die deutschsprachige Sachliteratur. München: Kindler, 1978, S. 654-676.

Folgendes Informationsmaterial können Sie bei uns erwerben:

Ansichtskarten vom Landsitz „Energie“	0,50 €
Postkarten mit Gemälden W. Ostwalds (Ostseebilder)	0,50 €
Domschke, J.-P.; Lewandrowski, P.: Wilhelm Ostwald. Urania-Verl., 1982	5,00 €
Zu Bedeutung und Wirkung der Farbenlehre W. Ostwalds Sonderheft zum 150. Geburtstag Wilhelm Ostwalds Phänomen Farbe 23 (2003), September	5,00 €
Guth, P.: Eine gelebte Idee: Wilhelm Ostwald und sein Haus „Energie“ in Großbothen. Hypo-Vereinsbank Kultur u. Ges. München. Wemding: Appl. (Druck), 1999	5,00 €
Edition Ostwald 1: Nöthlich, R.; Weber, H.; Hoßfeld, U. u.a.: „Substanzmonismus“ und/oder „Energetik“: Der Briefwechsel von Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald (1910-1918). VWB, 2006	15,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Quartalshefte ab Heft 1/1996) je dto, ab Heft 2/2008 je	5,00 € 6,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Sonderhefte 1 -22), Themen der Hefte u. Preise finden Sie auf unserer Homepage	div.
Beyer, Lothar: Wege zum Nobelpreis. Nobelpreisträger für Chemie an der Universität Leipzig: Wilhelm Ostwald, Walther Nernst, Carl Bosch, Friedrich Bergius, Peter Debye. Universität Leipzig, 1999.	2,00 €
Historische Stätten der Chemie: Friedrich Wilhelm Ostwald. Leipzig/Großbothen, 1. September 2005. GDCh/DBG/SAW/WOG	-