

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

11. Jg. 2006, Heft 2

ISSN 1433-3910

---

## Inhalt

Zur 41. Ausgabe der „Mitteilungen“ .....	3
Vorlesungen über Naturphilosophie Die Substanzen (Vorlesung 13) <i>Wilhelm Ostwald</i> .....	5
Ostwald vor 100 Jahren: Das Jahr 1906 (Teil 2) <i>Karl Hansel</i> .....	17
Energie und Katalyse <i>Klaus Mainzer</i> .....	19
Nachruf auf Wilhelm Ostwald <i>Robert Luther</i> .....	37
Eine Geschichte - oder - Wie die Ostwaldgedenkstätte zu einem Exponat kam <i>Gretel Brauer</i> .....	49
Dr. Ing. Karl Hansel <i>Ulrich Pofahl</i> .....	52
Was noch zu sagen wäre .....	57
Gesellschaftsnachrichten .....	58
Protokoll der Mitgliederversammlung vom 18.02.2006 Angestrebte Satzungsänderung .....	67

---

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. 2006, 11. Jg.

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

Dr.-Ing. K. Hansel/I. Ebert

Grimmaer Str. 25, 04668 Großbothen,

Tel. (03 43 84) 7 12 83 / Fax (03 43 84) 7 26 91

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](http://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.

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

Einzelpreis pro Heft € 5,-. Dieser Beitrag trägt den Charakter einer Spende und enthält keine Mehrwertsteuer.

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

## Zur 41. Ausgabe der „Mitteilungen“

Liebe „Freunde und Förderer der Wilhelm -Ostwald-Gedenkstätte“,

so haben Sie sich am 17. November 1990 genannt, als Sie sich beratend zusammenfanden.

Sie machten sich Sorgen um Wilhelm Ostwald und, machten meine Sorgen zu den Ihren.

Unsere selbstgestellte Aufgabe, Ostwalds Erbe zu schützen, begann vor Ort ganz nüchtern mit Heizung für das Archiv im „Haus Energie“ und dringenden Sanierungsmaßnahmen. Wer nahm das organisatorisch in die Hand? Karl Hansel.

Er schrieb die Anträge, verhandelte mit Behörden und Betrieben und beschaffte helfende Hände... Die anderen, die nicht selbst Hand anlegen konnten, trugen Ostwalds Gedanken in Institute ihrer Hochschulen und brachten verstärkt Gäste ins Archiv. Sie weckten Interesse und Neugier von Institutionen der alten Bundesländer, sorgten für „Public Relations“.

Ein paar Jahre später waren die drei großen Häuser und der Park gar nicht mehr wieder zu erkennen. Mit Stolz konnte alles vorgezeigt werden. Die gepflegte Umgebung lud ein, Tagungen wie Lehrgänge zu beherbergen.

Sie, liebe Weggenossen vom Anfang, bekundeten 1995 Ihren Willen, das gewachsene Engagement unter einem neuen Namen zum Ausdruck zu bringen. Die „Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen“ steckte sich höhere Ziele.

Da alle Fäden sowieso über Familie und Großbothen zusammenliefen, wurde hier die Idee von „gedruckten Nachrichten aus dem historischen Mittelpunkt“ geboren. Karl Hansel übernahm den Auftrag, das „Mitteilungsblatt“ zu schaffen.

Jeder war aufgerufen, Ideen einzubringen. Man plante Beiträge biographischer wie bibliographischer Natur. Man erwartete, den interessanten Inhalt der Vorträge von den Großbothner Gesprächen zu erfahren. Bisher unveröffentlichte Arbeiten Ostwalds könnten auch 70 Jahre nach seinem Tode noch reizvoll - weil hochaktuell -, zu lesen sein.

Kapitel aus W. O.s philosophischen Büchern wurden einem jungen Leserkreis erschlossen. Schilderungen internationaler alter und neuer Kontakte bereicherten das Spektrum der Themen. Die „Mitteilungen“ berichteten vom gesamten wissenschaftlichen Leben auf der „Energie“ und brachten - das sollte für das Zusammenwachsen keinesfalls unterschätzt werden - auch Vereins-Nachrichten.

Wir können mit Heft 1/2006 auf den 11. Jahrgang verweisen. 40 grüne Hefte, mit jeweils 70 Seiten, gefüllt mit Lesenswertem erreichten die Mitglieder.

In jedem Quartal begrüßte Sie der „Redakteur“ mit eigenen Worten. Er stimmte Sie sozusagen auf das neue Heft ein. Karl Hansels Texte waren vielumfassend, aber recht unterschiedlich: mal berichtend und analysierend, mal kleine Dinge mit historisch-kritischem Scharfblick in große Zusammenhänge stellend. Sein oft tro-

ckener Stil war sachlich, kenntnisreich, verantwortungsbewusst, immer aber stand er mit seiner Gründlichkeit für jedes seiner Worte ein.

Die Vorarbeiten für dieses Heft stammen noch von ihm, doch Sie finden von ihm keine Einführung mehr.

Seine Stimme ist am 06. Mai für immer verstummt.

Was er aber für das Erbe Wilhelm Ostwalds tat,  
ist im besten Sinne ENERGIE bewahrend.

In seinem Namen sage ich Ihnen Lebewohl!  
Ihre alte Gretel Brauer

Großbothen, im Mai 2006

# Vorlesungen über Naturphilosophie<sup>1</sup>

Wilhelm Ostwald

## DREIZEHENTE VORLESUNG

### DIE SUBSTANZEN

In der Philosophie spielt der Begriff der Substanz von jeher eine wichtige Rolle. Man nennt Substanz das, was bei eintretenden Änderungen bestehen bleibt, und es leuchtet abgesehen von aller Metaphysik ein, dass die Auffindung und Klarstellung solcher konstanter Größen, auf welche man den Wechsel der Erscheinungen beziehen kann, ein wertvolles Mittel zur Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse sind.

Nun ist, allerdings, wie dies nur zu leicht geschieht, aus dem Mittel oft ein Zweck geworden, und die mit der Eigenschaft des Bestehens ausgestatteten Anteile der Erscheinungen sind als das eigentlich Wirkliche, dem Wechselnden gegenüber als ein Wertvolleres und Wichtigeres angesehen worden. Dem gegenüber werden wir daran festhalten, dass die Ausbildung des Substanzbegriffes nur als eine besonders energische Betätigung der allgemeinen Begriffsbildung anzusehen ist. Wenn die Aufgabe vorliegt, aus den einzelnen Erlebnissen das Gemeinsame herauszusuchen, so wird sie durch Ermittlung dessen, was einer größeren oder kleineren Gruppe von Erscheinungen als das unveränderlich Bleibende anhaftet, in erster Linie gelöst.

In solchem Sinne hat man beispielsweise den gemeinsamen Charakter, der den Handlungen eines einzelnen Menschen anhaftet, auf die Beständigkeit seiner „Seele“ zurückgeführt, und daher eine Seelensubstanz angenommen. Ebenso hat man die Wärme, deren Menge bei einfachen Übertragungen (unter Ausschluss von Umwandlungen in anderen Energieformen) sich nicht ändert, als eine Substanz angesehen. Doch ist in solchen Fällen früher oder später die Veränderlichkeit dieser „Substanzen“ erkannt worden. Der Mensch ändert sich mit den Jahren, und das Entstehen und Verschwinden von Wärme, beispielsweise beim Schmelzen und Erstarren der Stoffe, wurde durch den widersprechenden Begriff der versteckten oder latenten Wärme nur notdürftig in einen formellen Einklang mit dem Substanzbegriff gebracht.

Indessen hat die Forschung uns doch eine Reihe von Größen erkennen lassen, welche sich bei allen bekannten Umwandlungen unverändert der Menge nach erhalten, und denen daher in solchem Sinne der Name von Substanzen zugeschrieben werden darf. Zuerst ist dies mit der Masse geschehen; das am Ende

---

<sup>1</sup> OSTWALD, Wilhelm: Vorlesungen über Naturphilosophie : gehalten im Sommer 1901 an der Universität Leipzig. Leipzig : Veit, 1902. - S. 277-293. Der Wiederabdruck des Buches beginnt mit den Vorlesungen 1-3 ab Heft 1/2004 der „Mitteilungen“.

des achtzehnten Jahrhundert ausdrücklich aufgestellte, und seitdem im wesentlichen überall bestätigte Gesetz von der Erhaltung der Masse bei allen Vorgängen, insbesondere auch bei chemischen, hat seitdem sich so in den Vordergrund gestellt, dass gegenwärtig sprachlich die Neigung besteht, unter Substanz nur die mit Masse behafteten Dinge zu verstehen. Da wir für diese Dinge indessen bereits das in dieser Beziehung unzweideutige Wort *Materie* benutzen, so erscheint die in der älteren Philosophie und Naturwissenschaft stets festgehaltene allgemeinere Auffassung der Substanzen als der quantitativ unveränderlichen Dinge, unabhängig von ihren sonstigen Eigenschaften, auch als die angemessenere.

Fragen wir uns, ob in solchem Sinne außer der Masse noch andere Substanzen vorhanden sind, so müssen wir mit ja antworten. Vor allen Dingen ist es die Energie selbst, welche ein Erhaltungsgesetz erkennen lässt. Ferner gibt es ein Gesetz von der Erhaltung der Elektrizitätsmenge, ein Gesetz von der Erhaltung der chemischen Elemente, eines von der Erhaltung des Schwerpunktes, und so noch einige weitere Erhaltungsgesetze. Wir wollen versuchen, ob sich diese verschiedenen Gesetze einer einigenden Betrachtung unterziehen lassen.

Zu diesem Zwecke fassen wir zunächst unsere allgemeinsten naturwissenschaftlichen Begriffe: Zeit, Raum und Energie ins Auge.

Die Zeit ergibt sich begrifflich aus der Erscheinung der Veränderlichkeit; bei ihr kann daher von Erhaltung, also Unveränderlichkeit, unmittelbar nicht die Rede sein. Wenn man will, kann man in der Unveränderlichkeit der Vergangenheit ein Erhaltungsgesetz sehen, insofern alles, was gewesen ist, der Möglichkeit irgendwelchen Wechsels bleibend entzogen ist. Doch ist bei der notwendigen Unvollkommenheit aller unserer Kenntnis von der Vergangenheit, und der Unmöglichkeit, neue Beziehungen zu ihr herzustellen, die Anwendung des Gesetzes zu bestimmten Zwecken beschränkt, wenn es auch allen unseren Überlegungen über den Verlauf der Erscheinungen zu Grunde liegt.

Dagegen ist der Begriff des Raumes als Ausdruck einer wenigstens relativen Unveränderlichkeit gewisser Gebiete unserer Erlebnisse aufzufassen, und für ihn werden also Substanzbeziehungen zu erwarten sein. In der Tat ist uns das Gesetz von der Erhaltung des Raumes so geläufig, dass wir es uns nicht besonders zum Bewusstsein bringen, da es eben unaufhörlich in unserem Bewusstsein vorhanden ist. Es besagt, dass die Größe eines gegebenen Raumes durch nichts, was in diesem Raume vor sich geht, geändert werden kann. Alles, was geschieht, bewirkt nur eine verschiedenartige Erfüllung des unveränderlich großen Raumes.

Dieser Satz hat allerdings eine bestimmte Bedeutung nur unter der früher entwickelten Voraussetzung, dass die festen Körper bei der Veränderung ihrer räumlichen Lage ihre Größe und Form behalten. Wir haben gesehen, dass eine solche Voraussetzung zwar nicht bewiesen werden kann, insofern als die Möglichkeit gesetzmäßiger Veränderlichkeit, die beim Zurückkehren in den alten Raum wieder rückgängig wird; nicht auszuschließen ist. Die Annahme aber, dass tatsächlich keine Veränderung eintritt, bzw. die darauf beruhende Messung des Raumes, ist aber bei weitem die einfachste und zweckmäßigste, die man machen kann,

und der eben berührte Umstand, dass unter dieser Annahme auch ein Gesetz von der Erhaltung des Raumes ausgesprochen werden kann, ist eine weitere Bestätigung dieser Zweckmäßigkeit.

Wir wenden uns nun zum Gesetz von der Erhaltung der Energie. Bei der umfassenden Bedeutung, welche die Energie für die gesamte Auffassung der natürlichen Erscheinungen hat, dürfte man sie gemäß dem Gesetz von ihrer Erhaltung wohl als die Substanz im eigentlichen Sinne bezeichnen. Sie ist ebenso allgemein und unumgänglich, wie der Raum, aber unvergleichlich viel mannigfaltiger. Während die ganze Wandelbarkeit des Raumes nur in der Art liegt, wie er erfüllt ist, wobei alle seine allgemeinen Eigenschaften und daher auch seine Messbarkeit unverändert bleiben, tritt die Energie in den mannigfaltigsten Gestalten auf, von denen jede ihr eigenes, meist nicht einfaches Maß hat, und die nur durch das Umwandlungsgesetz mit einander zusammenhängen. Diesem Gegensatz entspricht auch die Entwicklungsgeschichte unserer Kenntnisse: während die über den Raum sehr frühzeitig entstanden sind, da schon die Ägypter und die Griechen eine hoch entwickelte Geometrie besaßen, sind die über die Energie erst sehr spät, nämlich in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts, entdeckt worden. Demgemäß hat auch das Eindringen dieser letzteren Gesetze in unser regelmäßiges und unangestregtes Denken noch nicht sehr weitgehend stattgefunden, und es gibt zahlreiche „gebildete“ Menschen, die vor Widersprüchen gegen den ersten Hauptsatz nicht zurückschrecken. Sind solche unter den naturwissenschaftlich Gebildeten zur Zeit allerdings selten geworden, so wird auch durch Naturwissenschaftler der zweite Hauptsatz oft und grob verletzt, ohne dass sie dabei eine Missempfindung haben. Es muss der langsamen Entwicklung des menschlichen Geistes überlassen werden, diese Gesetze dermaßen in das Bewusstsein zu übertragen, dass ihre Verletzung alsbald empfunden und abgewiesen wird, ohne dass sich der Betreffende erst klar zu machen braucht, dass ein Widerspruch gegen diese bestimmten Gesetze vorliegt.

In Bezug auf die Form des zweiten Hauptsatzes, welcher die Erhaltung der freien Energie ausspricht, ist bereits bemerkt worden, dass sie nicht allgemein ist, da durch die Wärmeleitung (der sich nach den neuesten Forschungen vielleicht auch die Strahlung zugesellt) auch eine Verminderung derselben möglich wird und auch beständig stattfindet. Es liegt hier eine Unregelmäßigkeit unseres Weltbildes vor, deren Aufklärung, vermutlich durch Unterordnung unter ein noch unbekanntes allgemeineres Gesetz, von der Zukunft zu erwarten ist.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Hier vermerkt OSTWALD: Vielleicht ist diese Aufklärung in der S. 276 angedeuteten Richtung zu finden, wonach die mit Verminderung der freien Energie verbundenen Zerstreuererscheinungen, die der Wärmeleitung entsprechen, allgemein sind, und sich von letzterer nur durch ihren langsameren Verlauf unterscheiden.

Anmerkung d. Redaktion: S. 276 im Original entspricht in unserem Abdruck Seite 28 in den „Mitteilungen“ 1/2006.

Was nun die übrigen Dinge anlangt, für welche vorher<sup>3</sup> Erhaltungsgesetze erwähnt worden sind, so ergibt sich bei ihrer Zusammenstellung, dass sie sämtlich Faktoren verschiedener Energiearten sind, und zwar solche Faktoren, die mit den Intensitäten<sup>4</sup> multipliziert die Energien ergeben. Wir wollen für sie einen allgemeinen Namen einführen und nennen sie die Kapazitätsfaktoren. Sie unterscheiden sich in vielen wesentlichen Punkten von den Intensitätsfaktoren und verdienen durchaus eine eingehendere Betrachtung. Wir wollen, um den Überblick zu erleichtern, die Ergebnisse dieser Betrachtung in einigen Sätzen vorausnehmen, die sich dann bei der Einzeluntersuchung bestätigen werden.

Zunächst sind die Kapazitäten immer Größen im Gegensatz zu den Intensitäten, welche Stärken sind. Sie lassen sich mit anderen Worten physisch addieren, oder der Betrag mehrerer zusammengelegter Kapazitäten (der gleichen Art) lässt sich durch die Summe der Größen der einzelnen Werte darstellen. Bei den Intensitäten ist dies, wie erwähnt, nicht ohne weiteres möglich.

Ferner unterliegen die Kapazitätsgrößen einem Erhaltungsgesetz. In einem abgeschlossenen Gebilde können beliebige Änderungen, d.h. gegenseitige Energieumwandlungen stattfinden, ohne dass die Kapazitäten der vorhandenen Energien eine Änderung erleiden. Dies ist dadurch möglich, dass die eintretenden Änderungen der Energiemengen durch Änderungen in den Intensitätsfaktoren allein zu Stande kommen. Soll aber eine Kapazitätsgröße geändert werden, so ist dies nur durch Zu- oder Abführung der Energie möglich.

Der Kapazitätsfaktor der Wärmeenergie, die Entropie, macht hiervon eine Ausnahme. Die Menge der Entropie kann zwar auf keine Weise vermindert werden, wohl aber wird sie leicht vermehrt, und alle natürlichen Vorgänge sind von Entropiezunahme begleitet. Dies ist eine andere Seite der S. 269<sup>5</sup> geschilderten Verhältnisse, durch welche die Einsinnigkeit unserer empirischen Zeit<sup>6</sup> bewirkt wird. Diese erfolgt durch die Wärmeleitung; wird diese vermieden, so gilt auch ein Gesetz von der Erhaltung der Entropie in jedem geschlossenen Gebilde.

Wir untersuchen zur Prüfung dieser allgemeinen Verhältnisse zunächst die Bewegungsenergie. Sie wird durch den Ausdruck  $\frac{1}{2} mc^2$  dargestellt, der sich, abgesehen vom Zahlenfaktor  $\frac{1}{2}$ , auf zwei verschiedene Weisen in Faktoren zerlegen lässt, nämlich in  $m$  und  $c^2$ , und in  $mc$  und  $c$ . Es ist bemerkenswert, dass die beschriebenen Eigentümlichkeiten der Kapazitätsgrößen für beide Arten der Zerlegung gelten.

Zunächst kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Geschwindigkeit eine Intensitätsgröße ist, denn zwei (an Wert und Richtung) gleiche Ge-

---

<sup>3</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zu Substanzen am Anfang dieser Vorlesung, siehe Seite 6 der vorliegenden Ausgabe der „Mitteilungen“.

<sup>4</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zur Intensität in der 12. Vorlesung, siehe Seite 13 der „Mitteilungen“ 1/2006.

<sup>5</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zu Zeitgebilden in der Vorlesung 12. Dem entspricht in unserem Abdruck die Seite 22 in den „Mitteilungen“ 1/2006.

<sup>6</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zur Entwicklung des Zeitbegriffes am Ende der 12. Vorlesung, siehe Seite 27 der „Mitteilungen“ 1/2006.



schwindigkeiten addieren sich nicht, wenn sie physisch zusammengefügt werden, sondern sie lassen sich unverändert.

Für die Masse erkennen wir ebenso sicher ihre Eigenschaft als eine wahre Größe, denn zwei Massen summieren sich beim physischen Zusammenfügen; die Masse ist also eine Kapazitätsgröße, und es ist für sie ein Erhaltungsgesetz zu erwarten. Dass dies zutrifft, ist wohlbekannt, und wir sehen hier das Gesetz von der Erhaltung der Masse, das in dem bisherigen Naturbewusstsein die Rolle eines ausgezeichneten und allein stehenden Gesetzes von unvergleichlicher Wichtigkeit spielte, in eine Reihe mit den anderen Gesetzen von der Erhaltung der Kapazitätsgrößen zurücktreten. Gleichzeitig wird sichtbar, dass eine Naturphilosophie, welche diesem Erhaltungsgesetz eine besondere Stelle einräumt, wie die heutige Auffassung von der Materie, nicht als zweckmäßig oder angemessen angesehen werden kann.

Ob dies Gesetz in aller Strenge gilt, lässt sich a priori nicht entscheiden, und die verschiedenen Versuche, es als eine Denknöwendigkeit hinzustellen, mit denen sich unter Anderen auch ein so scharfer Denker wie SCHOPENHAUER befasste, kommen auf eine Art von ontologischem Beweis heraus. Denn sie beruhen auf folgender Schlussweise. Unter Materie verstehe man den unveränderlichen Träger veränderlicher Eigenschaften, folglich müsse dann eben die Masse, die eine Grundeigenschaft der Materie sei, auch sich als unveränderlich erweisen. Man kann ebenso der Wahrheit zuwider beweisen, dass die Materie ihren Raum nicht ändern kann, denn die Raumerfüllung ist ebenso eine Grundeigenschaft der Materie. Tatsächlich handelt es sich um eine Frage, die nur durch die Erfahrung entschieden werden kann, und der Umstand, dass bei der Entropie eine Ausnahme von dem Erhaltungsgesetz der Kapazitäten besteht, legt die Vermutung nahe, dass auch in anderen Fällen Abweichungen unter bestimmten Voraussetzungen möglich sein können. Die in neuerer Zeit, insbesondere von LANDOLT angestellten Untersuchungen über mögliche Gewichtsänderungen bei chemischen Vorgängen beziehen sich allerdings in erster Linie auf das Gewicht, und wenn das regelmäßige Auftreten solcher Änderungen erst sicher festgestellt sein wird (was noch nicht der Fall ist), so wird noch eine Untersuchung darüber einzutreten haben, ob den Gewichtsänderungen Masseänderungen entsprechen oder nicht. Als undenkbar sind aber solche Änderungen durchaus nicht zu bezeichnen.

Schließlich ist zu dem Begriffe der Masse die folgende Bemerkung zu machen. Man findet als Definition der Masse auch in sonst guten Lehrbüchern die nichtssagende Wendung, die Masse sei die „Menge der Materie“, wobei keine Auskunft gegeben wird, wie diese Menge zu messen ist. Aus den bisherigen Betrachtungen ergibt sich die sachgemäße Definition der Masse als der Kapazität für Bewegungsenergie. Hierdurch tritt insbesondere deutlich hervor, dass der Begriff der Masse mit dem der Bewegungsenergie allein in notwendiger Weise verbunden ist, und mit den übrigen Eigenschaften der „Materie“ nur in mittelbaren Beziehungen steht.

Die zweite Zerlegung der Bewegungsenergie führt auf den Ausdruck, der in der Mechanik als Bewegungsgröße bekannt ist. Auch für diese gilt ein Erhal-

tungsgesetz des Inhaltes, dass ohne Zutreten äußerer Energie die Bewegungsgröße eines jeden Gebildes unverändert bleibt. Diese Tatsache hat im Verein mit der Unveränderlichkeit der Bewegungsenergie  $\frac{1}{2} mc^2$  zu dem berühmten Streite über das wahre Maß der Kräfte zwischen DESCARTES und LEIBNIZ geführt, an dem noch KANT in wenig befriedigender Weise teil genommen hat. Gewöhnlich wird der Nachweis von D'ALEMBERT, dass es sich hierbei um zwei verschiedene Dinge handelt, je nachdem man die Wirkungen der Kräfte auf gleiche Zeiten oder gleiche Strecken bezieht, als die Entscheidung der Frage angesehen. Von unserm Standpunkte erkennen wir, dass in beiden Fällen ein Erhaltungsgesetz gilt, nur im einen das der Energie, im anderen das einer Kapazitätsgröße. Das erste ist auf den Fall beschränkt, dass keine Umwandlung in andere Energien stattfindet; es gilt daher beispielsweise nicht mehr für den unelastischen Stoss, wo sich Wärme auf Kosten der Bewegungsenergie bildet. Das zweite ist auf den Fall beschränkt, dass keine Ab- oder Zufuhr von Energie erfolgt, gilt aber auch bei inneren Umwandlungen, z. B. dem unelastischen Stoß.

So ändert beispielsweise sich die Bewegungsgröße einer Bombe nicht, auch wenn sie auf ihrem Fluge durch die Explosion der Pulverladung in viele kleine Stücke zerschmettert wird. Es entstehen an Stelle der Größe  $MC$ , wo die großen Buchstaben sich auf die ganze Bombe beziehen, viele kleine Produkte  $mc$ , indem zu jedem Stücke ein solches gehört. Bildet man aber die Summe aller dieser einzelnen Werte  $\sum mc$ , so erhält man wieder den Betrag  $MC = \sum mc$ . Hierbei ist noch darauf Rücksicht zu nehmen, dass durch den Faktor  $c$  in dem Wert der Bewegungsgröße diese eine gerichtete Größe wird, d. h. eine solche, deren Wert außer von einer Zahl auch noch von einer Richtung abhängt. Bei der Bildung einer Summe aus solchen Größen muss dann die so genannte geometrische Addition eintreten, d. h. man setzt gerade Linien an einander, die nach Größe und Richtung die einzelnen Werte  $mc$  darstellen, und die Gerade, welche den Anfangspunkt mit dem Endpunkte verbindet, stellt dann die geometrische Summe der Einzelwerte dar.

Dieser Satz ist identisch mit dem von der Erhaltung des Schwerpunktes und dem von der Relativität aller (geradlinigen) Bewegungen, doch würde die Darlegung dieser Verhältnisse uns zu weit in mathematische Betrachtungen führen.

Das Gesetz von der Erhaltung der Bewegungsgröße bildet endlich einen Bestandteil des so genannten Trägheitsgesetzes, dessen andere Teile wir bereits<sup>7</sup> kennen gelernt haben. Während jene sich auf ungeteilte Massen bezogen, wird durch das neue Gesetz eine Erweiterung auf den Fall beliebig verbundener oder auch unabhängiger Massen bewirkt. Man kann es nämlich auch in der Gestalt aussprechen, dass unabhängig von allen inneren Veränderungen eines Gebildes dessen Schwerpunkt seine vorhandene Bewegung geradlinig und mit konstanter Geschwindigkeit fortsetzt, solange keine Energie von aussen dazu tritt.

---

<sup>7</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zu mechanischen Grundeinheiten in der Vorlesung 9, siehe Seite 22 der „Mitteilungen“ 3/2005.

Wenden wir uns zu den anderen mechanischen Energien, so haben wir für die Volumenenergie den Druck als die Intensitätsgröße und daher das Volumen als die Kapazitätsgröße anzusprechen. Das Gesetz von der Erhaltung des Volumens ist nichts als das bereits erwähnte Gesetz von der Erhaltung des Raumes<sup>8</sup>. Die anderen mechanischen Energien ergeben entsprechende Zerlegungen und Verallgemeinerungen. Doch soll hierauf nicht näher eingegangen werden, da die erforderlichen geometrischen Betrachtungen einen zu verwickelten Charakter annehmen müssten. In der Elektrik haben wir als Kapazitätsgröße die so genannte Elektrizitätsmenge anzusprechen. Da sie gleichfalls einem (von FARADAY bewiesenen, von LIPPMANN analytisch formulierten) Erhaltungsgesetz unterliegt, so hat man sie früher als das eigentlich Substantielle an den elektrischen Erscheinungen angesehen, woher auch ihr Name stammt.

Für den Laien liegt hier ein scheinbarer Widerspruch insofern vor, als man ja Elektrizität, d. h. Elektrizitätsmengen, mittelst der Elektrisiermaschine in beliebigen Mengen herstellen kann. Dies ist vollkommen richtig. Dass dabei das Gesetz von der Erhaltung der Elektrizitätsmenge seine Erfüllung findet, beruht darauf, dass diese Größe in zwei polar entgegengesetzten Formen auftritt, welche mit dem Zeichen + und - unterschieden zu werden pflegen. Dies ist dadurch gerechtfertigt, dass in der Tat gleiche Mengen positiver und negativer Elektrizität sich zu Null addieren, d. h. unwirksam machen. Wenn nun in der Elektrisiermaschine oder auf sonst irgend eine Weise neue Elektrizitätsmengen hergestellt werden, so entstehen erfahrungsmäßig immer gleiche Mengen positiver und negativer Elektrizität gleichzeitig, so dass die Gesamtvermehrung doch tatsächlich durch Null ausgedrückt werden muss.

Ganz ähnliche Verhältnisse sind beim Magnetismus vorhanden. Es soll erwähnt werden, dass neben der Ähnlichkeit auch Verschiedenheiten vorliegen, doch betreffen diese nichts, was hier in Betracht kommt.

Bei der chemischen Energie bestehen etwas verwickeltere Verhältnisse. Die Intensitätsgröße fällt ungefähr mit dem zusammen, was man die chemische Verwandtschaftskraft genannt hat, als Kapazitätsgrößen treten die Stoffmengen auf. Doch darf man durchaus nicht etwa in dem Gesetz von der Erhaltung der Masse bei chemischen Vorgängen das Erhaltungsgesetz der chemischen Kapazität erblicken wollen. Die Masse ist nur ein Faktor der Bewegungsenergie, nicht der chemischen. Vielmehr nimmt das Erhaltungsgesetz hier die Gestalt des Gesetzes von der Erhaltung der Elemente an.

Dieses Gesetz lässt sich folgendermaßen ausdrücken. Aus allen Stoffen lassen sich einfachste Bestandteile darstellen, welche man die Elemente nennt, und deren chemische Änderungen nur in Verbindungen, d. h. im Zusammentreten mit anderen Elementen bestehen. Umgekehrt lassen sich solche Verbindungen wieder in die entsprechenden Elemente verwandeln. Es lässt sich aber niemals ein

---

<sup>8</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zum Begriff des Raumes in dieser Vorlesung, siehe Seite 6 der vorliegenden Ausgabe der „Mitteilungen“.

Element in das andere verwandeln; ebensowenig ist es möglich, eine Verbindung aus anderen Elementen herzustellen, als solchen, die sie bei der Zerlegung ergibt.

Gewöhnlich stellt man diese Gesetze in der Gestalt dar, dass man sagt, die Elemente bestehen in ihren Verbindungen fort. Doch hat ein solcher Ausspruch nicht den unmittelbaren Sinn, der in diesen Worten liegt, sondern nur den eingeschränkteren, der durch das eben ausgesprochene Gesetz von der Erhaltung der Elemente ausgedrückt wird. Es handelt sich tatsächlich bei den chemischen Vorgängen im allgemeinen um vollständige Änderungen der Eigenschaften, wenn ein Element in irgend welche Verbindungen übergeht; man braucht nur an Natrium und Chlor einerseits, an Kochsalz andererseits zu denken. Da jeder Stoff, also auch jedes Element durch die Summe seiner Eigenschaften gekennzeichnet ist, so kann in einem solchen Sinne also nicht von dem Fortbestehen der Elemente als Stoffen in der Verbindung die Rede sein. Vielmehr ist dies „Fortbestehen“ ausschließlich auf die Möglichkeit beschränkt, das Element aus jeder seiner Verbindungen in unveränderter Menge wieder zu gewinnen.

Hieraus fällt auch Licht auf die der früheren Zeit angehörigen Bemühungen der Alchemisten, Gold aus unedlen Metallen zu machen. An sich ist ein solches Bestreben nicht unsinnig, denn es lassen sich durch chemische Umwandlungen die mannigfaltigsten Veränderungen der Stoffe erzielen. Nur vermöge des Gesetzes der Erhaltung der Elemente ist das Gold von der künstlichen Herstellung ausgeschlossen, da es selbst ein Element ist. Die ganz ähnliche Aufgabe der Herstellung von Diamanten ist dagegen nicht nur nicht unsinnig, sondern auch innerhalb des Gesetzes lösbar, da Diamant und gewöhnliche Kohle gleich zusammengesetzt sind, nämlich aus elementarem Kohlenstoff bestehen. Auch ist in neuerer Zeit diese Aufgabe gelöst worden, wenn auch nicht in technisch nutzbringender Weise.

Andererseits fällt hieraus Licht auf eine andere Frage, die gegenwärtig häufig erörtert wird. Man fasst gern die chemischen Elemente als verschiedene Verbindungsformen einer hypothetischen Urmaterie auf, und postuliert damit die gegenseitige Umwandelbarkeit derselben, d. h. man stellt sich auf den Standpunkt der Alchemisten. Solche Vermutungen sind den Chemikern hauptsächlich durch gewisse Analogien mit den so genannten organischen Radikalen nahegelegt worden; irgend welche ernsthafte experimentelle Unterstützung haben sie bisher nicht gefunden. Im Sinne der eben angestellten Betrachtungen wird man das Gesetz von der Erhaltung der Elemente auf gleiche Stufe mit dem von der Erhaltung der Masse zu stellen und die Wahrscheinlichkeit einer Abweichung bei beiden als von gleicher Größenordnung anzusehen haben. Es ist zu hoffen, dass die ergebnislosen Spekulationen über die Urmaterie, mit denen eine große Anzahl eifriger Männer bisher ihre Energie nutzlos verbraucht hat, bei schärferer Einsicht in die eben dargelegten Verhältnisse allmählich verschwinden werden.

Während die Intensitätsgrößen der verschiedenen Energien sich als bestimmend für das Geschehen erwiesen hatten, kommt den Kapazitätsgrößen ein wesentlicher Anteil an der Bildung der Zusammenhänge zu, welche wir als Materie bezeichnen. Dies beruht zunächst darauf, dass für chemisch vergleichbare

Mengen, oder mit anderen Worten für die Einheiten der chemischen Kapazitäten, sich auch die anderen Kapazitätsgrößen entweder gleich oder in einfachen rationalen Verhältnissen stehend erweisen. Hierher gehören die Gesetze, dass chemisch verschiedene Mengen verschiedener Gase unter gleichen Umständen gleiche Volumen haben (Gesetz von GAY-LUSSAC), ferner, dass bei der Elektrolyse die mit gleichen Elektrizitätsmengen wandernden Stoffmengen chemisch äquivalent sind (Gesetz von FARADAY), ferner noch einige andere, weniger bekannte Gesetze. Vermöge dieser Gesetze erscheinen immer bestimmte Mengen dieser verschiedenen Energien an gleichem Orte an einander gebunden, und dieses Zusammensein verschiedener Energien haben wir eben als Materie bezeichnet.

Auch insofern stellen sich die Kapazitätsgrößen sozusagen als die soliden Eigenschaften dar, als bei ihnen kein Ausgleichsbestreben vorhanden ist, wie bei den Intensitäten. Vielmehr haben sie die Eigenschaft, konstant zu bleiben, wie das eben in einer Anzahl von Fällen nachgewiesen wurde, und bringen auch insofern die substantielle Seite der Erscheinungswelt zum Ausdruck.

Werfen wir nun einen Rückblick auf das bunte Bild, das uns das Treiben und Wechselspiel der verschiedenen Energien darbietet, so werden wir endlich zu der Frage geführt: worauf beruhen in letzter Linie die Verschiedenheiten der Energien, gibt es außer den bekannten möglicherweise noch andere und wie könnte man einen Überblick über die Gesamtheit aller möglichen Energien erhalten?

Die Antwort auf alle diese Fragen lässt sich noch nicht sehr bestimmt geben. Wohl aber glaube ich einen Weg weisen zu können, auf dem sich eine einigermaßen ausreichende Antwort finden lässt, wenn auch die Ausführung der erforderlichen Untersuchungen noch vielerlei Arbeit nötig macht.

Bei der Beschreibung der verschiedenen Energien und ihrer Faktoren war uns bereits eine Reihe von Verschiedenheiten entgegengetreten, die grundsätzlicher Natur sind. Die Kapazitäten sind zunächst Größen im engeren Sinne, d. h. addierbare Mannigfaltigkeiten, während die Intensitäten dagegen sich als Stärken, d. h. nicht addierbare, wohl aber superponierbare Mannigfaltigkeiten auswiesen. Die Energien selbst haben auch im wesentlichen Größencharakter, aber ihre Addierbarkeit ist beschränkt und gewissen Bedingungen unterworfen. Letzteres heißt, dass beim Zusammenbringen verschiedener Energien zwar eine einfache Summierung eintreten kann, oft aber auch vorher Umwandlungen stattfinden, bevor die Summierung physisch möglich wird. Letzteres ist immer der Fall, wenn nicht kompensierte Intensitäten vorliegen,<sup>9</sup> doch sind in vielen Fällen die eintretenden Übergänge gering bis zur Unmerklichkeit.

Die einfachen Kapazitätsgrößen zeigen ihrerseits aber wieder gewisse Verschiedenheiten. Massen sind Größen, die durch eine Zahl eindeutig bestimmt sind, wenn die Einheit angegeben ist, was hier ein für alle Mal vorausgesetzt sein soll. Bewegungsgrößen sind dagegen durch eine Zahl noch nicht eindeutig bestimmt, sie verlangen noch die Angabe einer Richtung im Raume, und in dieser

---

<sup>9</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zum Gesetz des Geschehens in Vorlesung 12, siehe Seite 18 der „Mitteilungen“ 1/2006.

Richtung eines Sinnes (ob vor- oder rückwärts), bevor sie vollständig definiert sind. Massen können ferner nur positiv sein; negative Massen kommen physikalisch nicht vor. Elektrizitätsmengen können dagegen positiv oder negativ sein. Das heißt physikalisch gesprochen: der Zahlenwert einer zusammengesetzten Masse erweist sich immer als die Summe der einzelnen Massen, aus denen sie besteht; der Zahlenwert einer zusammengesetzten Elektrizitätsmenge kann auch gleich dem Unterschiede der beteiligten Mengen sein.

Während ferner Massen sich ohne weiteres, Elektrizitätsmengen unter Berücksichtigung des Zeichens addieren lassen, und keinerlei andere Unterschiede zeigen, als die ihrer Mengen, so sind die chemischen Kapazitätsgrößen viel verschiedener. Sie zerfallen in so viele grundsätzlich verschiedene und auf keine Weise in einander überführbare, also auch nicht addierbare Arten, als es chemische Elemente gibt, also in Summe fast 80. Die anderen Arten der chemischen Kapazitäten, die in den verschiedenen zusammengesetzten Stoffen vorliegen, lassen sich zwar gleichfalls nicht unmittelbar zusammenfügen, sie stehen aber teilweise unter einander und mit den Kapazitäten der Elemente in bestimmten Beziehungen, die durch die chemischen Reaktionsgleichungen dargestellt werden.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich für die Intensitätsgrößen anstellen. Temperaturen werden durch eine Ordnungszahl allein eindeutig bestimmt und können nur positiv sein; Drucke haben die gleiche Eigenschaft, können aber auch negativ sein. Elektrische und magnetische Spannungen sind polar, d. h. sie müssen positiv und negativ sein. Geschwindigkeiten haben wie Bewegungsgrößen eine Richtung im Raume und einen Sinn; Kräfte können zwar eine Richtung haben, aber man kann von ihnen nicht angeben, dass sie von einem Punkte *A* nach dem anderen *B* oder umgekehrt gehen, sondern sie bestehen eben zwischen den beiden Punkten, ohne dass der eine einen Unterschied gegen den anderen zeigte. Die chemischen Intensitäten endlich teilen den Mannigfaltigkeitscharakter der chemischen Kapazitäten.

Diese Beispiele sollen die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse nicht erschöpfen; sie dienen vielmehr nur dazu, die vorhandenen Verschiedenheiten darzulegen. Es ist notwendig, dass die den Faktoren anhaftenden Verschiedenheiten auch auf die aus ihnen zusammengesetzten Energiegrößen selbst übergehen; so werden Wärmemengen durch eine positive Zahl allein dargestellt, während Bewegungsenergie außer ihrem Zahlenwert noch eine Richtung im Raume hat. Demgemäß summieren sich Wärmemengen arithmetisch, Bewegungsenergien dagegen geometrisch.<sup>10</sup>

Wir können also allgemein sagen, dass die Energie und ihre Faktoren von Fall zu Fall verschiedenen Mannigfaltigkeitscharakter zeigen. Nun lassen sich nicht zwei anderweit verschiedene Energiearten ausfindig machen, die in diesem Sinne gleichen Charakter hätten, und daher werden wir in diesen

---

<sup>10</sup> Hier verweist OSTWALD im Original auf seine Ausführungen zur Erhaltung der Bewegungsgröße in dieser Vorlesung, siehe Seite 10 der vorliegenden Ausgabe der „Mitteilungen“.

Unterschieden die Grundlage der Verschiedenheiten der Energiearten suchen.

Wir denken uns nun alle mögliche Arten der Mannigfaltigkeit gemäß den gegebenen Beispielen entwickelt, wobei wir durch die Aufstellung einer systematischen Tabelle nach Kräften dafür sorgen, dass kein Fall übersehen wird, und zwar sowohl für die Intensitäts- wie die Kapazitätsgrößen. Dann können wir jedes Glied der einen Tabelle mit jedem Gliede der anderen Tabelle zusammenstellen, und die sich hieraus ergebenden gemeinsamen Charaktere werden die der entsprechenden Energie sein. Auf solche Weise bekommen wir eine Tabelle, welche notwendig alle möglichen Energien enthalten muss.

Sie wird aber mehr enthalten, als die gewünschten möglichen Energiearten, denn sie wird auch unmögliche enthalten. Die Energie hat ja selbst bestimmte Eigenschaften; so ist sie eine wesentlich positive Größe; es müssen also u. a. alle Fälle ausgeschlossen werden, in denen sich negative Energien durch die Zusammensetzung ergeben würden. Wir haben also aus unserer Tabelle sämtliche Kombinationen zu streichen, welche unmögliche Energiearten liefern würden; die übrig bleibenden stellen dann die möglichen Arten vor, unter denen wir alle wirklichen antreffen müssen.

Wir werden aber voraussichtlich viel mehr mögliche Arten theoretisch abgeleitet haben, als wir wirkliche kennen, denn es ist nicht wahrscheinlich, dass uns bereits sämtliche Energien bekannt sind. Ich erinnere nur an die merkwürdigen Arten Energie, die in neuerer Zeit unter den Namen Röntgenstrahlen, Uranstrahlen u.s.w. bekannt geworden sind. Wir werden dann aber in der Lage sein, aus dem Mannigfaltigkeitscharakter der beteiligten Energiefaktoren die Eigenschaften der zugehörigen unbekannteren Energie in ziemlich eingehender Weise abzuleiten. Wir kommen in eine ähnliche Lage, wie sie MENDELEJEW nach der Aufstellung der systematischen Tabelle der Elemente vorfand; die vorhandenen Lücken dieser Tabelle wiesen auf die Existenz noch unbekannter Elemente hin, und aus der gesetzmäßigen Beziehung zwischen der Stellung in der Tabelle und den Eigenschaften der Elemente konnten die Eigenschaften dieser unbekannteren Stoffe mit großer Annäherung abgeleitet werden. Zwar ist im Falle der Energien die Aufgabe weit schwieriger, da ein Verfahren, die möglichen Mannigfaltigkeitscharaktere erschöpfend aufzustellen, noch erst ermittelt werden muss, und sich vermutlich schwieriger finden lassen wird, als die Tabellierung nach der Größe der Verbindungsgeichte. Dafür sind aber dann auch die Ergebnisse entsprechend bestimmter.

Ich muss mich an dieser Stelle mit den gegebenen Ausblicken begnügen, und kann von etwaigen Ergebnissen einer in solcher Richtung angestellten Untersuchung noch keine Mitteilung machen, da ich bisher den Vorrat von Zeit und geistiger Energie, der zur Durchführung der Arbeit erforderlich ist, nicht habe zusammenbringen können. Zwar habe ich den Gedanken seit Jahren immer wieder erwogen und auch einzelne Ansätze zur Lösung der Aufgabe gemacht. Dabei hat sich bereits mit großer Wahrscheinlichkeit ergeben, dass die Zahl der möglichen Energien die der bekannten nicht unerheblich übersteigt. Aber meine bisherigen Ergebnisse sind nicht von solcher Beschaffenheit, dass ich sie an die Öffentlichkeit

bringen möchte. Andererseits scheint mir der Gedanke selbst wichtig genug zu sein, auch vor seiner praktischen Durchführung, dass ich die Abrundung des energetischen Weltbildes, die er durch Eröffnung eines weiteren Horizontes ergibt, an dieser Stelle nicht missen möchte. Vielleicht findet ein Anderer geringere Schwierigkeiten in der Bearbeitung der Aufgabe.





## Ostwald vor 100 Jahren: Das Jahr 1906 (Teil 2)

Karl Hansel

Obwohl der erste Teil dieser Skizze mit der Neubesetzung des Ordinariats für physikalische Chemie durch Max LE BLANC abgeschlossen wurde, erscheint es sinnvoll, nochmals in den Februar 1906 zurückzuspringen.

Wenige Tage nach der Ankunft in Großbothen erhält OSTWALD von Walther NERNST eine Einladung zur Zusammenkunft des Hauptkomitees für die Begründung einer chemischen Reichsanstalt am 21.2.1906 in Berlin.<sup>1</sup> Die Institution mit dem etwas sperrigen Namen geht im Grunde auf eine Anregung OSTWALDS zurück. 1887 nahm in Berlin die Physikalisch-technische Reichsanstalt ihre Tätigkeit auf, zu deren Aufgaben die Ausführung besonders aufwendiger physikalischer Untersuchungen und die Erschließung von Forschungsergebnissen für Präzisionsmechanik und Technik gehören. Seit einer Reihe von Jahren wirbt OSTWALD für die Errichtung einer gleichgerichteten Institution für den Bereich der Chemie. 1905 scheint er bei NERNST dafür Interesse geweckt zu haben. Der hat Emil FISCHER gewonnen und im Oktober 1905, als OSTWALD bereits in den USA weilt, findet in Berlin eine erste Zusammenkunft „Interessierter Kreise“ statt. Im Januar trifft man sich erneut im kleinen Kreis und am 24.1.1906 wird die Idee im „Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie“ beraten. Die Meinung ist wohl auch in diesem Industriegremium grundsätzlich positiv. Die anvisierten Aufgaben kopieren die physikalische Anstalt: besonders aufwendige Probleme, spezielle Aufgaben von großem technischen Interesse sowie Meßmethoden und –verfahren. Allerdings scheint es auch Widerspruch zu geben.<sup>2</sup>

Nach OSTWALDS Eintrag im Tagebuch zu urteilen, wird die Veranstaltung ein Erfolg. Am 21.3. meldet sich NERNST wieder mit der Bitte, OSTWALD möge auf einen Artikel von C. v. MARTIUS reagieren, immerhin Mitglied des Preußischen Herrenhauses und Vorstandsmitglied des „Verbandes zur Wahrung der Interessen ...“, der die Reichsanstalt in der bisher konzipierten Form einer rein wissenschaftlichen Einrichtung ablehnt und statt dessen ein Amt mit Koordinierungsaufgaben vorschlägt.

In diese Bemühungen um die Festigung des Gedankens einer chemischen Reichsanstalt sind ein zweiwöchiger Aufenthalt in Rom als offizieller Vertreter der Reichsregierung auf dem VI. Weltkongress für angewandte Chemie eingebettet. OSTWALD stuft den wissenschaftlichen Wert dieser Zusammenkunft vergleichs-

---

<sup>1</sup> Diesen und alle weiteren Briefe von NERNST vgl.: ZOTT, Regine (Hrsg.): Wilhelm Ostwald und Walther Nernst in ihren Briefen. Berlin : Engel, 1996.

<sup>2</sup> UNGEWITTER, C.: Ausgewählte Kapitel aus der Chemisch-industriellen Wirtschaftspolitik 1877 - 1927, überreicht der 50jährigen Hauptversammlung vom Geschäftsführer. Berlin : Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands, Nov. 1927. - S. 431. Vermutlich haben der zeitliche Abstand und die inzwischen stattgefundenen Ereignisse die Sicht des Hauptgeschäftsführers etwas verklärt.

weise niedrig ein, was sich auch aus seinem Grußwort entnehmen lässt.<sup>3</sup> Es ist überwiegend der Verständigung unter den Wissenschaftlern gewidmet und wirbt für Esperanto. Offenbar nimmt der kulturelle Teil im Rahmen der Veranstaltung einen bedeutenden Platz ein, aber OSTWALDS Stellungnahme über die Bilder der „großen“ Italiener fällt eher missbilligend aus. Als Erfolg wird im Tagebuch verzeichnet, dass der deutsch-englische Industrielle MOND bereit ist, einen größeren Betrag für die Reichsanstalt zu stiften.

Auch das Thema Salpetersäure soll nochmals kurz bemüht werden. Die Versuche in Bochum auf der Zeche Lothringen sind erfolgreich. 85% der möglichen Ausbeute an „relativ konzentrierter“ Säure werden gewonnen und es besteht Aussicht, die Ausbeute noch zu steigern. Unter diesen Umständen erklärt sich die Zechenleitung bereit, eine Versuchsanlage für eine Tagesproduktion von Hundert Kilogramm Säure zu errichten. Negativ wirkt sich aus, dass Zechendirektor KLEISENER, mit dem die Zusammenarbeit angebahnt wurde, unerwartet verstorben ist.

Auf dem Landsitz in Großbothen gibt es viel Arbeit. Auch wenn Frau und Töchter das Zepter schwingen, entfällt auf den Hausherrn manche neue Aufgabe, die vorerst Ablenkung bringt. Nach Leipzig zum ehemaligen Lehramt bleiben vorerst noch einige lockere Verbindungen. Im Herbst finden einige Promotionsveranstaltungen statt, an denen er vermutlich teilnimmt. Besonders wird ihn der erfolgreiche Abschluss der Habilarbeit durch Herbert FREUNDLICH am 29.10. 1906<sup>4</sup> freuen. Es ist praktisch das zehnte Habilitationsverfahren aus den Reihen seiner Assistenten. Percy WAENTIG und George JAFFÉ, die ebenfalls ihre Ausbildung unter seiner Amtszeit erhielten, folgen erst 1909.<sup>5</sup>

Im September 1906 übergibt OSTWALD auch die Führung der „Berichte des Verbandes der Laborvorstände an deutschen Hochschulen“ an Ernst BECKMANN. Schließlich gehört er diesem Kreis nicht mehr an. Die Tätigkeiten im Deutschen Museum in München oder in der Kommission für die Festsetzung der Atomgewichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft werden von Übergang zum „freien Wissenschaftler“ nicht tangiert. Ende 1906 nimmt OSTWALD die Stelle Prof. SEUBERTS im Arbeitsausschuss der internationalen Atomgewichtskommission ein.

---

<sup>3</sup> [Rede zur Eröffnung des 6. Internat. Kongresses für angew. Chemie zu Rom vom 26.4.-3.5.1906]: Hohem Auftrag gemäß begrüße ich den 6. Kongress für angewandte Chemie ... In: Chemiker-Ztg. 30 (1906) , 35, S. 397-398.

<sup>4</sup> FREUNDLICH, Herbert: Kapillarchemie und Physiologie: Habilitationsvorlesung. Dresden : Steinkopff & Springer, 1907. - 28 S.

<sup>5</sup> WAENTIG, Percy: Über den Zustand des gelösten Jods. Weida : Thomas & Hubert (Druck), 1909. - 74 S.; JAFFÉ, George: Die elektrische Leitfähigkeit des reinen Hexans. Leipzig : Barth, 1908. - 47 S.

## Energie und Katalyse

### Wilhelm Ostwalds Naturphilosophie gestern und heute

Klaus Mainzer

**Abstract:** Energie und Katalyse sind Schlüsselbegriffe zum Werk von Wilhelm OSTWALD. Seine Naturphilosophie nannte er selber „Energetik“. Für seinen Katalysebegriff erhielt er den Chemie-Nobelpreis. Nach ersten Vorlesungen in Leipzig über Naturphilosophie erschien 1908 sein „*Grundriss der Naturphilosophie*“, in dem er ein modernes Konzept der Naturphilosophie im Rahmen der Naturwissenschaft entwirft. So heißt es bezeichnenderweise in der Einleitung:

*„Es ist [...] die Naturphilosophie der allgemeinste Teil der Naturwissenschaft. [...] Seit die Wissenschaft besteht, hat es einen gewissen Betrag solcher allgemeinen Gesetze gegeben, die zwar in Form und Ausdruck vielfach gefeilt und bezüglich der Grenzen ihrer Geltung vielfach berichtigt worden sind, die aber dennoch ihren wesentlichen Bestand beibehalten haben. [...] Das Netz dieser Beziehungen erweitert und vermannigfaltigt sich unaufhörlich, seine Hauptzüge bleiben bestehen.“<sup>1</sup>*

Im Folgenden werden diese Thesen geprüft und OSTWALDS allgemeine Gesetze und Prinzipien mit heutigen Weiterentwicklungen konfrontiert. Dabei wird sich zeigen, dass seine naturphilosophischen Konzepte von großer Aktualität sind. Wir beginnen mit den Prinzipien der Erhaltung der Energie und des Verbrauchs freier Energie, also dem ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, die heute von der Gleichgewichts- zur Nichtgleichgewichts-Thermodynamik weiterentwickelt wird. Der Abschnitt „Von der Katalyse zu Autokatalyse und Selbstregulation“ beschreibt den Übergang von der Chemie zur Biologie. Es folgen die Abschnitte „Energetik und Selbstregulation des Lebens“, „Energetik und Selbstregulation des Geistes“ und „Energetik und Selbstregulation in Technik und Gesellschaft“ mit aktuellen Bezügen zu den heutigen Life-Sciences, Gehirn- und Kognitionsforschung und schließlich zu Technik und Gesellschaft. Als methodisches Forschungsprogramm hat Wilhelm OSTWALDS Energetik bis heute wissenschaftstheoretische Bedeutung. Die weltanschaulich-ideologischen Auseinandersetzungen um die Energetik erweisen sich demgegenüber als zeitbedingt.

### 1. Erhaltung der Energie – Erster Hauptsatz der Thermodynamik

In der Tradition von Ernst MACH spürt Wilhelm OSTWALD in seinem Werk „*Die Energie*“<sup>2</sup> zunächst anschaulich den historischen Wurzeln des Energiebegriffs nach. Am Anfang steht ARCHIMEDES mit seinem Hebelgesetz. Im Gleichgewicht sind die Produkte aus den Gewichten und den zugehörigen Hebellängen

<sup>1</sup> OSTWALD, Wilhelm: Grundriß der Naturphilosophie. Leipzig : Reclam, 1908. - S. 9, 15.

<sup>2</sup> OSTWALD, Wilhelm: Die Energie. Leipzig : Barth, 1908.

gleich, die OSTWALD als Arbeit interpretiert. Im Prinzip der virtuellen Verschiebungen wird der Arbeitsbegriff in Gleichgewichtssystemen für einfache Maschinen wie Flaschenzüge und Rollensysteme verallgemeinert. Bei Johann BERNOULLI wird der Energiebegriff erstmals für Gleichgewichtssysteme verwendet. OSTWALD zitiert aus einem Brief BERNOULLIS von 1717 an VARIGNON:

*„Bei jedem Gleichgewicht beliebiger Kräfte, wie sie auch angebracht seien und nach welchen Winkeln sie mittelbar oder unmittelbar aneinander wirken mögen, ist stets die Summe der positiven Energien gleich der positiv genommenen Summe der negativen Energien. Energie ist dabei das Produkt der Kraft in dem in Richtung der Kraft durchmessenen Weg.“<sup>3</sup>*

In dem Zusammenhang wird auch das Perpetuum mobile diskutiert. OSTWALD erinnert an den niederländischen Physiker Simon STEVIN, der bereits herausstellt: Arbeit kann nicht aus Nichts entstehen! In einem Titelbild erläutert STEVIN diesen Grundgedanken anschaulich an einer Versuchsanordnung: Eine Kette aus gleich großen schweren Kugeln in gleichen Abständen wird über zwei zueinander geneigte schiefe Ebenen gelegt. Obwohl über der längeren Seite der weniger geneigten Ebene mehr Kugeln liegen, setzt sich die Kette nach dieser Seite nicht von selber in Bewegung. Selbst nach einem Anstoß setzt sie die Bewegung in diese Richtung nicht unbegrenzt fort, obwohl geometrisch immer dieselbe Kugelformation über den schiefen Ebenen vorliegt. LEIBNIZ formuliert erstmals den Erhaltungssatz der Energie am Beispiel des Fallgesetzes. Danach ist die potentielle Energie der Arbeit, um ein Gewicht auf eine bestimmte Fallhöhe zu heben, gleich der kinetischen Energie („lebendige Kräfte“), in die potentielle Energie beim freien Fall umgewandelt wird.

Grundlegend für OSTWALD wird vor allem Julius Robert MAYER, der erstmals (ähnlich wie sein Zeitgenosse JOULE) mechanische Wärmeäquivalente für den Erhaltungssatz der Energie bestimmt. Als Arzt hatte er beobachtet, dass Arbeiter in den Tropen helleres Venenblut besitzen, da unter diesen Bedingungen weniger Wärmezufuhr (Oxidation) nötig ist. In seinem Vortrag „Über die Erhaltung der Kraft“ (1847) bestimmt Hermann VON HELMHOLTZ schließlich die mathematischen Ausdrücke für die verschiedenen Formen der Energie. In der Mechanik sieht er die Annahme von Kräften als Voraussetzung des mechanischen Energiesatzes. Er betrachtet es als Aufgabe der Physik, alle Erscheinungen durch solche Kräfte der Mechanik zu erklären. Auf diesem wissenschaftshistorischen Hintergrund formuliert OSTWALD in seinem Buch „Die Energie“ den Erhaltungssatz der Energie als erstes Prinzip seiner energetischen Naturphilosophie. Allerdings lehnt er dabei MAYERS Dualismus von Materie und Energie ab, da der Begriff „Materie“ nur die extensiven Größen von Energieformen (z.B. Masse von Gasen) bezeichnet. Er weist aber auch HELMHOLTZENS mechanistischen Monismus ab, da er nach damaligem Kenntnisstand auf unbewiesenen Annahmen über die Mechanik der Atome

---

<sup>3</sup> Ebenda, S. 16.

beruht. Beobachtbar und messbar sind damals nur die ständigen Umwandlungen von Energieformen der Natur: „... *Und insofern können wir sagen, dass in der Energie sich das eigentliche Reale verkörpert.*“

## 2. Verbrauch freier Energie – Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik

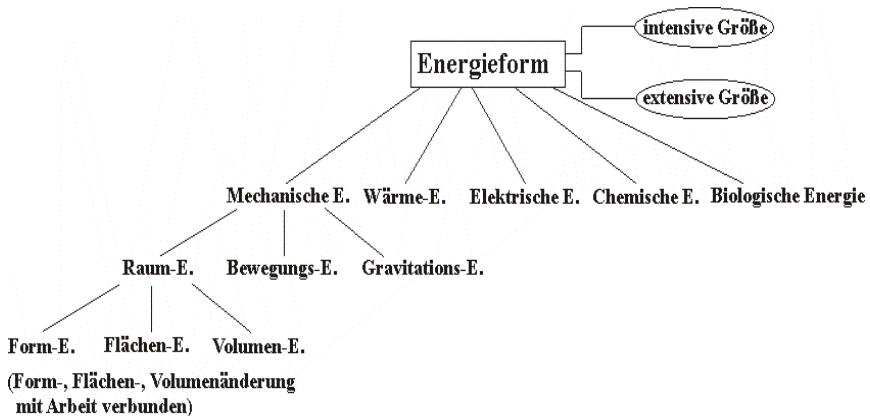
Das zweite Prinzip der Energetik behandelt den Verbrauch freier Energie – OSTWALDS Formulierung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Auch dafür zeigt er zunächst sehr anschaulich die wissenschaftshistorischen Ursprünge auf. Am Anfang steht hier die Industrialisierung und James WATTS Dampfmaschine: Wärme kann Arbeit erzeugen, wenn sie von einer höheren auf eine tiefere Temperatur fällt. Sadi CARNOT (1824) erklärt den Kreisprozess eines sich auf- und abwärts bewegenden Kolbens einer Wärmekraftmaschine durch Expansion und Kompression eines Gases auf Grund von abwechselnder Abkühlung und Erhitzung. Bei einer idealen Maschine (ohne Wärme- und Arbeitsverlust) ist der Kreisprozess reversibel. Eine Maschine, die mehr Arbeit als CARNOTS reversibler Kreisprozess erzeugen könnte, wäre ein Perpetuum mobile. Am Rande sei vermerkt, dass Rudolf DIESEL seinen Motor ursprünglich entwarf, um CARNOTS ideale Maschine zu realisieren

Bei idealen reversiblen Kreisprozessen bleibt das Verhältnis von Wärmemenge und (absoluter) Temperatur konstant. Diese von Rudolf CLAUSIUS „Entropie“ genannte Größe nimmt jedoch bei jedem nicht umkehrbaren (nicht idealen) Vorgang in einem abgeschlossenen System zu. Das lässt sich bereits bei alltäglichen Vorgängen beobachten: Ein Glas Wasser fällt zu Boden, zersplittert, Flüssigkeit fließt aus und Energie wird zerstreut. Der umgekehrte Vorgang, dass sich die Splitter mit der Flüssigkeit und der Energie wieder zusammen finden, wurde nie beobachtet. Der Zweite Hauptsatz besagt daher nach CLAUSIUS, dass für abgeschlossene Systeme bei einem irreversiblen Prozess die Entropieänderung größer als Null ist oder bei einem reversiblen Prozess gleich Null ist. Aus der ständigen Zunahme der Entropie in der Welt folgert LORD KELVIN, dass die vorhandenen Temperaturunterschiede und die damit verbundenen Umwandlungsmöglichkeiten in Arbeit verschwinden, bis ein Endzustand maximaler Entropie erreicht ist. Diesen Vorgang der Energiezerstreuung nennt er Dissipation.

Für OSTWALD steht der Energiebegriff im Vordergrund. Er unterscheidet daher zwischen der ruhenden Energie („*die sich niemals mehr selbst umwandeln kann*“) und der freien (beweglichen) Energie („*die allein zu Geschehnissen in der Welt Anlass gibt*“). Der Zweite Hauptsatz fordert dann nach OSTWALD: „*In abgeschlossenen Systemen kann die freie Energie nur abnehmen oder verbraucht werden, niemals zunehmen.*“ Damit ist für ihn auch der Zusammenhang der beiden Hauptsätze mit dem Perpetuum mobile klar: In abgeschlossenen Systemen kann ohne äußeren Energieaufwand 1) keine Energie aus Nichts entstehen (Unmöglichkeit des Perpetuum mobile 1. Art) und 2) keine freie Energie aus ruhender Energie entstehen (Unmöglichkeit des Perpetuum mobile 2. Art).

In der Energetik ist Energie und nicht Materie der Grundbegriff. Das ist weltanschaulich häufig missverstanden worden wie z.B. in einer folgenschweren Polemik von LENIN gegen OSTWALD. Dabei zeigt sich aber nur, dass diese Vertreter des Materialismus die physikalische Begründung von OSTWALD nicht verstanden hatten. Vom wissenschaftstheoretischen Standpunkt aus lässt sich nämlich OSTWALDS Argument methodisch präzise ohne weltanschauliche Implikate rekonstruieren. Wenn „Materie“ ein naturwissenschaftlicher Begriff sein soll, dann muss er sich auf Messgrößen beziehen. So unterscheidet OSTWALD an Energieformen extensive (also additive) Messgrößen wie z.B. die Ausdehnung oder das Gewicht eines Gases von intensiven (nicht-additiven) Messgrößen wie z.B. Temperatur oder Druck eines Gases. Der Begriff der Materie bezeichnet offenbar nur die extensiven Attribute einer Energieform. Daher ist er nach OSTWALD kein Grundbegriff der Naturwissenschaft, sondern abgeleitet. Nun mag man zu dieser Auszeichnung des Energiebegriffs stehen wie man will. Methodisch ist es jedenfalls möglich, mit dem Energiebegriff zu beginnen und andere Begriffe darauf zurückzuführen. Damit müssen wissenschaftstheoretisch keine ontologischen Ansprüche verbunden sein. Vom heutigen Standpunkt aus sieht man dieses Unternehmen wesentlich entspannter als im damaligen weltanschaulich-ideologischen Kampfgetümmel. Es kommt darauf an, ein konsistentes Begriffssystem durchzuführen. Genau das hat OSTWALD in seinem Buch „Die Energie“ nach dem Vorbild thermodynamischer Terminologie getan. Als methodisches Forschungsprogramm hat seine Energetik bis heute Bedeutung.

Nach OSTWALDS Forschungsprogramm lassen sich alle Grundbegriffe der Naturwissenschaften auf Energieformen zurückführen, die jeweils durch intensive und extensive Größen bestimmt sind:



Solche Taxonomien von Begriffen nennt man heute in der Datenbanktechnik der Informatik „Ontologien“. Damit sind jedoch keine weiteren Ansprüche

verbunden als eine klare und konsistente Klassifikation, bei der sich Eigenschaften übergeordneter Begriffe an untergeordnete Begriffe weitervererben. Auffallend ist, dass selbst geometrische Größen mit dem Energiebegriff verbunden werden. Das entspricht aber auch heute thermodynamischer Terminologie, in der die mathematischen Formen von z.B. Volumen- oder Flächenenergie bestimmt werden. Gemeint ist dabei, dass z.B. das geometrische Volumen eines Gases oder Körpers durch Arbeit aufrechterhalten wird, die einer Volumenänderung unter Druck entgegengesetzt werden muss. Die Volumenenergie hat als intensive Größe den Druck und als extensive Größe die geometrische Volumenmessung. Ein weiteres Beispiel ist die Wärmeenergie mit intensiven Größen wie Temperatur und extensiven Größen wie Entropie. Methodisch sollen also nach OSTWALDS Forschungsprogramm der Energetik die Begriffe von Physik und Chemie auf eine (phänomenologische) Thermodynamik zurückgeführt werden. Das mag ungewöhnlich erscheinen, da im 19. Jahrhundert zunächst die klassische Mechanik (z.B. bei HELMHOLTZ) im Vordergrund stand. OSTWALD hat aber gute Gründe, um diesen methodischen Aufbau vorzuziehen. Nicht zuletzt spielt dabei die überragende praktische Bedeutung der Energie und Energieumwandlung für die moderne technisch-industrielle Zivilisation eine große Rolle.

Energieumwandlung in der Energetik bedeutet, dass freie Energie nach dem Zweiten Hauptsatz verbraucht und in ruhende Energie umgewandelt wird. Die zentrale freie Energie auf der Erde ist die Sonnenenergie, aus der sich in Natur und Technik ein komplexes Netz der Energieumwandlung entfaltet: Pflanzen wandeln Sonnenenergie in chemische Energie um, die in Kohle gespeichert durch Verbrennung zu Wärmeenergie wird, um als Bewegungsenergie z.B. eine Dampfmaschine anzutreiben. Sonnenenergie konzentriert sich aber auch als Wasserenergie in einer Regenwolke, die abregnet und in einem Stausee gesammelt wird, um durch Gravitationsenergie auf eine Turbine geleitet neue Bewegungsenergie zu erzeugen, die schließlich in elektrische Energie umgewandelt wird. Mit Solarzellen gibt es heute bereits den direkten Weg von der Sonnenenergie zur elektrischen Energie. OSTWALDS Energetik entwirft also die Grundlagen für ein weit schauendes Forschungsprogramm der Energienetze, ohne die technisch-industrielle Zivilisationen heute nicht denkbar wären.

### **3. Von der Gleichgewichts- zur Nichtgleichgewichts-Thermodynamik**

Eine Schwäche der Energetik wurde darin gesehen, dass sie phänomenologisch-anschaulich bleibt und der nächste Schritt der mathematischen Umsetzung fehlt. Vom heutigen Standpunkt aus fehlt der Energetik zudem die Erklärung durch die Mikrophysik der Atome und Moleküle, die heute (im Unterschied zum Ende des 19. Jahrhunderts) bestens bestätigt ist. Diese Defizite behoben Ludwig BOLTZMANN und später Josiah Willard GIBBS durch ihre statistische Begründung der Thermodynamik. Nach BOLTZMANN ist die Entropie ein Maß für die Verteilungsmöglichkeiten der Mikrozustände der Elemente (z.B. Gasmoleküle) eines Systems, die einen Makrozustand erzeugen. Wachsende Entropie in einem abge-

schlossenen System entspricht dem Übergang von einer geordneten zu einer ungeordneten und zufälligen Verteilung im thermischen Gleichgewicht. Die Irreversibilität des Makrozustands ist hoch wahrscheinlich trotz Mikroreversibilität der molekularen Stoßgesetze.

Unordnung entsteht aber spontan nach dem Zweiten Hauptsatz nur in isolierten Systemen. In Systemen mit Energie- und Stoffaustausch können sich Mikroelemente zu neuen Strukturen und Ordnungen arrangieren. So ist ein Regentropfen ein komplexes System von Wassermolekülen, die sich durch Energieminimierung im thermischen Gleichgewicht einer nahezu perfekten Kugelform organisieren. Kühlt man dieses System noch weiter ab, entstehen im Gefrierpunkt die regulären Strukturen von Eiskristallen. Ein weiteres Beispiel für Ordnungsentstehung durch Energieminimierung ist ein Eisenmagnet. Mikrophysikalisch handelt es sich um ein komplexes System von atomaren Dipolen, deren beide Zustände Spin up und Spin down im erhitzten Zustand irregulär verteilt sind. Die durchschnittliche Verteilung der auf- und abwärts zeigenden Dipole ist der Ordnungsparameter des Systems. Bei Abkühlung auf den Curie-Punkt organisieren sich die Elemente spontan in einem regulären Ordnungsmuster im Gleichgewicht. Dabei weisen die Spinzustände alle in eine Richtung und verstärken dadurch ihre Wirkung. Diese mikroskopischen Interaktionen erklären den neuen makroskopischen Zustand des Eisenkörpers, der nun magnetisch ist.

Gleichgewichtsstrukturen waren auch in OSTWALDS Thermodynamik bekannt. Neu ist die Vorstellung, dass Ordnung und Strukturen fern des thermischen Gleichgewichts entstehen können, obwohl entsprechende Experimente mit Konvektionszellen (z.B. Bénard-Experiment) seit etwa 1900 vorliegen. So entstehen bei Erwärmung einer Flüssigkeitsschicht von unten an einem kritischen Wert spontan reguläre Rollmuster mit zwei möglichen Drehrichtungen. Welche Ordnung sich durchsetzt, hängt von geringsten Anfangsfluktuationen ab. Auch Strömungsmuster in Flüssigkeiten oder Luft entstehen durch Erhöhung der Energiezufuhr. Steigende Strömungsgeschwindigkeit führt zu komplexen Ordnungsmustern (Attraktoren) fern des thermischen Gleichgewichts. Man spricht dann auch von Phasenübergängen fern des thermischen Gleichgewichts: Alte Ordnungen werden durch wachsende Kontrollwerte (z.B. Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit) instabil, brechen zusammen, neue lokale Ordnungen entstehen, die wieder instabil werden, etc. So entwickelt sich ein thermodynamischer Verzweigungsbaum von immer neuen lokalen Gleichgewichten fern des thermischen Gleichgewichts, an deren Ästen neue lokale Ordnungen und Strukturen wie z.B. Strömungsmuster entstehen.

Das ist die Idee einer Nichtgleichgewichts-Thermodynamik, die u. a. Ilya PRIGOGINE vertreten hat. Als Chemie-Nobelpreisträger ist er in einem gewissen Sinn Nachfolger von Wilhelm OSTWALD, da auch er sein Forschungsprogramm mit naturphilosophischen Perspektiven versieht. Methodisch setzt PRIGOGINE allerdings die mikrophysikalische Begründung BOLTZMANNs für die Nichtgleichgewichts-Thermodynamik fort:



*„Die klassische Thermodynamik führt zum Begriff der ‚Gleichgewichtsstruktur‘, wie sie etwa Kristalle darstellen. Die Bénard-Zellen sind ebenfalls Beispiele einer Struktur, aber ganz anderer Art. Sie sind ‚dissipative Strukturen‘ fern des thermischen Gleichgewichts. [...] Können die Parameter, welche den Aufbau eines Kristalls beschreiben, aus den Eigenschaften der Moleküle abgeleitet werden, aus denen der Kristall besteht, und insbesondere aus der Reichweite der Anziehungs- und Abstoßungskräfte der Moleküle, so sind die Bénard-Zellen – wie alle dissipativen Strukturen – im wesentlichen ein Ausdruck der globalen Nichtgleichgewichtssituation, durch die sie hervorgebracht werden.“<sup>4</sup>*

Das lässt sich auch mathematisieren: Auf der Mikroebene werden die Wechselwirkungen der Systemelemente durch gekoppelte Bewegungsgleichungen (in der Regel nichtlineare Differentialgleichungen) für die einzelnen Elemente beschrieben. In der Nähe eines Instabilitätspunktes lassen sich instabile und stabile Verhaltensweisen (Moden) durch eine lineare Stabilitätsanalyse unterscheiden. Wenige instabile Moden können dort durch heftige Fluktuationen Amplituden von makroskopischer Größenordnung erreichen und die übrigen stabilen Moden beeinflussen. So entsteht ein makroskopisches Verhaltensmuster, das schließlich die gesamte Systemdynamik dominiert. Mathematisch wird dieses Muster durch einen Ordnungsparameter charakterisiert. Es reicht also, wenige Ordnungsparameter zu kennen, um die makroskopische Dynamik von vielleicht Millionen oder Milliarden von Elementen zu verstehen. Dazu dienen stochastische Differentialgleichungen wie die Mastergleichungen. Die Einführung von Ordnungsparametern in eine makroskopische Gleichung für die globale Gesamtdynamik eines Systems (z.B. Flüssigkeit) ist also eine gewaltige Reduktion von Komplexität gegenüber den entsprechenden Millionen oder Milliarden von Bewegungsgleichungen der vielen Systemelemente (z. B. Flüssigkeitsmoleküle).

Naturphilosophisch ist entscheidend, dass die neu entstandene Ordnung oder Struktur nicht auf die Systemelemente alleine zurückgeführt werden kann, sondern nur auf das gesamte nichtlineare Netz ihrer kausalen Wechselwirkungen. Das Ganze ist also mehr als die Summe seiner Teile. Mathematisch wird diese alte naturphilosophische Einsicht durch das Prinzip der Nichtlinearität präzisiert.

Nach der Physik lassen sich auch chemische Strukturen fern des thermischen Gleichgewichts untersuchen. In offenen dissipativen chemischen Systemen können Phasenübergänge zu immer komplexeren makroskopischen Mustern (Attraktoren) stattfinden, die durch nichtlineare chemische Reaktionen in Abhängigkeit von einer äußeren Zu- und Abfuhr von Stoffen an kritischen Werten ausgelöst werden. Bekanntes Beispiel sind die oszillierenden Ringwellen der Belousov-Zhabotinsky (BZ)-Reaktion. Die Erhaltung dieser dissipativen Ordnungsmuster wird durch autokatalytische Wirkungen chemischer Stoffe erklärt. Chemisch werden die mikroskopischen Wechselwirkungen durch Reaktionsgleichungen beschrieben, denen mathematisch wieder nichtlineare Gleichungen entsprechen.

---

<sup>4</sup> PRIGOGINE, I. ; STENGERS, I.: Dialog mit der Natur. 5. Aufl. München : Piper, 1986. - S. 152.

Chemische Oszillationen wie die BZ-Reaktion lassen sich durch Trajektorien eines Grenzzyklus (Attraktor) im Phasenraum, als oszillierende Zeitreihe oder im thermodynamischen Bifurkationsbaum darstellen. Die Instabilitätspunkte entsprechen dann Verzweigungspunkten, an denen neue lokale Ordnungen wie z.B. der Grenzzyklus einer chemischen Oszillation entstehen.

#### 4. Von der Katalyse zur Autokatalyse und Selbstregulation

Die Schlüssel zur Entstehung von Ordnung und Strukturen sind für OSTWALD Katalyse, Autokatalyse und Selbstregulation. Katalyse macht die Entstehung von Neuem möglich: Zwei Reaktionspartner würden im atomaren Zustand eine chemische Reaktion eingehen. Ein Katalysator liefert die notwendige Aktivierungsenergie zur Trennung der Bindungen und geht Zwischenverbindungen ein. Am Ende der Reaktion liegt er wieder unverändert vor. So regt eine Platinmünze beim Zerfall von Wasserstoffperoxid die Sauerstoffentwicklung an und steckt eine Gold- und Kupfermünze durch elektrochemische Vorgänge an. Seit der Antike sind katalytische Reaktionen bekannt. Erinnert sei an die Wirkung von Enzymen bei der alkoholischen Gärung und der Essigsäure-Herstellung. Eine erste Definition der Katalyse liefert 1836 BERZELIUS:

*„Die katalytische Kraft scheint eigentlich darin zu bestehen, dass Körper durch ihre bloße Gegenwart, nicht durch ihre Verwandtschaft, die bei dieser Temperatur schlummernden Reaktionseigenschaften zu erwecken vermögen ...“*

Tatsächlich geht ein Katalysator chemische Wechselwirkungen ein und wirkt nicht nur durch die „bloße Gegenwart“. Die richtige Definition, für die OSTWALD 1909 den Chemie-Nobelpreis erhielt, lautet daher bis heute:

*„Ein Katalysator ist ein Stoff, der die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion erhöht, ohne selbst dabei verbraucht zu werden und ohne die endgültige Lage des thermodynamischen Gleichgewichts dieser Reaktion zu verändern.“*

Autokatalyse („Selbstkatalyse“) ist nach OSTWALD eine Form der Katalyse, bei der ein Endprodukt katalytische Wirkung auf die Reaktion selber hat. Der Katalysator wird erst während der Reaktion gebildet. Das hat eine Beschleunigung zur Folge, die an das Wachstum von Organismen erinnert. Gibt man beispielsweise Kupfer zu konzentrierter Salpetersäure, setzt die Reaktion zunächst nur langsam ein. Die dabei gebildeten braunen Dämpfe der Stickoxide wirken katalytisch und beschleunigen die Reaktion dann immer mehr. Oszillierende chemische Reaktionen wie die BZ-Reaktion werden ebenfalls durch autokatalytische Reaktionen möglich. Dieser „Selbsterregung“ durch Rückkopplung entsprechen mathematisch nichtlineare Reaktionsgleichungen. Sie sind ein Beispiel für nichtlineare Dynamik fern des thermischen Gleichgewichts. Analog lässt sich der Wachstumsprozess lebender Organismen auf autokatalytische Prozesse zurückführen: So trägt etwa eine Blumenzwiebel die Ressourcen für ihr Primärwachstum in sich. Sie erzeugen einen weißen Keim, der durch Wechselwirkung mit Licht grün wird. Dann beginnt

die Pflanze selbstständig zu wachsen, indem sie ihre eigenen Enzyme, d.h. katalytisch wirkende Proteine aufbaut, erzeugt und sich immer schneller entwickelt.

## 5. Energetik und Selbstregulation des Lebens

Lebende Organismen sind nach OSTWALD dissipative chemische Systeme, die sich nach den Gesetzen der Energetik durch Umwandlung freier Energie ihrer Umwelt im stationären Gleichgewicht fern der Erstarrung des Todes im thermischen Gleichgewicht halten. Sie zeichnen sich durch Selbsterhaltung, Selbstregulation und Selbstreproduktion aus. Die Bedingungen der Selbstregulation und Selbsterhaltung erfüllt, wie OSTWALD an vielen Stellen erläutert, bereits eine Kerzenflamme, die in einem rückgekoppelten Kreislauf einerseits freie Energie aus dem verflüssigten Wachs der Kerze in Wärmeenergie umwandelt, andererseits mit dieser Wärmeenergie das Wachs verflüssigt, das die notwendige freie Energie zur Verfügung stellt. Dieser Kreislauf ermöglicht ein stationäres Gleichgewicht von freier Energie und Dissipation von Wärmeenergie. Bei lebenden Organismen kommt die Selbstreproduktion noch hinzu. Zur Regelung ihrer chemischen Reaktionen dienen Katalysatoren oder Enzyme, die von Organismen in einer Autokatalyse selbstständig erzeugt werden. Der Begriff des stationären Gleichgewichts ist als „Fließgleichgewicht“ bekannt und wird wissenschaftshistorisch Ludwig VON BERTALANFFY zugeschrieben. Tatsächlich erklärt Wilhelm OSTWALD diesen Begriff und seine grundlegende Bedeutung für das Verständnis von Leben in einem Vortrag über „*Chemie und Biologie*“ 1903 in Berkeley [abgedruckt in „*Gedanken zur Biosphäre*“].<sup>5</sup>

Heute erklären wir die Entwicklung des Lebens durch Phasenübergänge präbiotischer Evolution mit biochemischen katalytischen und autokatalytischen Prozessen. Erinnert sei an Manfred EIGENS und Peter SCHUSTERS katalytische Hyperzyklen. Hyperzyklen sind selbstreproduzierende makromolekulare Systeme, in denen RNA-Strukturen und Enzyme kooperieren: Die  $i$ -te RNA-Matrize  $I_i$  kodiert das  $i$ -te Enzym  $E_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). Das  $i$ -te Enzym  $E_i$  beschleunigt die Replikationsrate der  $i+1$ -ten RNA  $I_{i+1}$ . Die Information, die in RNA-Sequenzen kodiert ist, wird also in Enzyme übersetzt, analog dem Übersetzungsvorgang in biologischen Systemen. Die zyklische Organisation sichert die strukturelle Stabilität. Hyperzyklen sind Vorläufer von Protozellen. Sie sollen die Entstehung des komplexen Übersetzungsmechanismus mit eindeutigen genetischen Kodes erklären.

Eine Zelle lässt sich im Sinne OSTWALDS als energetisches System verstehen, das mit molekularen Tools wie Proteine, Nukleinsäuren, Lipide und Polysaccharide die Energieproduktion, Informationsverarbeitung und Selbstreplikation aufrecht erhält. Nach der thermodynamischen Selbstorganisation von Ordnung wird damit die genetische Selbstorganisation von Leben möglich: Komplexe zelluläre Organismen wachsen unter geeigneten Umweltbedingungen durch Selbstrepli-

<sup>5</sup> OSTWALD, Wilhelm: *Chemie und Biologie*. In: *Gedanken zur Biosphäre : sechs Essays* / von W. Ostwald eingeleitet u. mit Anmerkungen versehen von H. Berg. Leipzig : Akad. Verlagsges., 1978. - S. 16-29.

kation, Mutation, Selektion und Metabolismus nach genetischen Codes. Die Entstehung der Arten lässt sich dann im Rahmen einer Nichtgleichgewichtsdynamik als Phasenübergänge verstehen. Analog zum thermodynamischen Bifurkationsbaum erhalten wir nun DARWINS Evolutionsbaum der Arten. An die Stelle von Fluktuationen in thermodynamischen Instabilitätspunkten treten nun Mutationen als Zufallsveränderungen von DNA-Codes, die Verzweigungen im Evolutionsbaum erzeugen. Selektionen sind die treibenden Kräfte in den Ästen, an denen statt z.B. thermodynamischer Strömungsmuster nun die Arten als neue biologische Strukturen entstehen.

Methodisch muss an dieser Stelle betont werden, dass damit die biologische Evolution keineswegs auf die Thermodynamik reduziert wird. Die nichtlineare Dynamik komplexer Systeme ist eine rein mathematische Theorie nichtlinearer Differentialgleichungen, in der keine physikalischen oder andere naturwissenschaftlichen Größen festgelegt sind. Vielmehr wird der *mathematische Formalismus nichtlinearer Dynamik* in einen Fall thermodynamisch und im anderen Fall biologisch interpretiert. Wissenschaftstheoretisch gesprochen erhalten wir dann ein *thermodynamisches* und ein *biologisches Modell nichtlinearer Dynamik*. Diese Modelle sind dann mit den Beobachtungen und Messungen in den jeweiligen Anwendungsfeldern zu testen und zu überprüfen. So ist es später auch möglich, diesen Formalismus auf andere Anwendungsgebiete wie z.B. Gehirn- und Kognitionsforschung oder Sozialwissenschaften zu übertragen.

Nach diesem biologisch-evolutionären Modell entstehen Hierarchiestufen des Lebens von immer komplexeren Systemen von den physikalischen und chemischen Systemen über Zellen, Organen und Organismen bis zu Populationen und ökologischen Systemen. Diese Entwicklungen lassen sich wieder als Phasenübergänge im Rahmen nichtlinearer Dynamik verstehen. Für einige dieser Entwicklungsstufen liegen auch bereits mathematische Selbstorganisationsmodelle vor. Auf jeden Fall handelt es sich um ein methodisches Forschungsprogramm, dass über den Ansatz von OSTWALDS Energetik hinaus biologische Evolution erklären soll. Dabei ist der methodische Unterschied von OSTWALDS Begriff der „Selbstregulation“ und dem Begriff der „Selbstorganisation“ im Rahmen der Nichtgleichgewichtsdynamik zu beachten. Selbstregulation bezieht sich nach OSTWALD auf stationäre Gleichgewichte und damit Gleichgewichtsdynamik, während „Selbstorganisation“ Phasenübergänge im Rahmen einer Nichtgleichgewichtsdynamik meint. Anschaulich gesprochen lässt sich im Rahmen der Gleichgewichtsdynamik, wie OSTWALD auch erläutert, die Erhaltung des Lebens, aber nicht seine evolutionäre Entwicklung verstehen. Der Grund ist, dass katalytische Prozesse, wie OSTWALD selber in seiner berühmten Katalysedefinition betont, nicht das Gleichgewicht verändern. Beim Evolutionsprozess werden aber in einem Verzweigungsbaum alte Gleichgewichte instabil, Populationen und Arten sterben aus und neue Arten entstehen nach Phasenübergängen in neuen lokalen Gleichgewichten.

Naturphilosophisch ist wichtig, dass OSTWALD mit seiner biologischen Energetik, d.h. der Lehre von energetischen Organismen im stationären Gleichgewicht, sowohl Materialismus als auch Vitalismus überwinden will. Leben lässt sich nämlich nicht allein durch die Eigenschaften von Atomen und Molekülen im Sinne des Materialismus erklären. Es bedarf aber auch keiner „immateriellen Lebenskraft“ im Sinne des Vitalismus. Die Selbstreproduktion und Selbstregulation von Lebensenergie wird im Rahmen der Energetik und (so können wir nun hinzufügen) der Nichtgleichgewichtsdynamik und Biochemie erklärbar.

Bemerkenswert ist, dass OSTWALD seine biologische Energetik bis in die Medizin ausweitet. Damit umfasst sie einen Anwendungsbereich, den man heute als Lebenswissenschaft oder Life Science zusammenfasst. Seine Schlüsselbegriffe lauten dabei „Selbsteilung“ und „Überheilung“. Autokatalyse und Selbsterhaltung führen nach OSTWALD zur Fähigkeit der Selbsteilung von Organismen. Man denke z.B. an die Phasen der Wundheilung des tierischen oder menschlichen Organismus. Als Reparaturvorgang steht Selbsteilung nach OSTWALD im Fließgleichgewicht mit der Oxidation als „Selbstverbrennung“ von Körpersubstanz. Mit „Überheilung“ bezeichnet OSTWALD die Fähigkeit, einen Überschuss als Gegenwirkung zu erzeugen. Ein Beispiel ist die Muskelbildung bei dauernder Beanspruchung oder Training. Sie ermöglicht Leistungssteigerung eines Organismus. Auch dabei geht es letztlich um gezielte Energieumwandlung zur Leistungsoptimierung. Die moderne Sportmedizin verfolgt heute die Ziele von OSTWALDS medizinischer „Überheilung“. OSTWALD beschreibt aber in dem Zusammenhang auch sehr anschaulich die abnehmende Fähigkeit des alternden Organismus zur Selbsteilung und Überheilung. Energie muss daher im Alter sparsam und gezielt therapeutisch eingesetzt werden – ein hoch aktuelles Anwendungsgebiet der biologischen Energetik im Zeitalter überalternder Wohlstandsgesellschaften.

## 6. Energetik und Selbstregulation des Geistes

Die natürliche Fortsetzung von Physik, Chemie, Biologie und Medizin ist die Energetik und Selbstregulation des Geistes. Programmatisch schreibt OSTWALD dazu in seinem Buch „Die Energie“ (1908):

*„Für die mechanistische Weltauffassung besteht zwischen den physischen Erscheinungen als mechanischen einerseits und den geistigen andererseits eine unüberbrückbare Kluft; für die energetische Weltauffassung besteht im Gegenteil ein stetiger Zusammenhang zwischen den einfachsten Energiebestätigungen, den mechanischen, und den verwickeltsten, den psychischen.“<sup>6</sup>*

Dieser stetige Übergang lässt sich an den Hierarchiestufen des Zentralnervensystems (ZNS) veranschaulichen. Das ZNS besteht nämlich aus einer Hierarchie von organisierten Teilstrukturen zunehmender Größe und Komplexität. Die Hierarchie reicht von Ionen, Molekülen, Membranen, Zellen und Synapsen über

<sup>6</sup> OSTWALD, Wilhelm: Die Energie, siehe Fußnote 2, S. 156.

Netzwerke, Schichten und topographischen Karten zu den Teilsystemen, die Wahrnehmung, Bewegung, Emotionen, Denken und Bewusstsein ermöglichen. Signalverarbeitung in Nervenzellen (Neuronen) ist Energieumwandlung im Sinne der Energetik. So wandelt z.B. ein sensorisches Neuron mechanische Energie (z.B. Reiz durch die Dehnung eines Muskels) in elektrische Energie (Aktionspotentiale) um.

Mit Überheilung bezeichnet OSTWALD die Verstärkung körperlicher und geistiger Fähigkeiten durch z.B. Training und Lernen. Tatsächlich lassen sich heute synaptische Veränderungen beim Lernen nachweisen, die durch autokatalytisches Wachstum ausgelöst werden. Sie führen zu verstärkter Ausschüttung von Transmittern, Einführung von Interneuronen, veränderten postsynaptischen Membranen, neuen synaptischen Kontaktstellen oder dem Umfunktionieren von Synapsen.

Energiepotentiale des Gehirns zeigen sich in neuronalen Verschaltungsmustern, die heute nahezu in Echtzeit mit computergestützten Verfahren wie PET (Positron-Emission-Tomography) Bildern sichtbar gemacht werden können. Das Gehirn ist ein komplexes System von Neuronen, die sich durch neurochemische Wechselwirkung in Zellverbänden verschalten. Grundlage ist wieder eine nichtlineare Dynamik, bei der auf der Makroebene durch energetische Wechselwirkung der Systemelemente (Neuronen) Energiepotentiale erzeugt werden. Erinnerung sei in dem Zusammenhang an die Selbstorganisationsmodelle synchron feuender Neuronensembles, mit denen z.B. nach Christoph VON DER MALSBURG das Erkennen ganzheitlicher Bilder möglich wird. Wahrnehmung, Emotionen, Gedanken und Bewusstsein entsprechen also Energiepotentialen, die mit passenden Schaltmustern korreliert sind. Nach der thermodynamischen und genetischen Selbstorganisation hätten wir nun die neuronale Selbstorganisation, mit der Wahrnehmungen, Emotionen, Gedanken und Bewusstseinszustände als neuen Systemstrukturen erzeugt werden. Mit OSTWALD könnten wir daher die Hierarchiestufen des Lebens von der Mikroebene der wechselwirkenden Neuronen und Synapsen über makroskopische Schaltmuster von Wahrnehmungen, Gedanken und Gefühlen bis zu komplexen Bewusstseinszuständen fortsetzen. Auch hier soll es nicht um spekulative Behauptungen über ontologische Schichtungen der Wirklichkeit gehen. Vielmehr handelt es sich heute um die Fortschreibung des Forschungsprogramms nichtlinearer Dynamik auf die Kognitionswissenschaften und Neuropsychologie. Für Teilbereiche wie das visuelle System liegen auch bereits mathematische Modelle nichtlinearer Dynamik vor.

Naturphilosophisch geht es OSTWALD, wie herausgestellt wurde, um die Überwindung des Dualismus von Spiritualismus und Materialismus. Statt „Energetik des Geistes“ würde man heute von kognitiver Energetik sprechen, also der Lehre von den Energiepotentialen der Kognition. Kognitive Leistungen des Gehirns lassen sich nämlich nicht allein durch Eigenschaften von Atomen, Molekülen und Neuronen im Sinne des Materialismus erklären. Es bedarf aber auch keines „immateriellen Geistes“ im Sinne des Spiritualismus. Im Rahmen von Energetik,

Gehirn- und Kognitionsforschung werden vielmehr Wahrnehmung, Gefühle, Denken und Bewusstsein als Gehirnpotentiale erklärbar.

## 7. Energetik und Selbstregulation in Technik und Gesellschaft

In seinen Vorträgen und Arbeiten zur Technik entwickelt OSTWALD visionäre Ideen, die wir heute Gebieten wie Bionik, Kybernetik und Künstlicher Intelligenz zuordnen würden. So heißt es in der späten Arbeit *„Der biologische Faktor in der Technik“* für die Zeitschrift des VDI (73 (1929), S.1149-1150, abgedruckt in *„Gedanken zur Biosphäre“*, S. 68):

*„Die Lebewesen zeigen uns, dass und wie die Aufgabe der Beschaffung, Umwandlung und Steuerung von Energie an einem aus mannigfaltigen Teilen zusammengesetzten dauerhaften Ganzen gelöst werden kann, denn sonst würden sie nicht leben. Sie können uns somit als Beispiele und Anreger dienen, wie wir an technischen Komplexen die gleiche Aufgabe lösen können.“*

In dem bereits zitierten wegweisenden Vortrag in Berkeley von 1903 über *„Chemie und Biologie“* sagt er:

*„Wenn es eine Maschine gäbe, die zugrunde gehende Teile selbsttätig ersetzen oder eine neue Maschine herstellen könnte, dann müssten wir sie ein lebendiges Wesen nennen.“<sup>7</sup>*

OSTWALD steht damit in der Tradition von LEIBNIZ, der bereits Ende des 17. Jahrhunderts auf dem Hintergrund der Mechanik Leben als komplexe Automaten begreift. Bei OSTWALD bilden Energetik, Chemie und Biologie die wissenschaftlichen Grundlagen. Die Idee von sich selbst reproduzierenden Automaten wird mathematisch erstmals von John VON NEUMANN Ende der 1950er Jahre präzisiert. Seine zellulären Automaten sind komplexe Systeme aus endlichen Automaten, deren Zustände sich nach einfachen Regeln in Abhängigkeit von Nachbarzellen wie lebende Zellen verändern. Geeignete zelluläre Automaten können sich in nachfolgenden Generationen reproduzieren. Jeder Computer lässt sich im Prinzip durch einen geeigneten zellulären Automaten simulieren und umgekehrt. Auch genetische Algorithmen, nach denen sich Computerprogramme durch Zufallsveränderungen („Mutationen“) ihrer Befehle und Selektionen in nachfolgenden Generationen optimieren können, sind der Evolution abgeschaut. So kann z.B. das LISP-Programm einer virtuellen Ameise in nachfolgenden Generationen einen optimalen Weg finden, um auf einem Gitterfeld verteilte Futterkörner in einem optimalen Weg zu erreichen. Genetische Algorithmen werden bereits im industriellen Alltag verwendet, wenn z.B. ein Roboterarm der Autoindustrie in nachfolgenden Generationen eine optimale Greifbewegung erzeugt.

Nach der Genetik der Zellen wird bereits auch die neuronale Dynamik des Zentralnervensystems und der Gehirne simuliert. Neuronale Netze orientieren sich

---

<sup>7</sup> Siehe Fußnote 4, Biologie und Chemie, S. 23.

mit geeigneten Netzwerktopologien und Lernalgorithmen an der Informationsverarbeitung von Gehirnen. So kann ein einfacher Roboter mit verschiedenen Sensoren (z.B. für Nachbarschaft, Licht, Kollision) und motorischer Ausstattung komplexes Verhalten durch ein sich selbst organisierendes neuronales Netz erzeugen. Bei einer Kollision werden die synaptischen Verbindungen zwischen aktiven Neuronen der Nachbarschaft und Kollision durch hebbische Lernregeln nach dem Vorbild lebender Neuronen verstärkt: Ein Lernmuster entsteht.

Als letztes Beispiel für technische Selbstregulation sei ein Projekt aus unserem Forschungsprogramm „Organic Computing“ erwähnt. In einer evolutionären Elektronikarchitektur konfigurieren sich autonome Objekte (z.B. Schalter, Regler, Lampen) selbstständig, um Fahrzeugfunktionen (z.B. Richtungsblinker) in einem Kooperationsnetzwerk zu realisieren. Wenn ein elektronisches Bauteil ausfällt, dann fragen sich die übrigen Bauteile untereinander ab, welche Einheit die ausgefallene Funktion übernehmen oder wie eine Überbrückung durch andere Kooperationen erreicht werden könnte. Es ist quasi eine „Selbstheilung“ wie bei einem Schlaganfall des Gehirns, wenn z.B. bei einem Ausfall bestimmter Sprachzentren andere Gehirnteile diese Funktionen übernehmen. Technisch werden solche Rekonfigurationen durch Informationsaustausch nach dem Vorbild eines Intranets oder des Internets möglich. OSTWALDS Prinzip der Selbstheilung lässt sich also unabhängig von biologischem Gewebe auch in technischen Stoffen realisieren.

Schließlich werden im World Wide Web Nachrichten elektronisch in einem weltweiten Computernetz ausgetauscht. Elektronische Energie wird im Sinne der Energetik zum Informationsträger. Ihre Selbstregulation über Routerknoten erinnert an die Vernetzung von Nervenzellen und Arealen des Gehirns. In seinem Buch *„Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft“* (1909) entwickelt OSTWALD Ideen zur Globalisierung der Kommunikationstechnik, die damals noch auf dem technischen Hintergrund von Telefon und Telegrafie die damit verbundenen sozialen Veränderungen bedenken:

*„Dass weltweite Nachrichtenvermittlung (wie z.B. Telephon und drahtlose Telegraphie) mit Nachdruck ausgebildet werde, zeigt, in wie viel höherem Maße gegenwärtig der einzelne Mensch mit einer Unzahl anderer zusammenhängt, zeigt mit anderen Worten die ungeheure Zunahme der Sozialisierung der Menschheit durch die technischen Mittel der gegenseitigen Mitteilung.“<sup>8</sup>*

Bei der Organisation und Speicherung von Wissen stellt sich OSTWALD die Frage, *„ob nicht auch noch ein letztes Ideal auf diesem Gebiet erreichbar sein sollte, nämlich ein Handbuch, welches die Eigenschaften hätte, sich automatisch völlig modern zu halten. Ein solches Werk müsste nicht nur den Tatbestand der Wissenschaft zum Ausdruck bringen, wie er vor einigen Jahren im Augenblick des Abschlusses des fraglichen Teils bestanden hat, sondern den Wissensstand immer*

---

<sup>8</sup> OSTWALD, Wilhelm: *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft*. Leipzig : Klinkhardt, 1909.. - S. 136.



wieder bis in die Gegenwart ergänzen.“<sup>9</sup> Vom heutigen Standpunkt fühlen wir uns bei solchen Ausführungen an Hypertexte im Internet oder Datenbanken mit Suchanfragen erinnert.

Jedenfalls machen solche Schlüsseltechnologien der Information und Kommunikation die Globalisierung der Wissensgesellschaft möglich. Die Umwandlung von Information und Wissen in Know-how und Innovation ist die zentrale Energietransformation in der Wissensgesellschaft. Die rohstoffabhängige klassische Industriegesellschaft wandelt sich zunehmend in eine Informations- und Wissensgesellschaft. Allerdings sieht OSTWALD bereits 1909 auch die Schattenseiten dieser Globalisierung, wenn er in seinen *„Energetischen Grundlagen der Kulturwissenschaft“* zur Globalisierung der Weltwirtschaft festhält:

*„Wir erkennen demgemäß in der Organisation des Kapitals diejenige Energieorganisation, welche bereits sehr erheblich angefangen hat, die maßgebende Macht über den gegenwärtigen Staat hinaus zu werden [...] Gleichzeitig wird allerdings hierdurch der Begriff des Staates mehr und mehr aufgelöst, da das mobile Kapital schon längst international geworden ist und die Tatsache der Weltwirtschaft eine staatliche Schranke nach der anderen niederreißt.“*<sup>10</sup>

Daher werden ethische und rechtliche Regelungen notwendig. Konsequenter fasst OSTWALD seine Überlegungen dazu 1912 in seinem Buch *„Der Energetische Imperativ“*<sup>11</sup> zusammen. Da nach dem Zweiten Hauptsatz der Energetik jede Umwandlung von mechanischer, thermischer, chemischer, biologischer, geistiger, organisatorischer oder ökonomischer Energie nur unvollständig möglich ist, muss nach OSTWALD freie Energie so zweckmäßig wie möglich verwendet werden:

*„Vergeude keine Energie, verwerte sie!“*

*„Eine Energieform ist umso wertvoller, je vollständiger sich ihre Rohform in Nutzform verwandeln lässt, je größer also ihr Transformationskoeffizient ist.“*

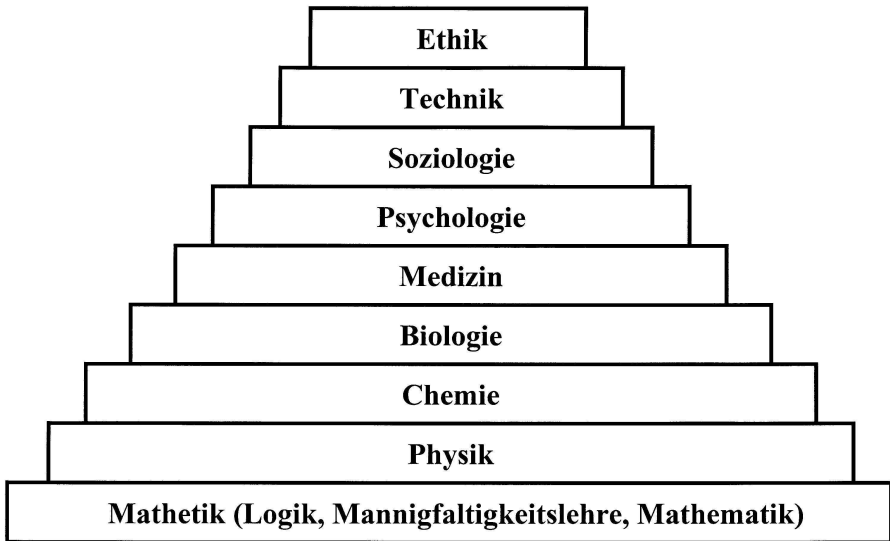
Heute ist der energetische Imperativ mit der Globalisierung zu konfrontieren. Konflikte, Reibung und Krieg bedeuten weltweite Dissipation, also Vergeudung von Energie in alle ihren Formen. Nach OSTWALDS energetischem Imperativ müssten daher Richtwerte global beschlossen, kontrolliert und dauernd verbessert werden, um ökologische, ökonomische, soziale und politische Spannungen abzubauen. Dadurch wird Energie frei für neue Innovationen, um die Lebensbedingungen der Menschheit zu verbessern. Als seinerzeit veränderte Richtwerte der Umweltbelastung zur Erfindung des Abgaskatalysators bei Automobilen führten, war damit nicht nur ökologische Entlastung erreicht, sondern auch ein ökonomischer Mehrwert mit erheblichem Gewinn.

<sup>9</sup> Forschen und Nutzen : Wilhelm Ostwald zur wissenschaftlichen Arbeit. Aus seinen Schriften ausgewählt, bearbeitet u. zusammengestellt anlässlich seines 125. Geburtstages von Günther Lotz, Lothar Dunsch, Uta Kring unter Bearbeitung von Brigitte Milik. 2. Aufl. Berlin : Akademie-Verl., 1982. - S. 169.

<sup>10</sup> Vgl. Fußnote 8, S. 162.

<sup>11</sup> OSTWALD, Wilhelm: Der energetische Imperativ : Erste Reihe. Leipzig : Akad. Verlagsges., 1912.

*„Energetischer Imperativ“*



Am Ende seines Buchs *„Die Pyramide der Wissenschaften“*<sup>13</sup> heißt es:

*„Der Schreiber:* Vermissen Sie in der Pyramide noch ein Gebiet?

*Der Leser:* Ja, die Königin der Wissenschaft, die Philosophie.

*Der Schreiber:* Was verstehen Sie unter Philosophie?

*Der Leser:* Jene Wissenschaft, welche alle einzelnen Wissenschaften zu einer großen Einheit zusammenfasst und über allen steht. Halten Sie nicht auch diese Begriffsbestimmung für zutreffend?

*Der Schreiber:* Gewiss. Aber dann haben wir diese ganze Zeit nichts anderes getrieben als Philosophie.“

Die Philosophie hat es also mit den methodischen Grundprinzipien der einzelnen Wissenschaften und ihrer Systematisierung zu tun. Wenn wir die Einzelwissenschaften auf ihre methodischen Grundlagen und Grundgesetze untersuchen, bearbeiten wir den allgemeinsten Teil der Wissenschaften. Bereits in seinem *„Grundriss der Naturphilosophie“* hatte Wilhelm OSTWALD diesen allgemeinsten Teil der

<sup>12</sup> OSTWALD, WILHELM: Die Pyramide der Wissenschaften : eine Einführung in wissenschaftliches Denken und Arbeiten. Stuttgart , Berlin : Cotta, 1929.

<sup>13</sup> Ebenda, S. 148.

Naturwissenschaften als Naturphilosophie bezeichnet. Mit Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften ist die Untersuchung der Grundsätze über die Naturwissenschaften hinausgetreten. In der Energetik fasst OSTWALD sein methodisches Forschungsprogramm zur Untersuchung wissenschaftlicher Grundsätze zusammen. Wie in dieser Arbeit gezeigt werden sollte, halten viele seiner Grundsätze auch heute noch stand, andere sind zu erweitern und zu ergänzen. Mit OSTWALDS Forschungsprogramm der Energetik ist ein Netzwerk methodischer Grundsätze entstanden, das sich lohnt fortzuentwickeln. Philosophie ist danach Teil des Forschungsprozesses und keine abgetrennte Veranstaltung. Philosophie erweist sich als unverzichtbarer Katalysator der Wissenschaft. Sie befördert – bewusst oder unbewusst - wesentlich den Erkenntnis-, Forschungs- und Innovationsprozess, auch wenn sie nicht ausdrücklich (nach Art von Katalysatoren) in den Endprodukten von Wissenschaft und Technik genannt wird.

### **Weitere Referenzen :**

Fratscher, W.; Knoche, K.-F.: Fran Bošnjaković and the School of Engineering thermodynamics in Dresden. In: *Energy* 29 (2004), S. 1837-1842

Internationales Symposium anlässlich des 125. Geburtstages von Wilhelm Ostwald. Berlin : Akademie-Verl., 1979

Mainzer, K.: Wilhelm Ostwald. In: Mittelstraß, J. (Hrsg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie* Bd. 2, B. I. Mannheim : Wissenschaftsverlag, 1984

Mainzer, K.: *Materie : Von der Urmaterie zum Leben*. München : Beck, 1996

Mainzer, K.: *Thinking in complexity : the complex dynamics of matter, mind, and mankind*. 4, erw. Aufl. Berlin/Heidelberg/New York : Springer, 2004

Mainzer, K.: *Symmetry and complexity : the spirit and beauty of nonlinear science*. Singapore : World Scientific Publ., 2005

Mittelstraß, J.: Ostwald oder: Naturphilosophie zwischen Naturwissenschaft und Philosophie. In: *Mitt. der Wilhelm-Ostwald-Ges. zu Großbothen e.V.* 9 (2004) , S. 6-17 (Vorträge zum 150. Geburtstag von Wilhelm Ostwald)

Prigogine, I.: *Vom Sein zum Werden*. München : Piper, 1985

## Kurzbiographie des Autors

Professor Dr. Klaus Mainzer (geb. 1947), nach Studium der Mathematik, Physik und Philosophie Promotion (1973) und Habilitation für Philosophie (1979) an der Universität Münster, Heisenbergstipendium (1980), 1981-1988 Professor für Grundlagen und Geschichte der exakten Wissenschaften an der Universität Konstanz, Prorektor der Universität Konstanz (1985-1988), seit 1988 Lehrstuhl für Philosophie und Wissenschaftstheorie an der Universität Augsburg, geschäftsführender Direktor des Instituts für Philosophie (seit 1989) und des Instituts für Interdisziplinäre Informatik (seit 1998) der Universität Augsburg, Mitglied mehrerer interdisziplinärer Institutionen im In- und Ausland (z.B. Gottlieb Daimler und Karl Benz-Stiftung, Institut Interdisciplinaire Universitaire/Sion Schweiz, Center for Philosophy of Science/Pittsburgh USA), Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik, Vortragsreisen/Gastprofessuren in USA, Brasilien, Rußland, Japan, China und Europa.

*Bücher/Monographien u.a.:* „Geschichte der Geometrie“ (1980); „Symmetrien der Natur“ (1988, engl. 1996); „Thinking in Complexity. The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind“ (1994, 4.erweiterte Aufl. 2004, japan. Übers. 1997, chines. Übers. 1999, poln. Übers. 2004); „Computer - Neue Flügel des Geistes?“ (1994, 2.Aufl. 1995); „Zeit. Von der Urzeit zur Computerzeit“ (1995, 5.Aufl. 2005, engl. Übers. 2002, chines. Übers. 2004, korean. Übers. 2005); „Materie. Von der Urmaterie zum Leben“ (1996, chines. Übers. 2000); „Gehirn, Computer, Komplexität“ (1997); „Computernetze und Virtuelle Realität. Leben in der Wissensgesellschaft“ (1999); „Hawking. Meisterdenker der Kosmologie“ (2000); „KI - Künstliche Intelligenz. Grundlagen intelligenter Systeme“ (2003); „Computerphilosophie“ (2003); „Symmetry and Complexity. The Spirit and Beauty of Nonlinear Science“ (World Scientific Singapore 2005).

## Nachruf auf Wilhelm Ostwald<sup>1</sup>

Robert Luther

Hochansehnliche Versammlung!

Am 4. April dieses Jahres wurde unser langjähriges Mitglied, der Geheime Hofrat Professor Dr. chem. Wilhelm Ostwald, Ehrendoktor zahlreicher in- und ausländischer Hochschulen, Nobelpreisträger für Chemie uns nach kurzer Krankheit im Alter von 78 Jahren durch einen sanften Tod entrissen. Der Tod war der Abschluß eines innerlich bewegten Lebens reich an Arbeit, reich an Erfolgen und Anerkennung, aber auch reich an inneren und äußeren Kämpfen und an leidenschaftlicher Gegnerschaft. Mit Ostwald ging einer der bedeutendsten, bekanntesten, einflußreichsten, vielseitigsten und anregendsten Naturforscher der Wende des 19. und 20. Jahrhunderts, ein von seinen zahlreichen unmittelbaren und mittelbaren, über die ganze Erde verstreuten Schülern in Dankbarkeit verehrter Lehrer, Forscher und Wegweiser von uns. Er selbst hat sein inneres und äußeres Leben, seinen Werdegang, die Menschen, Dinge und Probleme, die ihm entgegentraten, in seinen „Lebenslinien“ ausführlich geschildert und hierbei viele allgemeine Betrachtungen über grundsätzliche Fragen, aber auch über sein eigenes Ich hineingeflochten. Wenngleich eine Selbstbiographie von einer so ausgesprochenen Persönlichkeit, wie Ostwald es war, mit Notwendigkeit den stark subjektiven Stempel eben dieser Persönlichkeit tragen muß, so ist doch dieses geistige Testament so voll an Belehrung, an Anregung, an Aufschluß über Ostwalds geistiges Wesen, daß gerade aus diesem Buch Ostwalds Art am besten zu erkennen ist.

Folgende Aussprüche kennzeichnen m. E. Ostwalds geistige Eigenart am zutreffendsten:

„Ich muß es ... als einen angeborenen und unausschaltbaren Teil meines Wesens ansehen, daß ich, kaum auf fruchtbarem Boden angewurzelt, alsbald Wurzelausläufer von dort weitersenden muß, um neue Wachstumsgebiete anzulegen.“ „Dabei darf ich mir das Zeugnis geben, daß ich niemals ein neues Gebiet aus dem Grunde betreten habe, um einen neuen Beleg für meine „Vielseitigkeit“ zu beschaffen. Vielmehr war mir aus der Beurteilung, welche diese Neigung seit meinen Jugendjahren immer wieder auch von wohlwollendster Seite erfahren hat, etwas wie ein schlechtes Gewissen nachgeblieben, wenn ich mich wieder einmal auf einem neuen Gebiet tätig fand.“

Zur Kennzeichnung dieser Vielseitigkeit Ostwalds sei erwähnt, daß eine im Jahre 1904 erschienene Zusammenstellung von insgesamt 27 Vorträgen und Abhandlungen allgemeinen Inhalts in folgende fünf Gruppen geordnet ist: Allgemeine und physikalische Chemie, Elektrochemie, Energetik und Philosophie, Technik und Volkswirtschaft, Biographie. Später kamen u. a. noch folgende Arbeitsgebiete hinzu: Organisation der Forschung und des Unterrichts; Hilfssprachen

---

<sup>1</sup> Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, mathematisch-physikalische Klasse. Bd. 85. Leipzig: Hirzel, 1933. - Sitzung vom 19. Nov. 1932  
Anmerkung der Red.: Schreibweise und Hervorhebungen entsprechen dem Original.

Esperanto und Ido; politische, ethische religiöse Weltanschauungsfragen (Monismus, energetische Einteilung der Glücksarten, energetischer Imperativ), Kunstlehre, insbesondere Harmonie und Ordnung der Farben.

Im Zusammenhang mit dieser Vielseitigkeit steht ein anderes kennzeichnendes Merkmal der geistigen Tätigkeit Ostwalds, worüber er selbst sagt: „Jetzt bei der zusammenfassenden Rückschau wird mir deutlich, daß gerade solche erstmalige oder Bahnbrecherarbeit das war, was ich deutlich besser leisten konnte, als der Durchschnitt meiner Zeitgenossen. Auf neuen Gebieten, die solcher Bearbeitung noch harhten, Ordnung zu schaffen, war meine Sonderbegabung und die persönliche Leidenschaft, der ich mich hingab. Daher war der häufige Wechsel der Gebiete, um dieser Leidenschaft zu frönen, eine unvermeidbare Notwendigkeit, denn ich brauchte ja immer wieder Neuland dazu.“

Diese Bahnbrecherarbeit Ostwalds galt aber ganz überwiegend nicht eigenen, sondern fremden Gedanken. Wohl nur in drei Fällen schreibt sich Ostwald wirklich originale Entdeckungen zu: die gedankliche Klarstellung des Begriffes „Katalyse“, dann die hypothesenfreie Ableitung der stöchiometrischen Gesetze und endlich seine Farbenlehre. Diese Entdeckungen sind Ostwald nicht etwa in einem Augenblick gottbegnadeter schöpferischer Intuition mühelos zugeflogen, sie sind vielmehr in jahrelangem innerem Ringen um Klarheit erkämpft worden. In diesen Fällen war Ostwald ausnahmsweise „Klassiker“ und nicht der „Romantiker“ in der Wissenschaft, als den er sich sonst bezeichnet. In allen anderen Fällen aber handelte es sich um fremde Gedanken, die ein vergessenes oder unbeachtetes Dasein führten oder zum Nichtverstandensein verurteilt waren, und deren Bedeutung erst von Ostwalds genialem vielumfassendem historisch-kritisch geschultem Scharfblick voll erkannt wurde, und die erst im keimfrohen Boden seines Geistes zu gesundem Wachstum und kräftiger Entwicklung erwachten. So wurde er der „Entdecker“ zahlreicher fast oder ganz vergessener Denker und Forscher (z.B. Wentzel, Wilhelmi, Heß, J. B. Richter, Horstmann, Wald) und zahlreicher unfruchtbar geliebener Gedanken (z. B. Helmholtzs Tropfelektrode).

Insbesondere gilt das auch für das im September 1887 - 94 fast explosionsartig erfolgte Aufblühen der neuen physikalischen Chemie auf Grund der umwälzenden neuen Gedanken: der Hypothese der freien Ionen von Arrhenius und der osmotischen Theorie der Lösungen von van't Hoff. In der Trias: Arrhenius, van't Hoff, Ostwald, durch die diese Periode der physikalischen Chemie gekennzeichnet wird, hat Ostwald für sich wiederholt und ausdrücklich den letzten Platz - nicht nur alphabetisch - beansprucht: er bezeichnet sich ausdrücklich als Onkel, oder Pate, oder Geburtshelfer, oder Herold, nicht aber als Vater der neuen Lehre. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß ohne die intensive, vielseitige experimentelle Arbeit Ostwalds, seiner Schüler und Mitarbeiter, insbesondere Nernsts, die die umfassende Bedeutung der neuen Lehren auf allen Gebieten der Chemie erkennen ließ, und ohne das temperamentvolle, kampffrohe Eintreten Ostwalds in Wort (Leeds, Edinburgh) und Schrift das neue Lehrgebäude sich nie so rasch seine Stellung erobert hätte, sondern vielleicht für lange Jahre zu einem -

wie Ostwald sich ausdrückte - „kümmerlichen Fußnotendasein“ verurteilt gewesen wäre.

In Übereinstimmung damit sagt van 't Hoff: „Ostwald wird nicht befriedigt durch das Erringen einer eigenen Ansicht; vielleicht sogar ist es ihm Hauptbedürfnis, den eigenen Gedanken anderen zu übertragen, und zweifelsohne hat wesentlich dadurch die physikalische Chemie die Stelle eingenommen, die sie tatsächlich besitzt.“ Vielleicht entsprang aber diese Verkündertätigkeit bei Ostwald nicht - wie van 't Hoff annimmt - allein einem inneren Bedürfnis, sondern wurde von ihm als Pflicht angesehen. Wenigstens kann ich mich erinnern, wie Ostwald gelegentlich von dem „geistigen Hochmut des seine Kenntnisse ängstlich hütenden wissenschaftlichen Geizhalses“ warnte und wie er den bekannten Vers des alten Burschenliedes:

Wer die Wahrheit kennet und saget sie nicht,  
Der ist fürwahr ein erbärmlicher Wicht.

nicht bloß als eine Mahnung zu Bekennermut, sondern auch als Appell an die Verkünderpflicht aufgefaßt wissen wollte.

Und dieser Pflicht war Ostwald bestrebt nicht nur durch das gesprochene Wort - vor allem im Laboratoriumsunterricht -, sondern auch durch das geschriebene Wort zu genügen. Eine große Fähigkeit im Beherrschen des schriftlichen Ausdrucks erleichterte ihm diese Aufgabe sehr: er schrieb - unter weitgehender Vermeidung von Fremdwörtern und verwickelten Satzbildungen - einen ungemein klaren, leicht lesbaren und leicht verständlichen Stil. Aus der überquellenden Fülle seines umfassenden und beweglichen Geistes schöpfend, aber über dem Inhalt auch die Form nie vergessend, vermochte er auch verwickelte und schwierige Gedankengänge klar, eindeutig und leicht faßlich darzustellen, auf verborgene Beziehungen hinzuweisen, das Wesentliche und Wichtige hervorzuheben, Altbekanntes und „Selbstverständliches“ in neuem, häufig unerwartetem Licht zu zeigen.

Dieser in lebhafter Sprache gebrachte, aber sachlich nüchtern klare Ausdruck seiner Gedanken ließ seine Leser nie im Zweifel darüber, was gemeint war, und regte zum Denken auch da an, wo man nicht einverstanden war, so daß der manchmal sehr heftige Widerspruch seiner Gegner fast nie durch Mißdeutung, sondern stets durch sachliche Ablehnung bedingt war. Diese Schreibweise trug andererseits aber auch dazu bei, daß Ostwald zu den meistgelesenen wissenschaftlichen Schriftstellern gehört, und daß alle seine Werke - bis auf eins - in mehreren Auflagen erschienen und in zahlreichen Fremdsprachen übersetzt worden sind. Diese schriftstellerische Tätigkeit Ostwalds war in der Tat außerordentlich fruchtbar, schon weil er im Interesse einer möglichst raschen Verbreitung seiner Gedanken den gleichen Gegenstand häufig in verschiedenen Veröffentlichungen, allerdings immer in neuer Beleuchtung, behandelte. Bereits im Jahre 1903 schätzte Walden das Ergebnis auf etwa 16 Bände Lexikonformat; bis zum Tode hat sich der Umfang wohl mindestens verdoppelt.

Angesichts dieses ungeheuer großen und vielseitigen Materials ist es mir natürlich nicht möglich, in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit die gesamte Tätigkeit Ostwalds wenn auch nur auf naturwissenschaftlichem Gebiet zu würdigen. Gestatten Sie mir daher als Grundlage dessen, was ich darüber zu sagen habe, den Standpunkt der persönlichen Erinnerung zu wählen. Ich schätze es als ein hohes Glück, daß ich Gelegenheit hatte 12 Jahre: von 1894 bis zu Ostwalds Rücktritt vom Lehramt 1906, in seiner Nähe zu arbeiten, zuerst als Doktorand, dann als Assistent, schließlich zeitweise als sein Stellvertreter in der Institutsleitung. In diese Zeit fällt die wichtigste „Mutation“ Ostwalds: von Physiko-Chemiker zum „Philosophen“, die ich in zahlreichen Gesprächen miterlebte. Unsere Wege trennten sich erst später gelegentlich meiner Berufung nach Dresden.

Andererseits zählen meine indirekten Beziehungen zu Ostwald schon von meiner ersten Studienzeit. Als ich im Herbst 1885 die damals noch rein deutsche Universität Dorpat bezog, fand ich Ostwald dort nicht mehr vor: er war seit 1881 Ordinarius für Chemie am Polytechnikum in Riga, aber als ich bald darauf praktisch arbeiten durfte, stieß ich überall auf die Spuren von Ostwalds Dorpater Tätigkeit und wurde Schüler von seinen Lehrern; und da drei von ihnen ohne Zweifel von großem Einfluß auf Ostwalds wissenschaftliche Entwicklung gewesen sind, muß ich auf sie kurz eingehen.

Vom chemischen Ordinarius Carl Schmidt, der noch ein Schüler Liebig's und Wöhlers war, und der den enormen Aufschwung der Chemie nicht nur erlebt, sondern auch aufmerksam verfolgt hatte, erhielt Ostwalds historischer Sinn starke Anregung. Auch im sorgfältigen experimentellen Arbeiten war Schmidt ein ausgezeichnetes Vorbild.

In anderer Richtung und sicher weit stärker war der Einfluß des Physikers Arthur v. Oettingen, eines ausgezeichneten Redners und Lehrers, der den Zusammenhang seines engeren Fachgebietes mit allgemeineren Fragen lebhaft empfand und in seinen Vorlesungen zum Ausdruck brachte. Kennzeichnend für ihn war das starke Bedürfnis nach systematischer, ja schematischer Ordnung jedes Wissensgebietes. So hatte er, vom Gedanken ausgehend, daß musikalische Harmonie durch Gesetzmäßigkeit bedingt ist und daß jede Gesetzmäßigkeit durch gesetzmäßige Abwandlung wieder zu gesetzmäßigen Beziehungen, also Harmonie führen müssen, schon 1866 ein allerdings sehr schwer lesbares „Harmoniesystem in dualer Entwicklung“ veröffentlicht, das erst viel später vom Musiktheoretiker Riemann gewürdigt wurde. In ähnlicher Weise, d. h. unter Verwendung des Symmetrie- bzw. Analogieprinzips und der konsequenten Kombinatorik, hat Oettingen seine „Thermodynamischen Beziehungen antithetisch entwickelt“ in einer Monographie ausgearbeitet. Diese m. E. viel zu wenig bekannte Arbeit erschien zwar erst 1885 in den Memoiren der St. Petersburger Akademie, ist aber schon erheblich früher konzipiert worden. Der leitende Gedanke ist: man setzt den Druck der Temperatur analog und das Volum der Entropie; durch erschöpfende Kombination aller Funktionen dieser vier Größen muß sich dann das Gesamtsystem aller thermodynamischen Beziehungen lückenlos und geordnet ergeben. Zwar stellen sich die meisten der so erhaltenen Beziehungen, insbesondere die thermodynamischen



Funktionen von Helmholtz und Gibbs als bekannt heraus, aber sie erscheinen nicht als selbständiges Gebilde, sondern als logisch verbundene Bestandteile eines einheitlichen Systems. Ohne Zweifel sind diese Gedankengänge nicht ohne Einfluß auf Ostwald geblieben; ihnen verdankt er die erste Bekanntschaft mit Gibbs, in ihnen, so wie bei Gibbs, finden sich Andeutungen, die Ostwald später zu seinem System der Energielehre, der „Energetik“ ausgearbeitet hat; in der konsequenten Kombinatorik lernte er hier ein Hilfsmittel der Heuristik und Systematik kennen.

Den unmittelbarsten und stärksten Einfluß hat aber wohl der Extraordinarius für Chemie Johann Lemberg ausgeübt. Dieser in Lebensweise, gesellschaftlichem Verkehr, Kleidung, politischen und ethischen Ansichten spartanisch-idealistisch eingestellte, als Gelehrter grundsätzlich unverheiratet gebliebene, wenig zugängliche Sonderling ging auch in seiner ausgezeichneten Lehrtätigkeit, die allerdings nur wenigen Auserwählten voll zugute kam, sowie in seiner Forschung eigene Wege. Seine Lebensarbeit galt den wenig untersuchten chemischen Umsetzungen und Gleichgewichten der natürlichen wasserhaltigen Silikate, der „Zeolithe“. Durch ihn wurden seine Schüler schon frühzeitig mit den Gedanken von Berthollet, Guldberg und Waage, Rose d. h. mit den Begriffen der unvollständigen, zu einem Gleichgewicht führenden allmählich verlaufenden chemischen Vorgänge vertraut gemacht. Die Wahl des Themas für die erste selbständige Experimentaluntersuchung, die „Kandidatenarbeit“<sup>2</sup>, die einen besonders einfachen Fall des heterogenen chemischen Gleichgewichts - die Hydrolyse von Wismuthchlorid - betraf, hat Ostwald unter dem Einfluß von Lembergs Tätigkeit getroffen und damit den ersten Schritt auf einen Weg gemacht, den er noch lange Jahre gehen sollte.

In einer Hinsicht haben alle drei Lehrer auf Ostwald in gleichem, und zwar abschreckendem Sinne gewirkt: durch die sparsame und unauffällige Art ihrer Veröffentlichungen. Am grundsätzlichsten in dieser Hinsicht war Lemberg: unter dem Motto „wer mich braucht, wird mich schon finden“ veröffentlichte er seine wichtigen, erst in der neusten Zeit voll gewürdigten Arbeiten im Telegrammstil in einer für Chemiker kaum zugänglichen mineralogischen Zeitschrift und hielt auch unter dem gleichen Motto seine geistvollen und lehrreichen Spezialvorlesungen zu einer für akademische Gepflogenheiten ganz ungewöhnlichen Zeit - am Sonnabendnachmittag.

Einig waren auch alle drei Lehrer in der Wertschätzung ihres ehemaligen Schülers Ostwald, und unter den Originalabhandlungen, zu deren Lesen wir Studenten angehalten wurden, gehörten auch sämtliche Arbeiten Ostwalds, dessen

---

<sup>2</sup> Das Studium, z.B. Chemie, wurde in Dorpat mit dem Grad eines Kandidaten oder - bei geringeren Leistungen - eines „graduieren Studenten“ abgeschlossen. Die Anforderungen an die „Kandidatenarbeit“ entsprachen etwa den an die Diplomarbeit unserer Technischen Hochschulen gestellten. In der akademischen Laufbahn musste dann noch die „Magisterarbeit“ (= Habilitationsarbeit) und später die Doktorarbeit eingereicht und öffentlich feierlich verteidigt werden, wodurch die Würde eines Magisters bzw. Doktors der Chemie erworben wurde.

Anmerkung der Redaktion: Hier scheint sich bei der Erstauflage des Aufsatzes eine Verwechslung eingeschlichen zu haben. Der Doktorarbeit des russischen Systems entspricht die Habilitationsarbeit.

Aufstieg mit sachlicher und landsmannschaftlicher Teilnahme verfolgt wurde. Denn das Sprichwort vom Propheten, der in seinem Vaterlande nicht gilt, hatte für die kleine deutsche Kulturoberschicht unseres damaligen Baltikums keine Gültigkeit. Daher sah man bei uns mit freudigem Stolz und mit Bewunderung auf die raschen Erfolge Ostwalds, und zu seinen ersten, ihm bis zum Tode treu gebliebenen Bewunderern und Verehrern gehörte auch seine Frau, deren unbedingter Glaube an seine Bedeutung ihm über manche Stunde schwerer innerer und äußerer Kämpfe hinweggeholfen hat.<sup>3</sup>

Auch wir Studenten fühlten den frischen Wind, der aus Ostwalds Arbeiten wehte. Seine nächsten Arbeiten, die ihn nicht nur als selbständigen Theoretiker, sondern auch als hervorragenden, erfinderischen Experimentator zeigten, schlossen sich an die thermochemischen Untersuchungen von Julius Thomsen an. Schon früher hatte Jelllett - erst viel später „entdeckt“ - gezeigt, daß die übliche chemische Gesamtanalyse durch Hinzuziehen optischer Messungen zu einer Mengenbestimmung der einzelnen Bestandteile einer Lösung und damit auch zur Messung chemischer Gleichgewichte erweitert werden kann. J. Thomsen benutzte zum gleichen Zweck die Bestimmung der Wärmetönung. Ostwald war der erste, der das Allgemeine der Thomsenschen Methode erkannte: jede physikalische Eigenschaft, die sich nicht, wie z. B. das Gewicht, streng additiv verhält, kann zur Messung verwandt werden. In seiner Magisterdissertation benutzte Ostwald das spezifische Volum, in seiner Doktorarbeit den Brechungsexponenten, später, nach der Bekanntschaft mit Sv. Arrhenius, das Leitvermögen zur zahlenmäßigen Ermittlung der relativen Stärke verschiedener Säuren in wässriger Lösung. Nach allen Verfahren ergab sich die gleiche, auch heute noch gültige, aber den damaligen Auffassungen widersprechende Zahlenreihe, deren einzelne Zahlenwerte sich wiederum von der Konzentration abhängig erwiesen. Auch bei der Untersuchung des Säureeinflusses auf die Geschwindigkeit mehrerer langsam verlaufender Reaktionen - den ersten Arbeiten Ostwalds auf dem Gebiete der chemischen Kinetik und Katalyse - fand sich die gleiche Zahlenreihe, die also als quantitativer Ausdruck der spezifischen Säureeigenschaften anzusehen war. Gelegentlich dieser Arbeiten, die das Einhalten sehr gleichmäßiger Temperaturen erforderten, baute Ostwald seinen in allen Teilen wohlgedachten selbstregelnden „Thermostaten“, der für lange Zeit ein Merkzeichen für physikalisch-chemisches Arbeiten bleiben sollte und sich ohne wesentliche Änderungen rasch über die ganze Erde in vielen hundert Exemplaren verbreitete. Auch das von Ostwald vereinfachte Kapillarelektrometer, das sich bis heute als ein in vielen Fällen unersetzliches Meßinstrument erhalten hat, wurde damals von uns in Dorpat nachgebaut, während Ostwalds grundlegender und neuer Gedanke, daß der alte Streit über den Sitz der Voltakräfte auf kapillarelektischem Wege lösbar ist, im Kolloquium mit größtem Interesse besprochen wurde. Dann - schon nach der Berufung Ostwalds nach Leipzig - kam

<sup>3</sup> Zu den ältesten OSTWALD treu ergebenden Freunden und Fachgenossen zählt auch Paul WALDEN, Rostock, der einzige bedeutende Schüler aus der Zeit in Riga. WALDENS Nachruf auf OSTWALD in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft ergänzt den vorliegenden in manchen Punkten.

zu uns durch die von ihm neubegründete Zeitschrift für physikalische Chemie die Nachricht von den umwälzenden Arbeiten van't Hoffs und Arrhenius' und ihre erste Bestätigung durch das berühmt gewordene „Ostwaldsche Verdünnungsgesetz“: an seinem großen Versuchsmaterial konnte er das „Massen“ - richtiger „Konzentrationswirkungsgesetz“ in einem noch nie dagewesenen Umfang für die elektrolytische Spaltung schwacher Säuren als gültig erweisen. Da ich selbst über diese Arbeiten im Kolloquium vorzutragen hatte und daher gezwungen war, mich in diese für uns alle vollständig neuen und unseren bisherigen Vorstellungen scheinbar widersprechenden Gedanken einzuarbeiten, kann ich mich noch deutlich der sich über mehrere Kolloquien hinziehenden lebhaften Debatten erinnern.

Bald darauf wurden meine Beziehungen zu der jungen physikalischen Chemie infolge einer jahrelangen Krankheit unterbrochen, aber ich danke es der „Verkündertätigkeit“ Ostwalds, daß wenigstens die Rekonvaleszenzzeit mir nicht verloren ging. Während der erzwungenen Muße der langen Liegekur konnte ich Ostwalds inzwischen erschienenen Bücher, dem Grundriß der allgemeinen Chemie, das Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen und, vor allem die frisch, fast am Laboratoriumstisch geschriebene Neuauflage seines bekannten Lehrbuches der allgemeinen Chemie nicht nur durchlesen, sondern sorgfältig durcharbeiten und so an der stürmischen Entwicklung des neuentdeckten Forschungsgebietes aus der Ferne staunend teilnehmen. So lernte ich die Fülle der neuen Beziehungen, Gesichtspunkte und Folgerungen kennen, die in den wenigen Jahren durch die Arbeiten Ostwalds, seiner Mitarbeiter und ihrer Schüler zutage gefördert waren: die Beckmannschen Verfahren zur Molekulargewichtsbestimmung, die Beziehung der Stärke der Säuren zu ihrem chemischen Verhalten, den direkten Nachweis überschüssiger freier Ionen in geladenen Elektrolyten, die Nernstsche Theorie der elektromotorischen Kräfte und ihre Folgerungen, die Ionenkonzentrationen schwerlöslicher, wenig dissoziierter und komplexer Elektrolyte, die Deutung anomaler chemischer Reaktionen, die Gaskette, insbesondere die Säure-Alkalikette und ihre Beziehungen zur Dissoziation des Wassers, zu den Neutralisationswärmen, zu der Hydrolyse und zu den Indikatorreaktionen, die galvanische Trennung der Metalle durch bemessene Elektrodenpotentiale und die elektrometrische Titration; die quantitative Formulierung des zeitlichen Verlaufes langsamer chemischer Vorgänge und die Versuchsmethodik zur Feststellung der Formulierung, und zwar auch in den verwickelteren Fällen, wo Neben-, Gegen- und Folgevorgänge, Beschleunigungen, Selbstbeschleunigungen und Verzögerungen den einfachen Ablauf verschleiern.

Alles das fand ich bereits systematisch geordnet im Lehrbuch vor, und als ich dann im Sommer 1894 im Ostwaldschen Institut arbeiten konnte, lernte ich auch den bestrickenden Reiz der Ostwaldschen Lehrweise und die spezifische Atmosphäre der Gemeinschaftsarbeit kennen, die dem Laboratoriumsbetrieb eigentümlich waren, und die in der „Ostwaldschen Schule“ sich vererbend noch lange weiterleben werden.

Das Hauptgewicht lag nicht in den Vorlesungen, wenn auch diese durch das viele Neue, durch die lehrreichen, häufig mit einfachsten Mitteln ausgeführten

Versuche und durch die zahlreichen eingestreuten, häufig improvisierten Bemerkungen allgemeinen Inhalts uns Hörer unvergeßlich bleiben werden. Insbesondere gilt das für die Vorlesung über anorganische Chemie, die Ostwald damals noch halten mußte, und die er - wohl als erster - weitgehend mit den neuen Anschauungen belebte. Als Frucht dieser Verquickung des Alten mit dem Neuen erschien damals die erste Auflage eines Buches, das wie kein anderes den Chemikern der alten Schule die praktische Bedeutung der neuen Lehre klar vor Augen führte, und das daher wohl am meisten zur raschen Ausbreitung und Anerkennung der neuen Lehren beigetragen hat - „die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie“: hier wurden die meisten Einzelvorschriften und Einzel Tatsachen der analytischen Chemie wissenschaftlich begründet und erklärt, d. h. einem allgemeineren Tatsachenkomplex untergeordnet.

Viel wichtiger aber als in den Vorlesungen war Ostwalds Unterrichtstätigkeit im Laboratorium und in den Kolloquien. Bei seinen täglichen Rundgängen durch das Laboratorium benutzte Ostwald jede Gelegenheit, um auftauchende wichtigere Fragen alsbald in größerem Kreise zu diskutieren, wobei jeder sachliche Widerspruch und jede Frage geduldet waren. Geheimtuererei war verpönt, alle nahmen an den Arbeiten aller teil, Anfänger und Fortgeschrittene arbeiteten in den gleichen Räumen und konnten sich gegenseitig belehren.

Im gleichen Sinne wie das Praktikum wirkte das Mittwochkolloquium: hier wurden bereits in Angriff genommene und erst geplante Arbeiten besprochen, vor allem ließ Ostwald uns hier wie im Laboratorium vielfach an seinen Gedanken teilnehmen, die ihn bei seiner Schreibtischarbeit bewegten. Eine besonders reich fließende Quelle in dieser Hinsicht war damals seine Referententätigkeit in der Zeitschrift für physikalische Chemie. Diese Tätigkeit, die ihm wegen seiner zuweilen recht scharfen Kritik manchen Gegner schaffte, hat andererseits auch viele zur neuen Lehre bekehrt und hat außerordentlich viel Gutes geleistet durch die lebendige, weil an praktische Fälle anknüpfende Belehrung und Anregung.

Neben den reinen Fachfragen spielten in den Referaten und im Kolloquium schon damals allgemeinere Probleme eine zunehmend wichtige Rolle. Neben dem „Prinzip des ausgezeichneten Falles“ und der chemischen Theorie der Willensfreiheit war es vor allem der Ausbau der Energielehre, der damals im Vordergrund von Ostwalds Interesse stand: die Energie als einzige Realität, da allen Dingen gemeinsam; jede Energieart als Produkt des Kapazitäts- und Intensitätsfaktors; die Ausnahmestellung des Kapazitätsfaktors der Wärmeenergie- der Entropie; die Eigenschaften der Zeit; die Gleichgewichte, die umkehrbaren und nicht umkehrbaren Energieumwandlungen; die verschiedenen Formulierungen der beiden Hauptsätze; die Unzulänglichkeit des „absoluten“ Maßsystems.

Hand in Hand mit diesen Gedanken ging die Kritik an der landläufigen Einschätzung der Atomistik, der von Ostwald nur der Rang eines Bildes, im besten Fall einer Arbeitshypothese, nicht aber der einer Theorie eingeräumt wurde, denn an eine solche stellte er im Sinne von Kirchhoff und Mach die Forderung, dass sie in hypothesenfreier Ausdrucksweise ein möglichst großes Tatsachenmaterial erschöpfend beschreiben könne. Wenn man die kritisch-vorsichtigen Formulierun-

gen der heutigen Atomphysik liest, wird man m. E. eine weitgehende Annäherung in diesen Standpunkt feststellen können, damals aber 1895, als Ostwald seine Anschauungen unter dem Titel „Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus“ auf der Naturforscherversammlung in Lübeck vortrug, erntete er neben vereinzelter Anerkennung einen Sturm von Widerspruch, der sich auch im Schrifttum noch lange fortsetzte. Später, als die experimentellen Beweise für eine „körnige“ Struktur alles Beobachtbaren und Meßbaren sich mehrten, hat übrigens Ostwald nicht gesäumt, die Zusammenfassung dieser Tatsachen als Theorie anzuerkennen.

Für Ostwald hatte die aufregende Lübecker Zeit einen Nervenzusammenbruch zur Folge. Die erste Frucht der durch längeren Urlaub wiedererlangten Arbeitsfähigkeit war die Vollendung eines aus verschiedenen Gründen leider wenig gekauften und bekannt gewordenen umfangreichen Buches, das Ostwald mit Recht für eins seiner besten hält, seiner „Elektrochemie“. Ferner beschäftigte ihn die Ausarbeitung seiner ganz im physikalisch-chemischen Sinne gehaltenen „Grundlinien der anorganischen Chemie“. Bei dieser Gelegenheit kam er auch auf den Gedanken der technischen Ammoniaksynthese und Ammoniakverbrennung und teilte uns im Laboratorium alsbald diese Gedanken an Hand eines Demonstrationsversuches mit. Auch eine Reihe wichtiger theoretischer Arbeiten und experimenteller Untersuchungen wurde in dieser Zeit ausgeführt und veranlasst: über Überschreitungerscheinungen und die Liesegangschen A-Linien; über die unteren Dimensionsgrenzen des festen Zustandes; über den Einfluß der Oberflächenenergie auf das chemische Verhalten; über die Beständigkeit von Zwischenstufen; über die Energetik der Reaktionskoppelung und noch manches andere.

Im Kolloquium stand aber im Vordergrund die Besprechung katalytischer Vorgänge und die Diskussion über die beste Definition des Begriffes „Katalyse“ neu angeregt durch Untersuchung über die gleichzeitige, über die Addition hinausgehende Wirkung mehrerer Katalysatoren und über die Zersetzung von Wasserstoffsuperoxyd an dem von Bredig entdeckten kolloidalen Platin. Bekanntlich hat Ostwald einige Jahre später 1909 für seine Arbeiten auf dem Gebiete der chemischen Katalyse den Nobelpreis für Chemie erhalten. Der Unterschied des von Ostwald auf Grund seiner Arbeiten und Überlegungen stets vertretenen rein sachlichen Standpunktes gegenüber dem früheren geht aus der Gegenüberstellung folgender zwei Begriffsbestimmungen der Katalyse hervor. Etwa 1901 wurde im Kolloquium im Anschluß an die Besprechung der Arbeiten von Titoff, Bredig und Brode, Luther und Federlin nach langen Diskussionen etwa folgender Wortlaut als der zweckmäßigste befunden: Katalyse ist die Änderung der Reaktionsgeschwindigkeit eines freiwillig verlaufenden chemischen Vorganges unter dem Einfluß von „Katalysatoren“, d.h. von Stoffen, die in der stöchiometrischen Bruttogleichung des Gesamtvorganges nicht vorkommen bzw. sich daraus herausheben lassen; und dagegen nach Stohmann: Katalyse ist ein Bewegungsvorgang der Atome in den Molekülen labiler Körper, welcher unter dem Hinzutritt einer von einem anderen Körper ausgesandten Kraft erfolgt und unter Verlust von Energie zur Bildung stabilerer Körper führt. Neben diesen fachlichen Arbeiten beschäftigten Ostwald und damit indirekt das Laboratorium in zunehmendem Maße allgemeinere Fragen.

Eine bleibende Wirkung hatte Ostwalds Kampf gegen die drohende Einführung eines Staatsexamens für Chemiker. Er befürchtete von dieser Maßnahme ein Verküchern der Kenntnisse und ein Hinabsinken des fachlichen Pegels der jüngeren Chemikergeneration, denn er sah die Aufgabe der Hochschulausbildung nicht darin, der Technik „Titrierjungen“ - wie er sich ausdrückte -, sondern selbständige Forscher und Führer, ein „Offizierskorps“ und einen „Generalstab“ der Technik heranzubilden. Auf der Münchner Hauptversammlung 1897 der von Ostwald 1894 mitbegründeten Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft - später auf Ostwalds Anregung „Deutsche Bunsengesellschaft“ - drang seine Ansicht durch und führte zur Gründung des noch jetzt bestehenden „Verbandes der Laboratoriumsvorstände“ und zur Einführung des „Verbandsexamens“.

Aber noch weit wichtiger, als diese pädagogisch-organisatorischen Angelegenheiten war damals für Ostwald seine innere Arbeit am Ausbau einer umfassenden, auf die neusten exakten Forschungsergebnisse begründeten einheitlichen naturwissenschaftlichen Weltanschauung. Das Ergebnis dieser Gedankenarbeit war seine im Sommer 1900 gehaltene, von Anfang bis zum Schluss von einem außerordentlich zahlreichen und aufmerksamen Auditorium besuchte Vorlesung über „Naturphilosophie“. Der große Erfolg dieser Vorlesung, die alsbald auch in Buchform erschien, und die Notwendigkeit, dieses Buch in rascher Folge in mehreren Auflagen erscheinen zu lassen, zeigten Ostwald, daß seine neusten Bestrebungen an ein weitverbreitetes geistiges Bedürfnis anklagen, daß er also wieder einmal auf Neuland gestoßen war, das der Bearbeitung harpte.

Um sich dieser neuen Aufgabe ganz widmen zu können, faßte er den für ihn sicher nicht leichten Entschluß den sich schon anbahnenden Abschied von der Chemie radikal zu vollziehen: er reichte ein Entlassungsgesuch ein. Dieses wurde zwar nicht bewilligt, brachte ihm aber immerhin weitgehende Entlastung von seinen amtlichen Verpflichtungen. In Zusammenhang mit diesem „Befreiungsversuch“ versuchte Ostwald die schon früher geäußerten Gedanken über die Synthese von Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff, sowie die Verbrennung von Ammoniak zu Salpetersäure technisch zu verwerten. Das erste Verfahren erwies sich in der ursprünglichen Gestalt als unausführbar und wurde erst später nach mühevollen Vorarbeiten von anderer Seite zu einem hochwichtigen Industriezweig ausgebildet. Dagegen konnte der zweite Gedanke unter Mitarbeit von Ostwalds Schüler und Schwiegersohn Dr. Brauer auch im Großbetrieb technisch verwirklicht werden und hat Deutschland in den schweren Kriegsjahren unvergeßliche Dienste geleistet.

Die sonstigen zur Chemie gehörenden Arbeiten dieser letzten Epoche betrafen nur zum geringsten Teil Experimentaluntersuchungen: Es erschien die vollständig umgearbeitete, in Dialogform gebrachte altbekannte Stöckhardtsche „Schule der Chemie“ - seit 1909 ohne Dialog „Einführung in die Chemie“; ferner aber mußte ein Band des großen Lehrbuches wieder einmal in neuer Auflage erscheinen. Bei dieser Durcharbeitung, die der systematischen Ordnung der heterogenen Gleichgewichte auf Grund des Gibbs'schen „Phasengesetzes“ galt, kamen bei Ostwald alte, im Kolloquium schon gelegentlich früher behandelte, in verwand-

ter Art auch von F. Wald gepflogene Gedankengänge zur Reife, die den Versuch, die stöchiometrischen Gesetze der Chemie rein phänomenologisch, ohne die übliche Zuhilfenahme der „Atomhypothese“ abzuleiten, zum Gegenstand hatten. Diese Gedankengänge trug Ostwald 1904 als Faraday-Lektüre gelegentlich des Empfanges der Faraday-Denkmitze in der Royal Society of London vor. Der Ausgangspunkt seiner Überlegungen war der Begriff des chemisch reinen Stoffes, für den folgende an die Lübecker Kämpfe anklingende Gegenüberstellung kennzeichnend ist. Während vom atomistischen Standpunkt ein chemisch-reiner Stoff durch die Gleichartigkeit aller seiner Moleküle charakterisiert ist, definiert Ostwald ihn etwa folgendermaßen: ein chemisch reiner Stoff ist eine Gibbssche Phase, die im beweglichen Gleichgewicht mit anderen Phasen stehend auch dann ihre unveränderte analytisch-chemische Zusammensetzung behält, wenn die chemische Zusammensetzung dieser anderen Phasen, sowie der Druck und die Temperatur innerhalb gewisser Grenzen um endliche Beiträge geändert werden. Die Gedanken der Faraday-Vorlesung wurden drei Jahre später noch weiter ausgesponnen und in einem merkwürdigen und gedankenreichen Buch „Prinzipien der Chemie“ - einer Chemie ohne Einzelstoffe - niedergelegt.

Die vorangegangenen Diskussionen über diese Fragen im Kolloquium waren wohl die letzte fachliche Betätigung an seiner Leipziger Lehrstätte. Schon Ende 1903 hatte er bei dem unter überaus zahlreicher Beteiligung sehr herzlich gefeierten 25 jährigen Jubiläum seiner Promotion zum Doktor der Chemie in seinen Antwortreden seinen bevorstehenden Abschied von der Chemie angekündigt. Aber noch einmal ist er zu seinem alten Fach zurückgekehrt. Als er 1905-06 als erster deutscher Austauschprofessor nach Amerika ging, hielt er dort neben Vorlesungen und Einzelvorträgen allgemeineren Inhaltes auch Vorlesungen über chemische Dinge. Eine dieser Vorlesungen, die in zweiter deutscher Buchausgabe den Titel „Werdegang einer Wissenschaft“ erhielt, behandelt in der reizvollen und geistreichen Darstellungsweise Ostwalds Geschichte der leitenden Gedanken und Theorien der Chemie.

Die weitere Betätigung Ostwalds nach seinem Rücktritt vom Lehramt 1906 hat mit den Sachfragen der Chemie nicht mehr viel zu tun. Eine Besprechung gehört daher auch nicht in den Rahmen dieses dem Naturforscher Ostwald gewidmeten Nachrufes. Nur auf die letzte naturwissenschaftliche Betätigung - seine Farbenlehre - muß ich deshalb noch kurz eingehen, weil Ostwald selbst sie zu seinen selbständigsten und wichtigsten Leistungen zählte. Die neue Farbenlehre hat bei ihrem Bekanntwerden neben begeisterter Anerkennung neu geworbener Jünger auch ernste, nur zum geringsten Teil durch Mißverstehen entstandene Ablehnung theoretischer und praktischer Fachleute erfahren. Heute, nach bald zwanzig Jahren, haben sich die Ansichten weitgehend geklärt. Man kann den bestrickenden Reiz der übersichtlichen und einfachen Systematik nachempfinden, man kann den starken Impuls zur Beschäftigung mit der Farbenwelt, der von Ostwalds Tätigkeit ausging, bewundern; man wird aber auch mit kühler Kritik die sachlichen Werte zu beurteilen versuchen. Man wird die Neuheit und Zweckmäßigkeit des Begriffes der „Vollfarben“ bzw. des „Farbenhalbes“, die Neuheit der drei Bestimmungsgrößen

einer Farbe, die Neuheit der vereinfachten angenäherten Meßverfahren, zahlreiche geistvolle Gedanken anerkennen, man wird aber auch manche allzu kühne Behauptung, manche Begriffsvermischung, manches Werturteil über eigene und fremde Leistungen ablehnen. Man wird bei dieser Kritik aber auch nicht vergessen dürfen, daß die neue Lehre ausdrücklich für die Praxis bestimmt und aus der Praxis entsprungen war, denn Ostwald war selbst Maler und hatte, wie auch aus seinen „Malerbriefen“ hervorgeht, große Erfahrungen und eigene erfolgreiche Gedanken auf allen Gebieten der Maltechnik. Man wird auch nicht vergessen, daß für Ostwald sein System der Farben nur ein Mittel zum Zweck war: es sollte zunächst nur - im Sinne seiner energetischen Sparsamkeitsforderung - den Weg zeigen, auf dem mit dem Mindestaufwand an Malmitteln der Höchstbetrag an erzielbarer Wirkung zu erreichen ist. Dann aber brauchte er ein System der Farben, um durch erschöpfende Kombinatorik - ähnlich wie Oettingen seinerzeit in der Musik - ein System der Harmonie der Farben aufzubauen. Denn Ostwald suchte auch in der Kunst überall hauptsächlich nach Problemen und nach allgemeingültigen zahlenmäßigen Beziehungen, und er ist es, der das Wort prägte: der Künstler schaffe bewußt.

Die Aufstellung der Farbenlehre und der Kampf um ihre Anerkennung war die letzte Äußerung von Ostwalds Schaffensdrang, und wir finden in dieser letzten geistigen Leistung alle die spezifischen Merkmale wieder, die in wechselndem Mischungsverhältnis die ganze lange Lebensarbeit Ostwalds kennzeichnen. Der Farbenlehre steht daher wohl das gleiche Schicksal bevor, wie all dem anderen, was Ostwald im Laufe seines ganzen Lebens seiner Mitwelt gegeben hat, und was von der Nachwelt vielleicht ganz anders beurteilt werden wird, als von uns Zeitgenossen. Denn ebenso, wie Ostwald selbst in seiner so überaus nützlichen Sammlung der „Klassiker der exakten Wissenschaften“ aus den vielen tausend Bänden der Fachzeitschriften das für alle Zeiten Geltende herausgeschält und gerettet hat und in der eigenen Sprache der großen Forscher auf die Nachwelt wirken läßt, so wird erst eine spätere Zeit aus Ostwalds Lebensarbeit, aus seinem umfangreichen schriftlichen Nachlaß das viele darin enthaltene und verstreute unvergänglich Wertvolle sich in klaren Kristallen ausscheiden lassen und daran ihren uns unbekanntem Wertmaßstab anlegen können.

Und dieses Ewige und Unsterbliche ist es, wodurch Ostwald in seiner eigenen Sprache auf alle späteren Generationen immer wieder von neuem belehrend, anregend und befruchtend wirken wird; und das ist es, was zu erschauen für Ostwald schon bei Lebzeiten das höchste Glück bedeutete, und was nach seinem Tode das „Monumentum aere perennius“ bleiben wird, das er sich durch sein ganzes Leben und Kämpfen, durch sein Schaffen und Lehren für alle Zeiten errichtet hat.



## **Eine Geschichte - oder - Wie die Ostwaldgedenkstätte zu einem Exponat kam**

Gretel Brauer

Es war tiefste DDR-Zeit. Ein Grimmaer Rechtsanwalt, Herr Rudolf SCHIFF, hatte durch Krankheit seine Frau verloren und wollte in seine ehemalige Heimat nach Westdeutschland ziehen. Sein Umzugsgut mußte in Listen erfaßt beim Zoll abgeseget werden. Bei der erforderlichen Verringerung seines Hausrats übergab er dem Kreismuseum Grimma einen Karton mit „Ostwaldkram“. Das historische Material sei vielleicht wichtig, aufgehoben zu werden.

Herr PRIEMER, der Leiter des Museums, war in den Anfangsjahren der Ostwald-Gedenkstätte ein oft in Anspruch genommener Ratgeber. Umgekehrt nahm er mit jedem Kontakt mehr und mehr von der Persönlichkeit OSTWALDS und seiner Vielseitigkeit auf. So brachte er eines Tages eine Farbtafel für die Ölbewirtschaftung, ein Kolorimeter zur raschen Bestimmung der Farbe von Ölen, mit, hergestellt von der „Farbnorm-Energie G.m.b.H“ Großbothen i. Sa. Auf meine verwunderte Frage, wie er dazu gekommen sei, erzählte er mir folgendes:

Herr SCHIFF war auf Grund seiner jüdischen Herkunft in der Nazizeit in Gefahr gewesen, verhaftet zu werden. In dieser Situation fand er Hilfe bei der Familie EPHRAIM in Großbothen. Er lebte illegal in deren Haus, wurde von Frau EPHRAIM ohne eigene Lebensmittelmarken mit durchgefüttert und machte sich im Betrieb ihres Mannes nützlich. Dieser habe für OSTWALDS Farbenlehre übernommen, Malkästen, Buntpapiere und eben Kolorimeter für alle möglichen Zwecke herzustellen. Daher stamme dieses Ölkolorimeter und er, PRIEMER, glaube, es gehöre in's Haus Energie.

Ich war hocheifrig, weil ich neben der Tafel zur Bestimmung von Kakao-Farben, nun noch ein zweites Beispiel, wie praxisnah die Wissenschaft von der messenden Farbenlehre eigentlich ist, vorzeigen konnte.

Die Akademie der Wissenschaft der DDR hatte als Eigentümerin des Ostwald-Nachlasses 1974 zwar die ehemaligen Arbeitsräume Wilhelm OSTWALDS als Archiv und Gedenkstätte der „Bevölkerung übergeben“, aber nicht bedacht, dass jemand die Bevölkerung ja reinlassen, ihr etwas zeigen oder erklären, den Bestand der Gelehrtenbibliothek z. B. vor Diebstahl bewahren und vielleicht auch mal die Räume reinigen müsse. Ich bekam den Schlüssel anvertraut und war mir selbst überlassen. War ich am Ende mit meinem Latein, konnte ich mir jederzeit bei Herrn PRIEMER Rat holen oder er schrieb gleich selber Eingaben an das Institut für Denkmalpflege nach Dresden, was zur Folge hatte, dass Professor NADLER persönlich herkam und verhinderte, dass die LPG-Kühe durchs Grundstück trabten sowie die Wiesen als günstiges Bauland annektiert wurden.

Eines Tages hatte ich Chemnitzer (Karl-Marx-Städter) Besucher. Einer von ihnen bemerkte, dass mit solch einer Öl-Farbtafel in Klaffenbach (einem Ort am südlichen Stadtrand von Chemnitz), der Sammelstelle der DDR-Wirtschaft für

das Altöl, jeder ankommende Transport auf den Verschmutzungsgrad hin in seiner Farbe gemessen würde, um das Fahrzeug zum richtigen Vorratstank zu schicken. Für mich, die ich zu dieser Zeit bei VEB Lacke und Farben mit Farbmessen beschäftigt war, eine blitzartige Erkenntnis: Das könnte ein Neuerervorschlag werden und Pünktchen für die Brigade einbringen. Nur, wie die transparenten Folien von Zartgelb bis Dunkelbraun einfärben, schien eine schwer zu lösende Aufgabe. Für den Farbstoff, den ich stufenweise zu verdünnen gedachte, hoffte ich, einen Farbenchemiker zu finden, der mir weiterhelfen würde.

Der Zufall brachte Großbothener Rentner als Besucher in die Gedenkstätte, darunter auch Karl BASTIAN, der in den 20er Jahren bei „Farbnorm-Energie“, Herrn EPHRAIMS Betrieb unten im Dorf, gearbeitet hatte. Auf meine Fragen nach Einzelheiten bezüglich der Öl-Farbtafel, schilderte er recht anschaulich, dass Herr EPHRAIM 'nuff zum alten OSTWALD gegangen und mit einem Zettel zurück gekommen sei, auf dem das Rezept und die Anweisungen gestanden haben mußten. Dann hätte Frieda (?) einen Eimer Farbe eingerührt, die Folie 'neigeditscht und uff de Leine gehangen. Nach dem Trocknen wär'n diese in Streifen geschnitten und dann (die Hände machten es vor) wär'n se zwischen die bedruckten Karten geklebt worden. Über den Farbstoff konnte er mir leider nichts berichten. So konnte nichts aus meiner, von der Volkswirtschaft vielleicht dringend benötigten Produktion werden, wenigstens ging es nicht so einfach. Auf der Rückseite der Öl-Farbtafel war ein kleiner Apparat abgebildet, der offenbar die gleichen Farbstufen, nur übereinander angeordnet, enthält und daneben ein gefülltes Röhrchen zum Farbvergleich zeigt. Ein Blick von BASTIAN Karl und er lieferte die dazugehörige Geschichte: Der studierte Herr SCHIFF mußte in der Produktion zugreifen und hatte den Auftrag bekommen, mit kleinen Nägeln das Blechgehäuse des Apparats mit den beiden Holzteilen zu verbinden. „Der hatte aber zwee linksche Pfofen, der klopfte sich nur auf den Daumen. Da wurde nischt fertsch.“

Für mich hatte sich der Kreis geschlossen. Der Karton mit Ostwaldkram kam aus Großbothen. Der Betrieb „Farbnorm-Energie“ dümpelte im Krieg aus Rohstoff-Zwängen gerade noch so dahin, hatte aber auch mit OSTWALDS Tod den Motor der Farbenlehre verloren. Nach dem Krieg ging der Betrieb ein und Herr EPHRAIM ist 1960 verbittert gestorben. Sein Fazit: Rassenhaß war schlimm, Klassenhaß ist noch schlimmer.

Und wieder half der Zufall. Innerhalb einer Besuchergruppe aus Berlin erkannte einer dieses Öl-Kolorimeter. Genau ein solches stünde im Zentrallabor des VEB MINOL, versicherte er glaubhaft.

Darauf verfasste ich einen Brief an den Generaldirektor des volkseigenen Treibstoffhandels. Er habe neben seinen ökonomischen Aufgaben auch Verantwortung für die Kultur im Lande. Die Ostwald-Gedenkstätte brauche dringend einen wichtigen Sachzeugen, wie die Wissenschaft die Technik fördere u.s.w.

Langes Schweigen.

Eines Tages fuhr eine große schwarze Limousine vor. Ihr entstieg eine Dame, die am Haus Energie klingelte. Die Überraschung war perfekt, als sie sich als alte Großbothnerin (Renate, geb. MÜLLER) entpuppte, die als Sekretärin des Generaldirektors von MINOL mir in diesem Auftrage eine Schachtel zu übergeben habe.

Heraus kam der erbetene kleine Apparat.

Ein erforderliches Reagenzglas fand sich im ostwaldschen Geräte-Nachlass. Eine kleine Menge bräunliches Schmieröl zum Einfärben meines blassen Speiseöls steuerte der Hausmeister bei und unsere Exponate zur Anwendung der ostwaldschen messenden Farbenlehre waren um eine kleine Attraktion reicher.

**Dr. Ing. Karl Hansel**

(20.06.1942 – 06.05.2006)

Ulrich Pofahl

Am 06.05.2006 verstarb nach kurzer schwerer Krankheit unser Vorstands- und Gründungsmitglied Dr. Karl Hansel.

Mit ihm verlieren wir einen fachkompetenten Wissenschaftler, hervorragenden Organisator und zuverlässigen Schatzmeister, der das umfangreiche Lebenswerk Wilhelm Ostwalds mit großer Gründlichkeit erforschte.



Karl Hansel wurde am 20. Juni 1942 als einziges Kind des Betonfacharbeiters Erwin Hansel und dessen Ehefrau, der Näherin Elsa Hansel in Roßwein geboren. Sein Vater wurde 1944 als vermißt gemeldet, die Mutter blieb mit ihm allein. Bis 1956 besuchte er die Grundschule in Roßwein und schloß sie mit dem Prädikat „mit Auszeichnung“ ab.

Von 1956 bis 1959 erlernte Karl Hansel den Beruf des Kochs im berühmten Leipziger Hotel „Astoria“. Seine Lehre schloß er mit der Gesamtnote „sehr gut“ ab, eine gute Voraussetzung für die Arbeiter-und-Bauern-Fakultät der Karl-Marx-Universität Leipzig. Auch sein Abitur bestand er 1961 mit „sehr gut“. Im gleichen Jahr wurde er nach Leningrad zum Studium Fachrichtung Chemieanla-

genbau delegiert. Sein ursprünglicher Studienwunsch, Nahrungsmittelchemie, erfüllte sich nicht, er wechselte 1964 zur „Automatisierung chemischer Prozesse“.

Dem Direktstudium folgte die Praxis im VEB PCK Schwedt (1966 - 1977), anfangs als wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter, ab 1970 in verschiedenen Leitungsfunktionen, als Abteilungsleiter der Struktureinheit „Große Systeme“, als Gruppenleiter für das Arbeitsgebiet „Prozeßsteuerung Erdölverarbeitung“ mit dem Aufgabengebiet Anlagensimulation.

Noch im Jahre 1966 wurde er vom PCK zur Aspirantur an das Leningrader Technologische Institut delegiert. Nach einem Aufenthalt im Institut für Katalyse der Sibirischen Abteilung der AdW der UdSSR wurde aus objektiven Gründen und in Übereinstimmung mit dem PCK die Direktaspirantur in eine Fernaspirantur umgewandelt.

Neben der Fernaspirantur arbeitete Karl Hansel im Jahre 1968 als Hauptverfahrenstechniker mit dem Arbeitsgebiet Prozeßmodellierung. Unterbrochen von einem Jahr an der Akademie für Organisationswissenschaft Berlin, war er ab 1970 Themenleiter für wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit mit dem Moskauer Karpow-Institut, nahm erstmals an einer Tagung des RGW teil und war von da an bis 1975 der Vertreter des PCK Schwedt in der DDR-Delegation bei Tagungen des RGW.

Im Juni 1972 promovierte Karl Hansel am Leningrader Technologischen Institut mit einer Arbeit zum Thema „Berechnung Großer Systeme“ zum Dr.-Ingenieur. Während seiner Tätigkeit im PCK Schwedt veröffentlichte Karl Hansel über 30 wissenschaftliche Arbeiten, oft unter Einbeziehung internationaler Autoren. Für seine Arbeitsweise war charakteristisch, daß er die Themen unmittelbar aus dem Produktionsprozeß schöpfte. Der wissenschaftlichen Analyse folgte die mathematische Modellierung, dann die Programmierung und technische Realisierung. Er selber diskutierte das Resultat mit den Praktikern aus der Produktion und führte es auch erfolgreich ein. Erst dann ist eine wissenschaftliche Leistung für den Fortschritt im Leben der Menschen überhaupt wirksam. Karl Hansels Veröffentlichungen sind sowohl in Zeitschriften wie „Rechentechnik / Datenverarbeitung“, für einen großen Leserkreis produziert, als auch in „Mathematische Operationsforschung und Statistik“ oder in „Chemical Engineering Science“, welche hauptsächlich von Spezialisten gelesen werden, zu finden. Auch die Mitautorenschaft Karl Hansels an einer Monographie (Analyse und Steuerung von Prozessen der Stoffwirtschaft, erschienen 1971 im Akademie Verlag Berlin) sollte erwähnt werden.

Während seines Wirkens in Schwedt bewies Karl Hansel seine besondere Eignung dafür, aus Angehörigen verschiedener Berufsgruppen eine leistungsfähige Struktureinheit zu schaffen. Er leitete diese Abteilung mit großem Fachwissen, begeisterte und spornte seine Mitarbeiter an, stellte aber keine unerfüllbaren Anforderungen. Seine Abteilung wurde mehrfach für hervorragende Leistungen ausgezeichnet. Er pflegte Beziehungen zu mehreren Universitäten und Ingenieurhochschulen und schuf damit die Grundlage für den Einsatz von Praktikanten. Er selbst betreute mehrere Diplom- und Ingenieur-Abschlußarbeiten. Hier nur eine Auswahl

von Themen, an denen er selbst arbeitete: „Lösung nichtlinearer Optimierungsaufgaben“, „Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen“, „Stoffflüsse durch Netzwerke“, „Elementarkreise in gerichteten Graphen“, „Strukturanalyse komplexer verfahrenstechnischer Systeme“ sowie „Bestimmung von Phasenzahlen bei Mehrphasenregressionen“.

Ende 1977 erfuhr ich auf kuriose Weise von Karl Hansels Beziehung zu Ostwald. Anlässlich einer Tagung des Zentralinstituts für Mathematik und Mechanik der AdW in Berlin gab es am 09.11.77 ein Abendessen mit den Teilnehmern. Während des Essens diskutierten wir beide über seine letzte Arbeit für das PCK und wie diese weitergeführt werden könnte. Dabei zitierte er einen Rat von Wilhelm Ostwald, der ein Verwandter seiner Frau sei. Der Witz war, unmittelbar davor war mir in der benachbarten Buchhandlung aus der Biographie-Reihe des Teubner Verlages ein besonders dicker und teurer Band über Wilhelm Ostwald aufgefallen und ich hatte ihn deshalb erworben. Doch der Rest des Abends gehörte wieder den fachlichen Problemen.

Karl Hansel war in Schwedt ein leistungsstarker Industriewissenschaftler. Übertragene wie selbst gewählte Aufgaben lösten er und sein Kollektiv qualitäts- und termingerecht. Er arbeitete intensiv – häufig auch noch nach der Dienstzeit – aber er hatte Freude an der Arbeit. Seinen ganz konkreten Vorstellungen ordnete er alle Aktivitäten unter. Reichten eigene Kenntnisse unter Umständen einmal nicht aus, holte er zielgerichtet den Rat von Spezialisten ein. Er arbeitete stets mit vollem Einsatz, oft ohne Reserven und akzeptierte weder bei sich noch bei anderen Qualitätseinbußen. Er konnte unduldsam gegenüber Mängeln in der Leitungstätigkeit werden, speziell wenn jemand für eine Tätigkeit bezahlt wurde, sie aber schlecht ausübte. Diese Konsequenz brachte ihm im Leben Respekt, aber nicht immer Freunde ein.

Ab 1978 arbeitete Karl Hansel bei der Abteilung „Investition“ im Ministerium für Chemie in Berlin als Vorbereitung auf den Einsatz als Experte in der Abteilung „Chemische Industrie“ des RGW-Sekretariats in Moskau. Zum Verständnis: Ein Experte mußte über hohes fachliches Können verfügen, in der Lage sein, eine erfolgreiche Leitungstätigkeit auszuüben, und exzellente Fremdsprachenkenntnisse aufweisen, um besonders auch juristische Verträge sprachlich wie inhaltlich exakt abzuschließen. Seine Arbeitsgebiete waren vorrangig Investition, Projektierung und Rechentechnik bzw. Informationsverarbeitung für das gesamte Gebiet des RGW. Neben seiner Dienstaufgabe forschte Karl Hansel am Thema „Automatisierung von komplexen Leitungsprozessen“, ein Thema, was heute höchst aktuell ist. Auf Grund seiner hervorragenden Leistungen wurde sein Arbeitsvertrag verlängert. Auch aus seiner Zeit in Moskau fällt mir eine Episode ein, welche Karl Hansel charakterisiert. Bei einem Besuch in Moskau fuhrn wir mit seinem privaten PKW durch die Stadt, plötzlich eine Reifenpanne. Karl wechselte das Rad und fuhr weiter. Ich fragte ihn, wo er den defekten Reifen reparieren oder austauschen wolle. Er antwortete, in Moskau nicht. Er fuhr also ohne Reserve weiter. Das Problem war für ihn keines.

1984 zog Karl Hansel mit seiner Familie nach Grimma, und bekam eine Arbeit als Auftragsleiter beim Direktor für Wissenschaft und Technik im Chemieanlagenbau Kombinat Grimma (CLG). Zu dieser Zeit vollzog sich ein gravierender Wechsel bei der Rechentechnik. Große voluminöse zentrale Datenverarbeitungsanlagen wurden durch Personalcomputer ersetzt. Fast alle Bereiche waren in so einem Kombinat wie dem CLG davon betroffen. Das Fachwissen und der Sachverstand von Karl Hansel waren gefragt. Wissenschaftliche Arbeiten aus dieser Zeit sind mir nicht bekannt, vielleicht war der Bau des eigenen Hauses in seiner Freizeit der Grund dafür.

Durch den Einigungsvertrag wurde die AdW der DDR aufgelöst. Damit entstand für die Verwaltung des Nachlasses von Wilhelm Ostwald ein ungeklärtes Eigentumsproblem. Karl Hansel erkannte das und initiierte die Gründung des Vereins „Freunde und Förderer der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte ‚Energie‘ Großbothen/Sa.“ aus dem 1996 die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen hervorging. Wie die meisten DDR-Bürger, so verlor auch Karl Hansel sein Betätigungsfeld. Der Verlust vollzog sich in Etappen. Im Sommer `91 fing er schließlich als ABM-Kraft im Auftrag einer Grimmaer Beschäftigungs-Gesellschaft in Großbothen auf dem Landsitz „Energie“ an. Nach Ablauf der ABM-Zeit wurde er von unserem Verein angestellt. Zu diesem Zeitpunkt hatte Karl Hansel bereits als Schatzmeister mehrere ABM-Stellen für Archiv- und Sanierungsarbeiten organisiert. In den Jahren 1991 und 1992 flossen Fördermittel aus allerlei Finanztöpfen, deren gesetzmäßige Verwendung in der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte Karl Hansel oblag. Es war notwendig, daß er nochmals die Schulbank drückte und sich mit Buchführung, Finanzbuchhaltung und Wirtschaftsrecht befaßte. Dank eines sehr engagierten Karl Hansels gelang die Gebäudesanierung der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte. Seine beim Hausbau erworbenen Fähigkeiten und Erfahrungen nutzten ihm bei dieser Maßnahme. Nicht zu vergessen sind seine mehrfachen Initiativen zur erfolgreichen Abwehr zweckentfremdeter Nutzungskonzepte für Wilhelm Ostwalds ehemaligen Landsitz.

Die Sicherung und Sanierung der Bausubstanz war eine Voraussetzung dafür, daß sich Karl Hansel mit dem Wilhelm-Ostwald-Archiv ab ca. 1995 beschäftigen konnte. Inhaltliche Schwerpunkte seiner vielfältigen Aktivitäten umfaßten mehrere Bereiche, die oft inhaltlich und zeitlich nicht abzugrenzen waren. Dazu zählten die ständige Beschaffung und die verantwortungsvolle Verwendung von Finanzmitteln, die Bewirtschaftung und Betreuung von Tagungsgästen sowie wissenschaftshistorische Forschung und Öffentlichkeitsarbeit. Gerade die letzten beiden Tätigkeiten prägten die Persönlichkeit von Karl Hansel.

In einem Land, in dem es die Wissenschaft nicht immer einfach hat, sorgte Karl Hansel mit dafür, daß bei den Großbothener Gesprächen häufig international berühmte Wissenschaftler vorgetragen haben, und das mit Bezug auf das geistige Erbe von Wilhelm Ostwald. Erinnerungswert ist auch seine geleistete Arbeit als Redakteur von „Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V.“. Es verdient schon Anerkennung, eine Schriftenreihe inhaltlich

zu gestalten und sie dann noch zu produzieren. Karl Hansel konnte dafür verschiedene Geldgeber gewinnen, z.B. Arbeitsamt Oschatz, Bußgeldstelle des Amtsgericht Grimma und Sparkasse Muldental. In dieser Schriftenreihe sind seit 1996 bisher 62 Quartals- und Sonderhefte erschienen. Darin wird nicht nur einer breiten Öffentlichkeit das umfangreiche Lebenswerk von Wilhelm Ostwald vorgestellt, sondern es wird stets auch auf aktuelle Probleme hingewiesen. Karl Hansel war in der Lage, durch sein breitgefächertes Wissen und speziell durch seine chemischen Kenntnisse und seine pragmatischen Fähigkeiten in die Gedankenwelt von Wilhelm Ostwald einzudringen und seinen Gedankenwegen zu folgen. Weil er die von Ostwald vorhergesagte Zukunft erlebte, war es ihm möglich, viele Widersprüche in der Person Ostwalds zu klären, nämlich festzustellen, ob sie der Wirklichkeit entsprachen oder angedichtet waren.

Die Neuauflage der „Lebenslinien – Eine Selbstbiographie“, von Karl Hansel kommentiert, überarbeitet und mit 2380 Fußnoten versehen, ist zweifellos die beeindruckendste seiner Veröffentlichungen zu Wilhelm Ostwald: sein Geschenk zum 150. Geburtstag.

Ein Jahr danach (2004) zwang die Finanzlage der Gesellschaft ihn, den Geschäftsführer, in die „Arbeitslosigkeit“. Er arbeitete jedoch in bewährter Qualität und Intensität weiter für unsere Gesellschaft. Sogar im Krankenhaus, schon wissend um sein baldiges Lebensende und seiner Sprache beraubt, schrieb er noch Manuskripte für unsere grünen Hefte. Erst der Tod hat seinen unbändigen Arbeitswillen gestoppt.



## Was noch zu sagen wäre<sup>1</sup>

Petra Mischnick

### ■ Was noch zu sagen wäre

Im letzten Jahr wurde die Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte in Groß-Bothen als historische Stätte der Chemie feierlich eingeweiht [Nachr. Chem. 2005, 53, 1174]. Das weitläufige Gelände mit dem „Haus Energie“ und seinen modern hergerichteten Gebäuden bietet die ideale Umgebung für kleine Seminare und neue Ideen. Energie war für den Physikochemiker Ostwald der zentrale naturwissenschaftliche Begriff. Energie ist auch heute angesichts der Endlichkeit der fossilen Ressourcen und der Bedeutung für die Klimaentwicklung ein zentrales Thema. Die Lösung dieser (Über)lebensfrage erfordert die vereinte Anstrengung von Naturwissenschaft, Technik und Politik, aber auch ein Grundverständnis von Nachhaltigkeit in der Bevölkerung. Seit dem Umwelt- und Entwicklungsgipfel Rio de Janeiro 1992,

auf dem mit der Agenda 21 beschlossen wurde, das Bildungssystem auf eine nachhaltige Entwicklung hin neu auszurichten, sind zahlreiche Aktivitäten angestoßen worden, jedoch meist mit Blick auf höhere Bildungstufen. Erst in jüngster Zeit rückt ins Bewusstsein, dass man mit solch grundlegenden Bildungsanstrengungen und -zielen bei den Kleinsten beginnen muss.

Die Enthüllung der Gedenktafel war ein symbolischer Akt, dem Taten folgen müssen; warum nicht die Einrichtung einer Experimentierwerkstatt für Kinder zum Thema Energie, in der schon die Jüngsten etwas über Stoffkreisläufe, Katalyse und Energiequellen lernen können! Es ist zumindest erfreulich, dass, das Ministerium für Wissenschaft und Kunst 80 000 Euro in die Gedenkstätte investieren will.

*Petra Mischnick, Braunschweig  
p.mischnick@tu-bs.de*

<sup>1</sup> MISCHNIK, Petra: Was noch zu sagen wäre. In: Nachrichten aus der Chemie. – 54 (2006), Febr., S. 177.

## Gesellschaftsnachrichten

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen  
trauert um ihr Mitglied

**Prof. Dr. Klaus-Jürgen Range**  
Er verstarb im April 2006.

Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen  
trauert um ihr Mitglied

**Dr. Karl Hansel**  
Er verstarb im Mai 2006.

Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

### *Wir gratulieren*

- **zum 75. Geburtstag**  
Herrn Prof. Dr. Jacob Naor  
Herrn Norbert Weishaupt
- **zum 70. Geburtstag**  
Frau Ingeborg Mauer  
Herrn Prof. Dr. Ernst-Otto Reher
- **zum 65. Geburtstag**  
Herrn Eckard Bendin  
Herrn Prof. Dr. Dieter A. Lempe  
Herrn Dr. Klaus Sühnel
- **zum 60. Geburtstag**  
Herrn Dr. Hartmut Kästner  
Herrn Prof. Dr. Jürgen Schmelzer

### *Wir begrüßen neue Mitglieder*

- Nr. 219 Herrn Prof. Dr. Willi Keim, Aachen
- Nr. 220 Herrn Prof. Dr. Athanassios Giannis, Leipzig
- Nr. 221 Herrn Prof. Dr. Helmut C. Papp, Leipzig
- Nr. 222 Herrn Prof. Dr. Peter Claus, Berlin
- Nr. 223 Herrn Prof. Dr. Thomas Beisswenger, Bad Vilbel

### *Sonstiges*

Prof. Dr. Hartmut Bärnighausen und Prof. Dr. Dr. Heribert Offermanns wurden für ihr ehrenamtliches Engagement auf der letzten Mitgliederversammlung der WOG zu Ehrenmitgliedern ernannt.

Ab 01.04.2006 untersteht die Wilhelm-Ostwald-Archiv und Gedenkstätte dem Landratsamt Grimma. Herr Dr. Ulf Molzahn ist als Leiter eingesetzt. Am 30.03.2006 erfolgte die Übergabe der musealen Räumlichkeiten im „Haus Energie“ samt Inventar und Schlüssel an den neuen Betreiber.

Seit 1974 wurde das Archiv und Gedenkstätte von Ostwalds Enkelin Gretel Brauer und später durch die Urenkelin, Anna-Elisabeth Hansel, geleitet.

**Begründung zur Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der Wilhelm-Ostwald -  
Gesellschaft zu Großbothen e. V. an  
Prof. Dr. Hartmut Bärnighausen**

Hartmut Bärnighausen wurde am 16. Februar 1933 in Chemnitz geboren. Nach dem Abitur in Chemnitz nahm er das Chemiestudium in Leipzig auf und schloss mit seiner Diplomarbeit bei Leopold Wolf in Leipzig 1955 ab. Im Mai 1958 floh er über Berlin in den Westen, wo er Aufnahme bei Georg Brauer in Freiburg fand. Dort wurde er 1959 promoviert. 1967 übernahm er den Lehrstuhl für Anorganische Chemie an der Universität Karlsruhe, den er bis zur Emeritierung im Frühjahr 1998 innehatte.

Hartmut Bärnighausen hat neben seinen bedeutenden Anregungen für wissenschaftliche Entwicklungen stets seine Wurzeln in Sachsen betont und auch im Westen während der Trennung nicht vergessen.

Er ist seit 1998 Mitglied der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft und hat neben zahlreichen anderen Spenden z. B. seine Geschenke anlässlich seines 70. Geburtstages im Jahre 2003 in Form einer größeren Spende an die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft geleitet. Aufgrund seiner Beziehungen zu Leipzig und später zu Georg Brauer hat er sich stets in außergewöhnlichem Maße für die Belange der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft und für die Ost-West-Beziehungen eingesetzt.

So hat er die auf Georg Brauer übergegangene Bratsche von Wilhelm Ostwald erworben, um sie nicht an fremde Eigentümer gelangen zu lassen, die den Wert der Provenienz Wilhelm Ostwald nicht zu schätzen wüssten.

Er ist eine unbeugsame Persönlichkeit mit einem großen Herzen, der von seinen Schülern verehrt wird.

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft will sich dieser Verehrung anschließen und ihn für seinen stetigen Einsatz für die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zum Ehrenmitglied ernennen.

Gez. Wolfgang Hönle

**Begründung zur Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der Wilhelm-Ostwald - Gesellschaft zu Großbothen e. V. an Prof. Dr. rer. nat. Dr. Ing. E. h. Heribert Offermanns**

Professor Heribert Offermanns ist eine herausragende Persönlichkeit der Chemischen Industrie Deutschlands. Er war erfolgreicher Forscher, Industriemanager, Hochschullehrer und Wissenschaftsorganisator und belebt mit seinen ideenreichen Aktivitäten auch als Pensionär noch immer das wissenschaftliche Leben in unserem Lande.

Besondere Verdienste erwarb er sich in den vergangenen drei Jahren auch um die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen.

H. Offermanns studierte an der RWTH Aachen das Fach Chemie und promovierte unter F. Asinger am Institut für Technische Chemie und Petrochemie. Als Student seines akademischen Lehrers leitete er nach der Promotion noch zwei Jahre die Schwefel-Stickstoff-Arbeitsgruppe. Danach trat er in die Degussa AG ein und war dort als Forscher entscheidend an der Entwicklung des Asinger-Verfahrens zur industriellen Produktion von Penicillamin, einem Pharmakon u. a. zur Behandlung von rheumatischer Arthritis, beteiligt. Nach mehrjährigen Auslandsaufenthalten in Produktions- und Forschungsbereichen der Degussa in Belgien (Antwerpen) und der USA (New York) wurde er nach seiner Rückkehr am Standort Hanau Leiter der Chemieforschung der Degussa AG und ab 1976 Mitglied des Vorstandes dieses 4. größten Chemiekonzerns von Deutschland, verantwortlich u. a. für die Chemie- und Pharmaforschung und die chemische Verfahrenstechnik. Diese Funktion hatte er bis zu seiner Pensionierung - also über 20 Jahre - inne. Seit 1979 gab er seine umfangreichen Erfahrungen in der chemischen Forschung und Industrie erst im Rahmen eines Lehrauftrages und später als Honorarprofessor der J.-W.-Goethe-Universität Frankfurt an Chemiestudenten weiter.

Außerordentlich vielseitig war sein Engagement in herausgehobenen Funktionen von wissenschaftlichen Organisationen, Industriegremien, Kuratorien, Stiftungen und Aufsichtsräten, so u. a. als Vorsitzender des Fonds der Chemischen Industrie, Mitglied des Senats der DFG, langjähriges Mitglied des Vorstandes und des Präsidium des GDCh, als Vorsitzender des Kuratoriums des MPI für Festkörperforschung Stuttgart und nach der politischen Wende als Vorsitzender des Bundesausschusses für Forschung und Innovation beim Präsidium der CDU in Berlin.

Nach seinem ersten Vortrag im Rahmen der Großbothener Gespräche (200 ) schaltete sich H. Offermanns in Anerkennung und Würdigung der von der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft über Jahrzehnte geleisteten Arbeit aktiv in die Vorbereitung der Veranstaltungen zur 150. Wiederkehr des Geburtstages von Wilhelm Ostwald ein. Er sensibilisierte und mobilisierte verantwortliche Physikochemiker der alten Bundesländer für dieses Ereignis. Von diesem Engagement zeugen auch der Wiedereintritt der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie in die Wilhelm-

Ostwald-Gesellschaft, die Auszeichnung der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte als „Historische Stätte der Chemie“ durch die GDCh, das Zustandekommen des Kuratoriums der W.-Ostwald-Gesellschaft und dessen hochkarätige Besetzung sowie vieles andere mehr.

Seine herausragenden Leistungen und sein fruchtbares Wirken zum Nutzen der Chemie in unserem Lande wurde von der RWTH Aachen mit der Ehrendoktorwürde Dr. Ing. E. h. gewürdigt.

Es gereicht der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zur großen Ehre, Herrn Professor Heribert Offermanns die Ehrenmitgliedschaft anzutragen. Die Mitgliederversammlung möge deshalb einen entsprechenden Beschluss fassen.

Gez. Prof. Dr. E. Fanghänel

# Protokoll der Mitgliederversammlung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft am 18.2.2006

Zeit: 10.00 – 13.10 Uhr

## Vorgeschlagene Tagesordnung:

1. Begrüßung
2. Feststellung der Beschlussfähigkeit und Festlegung der Tagesordnung
3. Tätigkeitsbericht des Vorstandes – Ergänzungen zur Mitgliederinformation
4. Kassenbericht und Bericht der Kassenprüfer
5. Aktueller Finanzbericht
6. Aussprache zu den Berichten
7. Entlastung des Vorstandes
8. Neu- und Zuwahl zu den Gremien (siehe Tischvorlage)
9. Satzungsänderungen (siehe Tischvorlage)
10. Anträge an die Mitgliederversammlung (siehe Tischvorlage)
11. Jahresplanung/Vorschau auf die Aktivitäten im Jahr 2006
12. Verschiedenes

## Verlauf:

### Zu 1. Begrüßung

- Begrüßung der Mitglieder durch den 1. Vorsitzenden; Gedenken an die verstorbenen Mitglieder und Förderer der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Frau Toni Maertz-Behn, Frau Prof. Dr. Hildburg Bethke und Prof. Dr. Volker Bigl)

### Zu 2. Feststellung der Beschlussfähigkeit und Festlegung der Tagesordnung

- Es sind 33 Mitglieder der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft anwesend, wodurch Beschlussfähigkeit besteht.
- Auf Antrag (Herr Engelhardt) und nach intensiver Diskussion wird Tagesordnungspunktes 9 „Satzungsänderung“ gestrichen.
- Abstimmung zu dieser Streichung: 20 Ja-Stimmen, 4 Enthaltungen, 9 Gegenstimmen

### Zu 3. Tätigkeitsbericht des Vorstandes – Ergänzungen zur Mitgliederinformation

Bericht des 1. Vorsitzenden mit folgenden Schwerpunkten:

- Integriertes Konzept,
- Höhepunkte: erstmalige Wilhelm-Ostwald-Festtage mit Auszeichnung „Historische Stätte der Chemie“; Ausstellung in den Leunawerken mit großer Besucherzahl

Bericht des 2. Vorsitzenden zur Arbeitsgruppe mit folgenden Schwerpunkten:

- Umgestaltung der Gedenkstätte („Vogtmann-Konzept“),
- Aktueller Betrieb durch Frau Hansel (s. auch Vorstandssitzung am 29.1.2006),
- Übernahme durch Universität Leipzig unklar, Gedanke des Baus eines „Bettenhauses“,

Sichtweise des Landkreises (Frau Feldner):

- Bereitschaft zur inhaltlichen Einbindung, auch Bereitschaft zur Übernahme bei akzeptablen Randbedingungen,
- Bestreben, die Inhalte zu bewahren; Verteilung der Kompetenzen und Finanzierung

#### Zu 4. Kassenbericht und Bericht der Kassenprüfer

- Kassenbericht (Herr Engelhardt): keine Mängel festgestellt, Vorschlag der Entlastung des Vorstandes in Fragen der Finanzführung
- Anfrage zum Guthaben der Gesellschaft (Herr Fanghänel): Hinweis auf letzte Aufstellung der betreffenden Tischvorlage; Guthaben nahezu unverändert

#### Zu 5. Aktueller Finanzbericht

- Herr Hansel kommentiert den betreffenden Teil der Tischvorlage, die auch den Finanzprüfern vorlag.

#### Zu 6. Aussprache zu den Berichten

- Die Aussprache, die intensiv geführt wurde, nahm einen breiten Raum ein. An ihr beteiligten sich insbesondere Frau Brauer, Frau Ebert, Herr Domschke, Herr Engelhardt, Herr Fanghänel, Herr Fratzscher, Herr Hansel, Herr Hennig, Herr Hönle, Herr Reschetilowski, Herr Schwokowski und Herr Senf.
- Schwerpunkte waren: Entwicklung der Gedenkstätte, Aufgaben des Kuratoriums, geplantes Bettenhaus, wissenschaftliche Gemeinnützigkeit, Beziehung zur Universität Leipzig, Unterstützung durch Chemie- und Energieunternehmen der Region, Energetikum, Rettung des Waldhauses und Nutzung des Hausmeisterhauses, Weiterführung der Tagungsstätte.

#### Zu 7. Entlastung des Vorstandes

- Herr Hennig: Würdigung der Arbeit des Vorstandes und Bitte um Aufnahme der kritischen Anregungen
- Entlastung mit 29 Zustimmungen, 5 Enthaltungen und keiner Gegenstimme

#### Zu 8. Neu- und Zuwahl zu den Gremien

- Wahlleitung: J. Schmelzer erläutert den Wahlvorgang (geheime Wahl mit ausgegebener Kandidatenliste), nennt die Kandidaten für den Wissenschaftlichen Beirat, verweist auf die als Tischvorlage vorliegenden Le-



bensläufe der Kandidaten und ergänzt den Lebenslauf von Herrn Fratzscher

- Diskussion:  
Herr Hennig weist auf den missverständlichen Anfragebrief hin (Ost-West-Anteil, ...).  
Fragen nach dem Bezug der neuen Kandidaten zu W. Ostwald werden durch den 1. Vorsitzenden positiv beantwortet.
- Wahlvorgang: 34 abgegebene und gültige Stimmzettel  
                  einhellige Zustimmung zu allen Kandidaten (33 bzw. 34 Stimmen)

#### Zu 9. Satzungsänderung

Dieser Tagesordnungspunkt wurde auf Beschluss der Mitgliederversammlung gestrichen (s. Tagesordnungspunkt 2).

#### Zu 10. Anträge an die Mitgliederversammlung (siehe Tischvorlage)

a) Vorschläge/Anträge auf Ehrenmitgliedschaft:

Prof. Bärnighausen: Laudatio durch 2. Vorsitzenden (s. Tischvorlage)

Prof. Offermanns: Laudatio durch Prof. Fanghänel (s. Tischvorlage)

Getrennte offene Abstimmung zu beiden Vorschlägen: einstimmige Zustimmung

b) Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis

Begründung durch den 1. Vorsitzenden (s. Tischvorlage; Unterstützung durch GDCh, Bunsengesellschaft, Sächsische Akademie der Wissenschaften bei Ausschreibungsrichtlinien und Finanzierung)

Diskussion und Anfragen:

Herr Hansel: Trifft der Preis die Hauptrichtung?

Herr Fanghänel: Finanzanteil der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft am Preisgeld von 2.500 € kann nur symbolisch sein

2. Vorsitzender: Wilhelm-Ostwald-Schülerpreis bei „Jugend forscht“ vorgesehen

Abstimmung zum Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis: 26 Zustimmungen, 7 Enthaltungen, 1 Gegenstimme

#### Zu 11. Jahresplanung/Vorschau auf die Aktivitäten im Jahr 2006

Der 2. Vorsitzende stellt anhand der entsprechenden Tischvorlage den Vergleich der Jahre 2005/2006 vor.

Ergänzungen und Diskussion:

1. Vorsitzender zur Säurefahrt: Einflussnahme Ostwalds auf die Entwicklung seines Fachgebietes, Anregung durch Lebenslinien, Fahrt durch Dr. Hegewald (WOG-Mitglied), Wichtigkeit der Edition Ostwald und der Säurefahrt

Herr Hansel: mehrere kritische Bemerkungen zu einzelnen Posten insbesondere der Säurefahrt, die er im Wechselgespräch nochmals betont

2. Vorsitzender: mehrere Durchlaufposten nicht beachtet  
Infolge der kontroversen Diskussion zieht Herr Hönle seine eingeplante themengebundene Spende zurück und stellt den Finanzplan 2006 ohne diese Summe von 1.500 € zur Abstimmung.  
Abstimmung zum modifizierten Finanzplan 2006: 24 Zustimmungen, 7 Enthaltungen, 3 Gegenstimmen

Zu 12. Verschiedenes

Der 1. Vorsitzende dankt den ehemaligen Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates für die geleistete Arbeit (Herr Fanghänel, Herr Wetzels, Herr Schmelzer).

W. Reschetilowski

W. Oehme

## Angestrebte Satzungsänderung

<p><b>Satzung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V.</b></p> <p><b>Alt</b></p>	<p><b>Änderungs- und Ergänzungsvorschläge zur WOG-Satzung</b></p> <p>in Anlehnung an die wichtigsten Vorschriften über Vereine (§§21 bis 79 BGB) sowie Vorschriften des Vereinsgesetzes</p> <p><b>Neu</b></p>
<p>§2 (1)</p> <p>Die Gesellschaft verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke.</p>	<p>§2 (1)</p> <p>Die Gesellschaft verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnitts „Steuerbegünstigte Zwecke“ der Abgabenordnung.</p>
<p>§3 (1)</p> <p>Mitglieder können natürliche und juristische Personen des privaten oder öffentlichen Rechts werden. Der Aufnahmeantrag ist schriftlich zu stellen. Über den Antrag entscheidet der Vorstand. Der Bescheid wird schriftlich erteilt.</p>	<p>§3 (1)</p> <p>Mitglieder können natürliche und juristische Personen des privaten oder öffentlichen Rechts werden. Der Aufnahmeantrag ist schriftlich zu stellen. Über den Antrag entscheidet der Vorstand. Der Bescheid wird schriftlich erteilt. Die Mitgliedschaft wird mit Zahlung des Mitgliederbeitrages wirksam.</p>
<p>§3 (4)</p> <p>Ein Mitglied kann jederzeit schriftlich seinen Austritt erklären.</p>	<p>§3 (4)</p> <p>Die Mitgliedschaft endet durch Tod, Austritt oder Ausschluss, im Fall von juristischen Personen mit deren Auflösung. Ein Mitglied kann seinen Austritt mit einer Frist von einem Monat zum Ende des Geschäftsjahres schriftlich erklären.</p>
	<p>Neu §4</p> <p>Rechte und Pflichten der Mitglieder</p> <p>Jedes Mitglied hat gleiches Stimm- und Wahlrecht in der Mitgliederversammlung.</p> <p>Jedes Mitglied hat das Recht, bei der Unterstützung der Gesellschaft aktiv mitzuwirken und an gemeinsamen Veranstaltungen in der Regel unentgeltlich teilzunehmen. Für Sonderleistungen kann die Gesellschaft ein angemessenes</p>

	<p>Entgelt fordern.</p> <p>(3) Jedes Mitglied hat die Pflicht, die Interessen der Gesellschaft zu fördern und, soweit es in seinen Kräften steht, die Veranstaltungen der Gesellschaft durch seine Mitarbeit zu unterstützen.</p> <p>(4) Die Mitglieder sind verpflichtet, jede Änderung der postalischen und elektronischen Adressen unverzüglich dem Vorstand mitzuteilen.</p>
<p>§4</p> <p>Organe der Gesellschaft sind die Mitgliederversammlung, der Vorstand, der Beirat und das Kuratorium.</p>	<p>Neu §5 (alt §4)</p> <p>Organe der Gesellschaft sind die Mitgliederversammlung, der Vorstand, der Wissenschaftliche Beirat und das Kuratorium.</p>
<p>§5 (3)</p> <p>Die Mitgliederversammlung wird vom ersten Vorsitzenden oder vom zweiten Vorsitzenden geleitet. Jedes Mitglied hat als Teilnehmer der Mitgliederversammlung eine Stimme. Beschlüsse werden mit einfacher Stimmenmehrheit gefasst. Satzungsänderungen bedürfen mindestens 75% der Stimmen. Über die Beschlüsse der Mitgliederversammlung wird ein Protokoll verfasst und vom Protokollführer unterzeichnet.</p>	<p>Neu §6 (alt §5) (3):</p> <p>Die Mitgliederversammlung ist nicht öffentlich und wird vom ersten Vorsitzenden oder von dem zweiten Vorsitzenden und bei dessen Verhinderung von einem durch die Mitgliederversammlung zu wählenden Versammlungsleiter geleitet. Der Versammlungsleiter kann Gäste zulassen. Jedes Mitglied hat als Teilnehmer der Mitgliederversammlung eine Stimme. Beschlüsse werden mit einfacher Stimmenmehrheit gefasst. Satzungsänderungen bedürfen mindestens 75% der Stimmen. Über die Beschlüsse der Mitgliederversammlung wird ein Protokoll verfasst und vom Protokollführer unterzeichnet.</p>
<p>§5 (4)</p> <p>Anträge an die Mitgliederversammlung müssen spätestens drei Wochen vor der Versammlung beim Vorstand eingereicht werden.</p>	<p>Neu §6 (alt §5) (4):</p> <p>Anträge an die Mitgliederversammlung müssen spätestens drei Wochen vor der Versammlung beim Vorstand eingereicht werden. Über Anträge zur Tagesordnung, die vom Vorstand nicht aufgenommen wurden oder die erstmals in der Mitgliederversammlung gestellt werden, entscheidet die Mitgliederversammlung mit der Mehrheit der Stimmen der anwesenden Mitglieder; dies gilt nicht für Anträge, die eine Änderung der Sat-</p>

	zung, die Auflösung der Gesellschaft oder Änderungen der Mitgliedsbeiträge zum Gegenstand haben.
	<p>Neu §6 (5)</p> <p>Der Vorstand hat eine außerordentliche Mitgliederversammlung einzuberufen, wenn es das Interesse der Gesellschaft erfordert oder wenn ein Viertel der Mitglieder dies schriftlich unter Angabe des Zwecks und der Gründe beantragt. Soweit die Umstände dies zulassen, ist eine Ladungsfrist von zwei Wochen einzuhalten und die Tagesordnung mit der Einladung bekannt zu geben.</p>
	<p>Neu §6 (6):</p> <p>Über den Ablauf der Mitgliederversammlung und die gefassten Beschlüsse ist ein Protokoll zu fertigen. Dieses ist vom Protokollführer und vom Versammlungsleiter zu unterschreiben.</p>
<p>§6 (1)</p> <p>Der Vorstand der Gesellschaft besteht aus dem ersten Vorsitzenden, dem zweiten Vorsitzenden, dem geschäftsführenden Vorstandsmitglied und höchstens drei Beisitzern. Der zweite Vorsitzende ist gleichzeitig Vorsitzender des Beirates. Ein Mitglied des Vorstandes sollte der Familie Ostwald angehören.</p>	<p>Neu §7 (alt §6) (1)</p> <p>Der Vorstand der Gesellschaft besteht aus dem ersten Vorsitzenden, dem zweiten Vorsitzenden, dem geschäftsführenden Vorstandsmitglied und höchstens drei Beisitzern. Der zweite Vorsitzende ist gleichzeitig Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates. Mitglieder des Vorstandes können nur Mitglieder der Gesellschaft sein; mit der Beendigung der Mitgliedschaft in der Gesellschaft endet auch die Mitgliedschaft im Vorstand. Dem Vorstand sollte nach Möglichkeit ein Mitglied der Familie Ostwald angehören.</p>
<p>§6 (4) 1. Anstrich</p> <p>Vorbereitung und Einberufung der Mitgliederversammlung,</p>	<p>Neu §7 (alt §6) (4), 1. Anstrich:</p> <p>Vorbereitung und Einberufung der Mitgliederversammlung einschließlich der Aufstellung der Tagesordnung,</p>

<p>§6 (4) 6. Anstrich</p> <p>Abschluss, Änderung, Aufhebung und Kündigung des Anstellungsvertrages für das geschäftsführende Vorstandsmitglied und der Arbeitsverträge für ständige Beschäftigte.</p>	<p>Neu §7 (alt §6) (4), 6. Anstrich:</p> <p>Abschluss, Änderung, Aufhebung und Kündigung des Anstellungsvertrages für das geschäftsführende Vorstandsmitglied und der Arbeitsverträge für ständige Beschäftigte</p>
<p>§6 (5)</p> <p>Der Vorstand wird von der Mitgliederversammlung für die Dauer von zwei Jahren gewählt, er bleibt bis zur Neuwahl im Amt. Scheidet ein Vorstandsmitglied während der Amtsperiode aus, so bestimmt der Vorstand ein Ersatzmitglied für die Dauer seiner Amtsperiode.</p>	<p>Neu §7 (alt §6) (5):</p> <p>Der Vorstand wird von der Mitgliederversammlung für die Dauer von zwei Jahren gewählt, er bleibt bis zur Neuwahl im Amt. Die Wiederwahl oder die vorzeitige Abberufung eines Vorstandsmitgliedes durch die Mitgliederversammlung ist zulässig. Scheidet ein Vorstandsmitglied während der Amtsperiode aus, so bestimmt der Vorstand ein Ersatzmitglied für die Dauer seiner Amtsperiode.</p>

Bisher erschienen in den MITTEILUNGEN der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e. V. folgende Sonderhefte:

- Sonderheft 1 Ernst Beckmann und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 2 Max Le Blanc und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 3 Theodor Paul und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 4 Georg Bredig und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 5 Robert Luther und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 6 Aus dem Briefwechsel Wilhelm Ostwalds zur Einführung einer Weltsprache**
- Sonderheft 7 Wilhelm Ostwald - Bibliographie zur Farbenlehre**
- Sonderheft 8 Die Farbenlehre Wilhelm Ostwald - Der Farbenatlas**
- Sonderheft 9 Carl Schmidt und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 10 Wilhelm Ostwald - Eine Kurzbiografie**
- Sonderheft 11 William Ramsay und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 12 Die Ostwaldsche Farbenlehre und ihr Nutzen**
- Sonderheft 13 Die Philosophie der Farben  
Briefunterricht zur Farben- und Formenlehre**
- Sonderheft 14 Wilhelm Ostwald - Gesamtschriftenverzeichnis (Bd.1)**
- Sonderheft 15 Svante Arrhenius und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 16 Wilhelm Ostwald - Gesamtschriftenverzeichnis (Bd.2)**
- Sonderheft 17 Wilhelm Ostwald - Ein Lesebuch**
- Sonderheft 18 Nachhaltigkeit – Technik – Energetik (Symposium)**
- Sonderheft 19 Wissenschaftstheorie und -organisation (Symposium)**
- Sonderheft 20 Wilhelm Ostwald - Das große Elixier**
- Sonderheft 21 Rudolf Goldscheid und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen**
- Sonderheft 22 Wilhelm Ostwald – Maltechnische Schriften 1904-1914**

Die Hefte können gegen eine Gebühr von jeweils:

5 Euro für die Hefte 1-5, 7-10, 12, 13 und 18; 19, 20,

10 Euro für die Hefte 6, 11, 15, 17 und 21, 22,

20 Euro für Heft 14 und

30 Euro für Heft 16

bei der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft bezogen werden.

Dieser Betrag trägt den Charakter einer Spende.

**GGI**

# **GEWERBE WOHNEN FREIZEIT SPORT**

**Ihr Immobilienpartner in Grimma und Wurzen**



**TLG Gewerbepark Grimma**

**TLG Gewerbepark Grimma GmbH**  
Bahnhofstraße 5, 04668 Grimma  
Tel. 03437/97 3323, Fax 97 2024  
Internet: [www.ggi-gewerbepark.de](http://www.ggi-gewerbepark.de)



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

Sie finden beste Arbeitsbedingungen für:

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

Die beiden Tagungshäuser liegen in einem weitläufigen, abwechslungsreichen Park und zeichnen sich durch persönliche Atmosphäre, unaufdringlichen Komfort und ein historisches Ambiente aus.

Unsere Gäste schätzen diese Abgeschlossenheit für ungestörtes Arbeiten und kommen gern wieder.

Bei Bedarf können Gästezimmer im Ort vermittelt werden.

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

Rufen Sie an: Dr. Hansel, Tel.: 034384/7 12 83

e-Mail-Adresse: [ostwaldenergie@aol.com](mailto:ostwaldenergie@aol.com)

Internet-Adresse: <http://www.wilhelm-ostwald.de>

Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen, Grimmaer Str. 25, 04668 Großbothen