

## Inhalt

Zur 54. Ausgabe der „Mitteilungen“ .....	3
Vorwort zur 3., verm. Aufl. der „Vorlesungen über Naturphilosophie“ 1905 <i>Wilhelm Ostwald</i> .....	5
Anmerkungen zu den „Vorlesungen über Naturphilosophie“ 1905 <i>Wilhelm Ostwald</i> .....	8
Wilhelm Ostwald (1852-1932) zum 80. Todestag <i>Jan-Peter Domschke</i> .....	34
Zeit und Raum <i>Udo Strohbush</i> .....	39
Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsuntersuchungen am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig. Teil II <i>Jürgen Schmelzer und Ulf Messow</i> .....	54
Nachruf auf Prof. Dr. Dr. Hans-Joachim Bittrich <i>Klaus Krug</i> .....	72
Nachruf auf Prof. Dr. Dieter A. Lempe <i>Gerd Hradetzky</i> .....	76
Gesellschaftsnachrichten .....	80
Ausschreibung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreises 2012 .....	81
Protokoll der Mitgliederversammlung vom 17.03.2012.....	82
Ankündigung des Sonderheftes 23 unserer Mitteilungen mit dem Titel „Der Physikochemiker und Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald (1853-1932) – Ein Lebensbild“ von J.-P. Domschke und H. Hofmann <i>Jürgen Schmelzer</i> .....	87
Autorenhinweise.....	88

---

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. 2012, 17. Jg.

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

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

Grimmaer Str. 25, 04668 Grimma, OT Großbothen,

Tel. (03 43 84) 7 12 83

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

E-Mail-Adresse: ostwaldenergie@aol.com

Internet-Adresse: [www.wilhelm-ostwald.de](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.

Wir erbitten die Autorenhinweise auf der letzten Seite zu beachten.

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

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

## Zur 54. Ausgabe der „Mitteilungen“

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

nachdem wir im letzten Heft angekündigt hatten, den Abdruck von Ostwalds Vorlesungen zur Naturphilosophie an der Universität Leipzig vom Sommer 1901 zu beenden, haben wir uns entschlossen, in diesem Heft das Vorwort zur 3. Auflage 1905 und Anmerkungen von Ostwald zu seinem unveränderten Vorlesungstext in dieser Auflage abzdrukken, da er nach eigenem Bekunden versucht, Zweifel oder entstandene Irrtümer zu beseitigen.

Jan-Peter Domschke ist es in seinem kurzen Beitrag aus Anlass des 80. Todestages von Wilhelm Ostwald gelungen, einen der vielseitigsten und produktivsten Gelehrten seiner Zeit angemessen zu würdigen.

Udo Strobusch war so freundlich und hat seinen Vortrag, den er im Rahmen der Großbothener Gespräche gehalten hat und der mit sehr großem Interesse aufgenommen wurde, bearbeitet und zum Abdruck zur Verfügung gestellt. Der Autor kann verständlich machen, dass Zeit nicht absolut ist, sondern mit dem Raum untrennbar verknüpft ist.

In Fortsetzung ihres Beitrages aus dem letzten Heft zeichnen Jürgen Schmelzer und Ulf Messow die Entwicklung der Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsuntersuchungen am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig von den 1960er bis in die 1990er Jahre nach. Im Teil II bilden neben der Entwicklung der entsprechenden Apparaturen die anwendungsorientierten Aufgabenstellungen die Schwerpunkte.

Klaus Krug und Gerd Hradetzky sei für die Nachrufe auf die im Dezember 2010 und 2011 verstorbenen langjährigen Mitglieder unserer Gesellschaft Hans-Joachim Bittrich und Dieter Lempe herzlich gedankt.

In den Gesellschaftsnachrichten finden Sie die diesjährige Ausschreibung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreises, das Protokoll der Mitgliederversammlung vom 17.03.2012 und eine Ankündigung des Sonderheftes 23 unserer Mitteilungen mit dem Titel „Der Physikochemiker und Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald (1853-1932) – Ein Lebensbild“ von J.-P. Domschke und H. Hofmann.

Jürgen Schmelzer

VORLESUNGEN  
ÜBER  
NATURPHILOSOPHIE

GEHALTEN  
IM SOMMER 1901 AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

VON  
WILHELM OSTWALD

Dritte vermehrte Auflage



LEIPZIG  
VERLAG VON VEIT & COMP.

1905

**Vorwort zur 3., vermehrten Auflage von 1905 der  
„Vorlesungen über Naturphilosophie“**

VIII

VORWORT

VORWORT ZUR DRITTEN AUFLAGE

---

**D**ie zweite Auflage dieses Werkes, die noch in demselben Jahre wie die erste ausgegeben werden musste, war ein nahezu unveränderter Abdruck der ersten, da in der Zwischenzeit mir kaum irgend welche Aeusserungen über das Werk zugekommen waren und ich selbst wesentlich verbesserungsbedürftige Stellen inzwischen auch nicht bemerkt hatte. Die Nothwendigkeit, nunmehr eine dritte Auflage zu veranstalten, trifft mich in einer Zeit, in welcher ein ruhiges Durchdenken und Durcharbeiten des gesammten Materials für mich ausgeschlossen ist. Ich hatte daher zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen: entweder das Werk im Buchhandel fehlen zu lassen, bis ich es bearbeiten konnte, oder es nochmals in unveränderter

Form erscheinen zu lassen, und durch Anmerkungen auf solche Punkte hinzuweisen, die einer mehr oder weniger eingehenden Durcharbeitung bedürftig erscheinen.

Dass ich mich im Sinne des zweiten Falles entschlossen habe, hat mehrerlei Gründe. Einmal habe ich öffentlich so viel Vorwürfe darüber entgegennehmen müssen, dass einzelne meiner Bücher längere Zeit nicht käuflich waren, dass ich einen solchen Zustand lieber vermeiden möchte. Dann hat sich auch bei meiner inzwischen viel lebhafter bethätigten Beschäftigung mit philosophischen Fragen bisher noch an keiner Stelle ein grundsätzlicher Zweifel an der Brauchbarkeit der in meinem Buche vorgetragenen Anschauungen erhoben; ich wüsste daher nur in Nebensachen Aenderungen anzubringen. Endlich kann das Werk in der Gestalt, in welcher es vor etwas mehr als drei Jahren der Oeffentlichkeit vorgelegt wurde, bereits eine gewisse Bedeutung als ein geschichtliches Dokument beanspruchen, denn seit dieser Zeit giebt es in Deutschland wieder eine Naturphilosophie.

Ich bin weit entfernt, den Werth und den Einfluss meines Werkes derart zu überschätzen, dass ich annähme, es hätte diesen Erfolg sozusagen aus sich selbst hervorgebracht. Es ist vielmehr für jeden, der diese Bewegung einigermassen verfolgt hat, leicht ersichtlich, dass es sich um lange wirksam gewesene Faktoren des Denkens handelt, die anfangs wenig berücksichtigt, immer mehr an Einfluss gewannen und sich in der Stille verbreiteten. Es handelt sich, kurz gesagt, um die naturwissenschaftlich fundierte Erkenntniskritik, wie sie seit A. COMTE und J. R. MAYER durch G. KIRCHHOFF, H. HELMHOLTZ und vor Allen E. MACH entwickelt worden ist; hierzu gesellten sich in jüngster Zeit die Bedürfnisse der Biologen um Befreiung von der allseitig unzulänglich gewordenen Mechanistik. Für alle diese Bethätigungen giebt es nun wirklich kein bezeichnenderes Wort als Naturphilosophie, und so ist es natürlich, dass es alsbald aufgenommen wurde, nachdem erst Einer versucht hatte, es von dem bösen Nebensinn zu befreien, der ihm in Deutschland seit dem Beginn des neunzehnten Jahrhunderts angehangen hat.

Alle diese Gründe mögen es rechtfertigen, dass ich den früheren Text des Werkes beibehalten habe. Durch eine Reihe angeschlossener Anmerkungen glaube ich ihn hinreichend ergänzt zu haben, um inzwischen erhobene Zweifel oder entstandene Irrthümer nach Möglichkeit zu beseitigen. Vielleicht wird dieser oder jener vermissen, dass ich mich nicht mit einzelnen Rezensenten über die von ihnen beanstandeten Punkte ausführlich „auseinandergesetzt“ habe. Ich habe es unterlassen, weil ich tief von der Nutzlosigkeit einer derartigen Arbeit überzeugt bin. Nachdem ich mir die grösste Mühe gegeben habe, aus dem, was mir über meine Gedanken zu Gesicht gekommen war, so viel zu lernen, als ich vermochte, und nachdem ich in einer bereits ziemlich langen Laufbahn mehrfach gezeigt habe, dass ich auch meine eigenen Ansichten zu kritisiren und nöthigenfalls zu verwerfen bereit bin, wenn sie sich im Widerspruch mit dem erweisen, was ich als besser begründet ansehen muss, darf ich hoffen, dass man mir ein ehrliches Verhältniss zu den abweichenden Anschauungen zutrauen wird. Wo ich also Einwürfe, die man mir entgegengehalten hat, nicht beantwortet habe, bitte ich anzunehmen, dass ich sie nicht als begründet anerkennen kann. Ohnedies handelt es sich bei weitem in den meisten Fällen um Missverständnisse, deren Quelle ich in den Anmerkungen durch schärfere Fassung einzelner Gedanken zu verstopfen mich bemüht habe.

Ausser den Anmerkungen findet man dieser Auflage noch ein Sachregister beigelegt, für dessen Ausarbeitung ich Herrn Bürgermeister BARKOWSKI in Gumbinnen zu Dank verpflichtet bin. Er hat sich der mühevollen Arbeit aus reiner Liebe zur Sache unterzogen und ich habe sein Anerbieten um so lieber angenommen, als mir das Fehlen eines solchen Registers trotz des sehr ausführlichen Inhaltsverzeichnisses mehrfach als Mangel bezeichnet worden war.

Landhaus Energie

Juli 1905.

W. OSTWALD

## Anmerkungen zu „Vorlesungen über Naturphilosophie“<sup>1</sup>

Wilhelm Ostwald

Zu Seite 4.<sup>2</sup> Es ist mir gelegentlich entgegengehalten worden, dass meine Anschauungen, insbesondere meine ausgeprägte Energetik keineswegs sich mit MACHS Anschauungen decken, und dass ich deshalb Unrecht täte, mich so bestimmt auf MACH zu beziehen. Deshalb spreche ich hier ausdrücklich aus, dass ich keineswegs beabsichtige und beabsichtigt habe, MACH für die in meinem Buche vorgetragenen Anschauungen als Vater verantwortlich zu machen. Es handelt sich nur um die allgemeine Denkrichtung, in welcher ich Übereinstimmung erkenne, und um zahllose einzelne Anregungen, die ich ihm verdanke. Dass er insbesondere mir die gleiche Wohltat erwiesen hat, welche KANT an HUME rühmt, nämlich die Erweckung aus dem dogmatischen Schlummer, habe ich bei früherer Gelegenheit bereits betont. Im Übrigen bin ich mir bewusst, dass der vorwiegend kritischen Arbeit MACHS gegenüber der die Synthese mehr in den Vordergrund bringende Charakter meiner Philosophie einen erheblichen Unterschied bedingt, der dieser vielleicht einen etwas mehr an die Zeit gebundene Beschaffenheit verleiht. Die biologische Bedingtheit jeder Wissenschaft macht sich nirgend so deutlich bemerkbar, wie bei der Philosophie, weil in dieser gemäß der Natur der Sache das persönliche Element mehr in den Vordergrund treten muss, als in irgend einer anderen, konkreteren Disziplin.

Zu Seite 16.<sup>3</sup> Es ist vielleicht gut, bereits an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die Erweiterung unserer Kenntnis sowohl über die Gegenwart hinaus, sowohl nach der Vergangenheit wie nach der Zukunft nicht den Charakter „absoluter“ Gewissheit besitzt. Denn unsere Erinnerung kann uns täuschen, und die Voraussagung der Zukunft ist mit einem Unsicherheitsfaktor behaftet, der von Fall zu Fall verschieden und außerdem um so größer ist, je weiter die Voraussagung hinausreichen soll. So tritt uns bereits an der Schwelle unserer Betrachtungen die Tatsache entgegen, dass weder eine Philosophie, noch eine Wissenschaft, noch das Leben überhaupt möglich wäre, wenn wir mit der Forderung beginnen wollten; uns ausschließlich auf dem Boden absoluter Gewissheit zu halten. Man darf den Bemühungen, diese unerfüllbare Forderung wenigstens scheinbar zu erfüllen, die

---

<sup>1</sup> Der Abdruck erfolgt nach dem Text der 3. vermehrten Aufl. der „Vorlesungen zur Naturphilosophie“ von 1905. Die Rechtschreibung wurde den heutigen Regeln angenähert. Der Wortlaut wiederholt das Original, auch wenn einige von OSTWALD verwendeten Worte nicht dem heutigen Sprachgebrauch entsprechen.

<sup>2</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 4 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 15 in den „Mitteilungen“ 1/2004 (1. Vorlesung: Einleitung).

<sup>3</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 16 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 23 in den „Mitteilungen“ 1/2004 (2. Vorlesung: Die Erfahrung).



Quelle aller der wesentlichen Unvollkommenheiten sehen, deren Vorhandensein die Philosophie bisher verhindert hat, einen wissenschaftlichen Körper von allgemein anerkannten Wahrheiten zu bilden, an dessen Grenzen allein die zweifelhaften und weiterer stetiger Vorarbeit bedürftigen Gebiete liegen. Statt dessen ist umgekehrt jede Philosophie, die nach dem unglückbringenden Vorbild des CARTESIUS mit der Frage beginnt: Was ist absolut gewiss? und sich dann vermisst, in rein deduktiver Weise auf diesem absolut gewissen Grunde ein Gebäude absolut gewisser Folgerungen zu errichten, von vornherein des Einsturzes sicher. Auch hat bisher keine derartige Philosophie der Kritik der nachfolgenden Geschlechter Stand gehalten, und von dem Nachweis, dass in dem berühmten „cogito, ergo sum“ bereits das zu Beweisende im ersten Worte postuliert ist, bis zum Zusammenbruch des mechanischen Materialismus unserer Tage kann man diese schädlichen Wirkungen des „Absoluten“ beobachten.

Zu Seite 27.<sup>4</sup> Die Abhandlung, in welcher EWALD HERING seine Gedanken in großen scharfen Linien zur Darstellung gebracht hat, ist im Almanach der Wiener Akademie vom Jahre 1870 erschienen und an dieser Stelle sehr wenig zugänglich geblieben. Sie hat auch lange Zeit hindurch nur eine beschränkte Wirkung ausgeübt, beginnt aber in neuerer Zeit allgemeiner ihrer Bedeutung gemäß gewürdigt zu werden. Durch ihren Abdruck in der Sammlung „Klassiker der exakten Wissenschaften“ (Leipzig, W. ENGELMANN) ist sie neben zwei anderen, gleich wertvollen Schriften desselben Verfassers der Allgemeinheit bequem zugänglich gemacht worden.

Zu Seite 35.<sup>5</sup> Gleichzeitig und unabhängig ist dieser Gedanke von der wissenschaftlichen und logischen Unvollkommenheit der Sprache von F. MAUTHNER in einem ausgedehnten Werke (Beiträge zu einer Kritik der Sprache, 3 Bände, Stuttgart und Berlin) entwickelt worden. Der Verfasser steht den Naturwissenschaften ferner und daher erklärt es sich wohl, dass er zwar die Fehler der bisherigen willkürlichen und zufälligen Sprachbildung lebhaft erkennt, ihre Abhilfe durch eine regelmäßige und exakte künstliche Sprache dagegen nicht einsehen will. Denn gerade aus seinen auf die Mathematik und die anderen Naturwissenschaften sich beziehenden Äußerungen geht hervor, dass er die außerordentliche Ausgiebigkeit der Zuordnung eines Zeichensystems von passendem Mannigfaltigkeitscharakter zu der darzustellenden Erscheinungsgruppe für die Zwecke der Wissenschaft, d. h. der geordneten Kenntnis und Voraussicht der Erscheinungen, nicht in ihrer Tragweite erfasst hat. Die künstliche Sprache ist ebenso wie die natürliche nur ein System solcher Zuordnungen für möglichst viele Begriffe der Kulturwelt; während aber die natürliche Sprache unordentlich und willkürlich ist, kann die künstliche wohlgeordnet und streng regelmäßig sein.

---

<sup>4</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 27 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 31 in den „Mitteilungen“ 1/2004 (3. Vorlesung: Die Sprache).

<sup>5</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 35 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 37 in den „Mitteilungen“ 1/2004 (3. Vorlesung: Die Sprache).

Zu Seite 37.<sup>6</sup> Die Bewegung für die Weltsprache, welche von jedem Angehörigen der Kulturwelt als zweite Sprache neben seiner Muttersprache gelernt und verstanden werden soll, hat inzwischen recht erfreuliche Fortschritte gemacht. Die internationale Commission in Paris hat eine überaus rege Werbetätigkeit entfaltet, welche zunächst in Frankreich besonders reiche Früchte getragen hat, daneben aber auch in vielen anderen Ländern. Insbesondere ist es gelungen, eine Anzahl namhafter Gelehrten für den Gedanken zu gewinnen. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, dass künftig nach der Einführung eines derartigen allgemeinen Verständigungsmittels jeder Autor nicht nur für den engeren oder weiteren Kreis seiner Sprachgenossen, und die verhältnismäßig wenigen schreiben wird, die diese Sprache als fremde erlernt haben, sondern für die gesamte Menschheit, soweit sie an der allgemeinen Kultur teil nimmt, um sich zu sagen, dass es sich um eine allgemeinmenschliche Arbeit ersten Ranges handelt. In der Tat ist kein Mittel denkbar, welches in gleichem Maße die Arbeit der gesamten Menschheit an ihren gemeinsamen Aufgaben in gleicher Weise fördern könnte, wie die Schaffung eines allgemeinen sprachlichen Verkehrsmittels. Gleichzeitig würde der Einzelne, den sein Beruf irgendwie über den Kreis seiner Sprachgenossen hinausführt, von der Unsumme geistiger Anstrengung entlastet werden, die das Erlernen einer Anzahl natürlicher Sprachen kostet. Unsere Schulen verwenden gegenwärtig mehr als die Hälfte ihrer Zeit auf Sprachen; die Überlastungsfrage könnte somit auf einen Schlag gelöst werden, wenn wir den entbehrlich gewordenen Unterricht in fremden Sprachen fortlassen könnten.

Man findet Näheres über diese Angelegenheit in meiner kleinen Schrift „Die Weltsprache“ (Stuttgart, FRANCKH'sche Verlagshandlung, Preis 10 Pfg.). Wer sich wissenschaftlich mit der Angelegenheit beschäftigen will, darf nicht versäumen, das gediegene Werk von L. COUTURAT und L. LEAU, Histoire de la langue universelle (Paris, HACHETTE & CIE., 1903) zu studieren.

Es darf vielleicht hinzugefügt werden, dass von den zahlreichen Versuchen der Schaffung einer künstlichen Sprache keiner so gut gelungen scheint, und jedenfalls keiner eine so ausgedehnte Verbreitung gewonnen hat, wie das Esperanto von Dr. ZAMENHOFF. Nach wahrscheinlicher Schätzung nähert sich die Anzahl der Anhänger dieser Sprache einer halben Million, oder hat sie inzwischen bereits überschritten. Es besteht demnach eine nicht geringe Wahrscheinlichkeit dafür, dass die durch die oben genannte internationale Commission künftig zu wählende Sprache Esperanto sein wird, und dass diejenigen, welche dieses inzwischen lernen, hernach nicht wieder umzulernen haben werden. Besser als alle allgemeinen Überlegungen über die Möglichkeit, den Wert und die Nützlichkeit einer künftigen Weltsprache wirkt der Nachweis, dass tatsächlich eine derartige künstliche Sprache, vorhanden ist, dass sie in lebhaftem Gebrauch steht, und dass sie täglich neue Anhänger gewinnt. Sehr bemerkenswert ist hierbei die Tatsache, dass in England und Amerika, deren nationale Sprache sich in mehrfacher Beziehung

---

<sup>6</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 37 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 37f in den „Mitteilungen“ 1/2004 (3. Vorlesung: Die Sprache).

dem Ideal der Weltsprache am meisten annähert, trotzdem Esperanto Boden gefunden hat und sich schnell verbreitet.

Deutschland verhält sich im Gegensatz zu den sonst vorhandenen weltbürgerlichen Neigungen unseres Volkes auffallend träg dieser Bewegung gegenüber. Ein erhebliches Hindernis bildet hier einerseits das Scheitern des „Volapük“, durch welches namentlich in der Tagespresse die Gewohnheit entstanden ist, alle in gleicher Richtung zielenden Bemühungen entweder als lächerlich zu brandmarken, oder mit einigen für den allgemeinen Gebrauch bereit gehaltenen Phrasen vom „organischen Wachstum der Sprache“ von oben herab abzutun. Indessen sind auch hier bereits Besserungen erkennbar, und man wird bald die geistige Höhe einer Redaktion an ihrer Stellung zur Weltsprachefrage mit ziemlich großer Sicherheit abschätzen können.

Zu Seite 53 und 60.<sup>7</sup> Die als fünfte Gruppe der Sinnesempfindungen genannten „Muskelempfindungen“ werden besser „Bewegungsempfindungen“ genannt, da sie anscheinend an verschiedenen Stellen ausgelöst werden, wobei die Gelenkflächen eine wesentliche Rolle spielen. Da indessen keinerlei wesentliche Folgerungen an die Frage von dem Sitz der entsprechenden Sinnesapparate geknüpft werden, so mag die durchlaufende Verbesserung des Textes in solchem Sinne für diesmal unterbleiben, zumal keine Bewegung ohne Muskelbetätigung stattfindet.

Zu Seite 59.<sup>8</sup> Es ist gegenwärtig üblich geworden, das, was hier „innere Empfindungen“ genannt wird, unter dem Namen der „Gefühle“ in eine besondere Gruppe geistiger Erlebnisse zu vereinigen. Da es mir bei meinen Darlegungen mehr auf den Zusammenhang dieser verschiedenen mannigfaltigen inneren Erlebnisse als auf ihre Verschiedenheiten ankommt, so habe ich kein Gewicht auf die Hervorhebung dieser Trennung gelegt. So sind auch weiterhin im Text die Bezeichnungen Empfindung und Gefühl nebeneinander benutzt worden, ohne dass auf ihre Verschiedenheit im Sinne des gegenwärtigen psychologischen Sprachgebrauches Acht gegeben wäre. Eine Gefahr erheblicher Missverständnisse liegt nirgends vor, zumal wenn die eben gemachte Bemerkung berücksichtigt wird.

Zu Seite 76.<sup>9</sup> Genau genommen sind es nicht zwei, sondern vier Begriffe, indem der linke abgeschnittene Anteil durch  $A B$  und  $B A$ , der rechte durch  $A C$  und  $C A$  dargestellt werden kann. Dies ergibt sich auch aus dem Beispiel, das richtiger zu analysieren wäre: der fleißige Peter, Peters Fleiß, Peters Heiterkeit, der heitere Peter.

---

<sup>7</sup> Hier verweist OSTWALD auf die Seiten 53 u. 60 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 7 u. 13 in den „Mitteilungen“ 2/2004 (Vierte Vorlesung: Die Sinneseindrücke).

<sup>8</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 59 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 12 in den „Mitteilungen“ 2/2004 (Vierte Vorlesung: Die Sinneseindrücke).

<sup>9</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 76 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 8 in den „Mitteilungen“ 3/2004 ((Fünfte Vorlesung: Begriffselemente).

Zu Seite 82.<sup>10</sup> Gegenüber gewissen Erörterungen, die in der zeitgenössischen Philosophie einen breiten Raum einnehmen, ist es wohl zweckmäßig, bereits bei der ersten Gelegenheit, die sich im Text darbietet, darauf hinzuweisen, dass eine jede Zusammenfassung unserer Erfahrungen sei es zu unmittelbaren praktischen Zwecken, sei es zur Gestaltung, einer Weltanschauung, ein Hinausgehen über den unmittelbaren Inhalt dieser Erfahrungen, also auch ein Verlassen des absolut Gewissen, mit Notwendigkeit erfordert. Benutzt man den von KANT definierten Begriff des Transzendenten zur Bezeichnung dessen, was über die unmittelbare Erfahrung hinausgeht, so ist jeder Versuch, einen Zusammenhang unserer Erlebnisse herzustellen, notwendig transzendent, und der Anspruch, eine von dieser Eigenschaft freie oder immanente Philosophie aufzustellen, ist uneinbringlich. So ist nicht nur die im Texte erwähnte zeitliche Interpolation, vermittelt deren wir uns in den Geschehnissen der Außenwelt zurechtfinden, transzendent, sondern schon die Benutzung unserer Erinnerungen für irgendwelche geistige Operationen ist es. Mit besonderem Nachdrucke hat F. BON (Die Dogmen der Erkenntnistheorie, Leipzig 1902) auf diese Verhältnisse hingewiesen und sie klargelegt. Vgl. auch Anm. zu S. 16.

Dieses rührt daher, dass keineswegs der gesamte Inhalt meines gegenwärtigen Bewusstseins die Beschaffenheit der absoluten Gewissheit hat, sondern nur der Teil desselben, der sich auf meinen gegenwärtigen Zustand bezieht. Wenn ich sage, ich sehe rot, so heißt das im Sinne der reinen Immanenz nicht etwa, ich sehe eine Farbe, welche ich früher an Rosen, Äpfeln, Siegellack u. s. w. gesehen habe und künftig an solchen Gegenständen wieder sehen werde, sondern es heißt nur, ich habe eine Empfindung, die mir bekannt erscheint. Dass ich früher Gegenstände von ähnlicher Farbe gesehen habe, beruht auf Erinnerungen, die mich möglicher Weise täuschen können, und dass ich künftig ähnliche Farben sehen werde, auf gleichfalls unsicheren Voraussetzungen. Die Forderung der Immanenz führt mit anderen Worten nicht nur zum Solipsismus, d. h. zu der Annahme, dass ich selbst das einzige „wirklich“ existierende Ding bin und alles Andere nur durch meine Vorstellung erzeuge, sondern auch zum instantanen Solipsismus, d. h. zu der Erkenntnis dass auch meine eigene Vergangenheit und Zukunft für mich keinen absolut sicheren Inhalt hat, sondern nur der gegenwärtige Augenblick. Eine solche Philosophie ist aber zwecklos, da sie sich der Grundaufgabe der Wissenschaft entzieht, aus der Kenntnis der Vergangenheit die der Zukunft zu erschließen.

Zu Seite 106.<sup>11</sup> Außer dem Begriffe des Unendlichen oder Infiniten benutzt die Mathematik neuerdings auch den Begriff des Transfiniten oder Überendlichen, und insbesondere G. CANTOR hat nachgewiesen, dass sich über das letztere eine Reihe von allgemeinen Sätzen aufstellen lässt. Man kann sich auf eine folgende Weise eine Vorstellung von diesem Unterschiede machen. Sind  $m$  und  $n$  beliebige ganze Zahlen, so kann jede rationale Zahl in der Form  $m/n$  dargestellt

<sup>10</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 82 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 12 in den „Mitteilungen“ 3/2004 (5. Vorlesung: Begriffselemente).

<sup>11</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 106 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 27 in den „Mitteilungen“ 3/2004. (6. Vorlesung: Die Mannigfaltigkeiten).

werden. Nun denke man sich alle ganzen Zahlen  $m$  in einer beliebigen Einheit als Abszissen, und ebenso die Zahlen  $n$  in einer anderen Einheit (die am besten mit der ersten inkommensurabel ist) als Ordinaten in ein rechtwinkliges System eingetragen. Diese Koordinaten bestimmen dann unendlich viele Punkte  $m/n$  in der Ebene, welche sämtliche rationalen Zahlen darstellen. Obwohl die Anzahl dieser Zahlen unendlich ist, genügen sie doch keineswegs, um alle Punkte der unendlich großen Ebene zu decken, sondern sie bedecken nur einen unendlich kleinen Bruchteil davon, ja jeder Ebene von endlicher Größe. Wenn man sich beide Koordinatenachsen gegen einander so gedreht denkt, dass sie schließlich auf einander fallen, so werden sich alle Punkte  $m/n$  auf der entstandenen Geraden befinden, ohne diese überall zu besetzen; vielmehr werden sie von deren Raum wieder nur einen unendlich kleinen Bruchteil beanspruchen.

Hieraus geht hervor, dass die Unendlichkeit jener Punkte  $m/n$  und die Unendlichkeit aller Punkte einer Ebene oder einer Geraden von grundsätzlich verschiedener Ordnung sind. Das Gleiche gilt für die Unendlichkeit aller rationalen Zahlen und die aller Zahlen überhaupt. CANTOR bezeichnet diese Eigenschaft als Mächtigkeit, und die über diese Frage angestellten Forschungen haben ergeben, dass es nur zwei Mächtigkeiten gibt, die der diskreten oder abzählbaren Mannigfaltigkeiten und die des Kontinuums oder der stetigen Mannigfaltigkeiten. Ein Übergang zwischen beiden besteht nicht. Im gleichen Sinne sind die Darlegungen über das Verhältnis der Zahlen zu den stetigen Größen weiterhin im Text behandelt.

Zu Seite 112.<sup>12</sup> Die in der sechsten Vorlesung gegebene Skizze des Mannigfaltigkeitsbegriffes und seiner Anwendung ist äußerst unvollständig und unvollkommen. Es gibt gegenwärtig eine vielfach gepflegte mathematische Disziplin, welche sich die Erforschung des Mannigfaltigkeitsbegriffes und die Ermittlung der hier gültigen Gesetze zur Aufgabe macht. Doch handelt es sich hierbei (vgl. den Artikel Mengenlehre von SCHÖNFLIES in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften, I, S. 184 u. ff.) so gut wie ausschließlich um nähere Bestimmungen eines erweiterten Unendlichkeitsbegriffes und die sich hieraus ergebenden Gesetze, sowie die Feststellung der zwischen diskreten Mengen und dem Continuum bestehenden Beziehungen. Die für die Physik so wichtigen Verschiedenheiten der Mannigfaltigkeitscharaktere je nach den Bedingungen, welche diese erfüllen sollen, und die hiermit in Zusammenhang stehende Aufstellung der möglichen Klassen von Mannigfaltigkeiten nebst Feststellung ihrer Gesetze scheint für sich noch nicht der Gegenstand einer allgemeinen Untersuchung gewesen zu sein. Vgl. hierzu auch die Abhandlungen von L. COUTURAT über die Grundlagen der Mathematik in den Jahrgängen 1904 und 1905 der *Revue de la metaphysique et de la morale*, in denen viele der hiermit im Zusammenhange stehende Einzelfragen mit großer Klarheit und Übersichtlichkeit erörtert sind.

---

<sup>12</sup>Hier verweist OSTWALD auf Seite 112 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 31 in den „Mitteilungen“ 3/2004 (6. Vorlesung: Die Mannigfaltigkeiten):

Zu Seite 113.<sup>13</sup> Bezüglich des Identitätsgesetzes bin ich freundlichst darauf hingewiesen worden, dass es den Sinn hätte, dass man während einer Untersuchung die Bedeutung eines einmal eingeführten Begriffes nicht ändern dürfe, und dass in dieser fundamentalen Forderung die Voraussetzung jeder erfolgreichen Philosophie liege. Mir scheint, dass diese Bemerkung auf dasselbe herauskommt, was später im Texte dargelegt worden ist. Wenn bei einer Untersuchung überhaupt etwas herauskommen soll, so muss der Ausgangsbegriff in Beziehungen gebracht werden, die bei seiner Aufstellung noch nicht untersucht waren, und dann ist die Frage der Identität nicht ein Postulat, sondern ein Gegenstand der Untersuchung.

Zu Seite 132.<sup>14</sup> Man könnte gegen diese Betrachtungen einwenden, dass durch sie die mathematische Schwierigkeit der Beziehung zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Größen nicht erschöpft sei, da man sich beide mit unbegrenzter Genauigkeit bestimmt denken könne und daher ihr Verhältnis auch erschöpfend darstellen müsse. In der Tat handelt es sich hier um ein mathematisches Problem, welches sorgfältige und eingehende Untersuchung verdient. Es ist aber so zu stellen: welche Eigenschaften müssen wir begrifflich den einen oder anderen Mannigfaltigkeiten beilegen um zwischen ihnen eindeutige und konsequente Beziehungen aufstellen zu können? Man darf nicht voraussetzen, dass es auf diese Frage nur eine einzige Antwort gibt; vielmehr ist es ganz wohl möglich, dass verschiedene Begriffssysteme die gleiche allgemeine Forderung erfüllen. Dann wird man verschiedene Grade oder Arten der Zuordnung zwischen stetigen und unstetigen Mannigfaltigkeiten festzustellen haben, von denen jede in sich konsequent und gesetzmäßig gestaltet werden kann. Aber gegenüber den sinnlich erfassbaren Gegenständen findet man immer mit den im Texte gegebenen Betrachtungen sein Auslangen, weil es für jede Sinneswahrnehmung, auch wenn sie in beliebigem Maße durch irgendwelche Hilfsmittel unterstützt und verfeinert ist, immer eine Grenze der Unterscheidbarkeit oder eine Unterschiedsschwelle gibt, hinter der der Unterschied zwischen Stetigkeit und Unstetigkeit keinen aufweisbaren Sinn mehr hat.

Zu Seite 136.<sup>15</sup> Bezüglich der allgemeinen Einführung des Dezimalsystems ist eingewendet worden, dass das Duodezimalsystem viel bequemer im Gebrauch sein würde, da sich die Zwölf durch zwei, drei, vier und sechs teilen lässt, während die Zehn nur Teilung durch zwei und fünf gestattet. Dies ist vollkommen richtig, und die geringere Teilfähigkeit muss als ein Nachtheil des Dezimalsystems anerkannt werden, wenn auch nicht als ein besonders schwerwiegender. Es besteht nur die Frage, ob es leichter sein würde, die noch vorhandenen Reste des Duodezimalsystems (welches in früherer Zeit eine viel größere Verbreitung gehabt zu haben scheint) zu beseitigen und durch dezimale Anordnungen zu

---

<sup>13</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 113 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 5 in den „Mitteilungen“ 4/2004. (7. Vorlesung: Die Größen).

<sup>14</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 132 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 17 in den „Mitteilungen“ 4/2004. (7. Vorlesung: Die Größen).

<sup>15</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 136 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 19 in den „Mitteilungen“ 4/2004. (7. Vorlesung: Die Größen).

ersetzen, oder umgekehrt das Dezimalsystem überall zu Gunsten des anderen abzuschaffen. Die Antwort sieht ziemlich zweifellos aus und liegt in der Richtung, dass wahrscheinlich die Erleichterung des Duodezimalsystems durch allzu grosse Übergangsschwierigkeiten erkaufte werden müsste; wäre es doch nötig, zwei neue Ziffern einzuführen und neue reale Größenbegriffe mit den früheren Zahlenzeichen zu verknüpfen.

Zu Seite 140.<sup>16</sup> Die Wirkung der Erfahrung auf Einschränkung der formalen Möglichkeiten, die sich aus der Begriffsbildung ergeben, lässt sich erst vollständig übersehen, wenn diese formalen Möglichkeiten vollständig aufgestellt sind. Daher die große Bedeutung, welche eine Wissenschaft besitzt, welche dies ermöglicht. Die entsprechende Disziplin ist demgemäß auch von LEIBNIZ der sie Kombinatorik (ars combinatoria) nannte, immer wieder als Grundlage aller anderen Wissenschaften angesehen worden, allerdings von der unhaltbaren Vorstellung aus, dass es möglich sei, die Gesamtheit der Wissenschaften aus wenigen Grundsätzen auf deduktivem Wege abzuleiten. Aber auch ohne diese Annahme wird man der Kombinatorik eine sehr große Bedeutung für die Systematisierung aller Wissenschaften und die Ermittlung ihrer ergänzungsbedürftigen Gebiete zuschreiben können. Schon jetzt lassen sich beispielsweise große Teile der Chemie (z.B. die Anwendungen der Phasenlehre, ebenso die Isomerieprobleme der organischen Chemie) als Anwendungsgebiete der Kombinatorik erkennen.

Zu Seite 140.<sup>17</sup> Die Voraussetzung der Gesetzlichkeit alles Naturgeschehens wird gewöhnlich nach HELMHOLTZ als ein Postulat des wissenschaftlichen Denkens bezeichnet. Für den gegenwärtigen Stand der Erkenntnistheorie ist dies eine etwas zu weitgehende Behauptung. Tatsächlich dürfen wir behaupten, dass in vielen Fällen naturgesetzliche Zusammenhänge nachgewiesen worden sind, so dass wir allen noch nicht unter derartige regelmäßige Beziehungen gebrachten Erscheinungen mit der Hoffnung, ja Erwartung gegenüber zu treten pflegen, dass wir auch an ihnen konstante Zusammenhänge irgendwelcher Art entdecken werden. Andererseits müssen wir zugestehen, dass jede einzelne Naturerscheinung in ihrer Gesamtheit so mannigfaltig und verwickelt ist, dass wir keine von ihnen vollständig unter Gesetz und Regel haben bringen können. Die Naturgesetze finden mit anderen Worten nur auf einen Teil der uns bekannten Welt Anwendung, und dieser Teil ist einer beständigen Erweiterung unterworfen, wenn er auch noch jetzt nur ein sehr bescheidenes Bruchstück der gesamten Welt bildet. Wo wir uns außer Stande sehen, Regelmäßigkeit oder Gesetzlichkeit nachzuweisen, wie z. B. bei den Wettererscheinungen in Mittel-Europa schreiben wir dies der allzu großen Mannigfaltigkeit der vorhandenen Beziehungen zu, die uns verhindert, ihre gleichzeitige Wirkung zu übersehen, und hoffen auf die Bewältigung solcher widerspenstiger Gebilde durch den wissenschaftlichen Fortschritt der Zukunft. Offenbar können wir bei einer solchen Auffassung nie eine Widerlegung der vorläufigen Annahme

<sup>16</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 140 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 5 in den „Mitteilungen“ 2/2005. (8. Vorlesung: Zeit, Raum, Substanz).

<sup>17</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 140 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 5/6 in den „Mitteilungen“ 2/2005. (8. Vorlesung: Zeit, Raum, Substanz).

erfahren, dass uns die Erkenntnis von Gesetzmäßigkeiten früher oder später in Bezug auf alle vorhandenen Erscheinungen gelingen werde, und insofern ist gegen diese Annahme praktisch nichts einzuwenden. Zu Schlüssen allgemeiner Art darf sie aber in keinem Falle benutzt werden, denn ebenso wie sie unwiderlegbar ist, ist sie auch unbeweisbar.

Zu Seite 144.<sup>18</sup> Die besonderen Verhältnisse, welche der Messung von Zeit und Raum zu Grunde liegen, werden vielleicht durch die nachfolgenden Betrachtungen noch etwas mehr aufgeklärt. Im strengsten Sinne kann man verschiedene Teile des Raumes ebenso wenig zum Zweck des Vergleiches auf einander legen, wie dies mit verschiedenen Stücken der Zeit möglich ist. Was wir tun, wenn wir verschiedene Raunteile mit einander vergleichen, kommt in letzter Linie stets auf die Übertragung von sogenannten starren Körpern aus einem Raumgebiete in das andere hinaus: ein Verfahren, dessen unvollständige Beweiskraft bezüglich der Unveränderlichkeit des von solchen Körpern eingenommenen Raumes bereits eingehend erörtert worden ist (S.118); die verschiedenen Anteile des Raumes selbst können wir nicht gegenseitig verschieben. Die Verhältnisse liegen also hier ähnlich wie bei der Zeit, aber mit folgendem Unterschiede. Bei der Zeit ist infolge ihrer Einsinnigkeit nur die Übertragung einer früheren Zeit auf eine spätere mittelst eines irgendwie beschaffenen Zeitmaßes möglich, während wir niemals mit dem Maße wieder auf die frühere Zeit rückwärts gehen können, um uns zu überzeugen, dass sie sich nicht inzwischen geändert hat. Beim Raume können wir beliebig die Übertragung zwischen zwei zu vergleichenden Räumen wiederholen, da es hier keine Einsinnigkeit gibt. Wenn auch hierdurch der Einwand der gesetzmäßigen Veränderlichkeit des Maßes mit der Lage im Raum nicht unwirksam gemacht wird, so gewinnen wir aus dieser gesteigerten Möglichkeit der Prüfung doch einen lebhafteren Eindruck von der Brauchbarkeit der Annahme von der Unveränderlichkeit des Raumes, und damit nimmt dieser für uns mehr die charakteristische Eigenschaft der Größe an.

Zu Seite 152.<sup>19</sup> Der hier angebahnten und weiterhin durchgeführten Auffassung der Energie als einer Substanz ist von sonst diesem Gedankenkreise nahestehenden Forschern entgegengehalten worden, dass im Grund die Energie nichts als eine Funktion der Zustandsvariablen sei, welche die besondere Eigenschaft besitzt, bei allen uns bekannten Vorgängen invariant zu bleiben, und dass es daher nicht zulässig sei, oder doch ein Hinausgehen über das Erfahrungsgemäße bedeute, wenn man sie eine Substanz nennt und dadurch materiell auffasst. Hier handelt es sich wohl wieder hauptsächlich um unbewusste Nebenbedeutungen vielfach gebrauchter Wörter. Die Auffassung der Energie als der Hauptinvarianten des natürlichen Geschehens habe ich selbst seit langer Zeit geeigneten Falles in den Vordergrund gestellt (vgl. meinen Vortrag von 1895: Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus, in Abhandlungen und Vorträge, Leipzig 1904); wie

<sup>18</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 144 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 8/9 in den „Mitteilungen“ 2/2005. (8. Vorlesung: Zeit, Raum, Substanz).

<sup>19</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 152 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 13/14 in den „Mitteilungen“ 2/2005. (8. Vorlesung: Zeit, Raum, Substanz).



weit man daneben noch sich berechtigt fühlen kann, sie als reale Substanz zu bezeichnen, hängt offenbar davon ab, welche Bedeutung man mit diesen letzten Namen verbindet. Untersuchen wir nun unseren Begriff der Realität, so überzeugen wir uns leicht, dass wir das regelmäßig Wiederkehrende oder Naturgesetzliche mit diesem Worte auszeichnen. Unsere Träume nennen wir unwirklich bezüglich ihres Inhaltes, weil wir in diesem keine Gesetzmäßigkeit entdecken können, und umgekehrt wird wirklich oder real jedes Ding genannt, dessen Entstehungsbedingungen oder dauerndes Dasein wir kennen. So sind wir geneigt, jedes vom Gewöhnlichen, d.h. sich Wiederholenden abweichende Erlebnis zunächst als eine Selbsttäuschung, als etwas Unwirkliches aufzufassen, und während wir uns in einem solchen Ergebnis befinden, bemühen wir uns, durch Hervorrufen von sehr oft und leicht wiederholbaren Erlebnissen, indem wir uns z.B. an die Nase fassen, uns zu überzeugen, dass wir uns noch im Reiche der Wirklichkeit befinden.

Über das Wort Substanz ist das Erforderliche bereits im Text gesagt; es bedeutet tatsächlich nicht mehr als Invariante. Irgendwelche metaphysische Nebenbedeutung ist dabei nicht vorhanden. Der Begriff der Substanz ist ebenso ein Ergebnis des Abstraktionsverfahrens, wie etwa der Begriff rot, und hat ungefähr so viel oder wenig Realität wie dieser. Insofern als bei einer so umfassenden Invariante, wie wir sie bei den verschiedenen Anwendungen des Begriffes Substanz vorfinden, von sehr vielen Sondereigentümlichkeiten des einzelnen Erlebnisses abstrahiert werden muss, kommt dem Substanzbegriff ein entsprechend kleinerer Betrag an unmittelbar erlebter Wirklichkeit zu: insofern als diese Invariante auf eine ungewöhnlich große Anzahl von Erlebnissen sachgemäße Anwendung finden kann, kommt ihr ein ungeheurer Umfang an Wirklichkeit zu. Wenn wir daher die Energie die allerrealste Substanz nennen, die wir bisher kennen gelernt haben, so drücken wir dadurch sachgemäß aus, dass sich diese Invariante in einer größeren Anzahl von Erlebnissen wieder findet, als irgendeine andere Invariante, welche die Wissenschaft bisher zu bilden gewusst hat. Von irgendwelcher Mystik kann ich hierbei nichts erkennen, denn es ist alles einfach und klar, und somit das Gegenteil von Mystik. Ebenso wenig kann ich in dem Gebrauch der genannten Wörter eine Denkgefahr sehen, falls man sich nur erst ihren begrifflichen Inhalt klargemacht hat.

Ich habe diese Darlegung, die sich mehr oder weniger ausgesprochen überall im Text wiederfindet, hier nochmals zusammengefasst, weil ich gegen den Vorwurf der Mystik besonders empfindlich bin, da ich ihn für besonders ungerecht halte. Denn Klarheit des Denkens und Redens ist das erste und wichtigste Gebot, das dem Forscher und Schriftsteller auferlegt ist, und das zu befolgen ich mir zur ersten Sorge gemacht habe. Muss der Autor, der solchen Grundsätzen folgt, auch auf manche gefühlsmäßige Beeinflussung seines Lesers verzichten, so weiß er andererseits, dass im Dunkel und Nebel nur Schattenpflanzen gedeihen, die nur auf Kosten der von den Lichtpflanzen assimilierten Energie leben und daher zur Vermehrung des dauernden Energieschatzes der Menschheit nichts beitragen.

Zu Seite 152.<sup>20</sup> Nachdem in letzter Zeit der von BARTOLI aus theoretischen Betrachtungen gezogene Schluss, dass ein Lichtbündel, das auf eine absorbierende oder reflektierende Fläche fällt, auf diese eine mechanische Druckwirkung ausüben muss, auch experimentelle Bestätigung erfahren hat, darf das Gesetz von der Erhaltung der Bewegungsgröße nicht mehr als vollkommen allgemein aufrechterhalten werden, da ein von einem Lichtbündel getroffener Körper seine Bewegungsgröße gemäß jener Druckwirkung ändert. Doch wird sich voraussichtlich diese Ausnahme in solcher Weise erledigen lassen, dass man das Gesetz von der Erhaltung der Bewegungsgröße einer entsprechenden Verallgemeinerung unterzieht, durch welche das Erhaltungsgesetz für eine ähnliche, nur zusammengesetztere Größe ausgesprochen wird. Ein möglicher Weg hierzu liegt in den neueren Bemühungen vor, ebenso wie das Licht auch die Masse elektromagnetisch zu „erklären“, d. h. mit elektromagnetischen Größen in funktionelle Beziehung zu setzen.

Zu Seite 174.<sup>21</sup> Eine Skizze eines derartigen elementaren Unterrichtsganges habe ich inzwischen in der Zeitschr. f. math. u. naturw. Unterricht, 1902, S. 10, veröffentlicht. Es sind gegen die dort gemachten Darstellungen Einwendungen erhoben worden, die sich wesentlich bereits durch das beantwortet finden, was im Text dargelegt ist. Insbesondere stellt sich immer wieder die Verwechslung zwischen dem ein, was dem Einzelnen vermöge seines Bildungsganges geläufiger, und dem, was allgemein erkenntnistheoretisch näher liegend, weil begrifflich einfacher ist.

Zu Seite 185.<sup>22</sup> Der Begriff der Masse wird von anderer, sehr hochstehender Seite vermittelt der Schwere definiert, so dass die Einheit der Masse nicht mit Hilfe der Bewegungsenergie bestimmt wird, sondern durch die besondere Art der Distanzenergie, die wir die Gravitation nennen. Praktisch kann man bei geeigneten Voraussetzungen beiderseits zu konsequenter Darstellung gelangen, grundsätzlich scheint mir aber die im Text gegebene Auffassung den Vorzug größerer Durchsichtigkeit und Geschlossenheit zu besitzen. Diese wird dadurch erreicht, dass man den Massenbegriff streng auf die Bewegungsenergie beschränkt und die Proportionalität zwischen Masse und Gewicht als Erfahrungstat-sache behandelt, ähnlich wie die Proportionalität zwischen chemischem Verbindungsgewicht und Elektrizitätsmenge (das FARADAY'sche Gesetz), oder zwischen der ersteren und dem Gasvolum (das Gesetz von GAY-LUSSAC).

Zu Seite 192.<sup>23</sup> Bei Betrachtungen über zeitlich verlaufende Vorgänge findet sich sehr häufig die eben erwähnte Bemerkung, dass gewisse Zustände, deren Verlauf von „Anfang an“, d.h. seit einer Zeit von unbekannt langer Dauer, angenommen wird, zu unserer Zeit jedenfalls abgelaufen sein müssten. Dieser

---

<sup>20</sup> Ebenda.

<sup>21</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 174 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 12 in den „Mitteilungen“ 3/2005. (9. Vorlesung: Das energetische Weltbild).

<sup>22</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 185 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 20 in den „Mitteilungen“ 3/2005. (9. Vorlesung: Das energetische Weltbild).

<sup>23</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 192 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 25/26 in den „Mitteilungen“ 3/2005. (9. Vorlesung: Das energetische Weltbild).

Einwand ist z.B. in neuester Zeit wiederholt gegen die Theorie erhoben worden, nach welcher die radioaktiven Elemente nur eine zeitliche Existenz infolge ihres freiwilligen Selbstzerfalles haben. Diese Stoffe müssten, so lautete der Einwand, dann jetzt eben schon alle zerfallen sein, da sie unendlich lange Zeit dazu gehabt hätten. Hierbei wird nun die Entstehungsgeschichte dieses praktischen Unendlichkeitsbegriffes sehr anschaulich: unendlich heißt nichts, als eine Zeit, die länger ist, als wir sie beobachten, oder mit anderen bekannten Tatsachen in Beziehung setzen können. Aber ebenso, wie die räumliche Grenze der Welt der Raum ist, aus welchem uns keine messbaren Energiemengen zukommen, ebenso wird die Zeit nach rückwärts durch derartige Beziehungen begrenzt, und beide Grenzen sind ihrerseits von unseren Hilfsmitteln abhängig. Jener Einwand wird somit durch den Hinweis hinfällig, dass wir keine Kenntnis davon haben, ob und wann etwa jene Elemente entstanden sind, und dass daher die Annahme, sie seien vor einer Zeit entstanden, die länger ist als ihre Existenzdauer im Sinne der erwähnten Theorie, eine willkürliche Annahme ist, für welche erst Unterlagen beschafft werden müssten, bevor man sie als wissenschaftliches Argument benutzen darf.

Zu Seite 214.<sup>24</sup> Diese Betrachtung lässt sich alsbald dahin erweitern, dass auch in nicht mathematisch formulierten Hypothesen deren willkürlicher Charakter dadurch erkannt werden kann, dass sie unaufweisbare und daher unkontrollierbare Aussagen enthalten. Ein sehr schönes Beispiel hierfür findet sich in einer Abhandlung von H. WOLF (Vierteljahrsschrift f. wiss. Philosophie und Soziologie 1905, S. 1 u. ff.). Hier wird als ein „Prinzip unserer Erkenntnis“ aufgestellt, „dass wir Identifikationen von Körpern auch dann noch prinzipiell wenigstens für durchführbar halten, wenn etwaige Veränderungen der Körper sich nicht unter unseren Augen vollzogen haben. Die erste Vorbedingung dieses Prinzips ist, dass wir eine grundsätzliche Unterscheidbarkeit aller Körper annehmen, die sich zugleich unseren Sinnen darbieten, mögen diese Körper noch so viele Eigenschaften gemeinsam haben. So sind zwei Wassermengen durchaus von einander verschieden, mögen sie auch gleiches Gewicht, gleiche Form haben, sich chemisch und physikalisch gleich verhalten u. s. w. Dasjenige nun, worin zwei Körper sich unterscheiden, wollen wir ihre Substanz nennen, und wir stellen sogleich den Grundsatz auf von der Erhaltung der Individualität oder der Substanz der Körper.“

Wie dieser Grundsatz zu rechtfertigen ist, gibt der Verfasser freilich nicht an. Er nimmt ihn aber unbewiesen als richtig an und schließt dann, nachdem er ihn ganz sachgemäß mit der Energetik im Widerspruch gefunden hat, nicht, dass der Grundsatz falsch oder wenigstens kontrollbedürftig sei, sondern dass die Energetik widerlegt sei. Sehen wir nun zu, was der Grundsatz aussagt.

Er sagt beispielsweise aus, dass, wenn wir zwei Mengen derselben Flüssigkeit, z. B. Wasser, zusammengießen, dann noch in dem gemeinsamen Volum die „Wasserteilchen“, die zu Anfang der einen Menge zugehört hatten, von denen der anderen Menge verschieden seien. Dies ist offenbar eine ganz unbeweisbare

---

<sup>24</sup>Hier verweist OSTWALD auf Seite 214 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 14/15 in den „Mitteilungen“ 4/2005. (10. Vorlesung: Die Wärme).

Behauptung, denn es gibt zur Zeit auch nicht die kleinste Andeutung eines Mittels, durch welches wir die einen „Teilchen“ von den anderen unterscheiden könnten, ebenso wenig wie es ein Mittel gibt, eine Trennung der beiden Wassermengen so auszuführen, dass die vorher getrennt gewesenen „Teilchen“ nunmehr wieder getrennt sind. Auch wenn Jemand behaupten wollte, er hätte durch irgendein Mittel die Trennung vollbracht, so könnte er einen Gegner, welcher das Gegenteil behauptet, auf keine Weise widerlegen. Somit erweist sich jenes Prinzip als unhaltbar. Diese Verhältnisse hat zwar bereits LEIBNIZ klar eingesehen und grundsätzlich ausgesprochen, bei der geringen Beachtung indessen, welche die von diesem großen Denker erzielten Fortschritte bisher in Deutschland gefunden haben, sind sie weit davon entfernt, Denkmittel der Allgemeinheit zu sein.

So wird denn in der genannten Schrift auch ganz richtig betont, dass erst die Atom- und Molekularhypothese im Gegensatz zur Energetik gestattet, jenes Substanzprinzip durchzuführen. Das ist ganz richtig, denn eine unbeweisbare Behauptung kann nur wieder durch eine zweite unbeweisbare Behauptung, nicht aber durch den reinen Ausdruck der Erfahrung gestützt werden.

Zum Schluss des erwähnten Aufsatzes stellt der Verfasser es als ein einigermaßen bemerkenswertes Resultat hin, dass sich bei Ablehnung der Molekularhypothese die Körper ähnlich wie die Energien verhalten, da in beiden nach gleichförmiger Vereinigung die einzelnen Anteile nicht mehr unterschieden werden können. Er hat nicht bemerkt, dass dies ein unmittelbares Ergebnis der Energetik ist, nach welcher die Körper eben nichts sind, als lokalisierte Energien.

Zu Seite 225.<sup>25</sup> Inzwischen hat die Wärmemaschine eine erhebliche Verbesserung erfahren, und Leistungen, wie die Umwandlung von mehr als einem Drittel der Wärme in Arbeit, werden gegenwärtig bereits dauernd und regelmäßig erzielt.

Zu Seite 239.<sup>26</sup> Durch das von ZSIGMONDY und SIEDENTOPF erfundene und von den ZEISS-Werken in Jena hergestellte „Ultramikroskop“ ist diese Grenze neuerdings erheblich erweitert worden, allerdings nur in dem Sinne, dass nur die Anwesenheit, nicht aber die Gestalt, Farbe und die sonstigen Eigenschaften noch viel kleinerer Teilchen erkennbar gemacht werden können. Die Erfindung beruht auf der Tatsache, dass Unstetigkeiten von noch viel geringerer Ausdehnung, als eine halbe Lichtwellenlänge, in einem sonst gleichförmigen Mittel eine Störung des Lichtverlaufes bewirken, die unter dem Namen der Beugung bekannt ist, und durch welche sich der störende Körper einigermaßen wie ein selbstleuchtender verhält. Lässt man in ein derartiges inhomogenes Mittel eine starke seitliche Beleuchtung fallen, so entsteht um jeden Störungsmittelpunkt eine Beugungserscheinung in Gestalt eines leuchtenden Scheibchens, die im Mikroskop um so leichter sichtbar wird, je stärker jene Beleuchtung gewählt war.

---

<sup>25</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 225 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 22 in den „Mitteilungen“ 4/2005. (10. Vorlesung: Die Wärme).

<sup>26</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 239 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 31 in den „Mitteilungen“ 4/2005. (11. Vorlesung: Die anderen Energien).

Zu Seite 242.<sup>27</sup> Man kann diese Betrachtungen noch weiter ausdehnen und ein „Ding an sich“ als im Gegensatz zu dem KANT'schen nicht als ein von allen Eigenschaften befreites, sondern vermitteltst aller seiner Eigenschaften sich betätigendes Objekt auffassen. Die Unvollkommenheit unserer Sinneswahrnehmungen beruht nicht darauf, dass die Sinne uns an den Dingen Einzelheiten wahrnehmen lassen, die nicht daran vorhanden sind, sondern dass sie uns die Anwesenheit vorhandener Einzelheiten, d.h. vorhandener Energien, nicht übermitteln. So können wir beispielsweise einer Leidener Flasche nicht ansehen, ob sie elektrisch geladen ist oder nicht. Denken wir uns einen so vollendeten Organismus, dass sämtliche in einem Dinge vorhandene, d.h. an einem Orte vereinigte Energien mit ihm beständig nicht nur in Wechselwirkung treten (dies geschieht ohnedies, wenn auch meist nur in äußerst geringem Maße), sondern dass diese Wechselwirkung auch von ihm empfunden wird, so haben wir den von KANT gesuchten Grenzfall nach der entgegengesetzten Seite aufgestellt. Die Vorstellungen, welche verschiedene derartig vollkommene Organismen von einem gegebenen Dinge haben würden, müssten bezüglich ihres Mannigfaltigkeitscharakters übereinstimmen, d. h. die verschiedenen Organismen würden trotz möglicher Verschiedenheiten ihrer Organisation alle das Ding in bestimmtem Sinne gleich oder übereinstimmend auffassen, und die Abhängigkeit ihrer „Vorstellung“ dieses Dinges von ihrer körperlichen Organisation wäre ebenso ausgeschaltet, wie dies KANT durch die Schaffung seines eigenschaftslosen Dinges an sich zu erreichen gesucht hat. Hierbei tritt noch in wesentlicher Umstand auf, der diesem neuen „Ding an sich“ einen entscheidenden Vorzug gegenüber dem alten gewährt. Die Energetik hat uns gelehrt, dass jedes Ding nur vermöge der in seinem Raume vorhandenen Energien existiert und nur vermöge eben dieser Energien von uns erkannt oder als existierend anerkannt wird. Es gibt also im strengen Wortsinne überhaupt kein Ding an sich, sondern nur ein Ding für ein anderes, nämlich für ein solches, mit dem es im Energieverkehr steht. Seine Eigenschaften sind eben die Besonderheiten dieses Energieverkehrs. Somit bedeutet die von KANT versuchte Entfernung der Eigenschaften von dem Dinge die Entfernung dieses Dinges selbst, und die Ausschaltung des subjektiven Faktors kann nicht durch die Beseitigung der vorhandenen Beziehungen bewirkt werden, sondern nur durch die Zusammenfassung sämtlicher möglichen Beziehungen. Denn der individuelle Faktor liegt darin, dass von den möglichen Beziehungen nur eine beschränkte Anzahl zur Geltung kommt.

Zu Seite 272.<sup>28</sup> Den im Text gegebenen Ausführungen ist hinzuzufügen, dass das Eintreten periodischer Erscheinungen in bestimmtester Weise als notwendig und unumgänglich bei allen durch Selbstregulierung auf annähernd konstante Geschwindigkeit gehaltenen Geschehnissen zu bezeichnen ist. Denn es gibt tatsächlich keinen Regulator, der vollkommen ohne Zeitverlust die Ausgleichung einer Abweichung bewirken könnte; somit bewirkt ein jeder Regulator un-

<sup>27</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 242 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 33 in den „Mitteilungen“ 4/2005. (11. Vorlesung: Die anderen Energien).

<sup>28</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 272 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 24 in den „Mitteilungen“ 1/2006. (12. Vorlesung: Der zweite Hauptsatz oder das Gesetz des Geschehens).

vermeidlich periodische Schwankungen um den Mittelwert. Ebenso gibt es Regulatoren, welche, statt einen Mittelwert dauernd zu erhalten, diesen Wert beständig langsam in einem oder dem anderen Sinne zu ändern bestrebt sind; auch solche haben unvermeidlich eine Zeitdifferenz und bewirken demgemäß periodische Schwankungen.

Ferner ist zu betonen, dass diese Überlegungen nicht nur für mechanische und physikochemische Vorgänge Geltung haben, sondern ebenso für biologische bis zu den höchsten Äußerungen der Lebenstätigkeit hinauf. Unsere gesamte Kultur stellt in jedem ihrer Gebiete ein solches, durch Selbstregulierung in langsamem Fortschritt erhaltenes Gebilde dar. Durch das Interesse der beteiligten Gesellschaftsgruppe an den Kulturgütern wird zunächst eine Selbstregulierung gegen Kulturwidrigkeiten betätigt, indem solche mit sozialen Mitteln ausgeschlossen, eingeschränkt, bekämpft werden. Ferner aber wirkt die gleiche Ursache im Sinne der Steigerung. Die resultierende Entwicklungslinie ist daher ein Aufsteigen mit periodischen Schwankungen, da jene regulierenden Wirkungen erst eintreten, nachdem die Abweichungen sich betätigt hatten. Deshalb pflegt auch die Regulierung im Allgemeinen alsbald über das Ziel, nämlich die Mittellinie, hinauszuschießen, so dass auf eine negative Schwankung eine positive folgt. An der Hand dieser Auffassung kann man ein leichtes Verständnis für die Notwendigkeit und den Charakter der periodischen Kulturschwankungen finden, namentlich wenn man noch die allgemeine Überlegung hinzufügt, dass die Schwankungen um so erheblicher ausfallen, je träger und unvollkommener die Reguliervorrichtungen ansprechen.

Zu Seite 284.<sup>29</sup> Hier ist an die in der Anmerkung zu S. 152 gemachten Bemerkungen über den Strahlungsdruck und seinen Einfluss auf die Geltung des Gesetzes von der Erhaltung der Schwerpunktsbewegung (das Trägheitsgesetz) zu erinnern.

Zu Seite 285.<sup>30</sup> An dieser Stelle soll mit einigen Worten auf eine Bemerkung eingegangen werden, die sich so häufig in den verschiedenartigsten Äußerungen über die Energetik findet, dass man sie als eine Reaktion auffassen muss, die in dem heutigen Menschen durch diese Anschauung mit einer gewissen Notwendigkeit oder Selbstverständlichkeit ausgelöst wird. Es ist dies eine Art von missbilligendem Erstaunen über die große Anzahl der verschiedenen Energiearten, welche zur Darstellung der vorhandenen Verhältnisse für notwendig gehalten werden. Zuweilen findet sich erläuternd bemerkt, dass hierdurch ein etwaiger Gewinn der Energetik durch Zurückführung aller Dinge auf ein einheitliches Prinzip wieder verloren gehe. Nun liegt es von vornherein nicht in der Gewalt des Einzelnen, sei er auch ein noch so bedeutender Philosoph, willkürlich über die Anzahl von Energien zu befinden, die zur Beschreibung der Wirklichkeit erforderlich sind. Die gleiche Beanstandung ist in früherer Zeit oft genug gegen die siebzig und mehr

<sup>29</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 284 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 9/10 in den „Mitteilungen“ 2/2006. (13. Vorlesung: Die Substanzen).

<sup>30</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 285 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 10/11 in den „Mitteilungen“ 2/2006. (13. Vorlesung: Die Substanzen).

chemischen Elemente ausgesprochen worden, deren große Anzahl gleichfalls das Einheitsbedürfnis der Kritiker verletzte.

Allgemein muss gesagt werden, dass die Ableitung der gesamten Mannigfaltigkeit der Erscheinungen aus einem einzigen nicht differenzierten und nicht differenzierbaren Prinzip eine unlösbare Aufgabe ist. Das Prinzip muss notwendig die gleichen Mannigfaltigkeitsmöglichkeiten enthalten, wie die darzustellende Wirklichkeit, und seine Einheitlichkeit kann in nichts anderem bestehen, als dass es trotz der Vielseitigkeit seiner Erscheinungsarten doch gewisse allgemeine Eigentümlichkeiten besitzt, die seine begriffliche Zusammenfassung gestatten. So wird in der Mechanistik (unbewiesenermaßen) angenommen, dass die Mannigfaltigkeit der Bewegungen nach Richtung, Geschwindigkeit, Bahngestalt groß genug sei, um damit die Mannigfaltigkeiten alles Geschehens abzubilden. Bekanntlich erweist sich dies Denkmittel namentlich den geistigen Erscheinungen gegenüber als ganz unzureichend, nämlich zu eng. In der Energie ist ein Begriff gegeben, der bei seiner ausgeprägten Einheitlichkeit (Energie ist in allen ihren Formen eine wesentlich positive, addierbare Größe, deren sämtliche Änderungen dem Gesetz der äquivalenten Umwandelbarkeit gemäß erfolgen) den bisher bezüglich der Mannigfaltigkeit erhobenen Ansprüchen zu genügen vermocht hat.

Zu Seite 285.<sup>31</sup> Von aufmerksamen Lesern ist mir bemerkt worden, dass der hier gebrauchte Ausdruck „Intensitätsgröße“ einen Widerspruch in sich enthält, weil eine Intensität eben eine Stärke und keine Größe ist. Ich muss mich schuldig bekennen, benutze aber den Anlass, um darauf hinzuweisen, dass eine rationelle, wenn auch nicht vollkommen von Willkür freie Messung der Intensitäten und somit ihre Annäherung an den Größencharakter dadurch bewirkt wird, dass man einerseits Kapazitäten, welche ja reine Größen sind, messen kann, und andererseits Energien, die gleichfalls Größencharakter vermöge des Umwandlungsgesetzes besitzen. Da nämlich sich die Intensitäten als Quotienten der Energien durch die Kapazitäten ergeben, so nehmen sie hierdurch an der Messbarkeit dieser beiden letzteren Größen teil.

Wohlgemerkt gilt dies nur für die Intensitäten im engeren Sinne, nämlich solche, die als Faktoren bestimmter Energiearten definierbar sind, Andere Intensitäten, wie insbesondere die physiologischer Empfindungen, sind einer so einfachen Überführung ins Messbare nicht zugänglich. Für jene ersten hat somit auch der anscheinend widerspruchsvolle Ausdruck „Intensitätsgröße“ eine gewisse Berechtigung.

Zu Seite 288.<sup>32</sup> Inzwischen ist die Frage der Transmutation der Elemente in ein neues Stadium durch das genauere Studium der radioaktiven Stoffe gelangt. Letztere sind chemische Elemente und Verbindungen, von denen unaufhörlich gewisse Energiewirkungen ausgehen, die sich in der Beeinflussung photographischer Platten, dem Leitendmachen der Luft und anderer Gase und endlich in ge-

<sup>31</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 285 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 10/11 in den „Mitteilungen“ 2/2006. (13. Vorlesung: Die Substanzen).

<sup>32</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 288 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 12/13 in den „Mitteilungen“ 2/2006. (13. Vorlesung: Die Substanzen).

wissen Lichtwirkungen (Phosphoreszenz) offenbaren. Werden alle derartigen Wirkungen durch Einschließen der Präparate in dicke Bleihüllen unmöglich gemacht, so bleibt dennoch eine unverminderte Energiebetätigung übrig, die sich alsdann in einer andauernden Wärmeentwicklung geltend macht. Zuerst sind solche Erscheinungen an dem bereits im achtzehnten Jahrhundert durch KLAPROTH entdeckten Metall Uran und seinen Verbindungen bekannt geworden, doch sind sie dort ziemlich schwach entwickelt. In dem aus Uranerzen dargestellten Radium hat man dagegen ein Element, dessen sämtliche Verbindungen diese Energieentwicklung in sehr hohem Maße zeigen, und so dass ihre Temperatur dauernd in messbarem Betrage höher ist, als die ihrer Umgebung.

Diese Verhältnisse waren so unerwartet, dass man bereits an eine Ausnahme vom ersten Hauptsatz der Energetik zu denken begann, als durch RAMSAY die Tatsache entdeckt wurde, dass während dieser Vorgänge aus dem Radium ein anderes, seit längerer Zeit bekanntes (seiner Zeit auch von RAMSAY entdecktes) Element, das Helium, entsteht. Die Gesamtheit aller beobachteten Erscheinungen drängt daher zu der Auffassung, dass das Radium sich unter Energieverlust in Helium verwandelt. Die Energiemengen, die bei dieser Transmutation eines Elements in ein anderes frei werden, sind ganz ungeheuer groß; dies gibt wieder umgekehrt eine Erklärung dafür, dass im Allgemeinen die Umwandlung eines Elements in ein anderes wegen der erforderlichen ungeheuren Arbeit nicht ausführbar ist.

Genauer über die hier in Betracht kommenden allgemeinen Auffassungen findet der Leser in meiner FARADAY-Vorlesung „Elemente und Verbindungen“ (Annalen der Naturphilosophie 3, S. 355, auch als Sonderdruck unter gleichem Titel bei VEIT & Co., Leipzig, erschienen). Welche Verallgemeinerung unter diesen Umständen das Gesetz von der Erhaltung der Elemente erfahren muss, lässt sich noch nicht übersehen.

Zu Seite 302.<sup>33</sup> In Ergänzung dessen, was bereits in der Anmerkung zu S. 140 dargelegt worden ist, soll hier noch Folgendes zum Kausalgesetz bemerkt werden. Man pflegt sich meist die Welt als eine große Maschine vorzustellen, in welcher jedes Glied von jedem anderen abhängig ist, so dass in jedem Augenblicke die Gesamtheit alles Geschehens gesetzmäßig und eindeutig aus dem was vorhanden ist und was früher geschehen war, abgeleitet werden könnte, falls man nur diese Voraussetzungen alle wüsste. Hierbei kommen unwillkürlich die Erfahrungen an technischen Maschinen aller Art in Betracht, ohne dass man gewahr wird, dass sämtliche Maschinen, die für menschliche Zwecke ausgeführt werden, so mannigfaltig sie im Übrigen sein mögen, doch in einer Beziehung einen sehr speziellen Sonderfall darstellen, der gerade für diese allgemeinen Fragen von maßgebender Bedeutung ist. Alle Maschinen müssen nämlich, falls sie überhaupt brauchbar sein sollen, die Eigenschaft der Zwangläufigkeit besitzen. Das heißt, wenn man irgendeinem ihrer beweglichen Teile eine bestimmte Stellung gibt, so

---

<sup>33</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 302 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 10/11 in den „Mitteilungen“ 1/2008. (14. Vorlesung: Das Kausalgesetz).



sind auch alle anderen Teile in ihrer Stellung bestimmt und es besteht keine Freiheit mehr für sie, irgendeine andere Stellung einzunehmen. Man kennzeichnet daher auch die Bedingung, welche sie erfüllen müssen, dahin, dass sie nur einen Freiheitsgrad haben dürfen. Die Notwendigkeit einer solchen Einrichtung ergibt sich daraus, dass nur unter dieser Voraussetzung der Betrieb der Maschine gesichert ist; anderen Falles könnte beim Vorhandensein mehrerer Freiheiten ein Maschinenteil zufällig eine solche Stellung einnehmen, dass die anderen Teile in ihren vorgeschriebenen Bewegungen gestört werden.

Eine derartige Zwangsläufigkeit liegt nun für die Naturgeschehnisse im Allgemeinen sicher nicht vor. Um eine Anschauung von dem Unterschiede zu haben, denken wir uns eine Kugel, die einmal in einer horizontalen Rinne, das andere Mal auf einer Ebene liegt. Im ersten Zustande ist sie zwangsläufig oder hat eine Freiheit, denn ihre Lage ist durch eine einzige Veränderliche (etwa eine Zentimetertheilung längs der Rinne) ausdrückbar. Im zweiten Falle ist sie nicht zwangsläufig, denn sie kann sich nach jeder Richtung in der Ebene bewegen, und ihre Lage ist durch zwei Veränderliche (z. B. rechtwinkelige Koordinaten) darstellbar. Die erste Einrichtung kann als Maschinenelement Verwendung finden (und findet sie beispielsweise in den Kugellagern der Fahrräder), die zweite dagegen nicht.

Für die allgemeinen Geschehnisse unserer Welt werden wir nun nicht nur zwei Freiheiten, wie in dem zweiten Beispiele, sondern unbegrenzt viele oder wenigstens unbekannt viele annehmen müssen. Die Weltgeschehnisse besitzen mit anderen Worten im mathematischen Sinne unbegrenzt oder wenigstens unbekannt viele Freiheitsgrade. Es ist demnach irreführend, diese Geschehnisse sich nach dem Schema einer Maschine abspielend zu denken. Es wäre dies nämlich identisch mit der Behauptung, dass sämtliche Geschehnisse der Welt sich auf die Werth einer einzigen unabhängigen Veränderlichen sollen zurückführen lassen. Für eine solche Behauptung liegt nicht der Schatten eines Beweises vor. Nur den rein zeitlichen Geschehnissen könnte man mit einer so einfachen Theorie gerecht zu werden versuchen, wobei an das S. 91 erwähnte Beispiel des Eingeweidewurms erinnert werden mag. Aber bereits die Existenz der für die Darstellung unserer Raumschauung erforderlichen drei unabhängigen Veränderlichen reicht aus, um die Hypothese von der Maschinenstruktur der Welt als unhaltbar nachzuweisen, da der Raum bereits drei Freiheiten statt der einen bietet. Alle die anderen unabhängigen Mannigfaltigkeiten, die sich in diesem Raume vorfinden, bedingen weitere Freiheiten.

So haben wir die Welt als eine Funktion von unbekannt vielen unabhängigen Veränderlichen aufzufassen. Ebenso viele Freiheiten als Veränderlichkeiten gibt es nicht, denn ein jedes Naturgesetz lässt sich als eine Gleichung ausdrücken, durch welche zwischen einigen Veränderlichen eine gegenseitige Abhängigkeit gesetzt wird. Aber die Anzahl der Naturgesetze ist unvergleichlich viel kleiner, als die der Veränderlichen, so dass zwar eine Einschränkung in der Anzahl der unabhängigen Veränderlichen durch jene bewirkt wird, dennoch aber diese Anzahl für uns noch unbestimmbar groß bleibt. Demgemäß ergibt das sogenannte Kausalgesetz nicht etwa in eindeutiger Weise aus gegebenen Bedingungen

ein einzig mögliches Ergebnis, sondern es bedeutet, dass in einer sonst unbegrenzt freien Erscheinung zwischen gewissen Veränderlichen eine gegenseitige Abhängigkeit besteht, vermöge deren man den Werth einer von ihnen finden kann, wenn die Werte aller anderen gegeben sind. Dies ist ziemlich genau das Umgekehrte der gewöhnlichen Vorstellung der Deterministen, welche meinen, dass wenn der Werth einer einzigen Veränderlichen, z. B. der Zeit, gegeben ist, hierdurch die Werte aller anderen Veränderlichen eindeutig bestimmt seien. Diese Ansicht ist, wie oben dargelegt wurde, nicht nur problematisch, sondern gemäß unseren gegenwärtigen Kenntnissen mit unbegrenzt großer Wahrscheinlichkeit falsch.

Zu Seite 307.<sup>34</sup> In neuester Zeit ist von H. POINCARÉ (Wissenschaft und Hypothese, deutsch von F. und L. LINDEMANN, Leipzig 1904) in Übereinstimmung mit anderen Mathematikern betont worden, dass ebenso wie die Mathematik auch die Geometrie ihre Voraussetzungen willkürlich schaffe und daher in ihren Resultaten durch die Erfahrung überhaupt nicht widerlegt werden könne. Dies ist in gewisser Weise zweifellos richtig, doch ist erforderlich, auch die von der Erfahrung abhängigen Anteile dieser Wissenschaften sachgemäß in den Vordergrund zu stellen. Es ist natürlich möglich, wie dies etwa beim Kartenspiel geschieht, ganz willkürliche Regeln aufzustellen und dann innerhalb dieser die möglichen Konstellationen durchzunehmen. Aber ein solches Verfahren ergibt keine Wissenschaft, sondern ein Spiel. Die Wissenschaft unterliegt außerdem der Bedingung, dass die Regeln derart gewählt werden, dass die Produkte der Operationen gewisse Seiten mit der Wirklichkeit gemeinsam haben. Diese Regeln heißen dann Naturgesetze, und eine Wissenschaft ist umso vollkommener, je mannigfaltiger und bestimmter ihre naturgesetzlich gewählten Regeln sind. So kann denn allerdings auch ein nach bestimmten Regeln konsequent durchgeführtes System von Sonderfällen und Ergebnissen nie als „unrichtig“ vom Erfahrungsstandpunkte aus nachgewiesen werden, weil es (richtige Arbeit vorausgesetzt) in sich richtig bleibt, wie auch die Tatsachen beschaffen sein mögen. Aber es kann sich als unzweckmäßig für die Darstellung der Wirklichkeit erweisen, wie dies beispielsweise mit den verschiedenen optischen Theorien, der Korpuskulartheorie von NEWTON und der Theorie des elastischen Äthers von HUYGHENS, YOUNG und FRESNEL gegangen ist. Wie ich schon vor längerer Zeit in ähnlicher Veranlassung betont habe, darf man nicht als Aufgabe der Wissenschaft wie gewöhnlich die Ermittlung der Wahrheit bezeichnen, sondern die Bildung angemessener Begriffe. Der Grad der Angemessenheit wird aber durch den Umfang bestimmt, in welchem diese Begriffe zur Darstellung und Voraussagung der natürlichen Erscheinungen benutzt werden können.

Zu Seite 310.<sup>35</sup> Den üblichen Darstellungen von der allgemeinen Gesetzmäßigkeit des Weltgeschehens gegenüber ist es zweckmäßig, noch mehr als es im Text geschehen ist, die Unvollständigkeit unserer wissenschaftlichen Zusammen-

<sup>34</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 307 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 13/14 in den „Mitteilungen“ 1/2008. (14. Vorlesung: Das Kausalgesetz).

<sup>35</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 310 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 15/16 in den „Mitteilungen“ 1/2008. (14. Vorlesung: Das Kausalgesetz).

fassungen und die Unregelmäßigkeit des uns tatsächlich bekannten Weltbildes zu betonen. Bei der Kleinheit des Anteiles, der leidlich geordnet genannt werden darf, gegenüber den ungeheuren Gebieten, die wir geistig noch nicht beherrschen, erscheint das von vielen Philosophen als allgemeine menschliche Eigenschaft behauptete Bedürfnis nach einer „abgeschlossenen Weltanschauung“ wie das Greifen des Kindes nach dem Mond. Am schärfsten hat gelegentlich ERNST MACH die Notwendigkeit eines ernsthaften Verzichtes auf dergleichen Märchenräume ausgesprochen, indem er als das letzte Ergebnis wissenschaftlichen Denkens nicht die Bildung einer abgeschlossenen Weltanschauung, sondern die Fähigkeit, eine unabgeschlossene und unvollständige zu ertragen bezeichnet hat. Man findet so oft die Behauptung, ein denkender Mensch könne nicht anders existieren, als indem er sich die Gebiete, welche die Wissenschaft noch leer hat lassen müssen, der Wahrscheinlichkeit nach durch mögliche Annahmen ausfülle, und hierauf pflegen die Metaphysiker von naturwissenschaftlicher Färbung die Berechtigung ihrer Spekulationen zu begründen. Aus der Geschichte der Wissenschaft lassen sich aber überall die Behinderungen erkennen, welche die Entwicklung angemessener Gedanken durch derartige metaphysische Voreingenommenheiten erfahren hat. Im Interesse einer möglichst unbehinderten und unter möglichst geringer Vergeudung von Energie erfolgenden Erweiterung unserer rationellen Weltkenntnis ist daher eine jede derartige Spekulation abzulehnen. Denn selbst angenommen, dass sie einmal zufällig in einem Punkt das Richtige trifft, so gibt es doch immer zahllose Konkurrenten, die über den gleichen Punkt ganz andere Hypothesen gebildet haben, so dass in Ermangelung eines Kriteriums Richtiges und Falsches gleich ergebnislos neben einander hergehen.

Aber das angeborene metaphysische Bedürfnis! Selbst angenommen, es sei angeboren, so haben wir mancherlei angeborene Neigungen aus einer früheren unentwickelteren Periode ererbt, wie Raubsucht, Grausamkeit und dergleichen, deren tatsächliches Vorhandensein uns keinen Rechtsgrund für ihre Pflege und Erhaltung bildet. Andererseits handelt es sich beim metaphysischen Bedürfnis aber viel wahrscheinlicher um erworbene Eigenschaften, die einem bestimmten Kulturstadium entsprechen. Die Zeit ist noch nicht sehr weit hinter uns, wo allgemein geglaubt wurde, ein jedes Kind müsse notwendig Masern und Scharlach durchmachen, um sich weiterhin regelmäßig entwickeln zu können. Jetzt wissen wir, dass die fast ausnahmslose Regelmäßigkeit dieser Erkrankungen auf der überaus häufigen Infektion beruhte, gegen deren Wirkung keine Maßregeln getroffen wurden. In unserer Zeit, wo wir uns einigermaßen zu wehren verstehen, verschwinden diese Krankheiten auch mehr und mehr. So wird es wohl auch mit dem metaphysischen Bedürfnisse gehen. Eine Infektion in solcher Richtung ist gegenwärtig noch so gut wie unvermeidlich, und nur das Antitoxin, das sich bei glücklichem Überstehen dieser Krankheit spontan innerhalb des betreffenden Organismus entwickelt, schützt diesen glücklichsten Falles gegen eine neue Infektion. In den meisten Fällen nimmt aber die Einwirkung eine chronische Beschaffenheit an, und dann ist das „metaphysische Bedürfnis“ nach einer Wissenschaft von den Dingen, die wir nicht wissen, in mehr oder weniger ausgeprägter Form vorhanden. Schon A. COMTE hat

diese Verhältnisse klar eingesehen; durch den allzu schematischen Ausdruck, den er ihnen in der Fiktion der drei Zeitalter gab, sind diese ganz richtigen und tiefgreifenden Gedanken in Misskredit geraten. Doch ist wohl die Zeit nicht ferne, wo sie wieder, wenn auch in erweiterter und allgemeinerer Form, zur Geltung kommen werden.

Zu Seite 313.<sup>36</sup> Seitdem diese Zeilen geschrieben worden sind, hat die Diskussion über die biologischen Grundfragen sich mit unverminderter Lebendigkeit fortgesetzt. Hierbei ist den Neovitalisten von ihren Gegnern anscheinend mit Recht vorgeworfen worden, dass diese sich bei ihren experimentellen Arbeiten stets auf den gleichen Standpunkt stellen, wie diese selbst, dass nämlich eine rationale, d. h. physikalisch-chemische Einsicht in die Einzelheiten der Lebensvorgänge mittelst entsprechender Hilfsmittel zu gewinnen sei. Dass es Gebiete gibt, in welchen diese, ihrer Natur nach zeitlich begrenzten Mittel versagen, wird von beiden Seiten zugestanden, ebenso wie dass gewisse Seiten der Lebenserscheinungen bereits durch jene Mittel erklärt sind. Die Neovitalisten pflegen aber von den letzteren Erscheinungen zu behaupten, dass sie keine eigentlichen Lebenserscheinungen seien, indem sie diesen Namen für die noch unerklärten vorbehalten. Da die Grenze zwischen beiden Gebieten in beständiger Bewegung ist, indem sie sich in solchem Sinne verschiebt, dass das Gebiet der „eigentlichen“ Lebenserscheinungen immer enger wird (wenn es auch zur Zeit noch viel größer ist als das andere, und voraussichtlich noch für sehr lange Zeit so bleiben wird), so kommt der ganze Streit auf eine metaphysische, d. h. unserer gegenwärtigen Kenntnis entzogene Frage hinaus, ob es nämlich in diesem unbekanntem Gebiete gewisse Stellen gibt, die uns für alle Zukunft unbekannt bleiben werden. Offenbar hat die allgemeine Bejahung oder Verneinung dieser Frage keinen verständlichen Inhalt, wenn man nicht gleichzeitig genau die Stellen bezeichnet, für welche die Behauptung gelten soll. Dies ist aber anscheinend bisher nicht geschehen. Andererseits aber haben unerwartete Fortschritte der neueren Zeit, ich erinnere nur an die experimentelle Parthenogenese von J. LOEB, uns die Hoffnung gegeben, dass auch die anscheinend geheimnisvollsten Einzelheiten des Lebens der Einbeziehung unter die wissenschaftlich beherrschten Vorgänge zugänglich sein werden.

Zu Seite 334.<sup>37</sup> In den letzten Jahren war es vielfach üblich geworden, die Gedanken Darwins als im Wesentlichen verfehlt und die an diese Gedanken geknüpften Hoffnungen in Bezug auf die Entwicklung der Wissenschaft als gescheitert hinzustellen. Aus der sehr umfangreichen Erörterung, welche diese Fragen inzwischen erfahren haben, hat sich indessen herausgestellt, dass es sich auch bei dieser Gedankengruppe um verschiedenartige, theils mehr, theils weniger dauerhafte Bestandteile handelt, und dass nur den für den Daseinskampf geeignetsten ein Überleben gesichert erscheint. Zweifellos lebefähig ist der Gedanke von der Tendenz zur Bildung bestimmter Formen, denen eine größere Dauer (individuell oder

<sup>36</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 313 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 5/6 in den „Mitteilungen“ 2/2008. (15. Vorlesung: Das Leben).

<sup>37</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 334 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 8 in den „Mitteilungen“ 1/2009. (16. Vorlesung: Zwecke und Mittel der Lebewesen).

gattungsgemäß) zukommt, als den benachbarten. Jede Gattung stellt, wie ich dies bereits an anderer Stelle auszudrücken versucht habe, eine Lösung des Maximalproblems dar: welche Kombination von Eigenschaften ergibt das dauerhafteste Gebilde? Derartiger Lösungen gibt es eine sehr große Zahl, doch ist diese immer von viel kleinerer Ordnung, als die der überhaupt möglichen Gebilde. Ebenso ist es eine mathematische Eigenschaft solcher Lösungen, dass sie im Allgemeinen von einander entfernte, singuläre Punkte darstellen: daher die deutliche und ausgesprochene Verschiedenheit der Gattungen.

Welche Faktoren nun aber einerseits die Variationen der Formen bewirken und wovon andererseits etwaige Übertragungen der Variationen auf die Nachkommen abhängen, sind Fragen, die nicht eine einfache, sondern eine vielfache Beantwortung erlauben und daher erfordern. Hier wird man zugeben können, dass die von DARWIN in den Vordergrund gestellten Prinzipien der kleinen zufälligen Variationen und der geschlechtlichen Auslese zwar einzelne Antworten auf jene Fragen bringen, aber keine vollständige Lösung aller Probleme. Eine derartige Wirkung hat aber noch nie ein wissenschaftlicher Fortschritt gehabt. Beispielsweise ist auch NEWTONS Gravitationstheorie nicht ein Abschluss der Astronomie gewesen, sondern der Anfang einer langen und noch bei weitem nicht beendeten Entwicklung. So wird man in der gegenwärtigen antidarwinistischen Bewegung (so weit sie wissenschaftlichen Charakters ist) nur die ganz berechtigte Reaktion gegen die allzu enthusiastische Auffassung erblicken können, nach der durch die von Darwin entwickelten Gedanken nunmehr alle Probleme der Biologie gelöst erschienen, eine Auffassung, von der übrigens Darwin selbst so entfernt wie möglich war.

Zu Seite 339.<sup>38</sup> In diesen Betrachtungen sind auch die Grundlagen für eine energetische Betrachtung der Kulturgeschichte enthalten. Denn diese lässt sich als die Geschichte der zunehmenden Beherrschung der vorhandenen Energien durch die Menschen kennzeichnen. Das Tier verfügt im allgemeinen nur über den Energievorrat, den es in seinem Körper mit sich trägt, und die Anlage von außerhalb desselben befindlichen Energievorräten, wie sie sich z.B. bei den Bienen und Ameisen findet, ist eine verhältnismäßig seltene Erscheinung. Ebenso ergibt die eingehendere Betrachtung, dass alle Waffen und Werkzeuge der Menschen sich dadurch kennzeichnen lassen, dass sie einerseits die zweckmäßigere Verwendung der körperlichen Energie ermöglichen, andererseits außerkörperliche Energien den Zwecken des Individuums dienstbar machen. Man braucht nur etwa die Erweiterung des durch die willensgemäß gelenkte Energie beherrschten Raumes zu betrachten, welche über den durch den Bereich der Hände gegebenen Radius hinaus gewonnen wird, indem Keule, Speer, Pfeil und Bogen, Schiessgewehr bis zum modernen Dreißigzimeteregeschütz zur Anwendung gelangt, um sich von der aufklärenden Fruchtbarkeit dieses Gedankens zu überzeugen. Dass andererseits alle Kapitalbildung nur auf Energiesammlung beruht, ist bereits oben angedeutet

---

<sup>38</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 339 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 11/12 in den „Mitteilungen“ 1/2009. (16. Vorlesung: Zwecke und Mittel der Lebewesen).

worden; das Geld ist andererseits ein anschaulicher Repräsentant für die Tatsache von der allseitigen Möglichkeit der Energieumwandlung.

Zu Seite 347.<sup>39</sup> Gegen diese Betrachtungen kann vielleicht der Einwand erhoben werden, dass es sich bei den Kristallen um Formen handelt, die, nachdem sie einmal gebildet worden sind, dauernd und im Wesentlichen unveränderlich bestehen bleiben, während die Organismen durch einen unaufhörlichen Stoff- und Energiewechsel gekennzeichnet sind, also die Bildung und Erhaltung ihrer Formen von ganz anderen Faktoren abhängig gedacht werden muss. Dies kann zugegeben werden, ohne die Nützlichkeit der im Text gegebenen Erörterungen zu beeinträchtigen. Auch solche stationäre Gebilde, in denen ein ununterbrochener Wechsel stattfindet, besitzen ganz bestimmte, durch die Bedingungen des Vorganges und durch die Natur der beteiligten Energien bedingte Formen, deren Notwendigkeit uns allerdings auch nur in den einfachsten Fällen anschaulich wird. Eine unter einfachen Bedingungen brennende Flamme, z.B. die eines aus weiter Öffnung unter geringem Druck ausströmenden brennbaren Gases, hat die Gestalt eines Kegels, dessen Formkonstanten aus den physikalischen Bedingungen, insbesondere aus der Ausfluss- und der Verbrennungsgeschwindigkeit des Gases berechnet werden können, und ein solches Gebilde stellt nach eingetretenen Störungen seine Gestalt alsbald wieder her, nachdem die normalen Bedingungen wieder vorhanden sind. Ebenso nimmt jede Störung einer ruhenden Wasserfläche notwendig die Gestalt einer Kreiswelle an, und die verwickelten Wellenformen eines Sturmes auf einem klippenreichen Meer sind auf derartige Kreiswellen zurückzuführen. So ist denn auch verständlich, wenn auch im Einzelnen noch bei Weitem nicht erklärbar, dass durch die bestimmte Reihe chemischer Vorgänge, die im keimenden Samen stattfinden, die beteiligten Stoffe schließlich in solcher Weise gestaltet werden, dass je nach der ursprünglichen Beschaffenheit des Keimes eine Eiche oder ein Veilchen daraus wird. Auch die Gestalten dieser Gebilde lassen sich in allen Einzelheiten nicht voraussagen, wenn man die Natur des Keimes kennt, denn sie sind außer von dieser noch von den zahllosen Einwirkungen abhängig, die während ihrer Wachstums- und Lebenszeit auf sie erfolgen; nur gewisse typische Formeigentümlichkeiten pflegen festgehalten zu werden. So haben Eichenblätter stets den gebuchteten Rand, können aber im Übrigen größer oder kleiner, länger oder breiter sein, so dass überhaupt nie zwei Blätter ganz übereinstimmen.

So wird man auch bezüglich der Frage, wie viel von der Form eines jeden Organismus bereits im Keime vorgebildet sei, die Antwort geben können, dass dies keineswegs für alle oder viele Formeigenschaften als notwendig anzusehen ist. Die späteren Formen sind von der Art und Geschwindigkeit der chemischen Vorgänge abhängig, durch welche die entsprechenden Materialien beschafft werden, und jeder fertig gewordene Teil des organischen Gebildes wirkt als bestimmender Faktor für die künftigen Teile mit, die unter diesem Einfluss neue, noch nicht vorhandene Formen annehmen können. Somit braucht der Keim nur die ersten Bedingun-

---

<sup>39</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 347 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 17 in den „Mitteilungen“ 1/2009. (16. Vorlesung: Zwecke und Mittel der Lebewesen).

gen so weit zu enthalten, dass die weitere Entwicklung annähernd eindeutig innerhalb gewisser, nicht allzu enger Grenzen bestimmt ist; die späteren Formen brauchen im Keim ebenso wenig präformiert zu sein, wie die Form des kristallisierten Salmiaks in seinen Elementen, Stickstoff, Wasserstoff und Chlor, präformiert ist.

Zu Seite 369.<sup>40</sup> Hier finden die Betrachtungen der vorigen Anmerkung sachgemäße Anwendung.

Zu Seite 380.<sup>41</sup> Die energetische Auffassung der geistigen Vorgänge hat seitens der philosophischen und wissenschaftlichen Mitarbeiter eine ziemlich verschiedenartige Beurteilung erfahren, die von einfacher Anerkennung ihrer Brauchbarkeit bis zur vollständigen Verwerfung als einer „Entgleisung“ eines im Übrigen leidlich verständigen Naturforschers gegangen ist. Ich habe mich dadurch veranlasst gesehen, den Gedanken wiederholt durchzuarbeiten, mit dem Ergebnis, dass ich vielleicht über manche Punkte klarer geworden in der Hauptsache aber auf dem früheren Standpunkte stehen geblieben bin. Insbesondere sind vollständig jene leisen, halb bewussten Beunruhigungen ausgeblieben, welche, dem Sokratischen Dämon vergleichbar, so oft den Forscher auf die Bedenklichkeit dieser oder jener Ansicht aufmerksam machen, lange bevor ihm deren schwache Punkte sachlich klar geworden sind. So bleibt mir nichts übrig, als meinen wenigen Gesinnungsgenossen für ihren Beistand zu danken, und denen, die jene Ansicht anzunehmen zögern, ein erneutes Durchdenken derselben zu empfehlen. Dass der letztere Rath nicht unnötig ist, ergibt sich insbesondere aus dem häufigen Auftreten eines Missverständnisses, gegen dessen Möglichkeit ich im Text mich genügend durch eingehende Darlegungen gesichert zu haben glaubte, das aber trotzdem immer wieder auftritt.

Es ist dies die Ansicht, dass das Entstehen und Verschwinden von geistiger Energie, ohne dass andere geistige Energie dazu verbraucht oder dabei gebildet wird, eine Verletzung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie darstelle. So findet sich beispielsweise die aus dem Verlaufe der Geschichte ersichtliche Vermehrung des geistigen Kapitals der Menschheit als eine schlagende Widerlegung meiner Ansicht erwähnt. Dabei wird übersehen, dass es ein Gesetz überhaupt nicht gibt, wonach die Menge irgend einer einzelnen Energieart keiner Veränderung ihres Gesamtbetrages unterliegen sollte; umgekehrt wird unter anderem allgemein angenommen, dass in jedem abgeschlossenen Gebilde die Menge der Wärme auf Kosten der anderen Energiearten beständig zunimmt. Es liegt also ganz und gar innerhalb der Gesetzmäßigkeit des ersten Hauptsatzes, dass sich geistige Energie unter geeigneten Umständen auf Kosten anderer Energien bilden kann, und ebenso, dass solche verschwindet, indem sie sich beispielsweise in Wärme verwandelt. Es wirft kein gutes Licht auf die Gründlichkeit der Studien jener Gegner, dass ihnen diese einfachen Dinge wiederholt klargelegt werden müssen. Vgl. S. 398.

---

<sup>40</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 369 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 19 in den „Mitteilungen“ 2/2009. (17. Vorlesung: Reizbarkeit und Gedächtnis).

<sup>41</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 380 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 10 in den „Mitteilungen“ 3/2009. (18. Vorlesung: Das geistige Leben).

Zu Seite 388.<sup>42</sup> Die hier entwickelte Theorie der angenehmen oder willkommenen Empfindungen ist unvollständig und enthält nicht alle Elemente, die zu einer ausreichenden Theorie des Glückes erforderlich sind. Es fehlt nämlich die Hervorhebung des negativen oder Unlustfaktors, der durch die widerwillig ausgeführten Handlungen oder betätigten Energieumsätze gekennzeichnet wird. Wie sich unter Aufnahme dieses Faktors die Theorie des Glückes gestaltet, findet sich in den Annalen der Naturphilosophie Bd. 4, S. 459 dargelegt.

Zu Seite 392.<sup>43</sup> Man kann eine Stütze dieser Anschauungen in den Ergebnissen der neueren anatomischen Forschungen erblicken, nach welchen die verschiedenen Komplexe aus Nerven und Ganglien, die Neuronen, mit einander nicht in stetiger Verbindung stehen, sondern dort, wo sie einander zu beeinflussen eingerichtet sind, in fein verästelte Apparate, die Endbäumchen, übergehen, die einander nahe gegenüberstehen, ohne mit einander zu verschmelzen. Hiernach ist es auch unwahrscheinlich, dass die in den Nerven verkehrende Energie, von welcher Art sie auch sein möge, aus einem Neuron in das andere unverändert übergehen kann, da hierzu die anatomische Kontinuität fehlt. Vielmehr wird man diese Anordnung als eine Einrichtung deuten können, vermöge deren die Energie des einen Neurons eine geeignete Transformation erleidet, bevor sie auf das andere übergehen kann. Ich gebe diese Andeutung mit all' den Vorbehalten, die dem Laien in allen Fällen geziemt, wo er die vorhandenen und festgestellten Tatbestände nur unvollständig kennt.

Zu Seite 393.<sup>44</sup> Der Versuch, das Bewusstsein in kausalen Zusammenhang mit der Nervenenergie zu bringen, hat mannigfaltige Bedenken erregt, die zumeist aus der Ansicht entspringen, dass man die subjektive Tatsache des Bewusstseins nicht ohne Weiteres mit dem objektiven Begriff der Energie verbinden könne. So ganz ohne Weiteres ist ja diese Verbindung auch nicht angenommen worden, denn wenn auch die Energie eine notwendige Voraussetzung jeder Bewusstseinstätigkeit genannt werden muss, so ist doch im Texte genügend betont worden, dass zur Entstehung dieser besonderen Erscheinung auch eine besondere Organisation gehört, die in der Großhirnrinde vorhanden ist. Versuchen wir uns Rechenschaft von den wesentlichsten Kennzeichen dieser Organisation zu geben, so besteht sie in der Fähigkeit, für die Beurteilung der Gegenwart nicht nur die gegenwärtigen Sinnesindrücke zu benutzen, sondern daneben auch die Erfahrung, d.h. die Erinnerung an frühere Erlebnisse und ihre Zusammenhänge. Wir erkennen hier, dass die Bildung des Zeitbegriffes einen wesentlichen Bestandteil des Ichbegriffes bildet, denn ein zeitloses Ich wäre ein Widerspruch in sich. Es erweist sich wiederum die organische Eigentümlichkeit der Erinnerung als die Grundlage dieser höchsten Ausbildung des uns bekannten geistigen Lebens. Denn mit unseren Erinnerungen

---

<sup>42</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 388 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 15/16 in den „Mitteilungen“ 3/2009. (18. Vorlesung: Das geistige Leben).

<sup>43</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 392 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 4 in den „Mitteilungen“ 2/2010. (19. Vorlesung: Das Bewusstsein).

<sup>44</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 393 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 4/5 in den „Mitteilungen“ 2/2010. (19. Vorlesung: Das Bewusstsein).



geht uns nicht nur das Bewusstsein unserer Persönlichkeit verloren, sondern auch Charakter und Eigenschaften desselben, wie dies aus zahllosen normalen und pathologischen Erscheinungen bekannt ist. Hieraus scheint mir so viel wenigstens hervorzugehen, dass wir nicht mehr vor dem Problem des Ich als vor einem aller rationellen Bearbeitung unzugänglichen Rätsel, als einem von allen anderen Erscheinungen durch eine unüberbrückbare Kluft geschiedenen Geheimnis gegenüberstehen, sondern dass wir ganz wohl auch an die nüchterne wissenschaftliche Bearbeitung dieser Aufgabe gehen können, wenn wir uns auch bewusst sind, dass gerade die große Nähe des Gegenstandes dieser Forschung uns die Gewinnung eines wissenschaftlichen Überblickes sehr erschwert. Dass aber dies Problem mit dem der Nervenenergie in einem einseitigen Zusammenhange steht, ergibt sich aus dem bereits im Texte hervorgehobenen Umstande, dass ein großer Anteil der letzteren sich betätigt, ohne ins Bewusstsein einen entsprechenden Vorgang hervorzurufen. Hierdurch wird die Frage hervorgerufen, warum einige Betätigungen unseres nervösen Apparates mit Bewusstseinserscheinungen verbunden sind und viele andere nicht, und man erkennt, dass das Problem des Bewusstseins oder des Ich ein viel spezielleres ist, als das der nervösen und Gehirnvorgänge im allgemeinen. Daher muss man auch diese Frage durchaus trennen von der Frage der Nervenenergie überhaupt, und die Anerkennung der letzteren ist nicht abhängig davon, dass jenes Problem zuerst gelöst wäre.

Zu Seite 406.<sup>45</sup> Inzwischen bin ich von zuständiger Stelle darüber belehrt worden, dass meine Annahme, E. v. HARTMANN sei von der metaphysischen Verwertung des (einigermaßen persönlich gedachten) Unbewussten zurückgekommen, irrtümlich gewesen ist.

Zu Seite 411.<sup>46</sup> hier sind die Anmerkungen zu S. 393 nachzusehen.

Zu Seite 421.<sup>47</sup> Diese vor vier Jahren geschriebenen Darlegungen scheinen mir gewissen neuesten philosophischen Bewegungen gegenüber, welche wieder dem Wollen, Wählen und Werten eine einzige und ausgezeichnete Stellung zu erobern versuchen, nicht nur richtig, sondern auch beherzigenswert zu sein.

Zu Seite 434.<sup>48</sup> Etwas eingehendere Betrachtungen über die Theorie der Kunst finden sich in meinem Vortrage „Kunst und Wissenschaft“ (Leipzig 1905).

Zu Seite 448.<sup>49</sup> Die physikochemischen und psychophysischen Bedingungen der Malerei finden sich erörtert in meinen „Malerbriefen“ (Leipzig 1904).

---

<sup>45</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 406 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 13 in den „Mitteilungen“ 2/2010. (19. Vorlesung: Das Bewusstsein).

<sup>46</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 411 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 4/5 in den „Mitteilungen“ 2/2010. (19. Vorlesung: Das Bewusstsein), vgl. Fußnote 43.

<sup>47</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 421 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 10 in den „Mitteilungen“ 1/2011. (20. Vorlesung: Der Wille).

<sup>48</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 434 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 4/5 in den „Mitteilungen“ 2/2011. (21. Vorlesung: Das Schöne und das Gute).

<sup>49</sup> Hier verweist OSTWALD auf Seite 448 des Originals. Dem entspricht in unserem Abdruck S. 13/14 in den „Mitteilungen“ 2/2011. (21. Vorlesung: Das Schöne und das Gute).

## Wilhelm Ostwald (1853-1932) zum 80. Todestag

Jan-Peter Domschke

Am 4. April 1932 stirbt Wilhelm Ostwald im 78. Lebensjahr in Leipzig. Die Urne wird im aufgelassenen Steinbruch auf seinem Landsitz „Energie“ in Großbothen beigesetzt. Bis in seine letzten Lebensjahre hinein schreibt und spricht der Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald zu Problemen der Wissenschaft und Technik, zur Ethik, zur Wissenschaft und Kunst und zur Farbenlehre. Wenige Monate vor seinem 75. Geburtstag bekennt Wilhelm Ostwald in einem Vortrag, dass jeder grundsätzliche Fortschritt auf einem bestimmten Wissens- oder Tätigkeitsgebiet von der Mehrzahl der dort beheimateten „Fachleute“ abgelehnt und bekämpft werde, weil alles Neue ihre eigenen Kenntnisse entwerte. Wilhelm Ostwald spricht damit seine Lebenserfahrung aus. Eine umfassendere Würdigung der überragenden Verdienste des Gelehrten, nicht nur in der Physikalischen Chemie, kann diese Würdigung nicht leisten, aber wir möchten daran erinnern, dass inzwischen von den Mitgliedern der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen und anderen Autoren zahlreiche wissenschaftliche Publikationen vorliegen. (<http://www.wilhelm-ostwald.de/seiten/s124.htm>)

Der Nobelpreisträger des Jahres 1909 war einer der vielseitigsten und produktivsten Gelehrten am Ausgang des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Er verfasste 45 wissenschaftliche Bücher, 500 wissenschaftliche Abhandlungen und Aufsätze, schrieb mehr als 4000 Referate und gab sechs Zeitschriften heraus. Der Briefwechsel mit etwa 5000 Adressaten gibt Zeugnis von seinen vielseitigen Kontakten. Wilhelm Ostwald war Ehrendoktor von neun Universitäten und Mitglied von 18 wissenschaftlichen Akademien.

Gemeinsam mit Svante Arrhenius und Henricus van't Hoff bahnte Wilhelm Ostwald der physikalischen Chemie den Weg zur eigenständigen Wissenschaft. Er begründete die Leipziger Schule der physikalischen Chemie und sein Institut an der Universität Leipzig besaß in seiner Wirkungszeit Weltgeltung. Einen Höhepunkt bildeten Wilhelm Ostwalds Forschungen zur Katalyse, für die er 1909 den Nobelpreis erhielt.

Der Gelehrte gilt schon in jungen Jahren als herausragendes Talent. Sein akademischer Lehrer Carl Schmidt empfiehlt ihn im November 1881 dem Direktor des Polytechnikums Riga zur Berufung mit den Worten:

*„Ostwald ist mein mehrjähriger Assistent, ... er wird ein Stern erster Größe, auf dem Grenzgebiete zwischen Chemie und Physik, dessen Bearbeitung beiderseitige gleichgründliche Durchbildung zur unerlässlichen Bedingung tüchtiger Erfolge macht. Ostwald ist außerdem ein sehr geschickter und gewandter Experimentator, Mechaniker und Glasbläser etc., der sich seine Apparate in ingenösester Weise, trotz dem besten Mechanikus zusammenbläst und arrangiert, eine unermüdete Arbeitskraft, besitzt eine treffliche mündliche wie schriftliche Darstellungs-gabe, klar, concis, streng logisch, auch für weitere Kreise geeignet.“*

Am 27. November 1881 wird Wilhelm Ostwald im Alter von 28 Jahren zum Ordinarius für Chemie am Polytechnikum Riga gewählt. Von der charakterlichen Stärke und Größe Wilhelm Ostwalds zeugt sein Urteil über die Dissertation von Svante Arrhenius aus dem Jahre 1884. Deren Kernthese „Eine Säure ist umso stärker, je größer ihr Aktivitätskoeffizient ist.“ entwertet zum Teil seine eigenen umfangreichen Studien. Trotzdem schreibt Ostwald in einer kurzen Notiz dazu: „*Dem Autor dieser Abhandlungen, die zu dem Bedeutendsten gehören, was auf dem Gebiet der Verwandtschaftslehre publiziert worden ist, kommt nicht nur die Priorität der Publikation, sondern auch die der Idee zu....*“ Wilhelm Ostwald und Svante Arrhenius verbindet bis zu dessen Tod im Jahre 1927 eine enge Freundschaft.

Mit der Berufung Wilhelm Ostwalds auf den Lehrstuhl für physikalische Chemie der Universität Leipzig im Juli 1887 wird der Bedeutung der aufstrebenden Wissenschaftsdisziplin und der des Wissenschaftlers Wilhelm Ostwald zwar Genüge getan, aber Konflikte mit der konservativen Professorenschaft bleiben nicht aus, denn der sächsische Minister des Kultus und öffentlichen Unterrichts berief ihn ohne das Votum der Philosophischen Fakultät. Man kritisierte, dass der Kandidat von einer Technischen Hochschule komme, kein Lateingymnasium absolviert habe, die außerordentliche Professur nicht durchlief und außerdem Russe (!) sei. Geradezu diametral zu den wissenschaftlichen Erfolgen und der internationalen Anerkennung von Wilhelm Ostwald spitzten sich vergleichsweise nichtige Anlässe, vor allem nach der Jahrhundertwende, immer wieder zu, denn an der Philosophischen Fakultät in Leipzig war, im Vergleich zu anderen europäischen Universitäten, die Dominanz der Philosophen und Philologen besonders groß, ein Umstand, gegen den Wilhelm Ostwald auf vielfältige Weise protestierte. Der Mehrzahl der Fakultätsmitglieder bescheinigte Wilhelm Ostwald einen scholastischen Wissenschaftsbegriff, und er trat nicht selten als Gegner der professionellen Philosophen und deren elitäres Philosophieverständnis auf. Wilhelm Ostwald betont dagegen, dass die Wissenschaft der Erhöhung des allgemeinen Kulturniveaus der Menschheit zu dienen habe, ihr Zweck bestehe letztlich darin. Auch Wilhelm Ostwalds philosophische Studien geraten zwischen die Fronten der verschiedenen weltanschaulichen, ideologischen und politischen Richtungskämpfe. Insofern empfanden die Gegner die im Jahre 1901 von Wilhelm Ostwald veranstalteten „Vorlesungen über Naturphilosophie“ im Auditorium Maximum an der Leipziger Universität vor mehr als 400 Zuhörern, die Herausgabe der „Annalen der Naturphilosophie“ ab 1902 und die Einladung des Gelehrten als „Naturphilosoph“ zum Internationalen Gelehrten-Kongress anlässlich der Weltausstellung nach St. Louis (USA) 1904 als Provokation. Wilhelm Ostwald gerät mit seinen Kritiken und Aktivitäten mehr und mehr in eine Außenseiterrolle. Am 18. Dezember 1904 beantragt er beim Ministerium eine Befreiung von den Vorlesungen, um den letzten Band seines „Lehrbuch der allgemeinen Chemie“ fertig zu stellen. Die Fakultät lehnt in ihrer Stellungnahme dieses Gesuch ab. Die Fronten sind verhärtet, und Wilhelm Ostwald beantragt seine Versetzung in den Ruhestand. In dieser gespannten Situation wird bekannt, dass der Gelehrte von den USA als erster Teilnehmer am deutsch-

amerikanischen Professoren Austausch ausgewählt wurde. Er liest an den Universitäten Harvard und Columbia und an anderen wissenschaftlichen Einrichtungen. Anfang Februar 1906 tritt er die Heimreise an. In Leipzig hat sich die Situation nicht verändert, deshalb erneuert Ostwald unmittelbar nach seiner Rückkehr seinen Pensionierungsantrag und gibt seinen Lehrstuhl an der Universität Leipzig auf.

Die Leipziger Zeit ist die Zeit der größten Erfolge des Wissenschaftlers. Nicht nur dass er im Januar 1898 das erste spezialisierte Institutsgebäude für physikalische Chemie in Deutschland in der Linnéstraße in Leipzig beziehen kann, sondern sowohl die Untersuchung katalytischer Prozesse als auch die zur Ammoniaksynthese sowie zur Salpetersäuregewinnung aus Ammoniak gehören dazu. Die Gewinnung von Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff mit Hilfe eines Eisenkatalysators gelingt zwar, aber Versuchsfehler durch unsaubere Ausgangsmaterialien führen zu unkorrekten Ergebnissen, die Patentanmeldung vom Jahre 1901 verfällt. Die Oxydation von Ammoniak zu Stickoxyden als Ausgangspunkt für die Salpetersäureproduktion verläuft dagegen erfolgreich. Es gelingt, die Reaktionsbedingungen so zu gestalten, dass eine befriedigende Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure gewährleistet wird. Am 13. Februar 1902 beginnt die Säureproduktion, im Jahre 1906 nimmt eine Anlage zur täglichen Produktion von 300 kg Salpetersäure den Betrieb auf. Bereits 1894 setzt sich Wilhelm Ostwald für die Gründung einer Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft ein und übernimmt für einige Jahre den Vorsitz der neuen Körperschaft. Im gleichen Jahr erscheint der Beitrag „Chemische Theorie der Willensfreiheit“ mit grundsätzlichen Ausführungen zu den Auslösungserscheinungen und zur Katalyse. Weiterhin beschäftigt sich der Beitrag mit verschiedenen Katalysatoren, darunter auch der Fermente. Ergebnis dieser Überlegungen ist die Katalyse-Definition: „... *das eine für sich in einer bestimmten Zeit verlaufende chemische Reaktion durch die Gegenwart eines fremden Stoffes, der am Ende der Reaktion in demselben Zustande ist, wie am Anfange, eine Änderung seines zeitlichen Verlaufes erfährt.*“ Paul Walden errechnet 1903 den Gesamtumfang der Lehrbücher von Wilhelm Ostwald auf 16 Bände von Meyers Konversations-Lexikon.

Ende August 1906 bezieht die Familie Ostwald den Landsitz „Energie“ in Großbothen. Wilhelm Ostwald versteht sich jetzt als „freier Forscher“, der die Möglichkeit hat, sich ausschließlich den Themen zu widmen, die ihn interessieren, er muss aber die Ergebnisse seiner Tätigkeit angemessen honoriert erhalten. Seine Publikationstätigkeit und seine Mitwirkung in Vereinen, Gesellschaften, Institutionen usw. wächst stark an. In den wenigen Jahren zwischen 1906 und 1912 verfasst der Gelehrte zahlreiche Bücher, so erscheint 1906 „Die internationale Hilfssprache und das Esperanto“, 1908 „Die Energie“ und „Der Werdegang einer Wissenschaft“, im Jahre 1910 „Große Männer“ und „Erfinder und Entdecker“. 1911 veröffentlicht Wilhelm Ostwald die Schriften „Die Brücke“ und „Die Forderung des Tages“, 1912 erscheint „Der energetische Imperativ“ und 1913 die „Die Philosophie der Werte“. Von den bisher bekannten mehr als 2000 Büchern und Artikeln entstehen etwa 40% in den Jahren von 1906 bis 1914. Nicht inbegriffen sind in dieser

Abschätzung ca. 6000 Rezensionen und Buchbesprechungen in der „Zeitschrift für physikalische Chemie“. Außerdem erreichen ihn viele Einladungen zu Vorträgen und Bitten um Beiträge für Publikationen.

Die Trennung von der Universität ist allerdings mit der Aufgabe seiner aktiven Beteiligung an der Entwicklung der physikalischen Chemie verbunden. Zu Robert Luther, einem ehemaligen Mitarbeiter und geschäftsführenden Herausgeber der „Zeitschrift für physikalische Chemie“, besteht zwar weiterhin Kontakt, aber Wilhelm Ostwald fehlen jetzt die jungen Mitarbeiter und die materiellen Möglichkeiten, er ist weitgehend auf die eigene Arbeitskraft angewiesen. Das Ausscheiden aus der wissenschaftlichen Gemeinschaft und der damit verbundene Verlust der kollegialen Kritik wiegen weniger schwer, weil die Interessengebiete des „freien Forschers“ Wilhelm Ostwald bereits vorher oft weit außerhalb des universitären Bereiches lagen.

Wilhelm Ostwald beschäftigt sich in den ersten Jahren in Großbothen vor allem mit der philosophischen „Energetik“ und dem bereits 1904 von ihm daraus abgeleiteten energetischen Imperativ „Vergeude keine Energie - verwerte sie!“ Er legitimiert damit seine zahlreichen Studien zur Organisation der geistigen Arbeit, zur Weltsprache, zur weltweiten Normung, zu Schul- und Bildungsfragen, zur Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie und die unterschiedlichen Aktivitäten, von denen die zur Integration Europas in der wissenschaftlichen Sphäre zwischen 1908 und 1914 hervorzuheben sind. 1911 ist er gleichzeitig Präsident der „Internationalen Assoziation der Chemischen Gesellschaften“, des Weltsprachebundes und des „Deutschen Monistenbundes“. Im gleichen Jahr gründet Ostwald „Die Brücke - Internationales Institut zur Organisation der geistigen Arbeit“.

Der Erste Weltkrieg unterbricht fast alle internationalen Kontakte und vernichtet auch die Bemühungen Ostwalds zur wissenschaftlichen und politischen Zusammenarbeit der Staaten für viele Jahre. Deshalb wendet er sich im Alter von 61 Jahren der Farbforschung zu. Mit seinen Erfahrungen als Chemiker, Philosoph, Maler und Organisator nimmt er sich vor, Ordnung in die Welt der Farben zu bringen. Im März 1915 publiziert Wilhelm Ostwald die bisherigen Erkenntnisse und das Programm der weiteren Arbeit in Leitsätzen. Im Jahre 1919 stellt der Gelehrte seine Farblehre vor. Die Reaktion ist zwiespältig, denn es kommt von Anfang an zu Konflikten zwischen ihm und den Auffassungen von Vertretern der akademischen Kunstmaler und Kunsthistoriker. Bis zum Ende seines Lebens muss sich Wilhelm Ostwald mit deren Vorwürfen auseinandersetzen.

Das Lebenswerk Wilhelm Ostwalds ist vielgestaltig. Seine Interessen waren vielfältig und seine Produktivität außerordentlich. Als seine wichtigsten Arbeitsgebiete sind die Physikalische Chemie, die Philosophie und die Farbenlehre zu nennen. Daran schließt sich eine Vielfalt von Fachgebieten an, beginnend bei Medizin und Biologie über Wissenschaftsgeschichte und -organisation bis hin zur Pädagogik, Maltechnik und Kunsttheorie, zu deren Entwicklung er beigetragen hat. Vieles wurde in den Bestand der jeweiligen Disziplin aufgenommen, anderes verworfen oder vergessen. Jedoch zeugt das lebhafteste Interesse, das seine Arbeiten

noch immer hervorrufen, von der Wirkung mancher Idee. Wilhelm Ostwald hat in seiner Schrift „Große Männer“ eine Typologie für Wissenschaftler aufgestellt, er unterscheidet „Klassiker“ und „Romantiker“. Der Gelehrte gehört zu den „Romantikern“, die sich durch Ideenfülle, Begeisterung und eine außergewöhnliche Kreativität und Produktivität auszeichnen. Dazu bedürfen sie eines Umfelds, das ihre Ideen und Pläne aufnimmt und weiterführt. Sie sind damit die erfolgreichsten Begründer und Leiter von wissenschaftlichen Schulen.

Paul Walden schreibt in seinem Nekrolog auf Wilhelm Ostwald:

*„Er wandelte den Lebensweg, der ihn zu den höchsten Stufen wissenschaftlicher Ehrung hinaufführte, in voller harmonischer Ausbildung des eignen Ich, als ein Glücklicher, der die Wissenschaft und die schöne Literatur, die Musik und die Malerei in gleicher Weise liebte und ausübte. Wenn dieser Glückliche durch seine Kampffreudigkeit sich auch Gegner schuf, so siegte doch schließlich der Zauber seiner heiteren Persönlichkeit. 'Große Talente sind (nach Goethe) das schönste Versöhnungsmittel'.“*

## Zeit und Raum<sup>1</sup>

Udo Strohmusch

### 1. Wie die Zeit vergeht

Wir erleben die Zeit in den Veränderungen, die wir in unserer Umgebung beobachten und auch an und in uns verspüren. Sie vergeht und fließt offensichtlich immer nur in einer Richtung dahin. Was noch Zukunft ist, wird zur Vergangenheit, die in unserem Gedächtnis weiterlebt. Ein höchst subjektiver Prozess dieses Übergang von noch nicht Existierendem in Vergangenes getrennt durch eine kurze Gegenwart, deren Dauer wir individuell je nach Erlebnissituation unterschiedlich empfinden und durchleben.

Zeit ist für den Menschen schwer zu verstehen. Aber wir können sie messen. Genauer gesagt: wir können den Lauf der Zeit objektiv verfolgen und Zeitintervalle sehr genau vermessen. Dazu dienen Uhren. Ihr wandernder Zeiger ist ein treues Spiegelbild der fortschreitenden Zeit. Unbestechlich nennen uns die Uhren eine objektive physikalische Zeit, wie sie zur Einordnung und Koordination verschiedenster Ereignisse unseres Lebens und zur Beschreibung von Naturgesetzen benötigt wird. Die damit erzielten großen Erfolge haben umgekehrt unsere Vorstellung von der Zeit wesentlich mitgeprägt, aber auch Vorurteile über ihre Allgütigkeit verfestigt, die sich als falsch erweisen sollten.

Im Folgenden gebe ich zunächst einen kurzen Überblick über die Entwicklung der Uhr und ihrer Messgenauigkeit (Kap. 2). Ein historischer Rückblick, der in NEWTONS berühmten und viel zitierten Satz von der absoluten Zeit mündet, schließt sich an (Kap. 3). Der „Sturz der absoluten Zeit“ begann erst 200 Jahre danach mit der Entdeckung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Sie ist der deutliche Fingerzeig, den uns die Natur gibt, dass etwas mit der herkömmlichen Vorstellung von der absoluten Zeit nicht stimmen kann. EINSTEIN hat das mit seiner Relativitätstheorie auch so interpretiert und die Erfolge geben ihm Recht (Kap. 4). Die spektakulärste Konsequenz ist der Einfluss, den Bewegung und Gravitation auf den Lauf der Zeit nehmen, und die daraus resultierende prinzipielle Möglichkeit von Zeitreisen (Kap. 5).

Als größte Überraschung der Kosmologie des zwanzigsten Jahrhunderts gilt die Entdeckung der ständig wachsenden Ausdehnung des Universums. Dreht man den Film der Expansion zurück, gelangt man zu einem Punkt der Zeit und des Raums, wo nach der Vorstellung der meisten Wissenschaftler alles in einer unvorstellbaren Explosion seinen Anfang nahm (Kap. 6).

Die Relativitätstheorie und die bahnbrechenden Erfolge der Kosmologie griffen nicht nur in althergebrachte Vorstellungen von der Zeit ein, sondern zwangen die Physiker auch, den Raumbegriff zu überdenken. Sie haben aber insbesondere dem Begriff der Zeit nichts von dem ihm anhaftenden Geheimnisvollen nehmen können (Kap. 7).

---

<sup>1</sup> Vortrag vom 25. September 2010 in der Reihe „Großbothener Gespräche“.

## 2. Von der Sonnenuhr zur Atomuhr

Der Schatten eines in den Boden gesteckten Stabes ist der Zeiger der ältesten Uhr. Er markiert den Stand der Sonne am Himmel bzw. den der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne und bei ihrer Rotation um ihre Nord-Süd-Achse. Um vom Sonnenschein unabhängig zu sein, nutzte man außerdem kontinuierlich verlaufende Prozesse. Hier ist die Menge des durch enge Öffnungen strömenden Wassers oder Sandes ein gutes Maß für die „fließende“ Zeit.

Periodische Vorgänge wie das Schwingen des Pendels lernte man erst viel später zur Zeitmessung anzuwenden. Ein trickreicher Mechanismus zur Hemmung der Drehung eines Rads im Takt des Pendels war die Grundlage der ersten Pendeluhr mit mechanischem Räderwerk, die 1673 von Christian HUYGENS konstruiert wurde. Zeitgenossen sahen kurioserweise im „Zerhacken der Zeit“ durch diese Erfindung einen abscheulichen Eingriff in den ruhigen Fluss der Zeit. Immerhin verbesserte dieses Sakrileg mit einem Schlag die Genauigkeit der Zeitmessung von 15 Minuten pro Tag bei den Wasseruhren auf wenige Sekunden (Abb. 1).

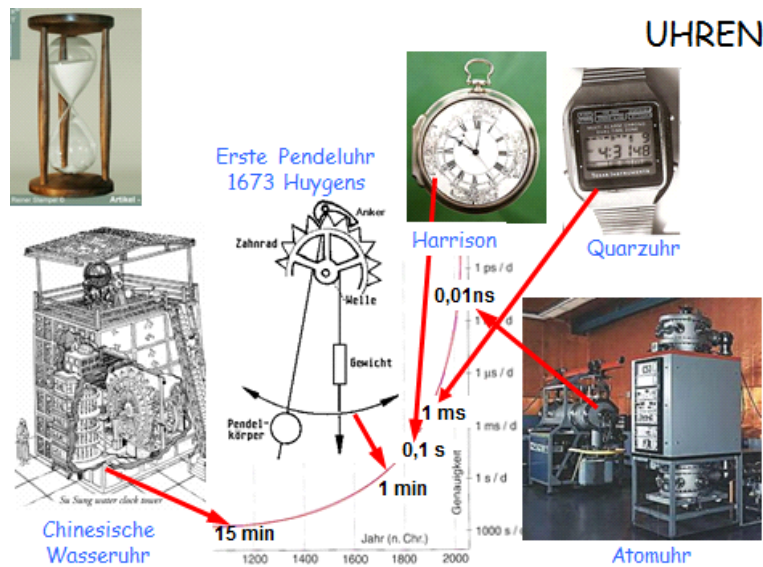


Abb. 1. Entwicklung der Ganggenauigkeit der Uhr in 1000 Jahren (Die Zahlenangaben an den Pfeilspitzen sind Fehlermargen pro Tag).

Die Präzision der Zeitmessung steigt mit jeder Idee der Uhrmacher ein Stückchen weiter an. Sicher ist es der Ehrgeiz des Erfinders, der einmal Begonnenes zur immer höheren Qualität treiben lässt. Es waren aber auch wachsende Forderungen an die Genauigkeit der Zeitmessung. Im Jahr 1765 bekam der Tüftler



John HARRISON für sein Chronometer Nr. 4 den sehr hohen Preis zugesprochen, den die britische Regierung 1714 für die Entwicklung eines präzisen see-tüchtigen Chronometers zur genaueren Bestimmung von Schiffspeditionen ausgelobt hatte. Es hat 50 Jahre gedauert, bis der geforderte Genauigkeitsgrad von weniger als einer Sekunde pro Tag an Bord eines Schiffs erreicht werden konnte.

Ein neues Uhren-Zeitalter leitet die Entwicklung der Elektrotechnik ein; sie ermöglicht wachsende Schwingfrequenzen und damit eine immer feinere Zeiteinteilung. Schwingt die Unruh mechanischer Präzisionsuhren etwa 10mal in der Sekunde, erreicht der Piezo-Kristall in Quarzuhren eine Frequenz von über 30.000 pro Sekunde mit entsprechend erhöhter Genauigkeit, die den Bruchteil von Millisekunden erreicht. Mit Hilfe so präziser Uhren gelangen überraschende Beobachtungen z.B. die, dass die Erdrotation gar nicht die Gleichmäßigkeit besitzt, die man ihr zugeschrieben hatte. Veränderung des Drehmoments der Erde auf Grund der Gezeiten oder langfristiger Verformungen der Oberfläche oder Umlagerungen im Erdkern sind die Ursache für die Änderung der Rotationsgeschwindigkeit des Erdballs (Im Zeitalter der Dinosaurier rotierte die Erde schneller als heute) [1]. Die Effekte sind, aufs Jahr bezogen, sehr klein, aber sie gaben Anlass, über eine neue Definition unserer Zeiteinheit, der Sekunde, nachzudenken.

Noch schnellere periodische Vorgänge als in Schwingquarzen finden im Innern von Molekülen und Atomen statt. Atomuhren, die in ihrer heutigen Form mit Cäsium als Zentralatom im Jahr 1955 erstmalig gebaut wurden, haben inzwischen eine Ganggenauigkeit von drei Milliardstel Sekunden pro Tag. Diese immense Genauigkeit lässt sich vielleicht erst begreifen, wenn man bedenkt, dass das schnellste aller Signale, ein Lichtblitz, von den dreihunderttausend Kilometern, die es in einer Sekunde zurücklegt, in drei Milliardstel Sekunden lediglich einen Meter überstreicht. Andererseits bedeutet das, dass Atomuhren unerlässlich sind, will man Ortsbestimmungen mit der Genauigkeit von einigen Metern über Zeitmessung an Lichtsignalen vornehmen, wie es etwa im Navigationssystem GPS (Global Position System) geschieht.

Die Anforderungen an das GPS sind so hoch, dass bei der Zeitmessung ein uns hier vielleicht als verrückt erscheinendes Verhalten der Zeit berücksichtigt werden muss: sie vergeht in den großen Höhen der Sonden wegen der kleineren Gravitationskraft etwas schneller als auf dem Erdboden. Einen kleineren Effekt verursacht zusätzlich die Geschwindigkeit der Sonden: sie sorgt für eine minimale Verlangsamung des Zeitlaufs gegenüber erdbodenfesten Uhren. Diese relativistischen Effekte sind sehr klein; summa summarum schreitet durch sie die Zeit in den Sonden im konkreten Fall nur 40 Milliardstel Sekunden pro Tag schneller voran. Aber ohne entsprechende Korrektur würde die GPS-Navigation bald aus dem Ruder laufen.

Mit der Diskussion relativistischer Zeiteffekte im GPS habe ich dem übernächsten Kapitel etwas vorgegriffen und möchte jetzt erst einmal auf eine Zeit zurückblicken, die noch „in Ordnung“ war.

### 3. Als die Zeit noch in Ordnung war

Werfen wir also einen Blick weit zurück bis ins 17. Jahrhundert, gegen dessen Ende NEWTON sein Werk *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, kurz „die Principia“ genannt, veröffentlichte. Dieses Werk gilt als eines der größten physikalischen und astronomischen Bücher aller Zeiten. Newton selbst bemerkte zu seiner Arbeit: „Wenn ich weiter sehen konnte, so deshalb, weil ich auf den Schultern von Riesen stand.“ Diese Bescheidenheit kommt in einem Brief an Robert HOOKE, 5. Februar 1675/76, zum Ausdruck, entsprach aber durchaus nicht seiner sonstigen Art. Mit den „Riesen“ meinte er KOPERNIKUS (1473-1543), KEPLER (1571-1630) und GALILEI (1564-1642).

KOPERNIKUS hatte die Erde aus dem Zentrum der Welt entfernt und die Sonne an ihre Stelle gesetzt. KEPLER erkannte rund 70 Jahre später, dass die Planetenbahnen ellipsenförmig sind und dass zwischen der Entfernung der Planeten von der Sonne und ihren Umlaufzeiten ein einfacher, heute als „Keplersche Gesetze“ bekannter Zusammenhang besteht. Eine physikalische Erklärung für diese Gesetzmäßigkeit gab es allerdings lange nicht.

GALILEI hatte sich zunächst mit kinematischen Vorgängen auf der Erde befasst. Für die Untersuchung von Bewegungen wie die des Pendels oder fallender Körper benutzte er als Zeitmaß seinen Pulsschlag und später Wasseruhren. Aus den Resultaten seiner Experimente leitete er das Gesetz des Freien Falls ab. Eine Konsequenz, dass alle Körper (bei vernachlässigbarer Luft-Reibung) unabhängig von ihrem Gewicht gleich schnell fallen, sollte drei Jahrhunderte später (1921) der Ausgangspunkt für die Allgemeine Relativitätstheorie werden.

GALILEI war der erste Forscher, der ein Fernrohr für die Wissenschaft einsetzte und auf Himmelskörper richtete. Die Vielzahl von Entdeckungen, die er mit dem Fernrohr machte, war für ihn der Beweis der Richtigkeit des heliozentrischen Systems des KOPERNIKUS, für das er öffentlich eintrat und sich die Kritik des Heiligen Offizium zuzog.

NEWTON hat mit seiner in den „Principia“ veröffentlichten Theorie von der Schwerkraft gezeigt, dass die himmlische und die irdische Mechanik unter dem Regime derselben physikalischen Gesetze stehen – ein entscheidender Bruch mit den Ansichten der traditionellen auf ARISTOTELES zurückgehenden Lehre, wonach die Verhältnisse im Himmel grundlegend anderen Gesetzen unterliegen sollten als auf der Erde.

NEWTONS Theorie liefert die wissenschaftliche Erklärung für die KEPLER'schen Gesetze der Planetenbewegung ebenso wie für die von GALILEI empirisch gefunden Regeln des Freien Falls. Es ist dasselbe Gravitationsgesetz, das die Bahn der Erde um die 150 Millionen Kilometer entfernte Sonne regiert wie die Bewegung des Mondes um die Erde oder die Flugbahn des über den Bach geworfenen Steins.

Bei dem umfassenden Erfolg seiner Bewegungsgesetze und des Gravitationsgesetzes lag es für NEWTON nahe, sich Gedanken über eine ebenso umfassende Gültigkeit der Zeit und ihres Verlaufs und darüber hinaus auch über den Raum zu

machen. Alles Geschehen findet schließlich in Zeit und Raum statt. Der Lauf der Zeit, der in den Bewegungsgleichungen als Parameter enthalten ist, war für ihn selbstverständlich überall unveränderlich und unbeeinflussbar der gleiche. Ebenso gewiss war, dass es einen unveränderlichen Raum geben müsse, der in absoluter Ruhe gewissermaßen im Zentrum der Welt verankert – wo auch immer sich dieses befinden möge – a priori existiert.

Diesen besonderen Raum aufzuspüren, wurde zu einem großen Ziel der Physik über die folgenden zweihundert Jahre.

#### 4. Sturz der absoluten Zeit

Im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts, rund 200 Jahre nach dem Erscheinen von NEWTONS Principia, entwickelte sich mit der Erforschung der elektrischen und magnetischen Erscheinungen ein völlig neues Gebiet der Physik. MAXWELL hatte um 1860 die experimentell gewonnenen Erkenntnisse seiner Zeit über elektrische und magnetische Phänomene in einem Satz mathematischer Gleichungen zusammengefasst. „Maxwells wunderbare Gleichungen“ stellten die Physik aber auch vor ein riesiges Problem: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts ist gemäß den Maxwellgleichungen eine Naturkonstante („c“), also unabhängig davon, wie schnell Quelle und Beobachter sich zueinander bewegen. Sie hat in allen gleichförmig zueinander bewegten Systemen denselben Wert von rund 300.000 Kilometern pro Sekunde<sup>2</sup>. MICHELSON und MORLEY haben das in ihren berühmten Versuchen zum Nachweis des Licht-Äthers experimentell bestätigt gefunden - zu ihrem großen Leidwesen, denn sie hatten gehofft, durch den Nachweis einer Abhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Richtung zur Erdbewegung durch den „Ätherwind“ den Nachweis für die Existenz des Äthers erbringen zu können. Der Äther galt damals als das Medium, das vom Licht zu seiner Ausbreitung benötigt wird und gleichzeitig als Repräsentant des absolut ruhenden Raums.

Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, in zahlreichen Experimenten erwiesen, widerspricht der bisherigen Erfahrung mit Geschwindigkeiten.

Abb. 2 soll demonstrieren, was unsere „bisherige Erfahrung mit Geschwindigkeiten“ ist: Das Auto und die Straße in Abb. 2 sind zwei Systeme, auf die wir uns beziehen wollen. Im Auto ruht der Ballwerfer und auf der Straße der vom Ball getroffene Beobachter. Beide bewegen sich mit der Geschwindigkeit des Autos aufeinander zu. Für den Autofahrer hat der Ball die Geschwindigkeit, die er ihm beim Wurf gegeben hat. Für den Beobachter auf der Straße kommt aber noch die Geschwindigkeit des Autos hinzu (von dem Luftwiderstand wollen wir in diesem Gedankenexperiment absehen). Das ist der Inhalt des klassischen „Additionstheorems für Geschwindigkeiten“.

---

<sup>2</sup> Mit Lichtgeschwindigkeit ist hier immer die Geschwindigkeit im leeren Raum gemeint (Vakuumlichtgeschwindigkeit), welche genau  $c = 299792,458$  Kilometer pro Sekunde beträgt. Nur für sie gilt das Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, nicht für Lichtgeschwindigkeit in Stoffen.



Abb. 2. Klassische Geschwindigkeitsaddition.

Ersetzen wir nun den Ballwerfer durch eine Lichtquelle, die Bälle also durch die Lichtquanten (Photonen), die von der Quelle emittiert werden.

Konstanz der Lichtgeschwindigkeit heißt dann aber, dass für die Geschwindigkeit der Photonen, die der Beobachter misst, die Autogeschwindigkeit überhaupt keine Rolle spielt. Wir können das Auto durch eine Rakete ersetzen, die jetzt nahezu mit Lichtgeschwindigkeit auf den Beobachter zufliegen soll. An der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts für den Beobachter ändert sich kein Deut. (vergessen Sie bitte die bedauernswerte Situation des Beobachters; hier geht es um die Erläuterung des Prinzips).

Es gab viele Versuche, die in der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit stekenden Widersprüche zu bekannten Physikprinzipien zu begreifen und zu beseitigen. Aber immer entstanden dabei neue Widersprüche.

EINSTEIN war der erste, der erkannte, dass man die Absolutheit der Zeit aufgeben musste, wollte man die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in das Gebäude der physikalischen Gesetze widerspruchsfrei aufnehmen. In simplen Worten: Wenn die Lichtgeschwindigkeit für den Beobachter nicht wächst mit der Geschwindigkeit, mit welcher Rakete und Lichtquelle auf den Beobachter zurasen, dann könnte das vielleicht daran liegen, dass die Zeit auf dem Auto bzw. der Rakete etwas langsamer läuft. Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit war jedenfalls experimentell so gut wie bewiesen, wohingegen die absolute Unabhängigkeit der Zeit nur ein schönes Gedankenkonstrukt war, wenn auch die Überzahl der Wissenschaftler fest daran glaubte.

In seiner Speziellen Relativitätstheorie [2] beschränkte sich EINSTEIN auf Bezugssysteme (Auto und Straße im obigen Beispiel), die sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit zueinander bewegen. Man nennt solche Systeme Inertialsysteme. In ihnen wirken keine zusätzlichen Trägheitskräfte, wie sie etwa im Auto wirken würden, wenn dieses seine Geschwindigkeit ändert. Diese Beschränkung gelang es ihm zehn Jahre später in der Allgemeinen Relativitätstheorie aufzubrechen und die Gültigkeit der Theorie auf beschleunigt bewegte Systeme zu verallgemeinern. (Verglichen mit der Entwicklung der Allgemeinen Relativitätstheorie war die Spezielle Relativitätstheorie „ein Kinderspiel“, sagt EINSTEIN).

EINSTEINS Allgemeine Relativitätstheorie sagt voraus, dass große Massen wie die der Sonne Licht ablenken. Dadurch erscheinen Sterne, die von der Erde aus betrachtet nahe an der Sonne stehen, gegenüber ihrer eigentlichen Position verschoben. Nachdem es verschiedenen Gruppen gelungen war, das zu bestätigen,

wurde EINSTEIN vom geachteten Wissenschaftler unter Kollegen zum Wissenschafts-Popstar in der Öffentlichkeit. Am 10. November 1919 schreibt die New York Times: „Einsteins Theorie triumphiert. Die Lichter am Himmel sind alle schief, die Sterne sind nicht dort, wo man sie sieht, aber niemand muss sich darüber Sorgen machen“.

Heute sind die Effekte der Beeinflussung der Lichtausbreitung im Kosmos durch die ungeheuren Massen der Galaxien und Galaxienhaufen eine fast gewöhnliche Erscheinung in den Teleskopen der Astronomen (Abb. 3).



Abb. 3. Gravitationslinsen: Die Wirkung großer Massen auf den Weg des Lichts der Sterne. Die Bögen („Einsteinringe“) sind Abbild weit entfernter Leuchtobjekte hinter riesigen wie optische Linsen wirkenden Massenansammlungen.

Das Licht wird also vom Gravitationsfeld beeinflusst d. h. es zeigt Schwere. Bei hinreichend großer Massendichte kann die Gravitationskraft so groß sein, dass Licht von ihr eingefangen wird und nicht mehr entkommen kann. Ein so massereiches Objekt nennt man deswegen „Schwarzes Loch“. Schwarze Löcher sind unsichtbar, aber anhand der Bewegung der Sterne in der Reichweite ihres Gravitationsfeldes identifizierbar.

Die faszinierendste Konsequenz der Wechselwirkung Masse-Licht aber ist, dass dahinter letztlich eine Beeinflussung der Zeit steckt: Die Zeit verläuft in der Nähe großer Massen langsamer als weit weg davon.

Die Zeit ist keine absolut gültige Größe. Diese althergebrachte Vorstellung hat die Relativitätstheorie gründlich zerstört. Sowohl Bewegung wie auch Gravitation beeinflussen den Lauf der Zeit. Sie verlangsamen ihn, „dehnen“ also Zeitintervalle, bewirken eine „Zeitdilatation“. Kein seriöser Physiker bezweifelt die Richtigkeit dieser Konsequenzen der Relativitätstheorie. In vielen Disziplinen gehören die Allgemeine Relativitätstheorie und ihr Spezialfall, die Spezielle Relativitätstheorie zum täglichen Handwerkszeug. Viele ihrer Tests wurden erst Jahrzehnte nach Veröffentlichung der Relativitätstheorie durch die technologischen

Fortschritte ermöglicht. Jede Verbesserung in dieser Hinsicht brachte aber nur neue Bestätigungen der Theorie.

Im Folgenden will ich nur wenige quantitative Beispiele herausgreifen, die speziell mit dem Thema Zeit zu tun haben. Dabei wird evident, dass die Effekte unter „normalen Umständen“ sehr klein sind. Das hat mit der Größe der Lichtgeschwindigkeit gegenüber herkömmlichen Geschwindigkeiten von Bezugssystemen zu tun. Daraus ergibt sich auch, dass die klassischen Gesetze Newtons nicht einfach falsch sind, sondern für kleine Geschwindigkeiten und irdische Schwerkräfte sehr gute Näherungen darstellen.

## 5. Zeitdehnung und Reisen in die Zukunft

### Das verlängerte Leben der Myonen

Eine eindrucksvolle Bestätigung der relativistischen Zeitdehnung durch Bewegung liefert der Zerfall schnell fliegender Elementarteilchen. Auf der Erdoberfläche sind wir einem ständigen Hagel von sehr durchdringenden (und deswegen harmlosen) Myonen ausgesetzt. Die Myonen entstehen in etwa 9 bis 12 Kilometer Höhe in großer Zahl unter dem Bombardement der Luft-Atome durch kosmische Teilchen sehr hoher Energie. Von dort starten sie ihren Flug mit nahezu Lichtgeschwindigkeit zur Erde. Myonen sind instabile Teilchen von sehr kurzer Lebensdauer. Wir können sie im Beschleuniger-Labor künstlich erzeugen und ihre Lebensdauer genau bestimmen. Von der Entstehung bis zum Zerfall in leichtere Teilchen vergehen im Durchschnitt zwei Millionstel Sekunden. Damit stehen wir aber vor einem großen Rätsel: Diese Lebenszeit ist für die Myonen entschieden zu kurz, um die Strecke bis zur Erdoberfläche „lebend“ zu überwinden; denn selbst bei höchstmöglicher Geschwindigkeit von 300.000 Kilometern in der Sekunde könnten sie in zwei Millionstel Sekunden nur 0,6 Kilometer zurücklegen.

Des Rätsels Lösung ist die zeitdehnende und damit lebensverlängernde Wirkung ihrer hohen Geschwindigkeit, die ihnen die Zeit verschafft, die Nachweisgeräte der Experimentatoren unversehrt zu erreichen. (Bei der Geschwindigkeit eines typischen Myons von  $v = 99,8\%$  der Lichtgeschwindigkeit,  $v/c=0,998$ , verlängert sich die Lebensdauer um den Faktor 15 (s. Fußnote 3).

### Experiment mit Atomuhren

Natürlich war der Wunsch groß, die Zeitdehnung nicht nur über veränderte Eigenschaften von Elementarteilchen nachzuweisen, sondern sie auch direkt mit Uhren zu registrieren. Im Oktober 1971 unternahm der Physiker HAFELE zusammen mit dem Astronomen KEATING und vier Atomuhren auf den Sitzplätzen eines Flugzeugs (Abb. 4) Rundreisen um die Erde und fanden nach Landung Zeitunterschiede zwischen ihren und den zurückgelassenen Atomuhren vor, die den vorhergesagten relativistischen Effekten entsprachen. Sie konnten sich glücklich schätzen, um rund 50 Milliardstel Sekunden weniger gealtert zu sein als das zurückgebliebene Bodenpersonal [3].



Abb. 4  
J. HAFELE und R. KEATING zusammen mit der Atomuhr, die als „Mr. Clock“ auf zwei weiteren Sitzplätzen mitreiste. (Time Magazine, 18. Oktober 1971).

In einem Nachfolgeexperiment (1975 und 1976), dem „Maryland-Experiment“ [4] wurden mit weit höherer Präzision unter ständigem Uhrenvergleich durch Lasersynchronisation der Atomuhren und Laserimpulsübertragungen Zeitmessungen während mehrerer etwa 15-stündiger Flüge durchgeführt. Dadurch konnte man die wachsende Differenz in der Zeitanzeige der Uhren im Flugzeug und der am Boden stationierten Uhren ständig mitverfolgen. Das Maryland-Experiment konnte die von der Relativitätstheorie vorhergesagten Zeiteffekte (sowohl den Effekt der Bewegung als auch den von der Allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagten Einfluss der Gravitation) auf besser als zwei Prozent nachweisen.

### Reise in die Zukunft

Die Experimente lassen keinen Zweifel daran, dass Bewegung den Zeitablauf verlangsamt. Der Zeit-Effekt ist zwar selbst für höchste bisher praktikable Geschwindigkeiten winzig, aber er existiert und wächst mit der Geschwindigkeit an und zwar umso schneller, je näher wir der Lichtgeschwindigkeit kommen.

Wen also die 50 Milliardstel Sekunden Zeitgewinn der Herren HAFELE und KEATON nicht beeindrucken, der möge sich mit auf eine Phantasiereise begeben. Nehmen wir dazu einmal an, die Reisegeschwindigkeit  $v$  ließe sich auf 80 % der Lichtgeschwindigkeit  $c$  ( $v/c = 0,8$ ) steigern. Der Alterungsprozess des Reisenden verlief dann nach den Formeln der Relativitätstheorie um den Faktor<sup>3</sup> 1,67 langsamer. Nach 20 Erdenjahren Flugzeit beispielsweise wäre der Astronaut für den Beobachter auf der Erde um nur rund 12 Jahre gealtert. Nehmen wir weiter an, der Astronaut schaffte in kürzester Zeit die Umkehr und käme dann nach weiteren 20 Erdenjahren Flugzeit (derselben konstanten Geschwindigkeit  $v/c = 0,8$ ) zurück, dann wäre er um weitere 12 Jahre also insgesamt um 24 Jahre älter geworden, während auf der Erde 40 Jahre verstrichen sind. Für den Astronauten war das also eine Reise um 16 Jahre in die Zukunft.

---

<sup>3</sup> Der Zeitdehnungsfaktor ist:  $\gamma = 1/\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Solche Gedankenexperimente [5] wurden nach EINSTEINS Veröffentlichungen vielfach durchgespielt, ursprünglich in der Absicht, die Relativitätstheorie zu widerlegen. Heute zweifelt kein Experte mehr an der prinzipiellen Richtigkeit der Überlegungen, auch daran nicht, dass biologische Prozesse den Zeittransfer gleichermaßen erleben. Zu bezweifeln bleibt dagegen die Realisierbarkeit der hier angenommenen immensen Geschwindigkeit.

## 6. Der Urknall, Beginn von Zeit und Raum

Es ist nicht leicht, sich eine Vorstellung von der ungeheuren Größe des Weltalls zu machen. Die unbegreifliche Leere zwischen den Sternen wird in dem Beispiel des Astronomen James JEANS veranschaulicht: Legt man 3 Sandkörner in eine riesige Kathedrale, ist die Kathedrale dichter mit Sand gefüllt als der Welt- raum mit Sternen. Beginnen wir aber zuerst einmal mit unserer näheren Um- gebung.

Ein Blick in den klaren Nachthimmel zeigt uns den hellen Streifen der Milchstraße, unserer Heimatgalaxie. Aus unzähligen Beobachtungen der Astrophy- sik können wir heute schließen, dass unsere Galaxie eine spiralförmige Ansamm- lung von über 200 Milliarden Sternen ist. Die Sonne ist einer von ihnen. Die Abb. 5 zeigt oben die Queransicht unserer Milchstraße. Die Queransicht wurde mit dem Weltraumteleskop Hubble aufgenommen aus dem sternensäten Diskus heraus, in dem wir uns befinden und von dem unser Sonnensystem selbst winziger Be- standteil ist. Der untere Teil des Bilds ist die Draufsicht auf eine unserer Milch- straße sehr ähnliche Spiralgalaxie des Kosmos. (Die direkte Sicht auf unsere Hei- matgalaxie bleibt uns und unseren Raumsonden, die noch nicht einmal unser Son- nensystem verlassen konnten, bis auf weiteres verwehrt). Die Distanzen sind in Lichtjahren angegeben. Ein Lichtjahr ist der vom Licht in einem Jahr zurückgeleg- te Weg, bei 300.000 Kilometern in der Sekunde und den 30 Millionen Sekunden eines Jahres eine wahrhaft beachtliche Längeneinheit! Unser Nachbar, die Andro- medagalaxie ist übrigens 2,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt.

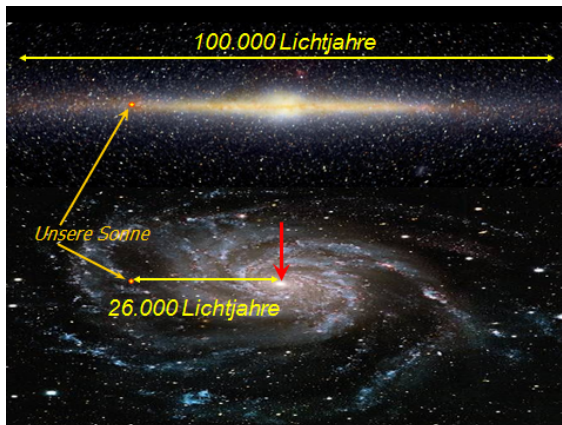


Abb. 5  
Sonne in der Milchstraße. Das unsichtbare Schwarze Loch im Zentrum unserer Heimatgalaxie hat die 4millionenfache Masse unserer Sonne.



Die Galaxien sind Materieinseln im Weltall, die durch die Gravitationskraft im Innern zusammengehalten werden. Ihre Anzahl wird auf 200 bis 300 Milliarden geschätzt. Sie sind die eigentlichen Bausteine des Universums, zwischen denen allerdings riesige Leere gähnt.

Großes Geschick haben die Astronomen bei der Bestimmung kosmischer Distanzen entwickelt. Insbesondere bei größten Entfernungen kommen ihnen dabei Sternexplosionen zu Hilfe, deren Helligkeit nicht selten die Leuchtstärke ganzer Galaxien überstrahlt. Der Entwicklungsprozess solcher sog. Supernovae (vom Typ Ia) ist bekannt und infolgedessen auch die vor Ort entwickelte Leuchtstärke. Aus der tatsächlich beobachteten Helligkeit lässt sich hierdurch auf ihre Entfernung rückschließen. Mit modernen Teleskopen und speziellen Suchprogrammen werden jährlich mehrere Hundert Supernovae aufgespürt. So haben die Kosmologen im Laufe der Zeit einen Überblick nicht nur von der Verteilung der Galaxien über das Himmelsgewölbe, sondern auch von ihrer Entfernung von unserer Heimatgalaxie gewonnen.

Anfang des 20. Jahrhunderts machte Edwin HUBBLE bei der Analyse der optischen Spektren einzelner Galaxien eine überraschende Entdeckung. Er fand, dass die Spektren der weit entfernten Galaxien systematisch zu größeren Wellenlängen verschoben sind. Diese „Rotverschiebung“ der Spektren deutet auf eine Fluchtbewegung der Galaxien. HUBBLE konnte darüber hinaus feststellen, dass die Rotverschiebung umso stärker ist, je weiter die Galaxien von unserer Milchstraße schon entfernt sind. Das heißt, die Fluchtgeschwindigkeit wächst mit der Entfernung und zwar - wie HUBBLE schließlich noch entdeckte - proportional zur Entfernung. Dieser letzte Punkt ist ausschlaggebend für die Interpretation der Fluchtbewegung: Die Galaxien bewegen sich mit dem expandierenden Raum. Der Raum dehnt sich aus und trägt die Galaxien mit sich fort.

Ein anschauliches Bild davon zeigt Abb. 6. Der Raum ist hier durch die zweidimensionale Oberfläche eines Luftballons dargestellt. Die aufgemalten Galaxien entfernen sich voneinander, wenn der Luftballon aufgeblasen wird und zwar umso schneller, je weiter die Galaxien schon voneinander entfernt sind. Die Oberfläche des Ballons ist das zweidimensionale Analogon des dreidimensionalen Universums und das Volumen des Ballons das dreidimensionale Analogon der vierdimensionalen Raum-Zeit. Ein bisschen schwer vorstellbar oder gewöhnungsbedürftig das Ganze. Aber zweierlei wird durch das Bild sehr schön dargestellt: Unsere Heimatgalaxie ist nicht das Zentrum des Alls und dessen Zentrum ist auch nicht mehr Bestandteil des Universums.

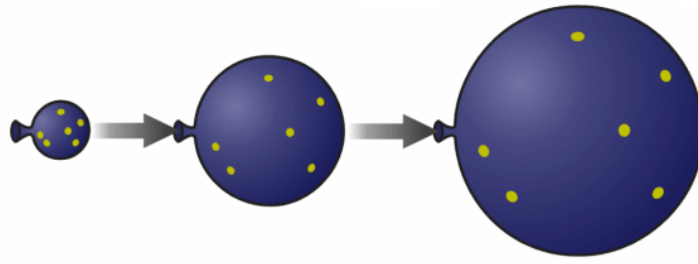


Abb. 6. Analogon der Expansion des Weltalls.

Das Bild von den allseits fliehenden Galaxien und des expandierenden Raums mit seinem Inhalt, den Galaxien, legt die Hypothese nahe, dass das Universum vor Urzeiten aus einem singulären Punkt extrem hoher Dichte und Energie hervorgegangen ist in Form einer Explosion des Raumes. Diesem Entstehungsprozess hat man den Namen „Urknall“ (Big Bang) gegeben. Zunächst war das spöttisch gemeint; denn es war die vorherrschende Auffassung, dass das Universum zu allen Zeiten gleich aussah („Steady State Universe“).

EINSTEIN, selbst Anhänger der Steady-State-Hypothese, mochte die Vorstellung, dass die Welt aus einem singulären, physikalisch nicht zu beschreibenden Punkt hervorgegangen ist, nicht akzeptieren. Er schrieb an LEMAITRE, einen der Väter der These vom Urknall: „Ihre Berechnungen sind richtig, aber ihre Physik ist scheußlich“. Einige Jahre später zollte er LEMAITRES Pionierarbeit anlässlich eines Seminars über HUBBLES Beobachtungen aber höheres Lob: „Dies ist die schönste und befriedigendste Erklärung der Schöpfung, die ich je gehört habe“.

Das Steady-State-Modell des Universums gilt heute als widerlegt. Dazu hat entscheidend die Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung durch PENZIAS und WILSON 1964 beigetragen, einer Strahlung elektromagnetischer Mikrowellen, die in jedem Bereich des Himmels nachgewiesen werden kann und uns von allen Seiten wie ein Nachleuchten des Urknall-Feuerballs als „älteste Strahlung des Alls“ gleichmäßig umgibt. Im Radio kann sie als Rauschen wahrgenommen werden.

Nach der heute allgemein akzeptierten Urknallhypothese hatte das Universum also einen Beginn. Zeit und Raum nahmen ihren Anfang mit einer Explosion, für die allerdings jede Erklärung fehlt. Die Details des expandierenden Welt-raums und insbesondere auch die der kosmischen Hintergrundstrahlung gestatten inzwischen recht zuverlässig den Rückschluss, dass der Urknall sich vor 13,7 Milliarden Jahren ereignete. Unsere Welt setzt seitdem ihre Expansion unaufhörlich fort und das sogar mit wachsender Geschwindigkeit (Abb. 7). Was die Expansion zu dieser Beschleunigung antreibt, die „Dunkle Energie“ bleibt eines der größten Rätsel der Kosmologie.



Abb. 7. Ohne Kommentar.

Die Frage: „Was war vor dem Urknall?“ muss konsequenterweise mit „es gibt kein Davor“ beantwortet werden. „Einen Zeitpunkt, eine Sekunde vor dem Urknall hat es ebenso wenig gegeben wie eine Stelle einen Kilometer nördlich des Nordpols“ formuliert es Stephen HAWKING. Oder mit den Worten von Steven WEINBERG: „Wir müssen uns an die Vorstellung gewöhnen, dass es – wie es einen absoluten Nullpunkt der Temperatur gibt - einen absoluten Punkt der Zeit gibt – einen Augenblick in der Vergangenheit, über den hinaus es grundsätzlich unmöglich ist, die Kette von Ursache und Wirkung fortzusetzen“[6].

## 7. Die unverstandene Zeit

Wilhelm OSTWALD hat „Das Problem der Zeit“ zum Thema seines Festvortrags anlässlich der Eröffnung des Physikalisch-chemischen Instituts der Universität Leipzig 1898 gemacht [7] „Wir wissen, dass alles Geschehen zeitlich ist. Was ist nun mit diesem Worte gesagt?“ In seiner sich anschließenden auch heute noch sehr lesenswerten Analyse nennt er vier Elemente des Zeitbegriffs: Stetigkeit lineare Beschaffenheit, Eindeutigkeit und Einsinnigkeit.

Die Eigenschaft der Linearität („dass man von jedem bestimmten Werte nach einem anderen Werte nur auf eine Weise gelangen kann“) wird ebenso wie die Eindeutigkeit durch die Relativitätstheorie widerlegt<sup>4</sup>.

Es gibt aber eine Eigenschaft, die von der Relativitätstheorie nicht angefochten, aber auch nicht erklärt werden kann. Es ist die vierte in der von OSTWALD genannten Reihe: die Einsinnigkeit der Zeit, ihre feste Richtung. Offenkundig unbeeinflussbar bleibt sie auch unter extremen Randbedingungen erhalten. Für Grenzfälle der Bewegung (bei Lichtgeschwindigkeit) und der Gravitation (im Schwarzen Loch) verkündet die Relativitätstheorie den Stillstand, aber niemals eine Umkehrung des Laufs der Zeit. Niemand sieht die Reihenfolge von Früher

<sup>4</sup> EINSTEINS spezielle Relativitätstheorie wurde 1905 veröffentlicht. Der erste, der EINSTEIN für den Nobelpreis nominierte, war Wilhelm OSTWALD (Nobelpreisträger für Chemie 1909). Er wiederholte seine Nominierung 1912 und 1913. In allen drei Fällen begründete er sie mit der Relativitätstheorie und verglich EINSTEINS Beiträge mit KOPERNIKUS' und DARWINS Werk [8].

oder Später umgekehrt, nur weil er sich in rascher Bewegung oder nahe einer großen Masse befindet.

Für viele Entwicklungen lässt sich begründen, warum sie in nur einer Richtung verlaufen. Beispiel sind Prozesse, wo die Wahrscheinlichkeit die Richtung bestimmt: Der heiße Kaffee wird ohne unser Zutun immer nur kälter, niemals wärmer. Ein vom Tisch gestoßenes Weinglas zerschellt am Boden und wird sich niemals wieder zusammenfügen. Ein ins klare Wasser gegebener Farbtropfen wird sich ausbreiten, seine Moleküle werden infolge der Zusammenstöße mit den Wassermolekülen statistisch verteilt und niemals wieder zusammengeführt.

Diese Beispiele haben gemein, dass ihre Umkehrung zwar nicht gänzlich unmöglich ist, aber doch äußerst unwahrscheinlich. An einem rückwärts abgspulsten Film solcher Prozesse würde man deshalb ohne weiteres dessen „falsche“ Richtung erkennen.

Wie gesagt, regiert hier die Wahrscheinlichkeit die Richtung der Entwicklung. In der Sprache des II. Hauptsatzes der Wärmelehre lautet das: der Grad der Unordnung oder die Entropie wächst. Die Entropie von statistisch ablaufenden Prozessen wächst, falls man das System sich selbst überlässt. Die Grenzen und Schwierigkeit unserer Diskussion werden uns aber bewusst, wenn wir bedenken, dass der Wahrscheinlichkeitsbegriff selbst das Vorher und Nachher, also eine Richtung schon beinhaltet. Die Zeitrichtung ist fundamentaler und lässt sich sicher nicht mit dem Entropiebegriff erklären. Insbesondere beim biologischen Alterungsprozess ist das evident.

Viele Kosmologen und Physiker sehen einen engen Zusammenhang zwischen der Zeitrichtung und der Ausdehnung des Weltraums. Mit dem Urknall hat die Zeit begonnen und es blieb ihr gewissermaßen keine andere Wahl, als nur in einer Richtung fortzuschreiten, sich auszudehnen wie das Universum. Stephen HAWKING hatte vorübergehend daraus den Schluss gezogen, dass im Falle eines Endes der Expansion und einer Umkehr zum gegenteiligen Prozess des Schrumpfens sich auch die Richtung der Zeit umkehren müsse. Im Rückblick räumte HAWKING ein, dass er von einem zu einfachen Modell des Universums ausgegangen war. Sein Irrtum aber demonstriert die Schwierigkeit des Problems.

Die Richtung der Zeit bleibt wie die Zeit selbst ein Rätsel. Vermutlich sind wir - selbst ein Produkt der Zeit - prinzipiell nicht befähigt, es zu lösen. Uns fehlt der Blick des Unbeteiligten von außen.

Mir gefällt bei all seiner Banalität der Inhalt des an die Wand eines texanischen Studentencafés gesprühten Graffitos:

*„Zeit ist die Methode der Natur, mit der sie verhindert, dass alles auf einmal geschieht“.* Zeit ermöglicht also das Nacheinander von Ereignissen so, wie der Raum das Nebeneinander von Gegenständen gestattet. Nicht aufregend, aber doch als Schlusswort geeignet. Die Relativitätstheorie lehrt uns zudem, dass die Zeit untrennbar mit dem Raum verknüpft ist und Zeit sowie Raum nur verschiedene Aspekte der übergeordneten Raumzeit sind.

## Literatur

- [1] STEPHENSON, F. R.: Warum die Tage länger werden. Spektrum der Wissenschaft 10 (2007), S. 36-45.
- [2] EINSTEIN, A.: Zur Elektrodynamik bewegter Körper. Annalen der Physik 17 (1905), S. 891-921; Einstein, A.: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. 23. Aufl. Braunschweig / Wiesbaden: Vieweg, 1988.
- [3] HAFELE, J. C.; KEATING, R. E.: Around-the-world atomic clocks: observed relativistic time gains. Science 177 (1972), S. 168-170.
- [4] SEXL, R.; SCHMIDT, H. K.: Raum-Zeit-Relativität. Braunschweig: Vieweg, 1989.
- [5] GENZ, H.: Gedankenexperimente. Physik in unserer Zeit 3 (2002), S. 226-229.
- [6] WEINBERG, S.: Die ersten drei Minuten. München: DTV, 1980, S. 156.
- [7] OSTWALD, W.: Das Problem der Zeit. In: Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung. Leipzig: Engelmann, 1898, S. 30.
- [8] PAIS, A.: Raffiniert ist der Herrgott... Albert Einstein. Eine wissenschaftliche Biographie. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1986, S. 507.

## Bildnachweis

- Abb. 1 Angelehnt an ein Bild des Magazins der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt PTB: Zeitgeschichten
- Abb. 2 galileo-motion, San Diego University, sdsu-physics.org, leicht verändert
- Abb. 3 NASA
- Abb. 4 Time Magazine
- Abb. 5 Zusammengesetzt aus Bildern der NASA
- Abb. 6 Bild der Wissenschaft 11/2009
- Abb. 7 Mit freundlicher Genehmigung des Karikaturisten Oswald Huber, Schweiz

## **Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsuntersuchungen am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig**

### **Teil II. Von den 1960er bis in die 1990er Jahre**

Jürgen Schmelzer und Ulf Messow

In Fortsetzung von Teil I „Von den Anfängen bis in die 1950er Jahre“ wird in Teil II über die experimentellen Bemühungen und Weiterentwicklungen von Apparaturen hinaus im stärkeren Maße auf die anwendungsorientierten Aufgabenstellungen zur Bestimmung der Phasengleichgewichte eingegangen und damit auch Bezug auf die stoffliche Orientierung der Untersuchungen genommen.

Ab 1. September 1959 übernahm der bis dahin in den Leuna-Werken tätige Professor Gerhard GEISELER (1915-1999) kommissarisch die Leitung des Instituts für Physikalische Chemie. Er verfügte über eine fast 20jährige Industrierfahrung, die thematisch starken Einfluss auf die von ihm eingerichteten Arbeitsgruppen „Kinetik“ (Ulrich TREICHEL, Klaus SCHERZER, Jürgen HOFFMANN), „IR-Spektroskopie“ (Johanna FRUWERT (1931-1984) und „Thermodynamik“ (Konrad QUITZSCH) hatte. Im Frühjahr 1960 wurde GEISELER offiziell als Direktor des Instituts bestellt. Neben den von ihm geförderten Arbeitsgruppen existierten selbstständig die Gruppen „Elektrochemie“ (Wolfgang LORENZ (1925-2007)) und Röntgenspektroskopie (Armin MEISEL). Als Folge der III. Hochschulreform wurde 1968 das von OSTWALD gegründete Institut für Physikalische Chemie an der Universität Leipzig aufgelöst und am 15. Juni mit den anderen bisher selbstständigen chemischen Instituten zur „Sektion Chemie“ zusammengelegt. Erster Direktor dieser neuen Struktureinheit war Siegfried HAUPTMANN (1931-2011) mit den Stellvertretern MEISEL (Direktor für Erziehung, Aus- und Weiterbildung) und Heinz HOLZAPFEL (1914-1986) (Direktor für Forschung). Fachübergreifend kam es zur Bildung von fünf Forschungskollektiven (FK). Das FK „Chemische Bindung und zwischenmolekulare Wechselwirkungen“ leitete bis 1972 GEISELER. Aus den Forschungskollektiven der Sektion Chemie entstanden 1972 14 Arbeitsgruppen, darunter auch die Arbeitsgruppe Molekülspektroskopie unter der gemeinsamen Leitung von FRUWERT und GEISELER (bis zu seiner Emeritierung 1980).

Die engen Kontakte GEISELERS zu den Leuna-Werken beeinflussten das Habilitationsthema von QUITZSCH 1964 „Thermodynamische Studien zum Verhalten homologer Formamide in binärer Mischphase“, das im Zusammenhang zu dem industriell durchgeführten „DIFEX“-Verfahren stand. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Verdampfungs- und Entmischungsgleichgewichte homologer Formamide mit Lösungsmitteln wie Dioxan, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff, Aceton, Methanol, Ethanol, Cyclohexan und n-Heptan untersucht [1].



Abb. 1  
Die 1970 neu be-  
rufenen Professoren  
Konrad QUITZSCH  
und Johanna FRU-  
WERT neben Ger-  
hard GEISELER (von  
links nach rechts).

Gemeinsam betreute QUITZSCH mit GEISELER in den 60er Jahren eine Vielzahl von Arbeiten zur Bestimmung des Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichts. Sie standen häufig in Beziehung zu infrarotspektroskopischen Untersuchungen und dienten der Aufklärung des Assoziationsverhaltens z.B. der stellungsisomeren Oxime des n-Octans [2], der Oxime des Propans und des Butanols [3], der Stellungsisomeren der n-Octanole [4], der n-Dodecanole [5, 6] oder der strukturisomeren Butanole [7] sowie in Gemischen aus n-Octanolen und der jeweils hydroxydeuterierten Komponente [8].

Aber auch Systeme von praktischem Interesse, z.B. mit Dimethylsulfoxid [9], mit Methylglykol, Dimethylaminoäthanol und Dimethylaminoäthoxyäthanol [10], mit Äthylendiamin, Benzol und Wasser [11] und Systeme der C4-Chemie (n-Butanol bzw. tert.-Butanol und Wasser [12, 13], tert. Butanol und Methylethylketon, Cyclohexan [14] und tert. Butanol und Dioxan [15]) wurden untersucht.

Statische Dampfdruckmessungen wurden ausschließlich mit dem auf SMITH und MENZIES zurückzuführenden Isoteniskop durchgeführt. Eine wesentliche Modifizierung des Isoteniskops wurde in [16] mitgeteilt. Durch die Neigung des mit Quecksilber oder einer Flüssigkeit niedrigen Dampfdruckes gefüllten gradierten Zwischenmanometers und eines empfindlichen Ablesefernrohres konnten an einem 2 m langen Ölmanometer die Dampfdrücke in hoher Genauigkeit abgelesen werden. Die Kreuzung des in Abb. 2 dargestellten Doppelpöhrchens verhinderte bei der Entlüftungsdestillation und dem wechselnden Einfrieren der Substanz vom vorderen in das hintere Kölbchen und umgekehrt das Überlaufen des Quecksilbers aus dem birnenförmigen Vorratsgefäß in das Zwischenmanometer. Auf diese Weise ließen sich zufrieden stellend die in der Substanz gelösten Fremdgase entfernen. Für die Mischungen aus Formamid mit Methanol bzw. Aceton teilten Hans-Peter HOFMANN (1940-1996) und Roland PFESTORF als Erfahrungswert ihrer Messungen eine viermal durchgeführte wechselseitige Umdestillation mit [1, V]. Die Sättigungsdampfdrücke des schwerflüchtigen Formamids bestimmten sie in ihrer Diplomarbeit 1964 nach der von KNUDSEN entwickelten Effusionsmethode.

Diese Methode wurde im Physikalisch-chemischen Institut vorrangig zur Ermittlung von Sublimationsenthalpien gepflegt und erforderte genaue Wägungen in Abhängigkeit der Effusionszeit [17].

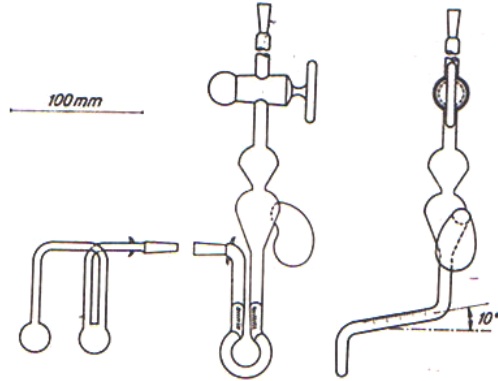


Abb. 2  
Isoteniskop mit Doppelkölbchen [16].

Für den eigentlichen Messvorgang wird das Quecksilber aus der rechts abgebildeten Vorratsbirne durch geschicktes Drehen in das Zwischenmanometer überführt.

Neben dieser statischen Arbeitsweise kamen für die dynamischen Untersuchungen Umlaufapparaturen nach OTHMER, nach GILLESPIE sowie RÖCK und SIEG zum Einsatz [18]. In Abb. 3 ist die geringfügig veränderte Apparatur nach GILLESPIE dargestellt.

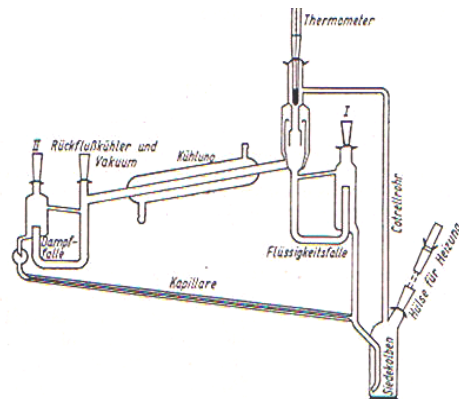
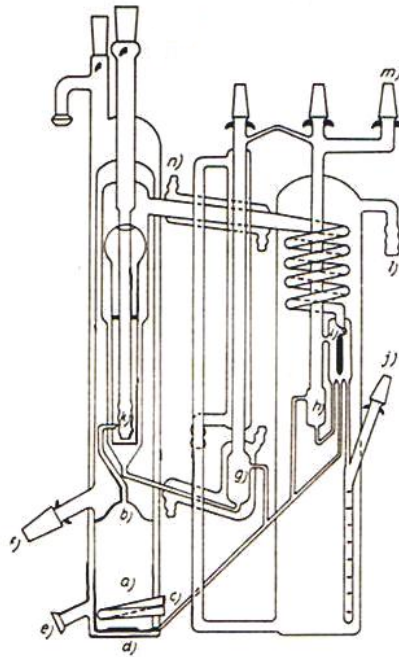


Abb. 3  
Modifizierte Gleichgewichtsapparatur nach GILLESPIE [19] mit Zirkulation der Dampf- und Flüssigphase.

Der rechte Teil der Apparatur befand sich in einem Luftthermostaten. Für die Gleichgewichtseinstellung geben die Autoren Zeiten von ca. 30 bzw. 90 Minuten an [20, 19]. Die Höhen der Überlaufschkel in der Flüssigkeits- und Kondensatfalle verhindern die Zirkulation des Dampfes in umgekehrter Richtung. Die Siedetemperatur konnte auf  $\Delta T = \pm 0,03 \text{ K}$  und der Arbeitsdruck mit Hilfe eines elektrischen Druckreglers auf  $\Delta p = \pm 0,1 \text{ bis } 0,2 \text{ Torr}$  gehalten werden.



Im Rahmen der „Studien zur Thermodynamik binärer Flüssigkeitsgemische mit homologen Formamiden“ [1] wurden durch QUITZSCH und Mitarbeiter sowohl statische als auch dynamische Messungen vorgenommen.



Beginnend mit dem System Dioxan-Dimethylformamid [1, I] wurde eine modifizierte Umlaufapparatur nach RÖCK und SIEG (Abb. 4) eingesetzt. Die abgebildete Apparatur diente zahlreichen Diplomanden und Doktoranden in der Arbeitsgruppe Thermodynamik als Arbeitsgerät.

Durch einen magnetisch schwenkbaren Tropfenzähler im Kondensatteil ist auch die Probenahme für heterogene Mischungen möglich.

Abb. 4  
Modifizierte Umlaufapparatur nach RÖCK und SIEG [1, VIII].

Für obige Apparatur ist der Dissertation von Ulf MESSOW 1971 (S. 25) u. a. folgende Beschreibung zu entnehmen:

„Das Dampf-Flüssigkeitsgemisch des Siedekolbens a) umspült die Temperaturmeßstelle k). Die Flüssigkeit fließt über die Kondensatfalle g) in das Siedegefäß zurück. Der Spritzerschutz und die Querschnittsvergrößerung verhindern ein eventuelles Mitreißen von Flüssigkeitstropfen. Den Vorkühler n) passierend, kondensiert der Dampf in der Kühlschlange vollständig. Am magnetischen Flüssigkeitsteiler kann die Destillationsgeschwindigkeit kontrolliert werden. Von der Probeentnahmestelle h) ausgehend, mündet die Kondensatrückleitung unterhalb der Heizhülse c) in das Siedegefäß....

Für amidreiche Flüssigkeitszusammensetzungen hat sich beim Destillieren die Rührvorrichtung d) als äußerst günstig erwiesen. Bei Mischungen mit einer geringeren Viskosität, die mit der leichterflüchtigen Komponente angereichert waren, konnte stets ein gleichmäßiges, stoßfreies Sieden beobachtet werden. Hier wirkte sich ein zu schnelles Rühren eher hemmend auf die Blasenbildung aus. Der Siedevorgang wurde besonders durch die Ausbildung aktiver Zentren auf der glasstaub-

*beschichteten Hülse c) unterstützt. Infolge des hohen Trennfaktors der zu vermessenden Systeme galt es, auf eine wirksame Kühlung zu achten“.*

Die Siedetemperatur wurde mit Hilfe von Thermistoren bestimmt. Diese Eisen-Titan-Oxid-Halbleiterwiderstände wurden zuvor bei 150 °C gealtert und danach kalibriert. Wasserfreies Äthylenglykol mit einem Zusatz von ca. 1 % Natriumnitrit diente als Sperrflüssigkeit des durch ein Elektronenrelais gesteuerten Manostaten. Über ein Magnetventil wurde die Vorvakuumpumpe betätigt. Auf Grund der hohen Trennfaktoren der untersuchten Systemkombinationen mit N-Methylformamid reichten zur Analyse des Kondensats übliche analytische Messmethoden wie die Refraktometrie nicht aus. Aus diesem Grund wurde von MESSOW auf ein dekametrisches Verfahren zurückgegriffen und in die Kondensatfalle ein aus Platin bestehender Plattenkondensator eingebaut [1, X].

Für die Analytik ternärer Mischungen bedarf es zwei voneinander unabhängigen Analysemethoden. So nutzte Jürgen SCHMELZER in seiner Dissertation 1974 eine Tauchmesszelle mit wechselbarer Innenelektrode kombiniert mit der Bestimmung des Methyläthylketongehaltes durch Oximtitration für das ternäre System Methyläthylketon/sek. Butanol/Diisobuten [21]. Einen Eindruck der gesamten Anlage vermittelt Abb. 5.

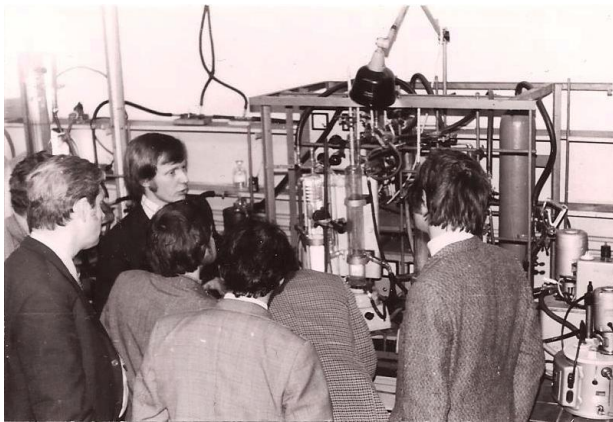
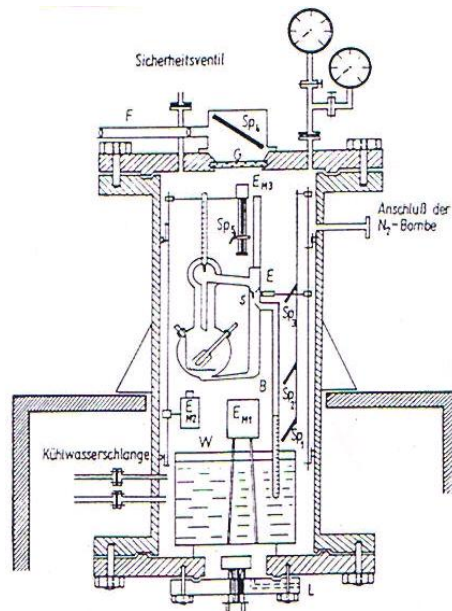


Abb. 5  
Laborbesichtigung bei der 22. Zusammenkunft der Arbeitsgemeinschaft Thermodynamik 1975 in Leipzig (Jürgen SCHMELZER erklärt die Anlage zur Bestimmung von Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichten u.a. Prof. Horst SCHUBERTH, Leiter der AG, und seinen Mitarbeitern von der MLU Halle).

Eine Besonderheit stellte die Ermittlung der Druckabhängigkeit azeotropbildender Systeme durch Dietrich HESSEL (1933-2004) [12] und Wolfgang RENKER [13] dar (Abb. 6). Dazu wurde eine modifizierte Othmer-Apparatur (später auch eine Apparatur nach RÖCK und SIEG) in einen Überdruckautoklaven eingebaut.



Durch Einleiten von Stickstoff und Kompensation des Druckes in der Umlaufapparatur konnten Phasengleichgewichte bis zu 8000 Torr ermittelt werden. Der manuelle Arbeitsaufwand der Messungen war erheblich.

Abb. 6  
Phasengleichgewichtsuntersuchungen bei höheren Drücken – Aufbau der Anlage [13].

Ab 1968 entstand unter der Leitung von QUITZSCH eine eigene Forschungsgruppe für Thermochemie, Mischphasen- und Grenzflächenthermodynamik. 1972 erhielt sie die Bezeichnung „Arbeitsgruppe Thermodynamik“, im Gründungsjahr bestehend aus 20 Mitgliedern, darunter 3 Diplomanden und 4 Forschungsstudenten. Im Rahmen der von QUITZSCH eingegangenen Vertragsforschung mit den Praxispartnern Chemiekombinat Bitterfeld-Wolfen, Leuna-Werke, Kombinatbetrieb Böhlen des Petrolchemischen Kombinats Schwedt, Hydrierwerk Zeitz und dem Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma erfolgten zahlreiche Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsuntersuchungen, verbunden mit der ständigen Verbesserung der apparativen Ausrüstung. Schwerpunkt bildeten dabei Anfang der 1970er Jahre Grundlagenuntersuchungen zur Modellierung technischer Verfahren der Entwässerung von sek.-Butanol und tert.-Butanol sowie zur Gewinnung von Methyläthylketon. In den Dissertationen von Jörg BÄR (1972) [22], Hannelore LUX und Gertraud NIESE (1972) [23] sowie Jürgen SCHMELZER (1974) [21, 24] wurden Flüssigkeit-Flüssigkeit und Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte in ternären Systemen der Art  $C_4$ -Alkanol/Wasser/azeotropbildende Zusatzkomponente,  $C_4$ -Alkanol/Wasser/extraktive Zusatzkomponente und im quaternären System Methyläthylketon/sek.-Butanol/Wasser/azeotropbildende Zusatzkomponente (Nebenprodukte der Butanolsynthese wie Diisobuten und Triisobuten) und den zugehörigen ternären Kombinationen untersucht. Neben dem bereits erwähnten Einsatz von DK-Messungen mit einer Tauchmesszelle wurde die Röck- und Sieg-Apparatur so verändert, dass die Entnahme dampfförmiger Proben mit einer temperierbaren,

gasdichten Spritze und deren sofortige Überführung in einen Gaschromatographen möglich wurde [24].

Im Unterschied zu den obigen, sich sehr real verhaltenden Systemen, die durch Mischungslücken und Azeotropie gekennzeichnet sind, interessierten auch quaternäre Systeme und ihre binären und ternären Kombinationen mit nur geringen Abweichungen vom idealen Verhalten so in Mischungen aus 2,3-Dimethylbutan/n-Hexan/3-Methylhexan/n-Heptan und Benzol/Toluol/n-Octan/p-Xylol [25].

Lothar MÖHLE befasste sich in seiner Dissertation (1981) mit dem Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht von binären und ternären Modellsystemen, bestehend aus den Komponenten Ethylendiamin, Diethylendiamin, Monoethanolamin, Diethylentriamin, Aminoethylpiperazin, Hydroxyethylethylendiamin und Wasser [26], die bei der Polyaminsynthese durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Ammoniak anfallen. Die Messungen erfolgten in einem modifizierten Ebulliometer des Grundtyps von VAN PELT (Abb. 7).

Die Vorteile dieses Ebulliometers bestehen darin, auch hoch siedende Komponenten bei entsprechender Wahl der Temperierflüssigkeit bis ca. 500 K vermessen zu können. Der Temperiermantel gestattet eine gute thermische Isolation nach außen. Geeichte Spezialthermometer mit hoher Genauigkeit standen zur Verfügung und ließen sich während des Siedevorganges direkt wechseln. Das Ebulliometer benötigte bei einem Fassungsvermögen von ca. 25 ml geringe Substanzmengen.

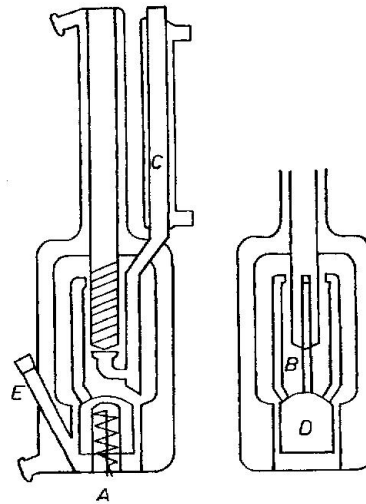


Abb. 7  
Modifiziertes Ebulliometer [26].

Im Rahmen der Vertragsforschung mit dem Hydrierwerk Zeitz (Abtrennung von Benzen aus Kohlenwasserstoffgemischen durch Extraktivdestillation mit einem Selektivlösungsmittel) und den Leuna-Werken (Auswahl eines Selektivlösungsmittels zur extraktiven Abtrennung von Alkanolen aus Produktgemischen der Oxosynthese) untersuchte Sun VAN PHAM (Dissertation 1983) die Phasengleichgewichte Flüssigkeit-Flüssigkeit und Flüssigkeit-Dampf in binären und ternären Modellsystemen der Art Benzen/C<sub>7</sub>-Alkan bzw. Cycloalkan/Dimethylformamid und 1-Alkanol (C<sub>8</sub> und C<sub>12</sub>)/n-Decan/Dimethylformamid [27].



Abb. 8  
Feier anlässlich des 50sten Geburtstages von Konrad QUITZSCH 1983 (von links nach rechts der Vertragspartner aus den Leuna-Werken Werner HAUTHAL (1936-2004), Konrad KRAUSE (Abteilung Hochschulmethodik der Universität Leipzig), Ulf MESSOW, Gerhard GEISELER und der Jubilar).

Die fruchtbare Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern mündete in den außeruniversitären Habilitationen (in der damaligen Zeit unter der Bezeichnung „Dissertation B“) von HAUTHAL (1981; Abb. 8), Rudolf HENNIG (Hydrierwerk Zeitz; 1988) und Günter LIEBMANN (Petrolchemisches Kombinat Böhlen; 1990).

Destillationskolonnenberechnungen zur Optimierung der gewünschten Kopf- bzw. Sumpfprouktreinheiten auf der Grundlage der in der AG Thermodynamik zahlreich untersuchten binären oder ternären Systemkombinationen waren letztendlich das Ziel der gemeinsamen Bemühungen [28-30]. In einem Übersichtsartikel über die thermodynamische Forschung zwischen 1953 und 1978 im ehemaligen Ostwald'schen Leipziger Institut listete QUITZSCH 167 Publikationen auf, von denen etwa die Hälfte dem Gebiet der Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte zu zurechnen sind [18].

Bis zu seiner Emeritierung 1998 betreute QUITZSCH 47 Doktoranden und 9 Habilitanden [31]. Ab 1990 widmete er sich mit seinen Mitarbeitern verstärkt der physikalisch-chemischen Charakterisierung von Tensidsystemen und dem Studium mizellarer Strukturen und Mikroemulsionen bei gleichzeitiger Behandlung der Phasengleichgewichte [32, S. 153]. Die Charakterisierung tensidhaltiger Systeme begann aber bereits 1981 durch die vertraglichen Beziehungen zu dem in den Leuna-Werken tätigen Hermann G. HAUTHAL.

Auf dem Gebiet der Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte habilitierten sich (in der damaligen Zeit unter der Bezeichnung „Dissertation B“) in der Arbeitsgruppe Thermodynamik von unterschiedlichen fachlichen Aspekten ausgehend vier Mitarbeiter.

Ulf MESSOW verteidigte 1978 seine Dissertation B mit dem Titel „Thermodynamische Untersuchungen an Lösungsmittel/Öl- und Lösungsmittel/n-Alkan- sowie Gas/Öl- und Gas/n-Alkan-Systemen“. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen, die einen Beitrag zur Verbesserung der Lösungsmittelrückgewinnung einer Entparaffinierungs- und einer Phenolraffinationsanlage leisten sollten, bildete die Ermittlung der Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte von Gemischen mit Ölkomponten (Dieselkraftstofffraktion und Neutralöl-Hydroraffinatfraktionen) auf der

einen Seite und leichtflüchtigen Lösungsmittelkomponenten (Benzol, Toluol, Aceton und Butanon) auf der anderen Seite. Die überwiegend in binären Systemen aus Lösungsmittel/Öl-Komponente und Lösungsmittel/n-Alkan [33] durchgeführten Messungen im „mittleren“ Konzentrationsbereich erfolgten statisch im Isoteniscope oder dynamisch in der Umlaufapparatur nach RÖCK und SIEG bzw. im Ebulliometer. Darüber hinaus wurden Aktivitätskoeffizienten bei unendlicher Verdünnung mit der Gas-Flüssigkeit-Chromatographie, der Vakanzchromatographie bzw. einer dynamischen Sättigungsapparatur mit GLC als Analysenmethode bestimmt. Nach seiner Dissertation B wechselte er zum Arbeitsgebiet der Adsorption aus der Gas- und Flüssig-Phase [34] und war von 1998-2005 apl. Professor in Leipzig.

Klaus SÜHNEL verteidigte 1982 seine Arbeit zum Thema „Die Anwendung von Modelltheorien auf die Approximation und Vorausberechnung von thermodynamischen Mischungseigenschaften“. Obwohl im Zentrum dieser Arbeit die Anwendung von Modelltheorien auch zur Berechnung von Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichten stand, wurden ergänzende Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsmessungen in Systemen mit Benzen, n-Alkylamin oder n-Alkohol + n-Alkan sowie n-Alkohol + Aromat [35] durchgeführt. Von 1987 bis 1995 war er dann im Karl-Sudhoff-Institut für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften der Universität Leipzig tätig und von 1997 bis 2002 als Leiter des Umweltzentrums der Handwerkskammer zu Leipzig in Trebsen.

Jochen WINKELMANN habilitierte sich 1982 mit dem Thema „Statistische Thermodynamik polarer Mischungen - Beschreibung dielektrischer und thermodynamischer Eigenschaften sowie Methoden zur Vorausberechnung von Phasengleichgewichten“. Seit 1986 ist er Professor in Merseburg bzw. Halle.

Jürgen SCHMELZER konnte 1985 seine Arbeit mit dem Titel „Phasengleichgewichte in flüssigen Nichteletrolytsystemen: Experimentelle Untersuchungen, Modellierung und Vorausberechnung“ verteidigen. Der stoffliche Hintergrund für die hier experimentell untersuchten Systeme ergab sich aus den Produkten der Oxosynthese. Dabei werden aus 1-Alkenen durch Hydroformylierung und Hydrierung primäre Alkohole mittlerer Kettenlänge erzeugt. Als Nebenprodukte fallen u.a. n-Alkane, Alkylbenzene sowie Methanol und Wasser an.

Es wurden Phasengleichgewichte in binären Systemen aus n-Alkan ( $C_6$ - $C_{15}$ ) + 1-Alkanol ( $C_2$ - $C_{14}$ ) [36], Benzen, n-Heptylbenzen oder n-Octylbenzen + 1-Octanol, Toluol, n-Heptylbenzen oder n-Octylbenzen + 1-Dodecanol [37] und in den ternären Systemen 1-Propanol/1-Dodecanol/n-Undecan, Benzen/1-Octanol/n-Undecan, n-Heptylbenzen oder n-Octylbenzen/1-Dodecanol/n-Tetradecan [38, 37a,c] und in vier weiteren ternären Systemen aus den Komponenten Methanol, 1-Dodecanol, n-Tridecan und Wasser [39] bestimmt. Aufgrund der zunehmenden Viskosität der Komponenten mit höherer C-Zahl wurden bei der verwendeten modifizierten Umlaufapparatur nach RÖCK und SIEG die dünnen Rohre, die das Kondensat bzw. die Flüssigkeit aus den jeweiligen Fallen (Abb. 4) in die Siedeblase der Apparatur zurückführen, erweitert. Außerdem wurde nicht nur die Flüssigkeit in der Siedeblase sondern auch in der Flüssigkeitsfalle (Sammelgefäß der durch die Cottrellpumpe mitgeführten Flüssigkeit) durch Magnetrührer ständig „homogenisiert“, was sich

auch bei Messungen in entmischenden Systemen positiv auswirkte. Im Ebulliometer wurde insbesondere dann gemessen, wenn eine Analyse der flüssigen Phase durch Refraktometrie nicht möglich war. Nach der Habilitation wurden die Phasengleichgewichtsuntersuchungen zunächst an der Universität Leipzig und seit 1993 als Professor in Dresden fortgesetzt.

Roland PFESTORF, der fünfte Habilitand aus der von QUITZSCH geleiteten Arbeitsgruppe, hat sich 1984 mit einer Arbeit zur Kalorimetrie habilitiert und war seit 1994 Professor an der HTWK in Leipzig.

Die experimentellen Phasengleichgewichtsuntersuchungen in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre und zu Beginn der 1990er Jahre standen zum einen im Zusammenhang mit der Caprolactamherstellung (Leuna Werke) und zum anderen mit der Kohlehydrierung (Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma). Bei der Herstellung von Caprolactam aus Phenol über die Zwischenprodukte Cyclohexanol, Cyclohexanon und Cyclohexanoxim müssen u.a die ternären Systeme Phenol/Cyclohexanol/2-Methylcyclohexanol und Wasser/Cyclohexanon/ Cyclohexanoxim destillativ getrennt werden. Hierzu wurden umfangreiche Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte in den ternären und zugehörigen binären Systemen durchgeführt [40]. Bei einer Extraktionsstufe mit Trichlorethylen wird das Extraktionsmittel durch Destillation aufgearbeitet. Hierfür wurden Phasengleichgewichtsuntersuchungen in binären und ternären Systeme aus Trichlorethen, Cyclohexanon, Anilin und Caprolactam durchgeführt [41].

Jens PUSCH hat im Rahmen seiner Dissertation 1993 Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte in binären Systemen aus n-Alkanen ( $C_8-C_{12}$ ) und N-monosubstituierten Amiden vermessen, die als unerwünschte Nebenprodukte der Caprolactamsynthese entstehen, mit dem Ziel für die Gruppenbeitragsmethode UNIFAC Gruppenwechselwirkungsparameter zu bestimmen [42].

Eine solche Vorgehensweise bietet sich hier an, da die N-monosubstituierten Amide mit nur zwei Hauptgruppen beschrieben werden können und so Phasengleichgewichte mit dem Caprolactam leicht zu berechnen sind. Für die experimentellen Untersuchungen in den obigen Systemen wurde eine Phasengleichgewichtsapparatur aufgebaut, die nach dem statischen Prinzip arbeitet und als Herzstück eine Gleichgewichtszelle mit Glasfedermanometer als Nullinstrument besitzt (Abb. 9).

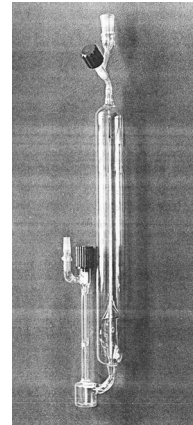


Abb. 9. Gleichgewichtszelle mit Glasfedermanometer.

Da Kohleöle im Wesentlichen aus Paraffinen, Naphthenen, Aromaten und Phenolen bestehen, wurden systematisch Phasengleichgewichte in binären Systemen aus Alkanen ( $C_8-C_{12}$ ), Butylbenzen oder 2-Methylnaphthalen + Phenol, + o-Cresol oder + m-Cresol vermessen [43]. Darüber hinaus wurden carbochemische Modellsysteme wie n-Butan + Phenol + Methylcyclohexan + Toluol +

1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen und n-Propylbenzen + n-Decan + Phenol untersucht [44].

Im ersten durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt zu Beginn der 1990er Jahre wurden Überlegungen angestellt, eine computer-gesteuerte Anlage zur dynamischen Messung von Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichten bei Normal- und Unterdruck zu entwickeln [45]. Eine schematische Darstellung der Anlage, zeigt Abb. 10, während Abb. 11 ein Bild der Anlage zeigt, wie sie schließlich gemeinsam mit Johannes LERCHNER an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden aufgebaut wurde.

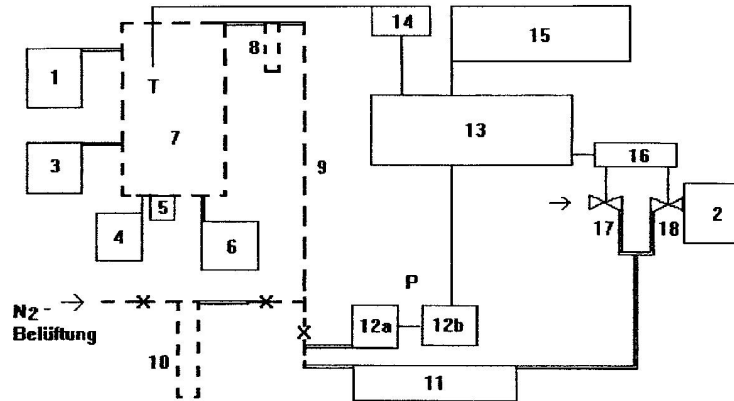


Abb. 10. Schematische Darstellung der computer-gesteuerten Anlage zur dynamischen Messung von Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichten [45]; 7 Umlaufapparatur, 3, 6 Thermostaten, 12a Membrandruckaufnehmer, 16 Ventilsteuereinheit.

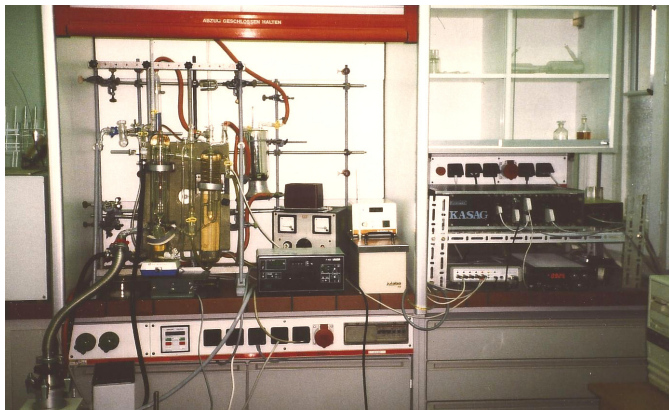


Abb. 11  
Bild der computer-gesteuerten Anlage.

Zur Steuerung von zwei Vakuummagnetventilen (17 zur Luft, 18 zur Vakuumpumpe 2), um bei konstantem Druck bzw. konstanter Siedetemperatur zu arbeiten, und zur Speicherung und graphischen Verfolgung der Messdaten Temperatur und



Druck sind das Temperatur-Messmodul (14) und das Druckanzeigergerät (12b) mit einem Prozessrechner (13, KASAG) gekoppelt. Der Prozessrechner ist mit einem handelsüblichen PC als Kommunikationsrechner (15) verbunden. Die Vorteile dieser Anlage waren die automatische Regelung des Druckes und damit auch der Siedtemperatur sowie die graphische Verfolgung des Druck- und Temperaturverlaufes und damit das sichere Erkennen des Erreichens des Gleichgewichtszustandes. Inzwischen wurde die Steuerung der Anlage weiter vervollkommen [46].

Die langjährig in der Forschungs- bzw. Arbeitsgruppe Thermodynamik genutzten Ebulliometer, die Umlaufapparaturen nach OTHMER, GILLESPIE, RÖCK und SIEG, das modifizierte Isoteniskop nach SMITH und MENZIES sowie diverse Geräte zur Druck- (Manometer, Vakuumeter, Manostat) und Temperaturmessung (Beckmann-Thermometer, Thermistor) sind zur lehrmethodischen Veranschaulichung heute in Schränken des Hörsaalanges (Abb. 12) des 1993 wieder gegründeten Instituts für Physikalische Chemie, das seit 1998 den Namen Wilhelm-Ostwald-Institut für Physikalische und Theoretische Chemie trägt, aufbewahrt.



Abb. 12. Anlässlich des Ehrenkolloquiums zum 100. Geburtstag von Herbert STAUDE am 29. März 2001 konnten die zusammengetragenen Gerätschaften der Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsmessungen (siehe obere Fächer), die heute zum „Historischen Archivbestand der Fakultät für Chemie und Mineralogie“ der Universität Leipzig gehören, „besichtigt“ werden.

**Literatur**

- [1] QUITZSCH, K. (und Mitarbeiter): Studien zur Thermodynamik binärer Flüssigkeitsgemische mit homologen Formamiden:
- I. Das System Dioxan(1)-Dimethylformamid(2). J. prakt. Chem. 28 (1965), S. 59-68.
  - II. Das System Benzol(1)/Dimethylformamid(2). J. prakt. Chem. 28 (1965), S. 69-77.
  - III. Das System Tetrachlorkohlenstoff(1)-Dimethylformamid(2). Z. phys. Chem. 233 (1966), S. 321-332.
  - IV. Isotherme Verdampfungsgleichgewichte binärer Systeme aus N-disubstituierten Formamiden und stark polaren Flüssigkeiten. J. prakt. Chem. 34 (1966), S. 145-152.
  - V. Die Systeme Aceton-Formamid und Methanol-Formamid. J. phys. Chem. 235 (1967), S. 99-109.
  - VI. Das System Dioxan-Formamid. Z. phys. Chem. 236 (1967), S. 241-252.
  - VII. Über isotherme Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte der Systeme Benzol-Dioxan, Benzol-Dimethylformamid, Dioxan-Dimethylformamid. J. prakt. Chem. 35 (1967), S. 49-58.
  - VIII. Die binären Systeme n-Heptan(1)/Dimethylformamid(2) und n-Heptan(1)/Diäthylformamid(2). J. phys. Chem. 240 (1969), S. 107-126;
  - IX. Mittlere molare Zusatzeigenschaften binärer Systeme aus N-disubstituierten Formamiden und stark polaren Flüssigkeiten. J. prakt. Chem. 311 (1969), S. 420-428.
  - X. Die binären Systeme Benzol/N-Methylformamid, Tetrachlorkohlenstoff/N-Methylformamid, Cyclohexan/N-Methylformamid und n-Heptan/N-Methylformamid. Z. phys. Chem. 255 (1974), S. 947-968.
  - XI. Mischphasenthermodynamische Untersuchungen an den binären Systemen Aceton(1)/N-Monomethylformamid(2) und Methanol(1)/N-Monomethylformamid(2). Z. phys. Chem. 255 (1974), S. 969-973.
- [2] GEISELER, G.; QUITZSCH, K.; GESEMANN, R.; GESEMANN, H. J.: Thermodynamische Untersuchungen über das Assoziationsverhalten der stellungsisomeren Oxime des n-Octans in der Mischphase mit Tetrachlorkohlenstoff. Z. phys. Chem. N.F. 35 (1962), S. 10-23.
- [3] MESSOW, U.; BÄR, J.; QUITZSCH, K.; GEISELER, G.: Isotherme Dampfdruckmessungen an binären Oximgemischen. J. prakt. Chem. 317 (1975), S. 114-122.
- [4] GEISELER, G.; QUITZSCH, K.; VOGEL, H.-J.; PILZ, D.; SACHSE, H.: Thermodynamische Untersuchungen an Mischsystemen aus stellungsisomeren hydroxygruppenhaltigen n-Alkanderivaten und n-Heptan. I. Phasengleichgewichte. Z. phys. Chem. N.F. 56 (1967), S. 288-302.
- [5] QUITZSCH, K.; KÖNIG, S.; GEISELER, G.: Phasengleichgewichte der Systeme Dodecanol-1/Tetrachlormethan, Dodecanol-4/Tetrachlormethan und Dodecanol-5/Tetrachlormethan. Z. phys. Chem. 233 (1966), S. 1-8.

- [6] QUITZSCH, K.; KÜHN, D.: Zum Assoziationsverhalten der stellungsisomeren geradkettigen Dodecanole. *Z. Chem.* 5 (1965), S. 422-423.
- [7] GEISELER, G.; SÜHNEL, K.; QUITZSCH, K.: Eigenschaften der binären Mischsysteme aus den isomeren Butanolen. *Z. phys. Chem.* 254 (1973), S. 261-270.
- [8] GEISELER, G.; FRUWERT, J.; HÜTTIG, R.: Dampfdruck- und Schwingungsverhalten der stellungsisomeren n-Octanole und hydroxydeutierten n-Octanole. *Chem. Ber.* 99 (1966), S. 1594-1601.
- [9a] QUITZSCH, K.; ULBRECHT, H.; GEISELER, G.: Verdampfungsgleichgewichte binärer Systeme mit Dimethylsulfoxid als Mischkomponente. *Z. phys. Chem.* 234 (1967), S. 33-43.
- [9b] QUITZSCH, K.; PRINZ, H.-P.; SÜHNEL, K.; VAN PHAM, S.; GEISELER, G.: Mittlere molare Zusatzeigenschaften binärer flüssiger Systeme mit Dimethylsulfoxid als Mischkomponente. *Z. phys. Chem.* 241 (1969), S. 273-284.
- [10] QUITZSCH, K.; HOFMANN, H.-P.; HERING, D.; SALZER, R.; GEISELER, G.: Über isobare Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte binärer und ternärer Mischungen aus Methylglykol, Dimethylaminoäthanol und 2-(2-Dimethylaminoäthoxy)-äthanol. *Z. phys. Chem.* 243 (1970), S. 321-339.
- [11] SCHMELZER, J.; QUITZSCH, K.: Isobare Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte der binären Systeme Benzol-Äthylendiamin und Wasser-Äthylendiamin. *Z. phys. Chem.* 252 (1973), S. 280-288.
- [12] HESSEL, D.; GEISELER, G.: Über die Druckabhängigkeit des heteroazeotropen Systems n-Butanol/Wasser. *Z. phys. Chem.* 229 (1965), S. 199-209.
- [13] QUITZSCH, K.; KOPP, R.; RENKER, W.; GEISELER, G.: Über die Druckabhängigkeit des azeotropbildenden Systems tertiär-Butanol/Wasser. *Z. phys. Chem.* 237 (1968), S. 256-266.
- [14] RENKER, W.; GEISELER, G.; QUITZSCH, K.: Über die Druckabhängigkeit azeotroper Eigenschaften in binären Mischphasensystemen der Komponenten Methyläthylketon, Cyclohexan und tert. Butanol. *Z. phys. Chem.* 255 (1974), S. 549-557.
- [15] PEDRAZA, M.; QUITZSCH, K.: Modelltheoretische Interpretation mischphasenthermodynamischer Eigenschaften des binären flüssigen Systems Dioxan(1)/tert.-Butanol(2). *Z. phys. Chem.* 255 (1974), S. 1039-1047.
- [16] QUITZSCH, K.; HÜTTIG, R.; VOGEL, H.-G.; GESEMANN, H.-J.; GEISELER, G.: Über ein verbessertes Isoteniskop zur genauen Messung von Gesamtdampfdrücken über Flüssigkeitsgemischen. *Z. phys. Chem.* 223 (1963), S. 225-233.
- [17] GEISELER, G.; QUITZSCH, K.; RAUH, H.-J.; SCHAFFERNICHT, H.; WALTHER, H.-J.: Bildungsenthalpien und Mesomerieenergien von  $\pi$ -Bindungssystemen. *Ber. Bunsenges. für phys. Chemie* 70 (1966), S. 551-556.
- [18] QUITZSCH, K.: Die Entwicklung der thermodynamischen Forschung im ehemaligen Ostwaldschen Leipziger Institut zwischen 1953 und 1978. *Z. Chem.* 8 (1978), S. 282-288.
- [19] QUITZSCH, K.; WUNDERLICH, V.; GEISELER, G.: Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichte der binären Systeme Benzol-Methyläthylketoxim und n-Heptan-Methyläthylketoxim. *J. prakt. Chem.* 30 (1965), S. 119-125.

- [20] GEISELER, G.; KÖHLER, H.: Thermodynamisches Verhalten der Mischsysteme Methyläthylketoxim/n-Heptan, Diäthylketon/n-Heptan und Methyläthylketoxim/Diäthylketon. Ber. Bunsengesellschaft für phys. Chem. 72 (1968), S. 697-706.
- [21] SCHMELZER, J.; QUITZSCH, K.: Phasengleichgewichtsuntersuchungen an Mehrkomponentensystemen. I. Isobares Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht im ternären System Methyläthylketon-sek. Butanol-Diisobuten. Z. phys. Chem. 258 (1977), S. 645-656.
- [22] BÄR, J.; QUITZSCH, K.: Mischphasenthermodynamische Untersuchungen zum Phasengleichgewichtsverhalten von Dreistoffsystemen der Art C4-Alkohol/-Wasser/Diisobuten in Hinblick auf die Modellierung eines technisch verwertbaren azeotropen Entwässerungsverfahrens. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig 6 (1974), S. 619-629.
- [23] BECKE, H.; QUITZSCH, G.; QUITZSCH, K.: Phasengleichgewichte in ternären Systemen C4-Alkohol/Wasser/Triisobuten. Chem. Techn. 29 (1977), S. 49-51.
- [24] SCHMELZER, J.; QUITZSCH, K.: Phasengleichgewichtsuntersuchungen an Mehrkomponentensystemen. II. Isobares Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht und Flüssigkeit-Flüssigkeit-Gleichgewicht in den ternären Systemen Methyläthylketon-Wasser-Diisobuten, Methyläthylketon-sek. Butanol-Wasser und sek. Butanol-Wasser-Diisobuten. Z. phys. Chem. 259 (1978), S. 476-486; III. Isobares Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht und Flüssigkeit-Flüssigkeit-Gleichgewicht im quaternären System Methyläthylketon/sek. Butanol/Wasser/Diisobuten. Z. phys. Chem. 259 (1978), S. 961-966.
- [25a] SCHMELZER, J.; SCHNEIDER, S.: Phasengleichgewichtsuntersuchungen an Mehrkomponentensystemen. IV. Isobares Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht im quaternären System 2,3-Dimethylbutan-n-Hexan-3-Methylhexan-n-Heptan. Z. phys. Chem. 261 (1980), S. 55-59.
- [25b] SCHMELZER, J.; WOLF, Ch.: Charakterisierung des isobaren Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtes des Systems Benzol-Toluol-n-Octan-p-Xylol. Chem. Techn. 30 (1978), S. 305-307.
- [26] MÖHLE, L.; QUITZSCH, K.; HAUTHAL, W.: Modellierung von VLE- und  $H^E$ -Daten binärer Polyaminsysteme unter Anwendung des modifizierten UNIQUAC-Ansatzes. Chem. Techn. 35 (1983), S. 287-290.
- [27] HENNIG, R.; QUITZSCH, K.; VAN PHAM, S.: Experimentelle Bestimmung und Korrelation von Daten zum Dampf-Flüssigkeit-Phasengleichgewicht in binären und ternären Systemen mit Dimethylformamid. Z. phys. Chem. 267 (1986), S. 85-96.
- [28] MERTSCHING, W.; MESSOW, U.: Zum Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsverhalten von Lösungsmittel-Öl-Systemen bei der Entparaffinierung von Schmierölkomponenten. Chem. Techn. 28 (1976), S. 484-487.
- [29] HAUTHAL, W. H.; BERGER, K.-H.; BUTZ, E.; MESSOW, U.; PFESTORF, R.; TOLL, H.; WEISE, B.: Zum Destillationsverhalten des quaternären Systems Methanol-Tetrahydrofuran-Wasser-Butan-1,4-diol. Teil II: Konzentrations-

- profilberechnungen auf der Basis des UNIQUAC- bzw. UNIFAC-Modells. Chem. Techn. 33 (1981), S. 466-469.
- [30] HENNIG, R.; SCHMELZER, J.: Einfluß der Modelle und Parameter auf die Berechnungsergebnisse bei der Extraktivdestillation. Z. phys. Chem. 269 (1988), S. 529-537.
- [31] MESSOW, U.; SCHMELZER, J.: Professor Dr. habil. Konrad Quitzsch zum 75. Geburtstag. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 13 (2008), 1, S. 34-37.
- [32] MESSOW, U.; SZARGAN, R.: Die Physikalische Chemie. In: Chemie an der Universität Leipzig. Von den Anfängen bis zur Gegenwart. Leipzig: Passage Verl., 2009.
- [33] MESSOW, U. u.a.: Thermodynamische Untersuchungen an Lösungsmittel/n-Paraffin-Systemen.  
 I. Das System Benzol/n-Dodecan. Z. phys. Chem. 257 (1976), S. 121-128.  
 II. Benzol/n-Tetradecan, Benzol/n-Hexadecan, Benzol/n-Heptadecan. Z. phys. Chem. 257 (1976), S. 218-228.  
 III. Die Systeme Benzol/n-Heptan und Benzol/n-Decan. Z. phys. Chem. 258 (1977), S. 24-32.  
 IV. Benzol/Scmieröl-Systeme. Chem. Techn. 9 (1975), S. 539-541.  
 V. Die Systeme Aceton/n-Decan, Aceton/n-Dodecan, Aceton/n-Tetradecan und Aceton/n-Hexadecan. Z. phys. Chem. 258 (1977), S. 90-96.  
 VII. Toluol/n-Dodecan und Toluol/n-Hexadecan. Z. phys. Chem. 258 (1977), S. 798-800.  
 IX. Die Systeme Butanon/n-Dodecan, Butanon/n-Hexadecan und Butanon/n-Octadecan. Z. phys. Chem. 259 (1978), S. 664-666.  
 XI. Binäre Systeme aus n-Alkanen und längerkettigen n-Alkoholen. Z. phys. Chem. 264 (1983), S. 389-392.
- [34] MESSOW, U.; KALIES, G.; ROCKMANN, R.: Zum Phänomen der Adsorption: Untersuchungen am Leipziger Institut Wilhelm Ostwalds von der Gründungszeit bis zur Gegenwart. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 14 (2009), 2, S. 22-41.
- [35a] SÜHNEL, K.; WITTIG, M.: Untersuchungen des Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichts binärer und ternärer Nichteletrolytmischungen. Z. phys. Chem. 264 (1983), S. 582-586.
- [35b] SÜHNEL, K.; WITTIG, M.: Thermodynamische Untersuchungen an Mischungen aus aliphatischen Alkoholen und Kohlenwasserstoffen. III. Experimentelle Bestimmung von  $G^E$  und  $V^E$  binärer Alkohol/n-Paraffin-Mischungen. Z. phys. Chem. 262 (1981), S. 1098-1104.
- [35c] SÜHNEL, K.; MÜLLER, S.: Thermodynamische Untersuchungen an Mischungen aus aliphatischen Alkoholen und Kohlenwasserstoffen. I. Experimentelle Bestimmung und Modellierung freier Exzessenthalpien und Exzessvolumina in binären Systemen aus Alkoholen und Toluol, Äthylbenzol bzw. p-Xylol. Z. phys. Chem. 261 (1980), S. 60-64.
- [36a] SCHMELZER, J.; THÜMMLER, H.: Charakterisierung thermodynamischer Exzesseigenschaften in Nichteletrolytsystemen. Teil I: Gemeinsame Modellierung isothermer Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsdaten mit Mischungs-

- thalpien in binären n-Octanol – n-Alkan Systemen. Chem. Techn. 31 (1979), S. 570-572.
- [36b] SCHMELZER, J.; LIEBERWIRTH, I.; KRUG, M.; PFESTORF, R.: Vapour-liquid equilibria and heats of mixing in alkane-alcohol systems. I. Vapour-liquid equilibria in 1-alcohol – n-undecane systems. Fluid Phase Equilibria 11 (1983), S. 187-200.
- [36c] SCHMELZER, J.; CREUTZIGER, V.; LIEBERWIRTH, I.; PFESTORF, R.: Vapour-liquid equilibria and heats of mixing in alkane-alcohol systems. III. Vapour-liquid equilibria in n-alkane – 1-dodecanol systems. Fluid Phase Equilibria 15 (1983), S. 107-119.
- [37a] SCHMELZER, J.; ALEXEEVA, M. V.: Charakterisierung thermodynamische Exzesseigenschaften in Nichtelektrolytsystemen. Teil II: Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht im ternären System Benzen – n-Undecan – n-Octanol. Chem. Techn. 32 (1980), S. 367-370.
- [37b] SCHMELZER, J.; LIEBERWIRTH, I.: Modellierung der thermodynamischen Exzesseigenschaften  $G^E$  und  $H^E$  in 1-Alkohol – n-Alkylaromat-Systemen. Z. phys. Chem. 267 (1986), S. 785-798.
- [37c] SCHMELZER, J.; LIEBERWIRTH, I.: Phasengleichgewichtsuntersuchungen an Mehrkomponentensystemen. V. Isothermes Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewicht in den ternären Systemen n-Dodecanol – n-Tetradecan – n-Heptylbenzen und n-Dodecanol – n-Tetradecan – n-Octylbenzen. Z. phys. Chem. 263 (1982), S. 241-248.
- [38] SCHMELZER, J.: UNIFAC-Parameter zur Vorausberechnung von freier Exzessenthalpie und Mischungsenthalpie in Systemen aus 1-Alkoholen mit n-Alkanen und n-Alkylaromaten. Chem. Techn. 37 (1985), S. 337-340.
- [39] SCHMELZER, J.; MEISTER, W.; MROCZEK, U.; QUITZSCH, K.: Modellierung und Vorausberechnung von Phasengleichgewichten Flüssigkeit-Flüssigkeit und Flüssigkeit-Dampf in Systemen aus Methanol, Wasser, n-Dodecanol und n-Tridecan. Chem. Techn. 36 (1984), S. 202-206.
- [40] WERMANN, A.: Mischphasenthermodynamische Untersuchungen an ternären Systemen der Caprolactamsynthese. Diplomarbeit, Karl-Marx-Universität Leipzig, 1985.
- [41] GERMANUS, J.: Analytische und mischphasenthermodynamische Untersuchungen an ternären Systemen der Caprolactamherstellung. Diplomarbeit, Karl-Marx-Universität Leipzig, 1986.
- [42] SCHMELZER, J.; PUSCH, J.: Phase equilibria in binary systems containing N-monosubstituted amides and hydrocarbons. Fluid Phase Equilibria 110 (1995), S. 183-196.
- [43a] SCHMELZER, J.; NIEDERBROEKER, H.; PARTZSCH, S.; VOECKLER, R.; MEINHARDT, R.: Isothermal vapor-liquid equilibria in binary mixtures containing hydrocarbons (nonane, decane, dodecane, butylbenzene, or 2-methylnaphthalene) and phenol or cresols (2-methylphenol or 3-methylphenol) at 373 to 453 K. ELDATA. Int. Electron. J. Phys.-Chem. Data 2 (1996), S. 153-162.

- [43b] NIEDERBROEKER, H.; SCHMELZER, J.: Isothermal vapor-liquid equilibria in binary mixtures containing normal alkanes (nonane, undecane, or dodecane) and cresols (2-methylphenol or 3-methylphenol) at 373 to 433 K. ELDATA. Int. Electron. J. Phys.-Chem. Data 3 (1997), S. 197-204.
- [44a] SÜHNEL, K.; OBST, S.-O.; SCHMELZER, J.; QUITZSCH, K.: Phasengleichgewichte in phenolhaltigen Modellsystemen. Teil I. Experimentelle Untersuchungen und thermodynamische Modellierung. Chem. Techn. 43 (1991), S. 155-157.
- [44b] SCHMELZER, J.; PARTZSCH, S.; SÜHNEL, K.: Phasengleichgewichte in binären Systemen und im ternären System aus n-Propylbenzen, n-Decan und Phenol. Chem. Techn. 44 (1992), S. 66-69.
- [45] SCHMELZER, J.; NIEDERBRÖKER, H.; LERCHNER, J.: Computergesteuerte Anlage zur dynamischen Messung von Flüssigkeit-Dampf-Gleichgewichtsdaten. Chem. Techn. 50 (1998), S. 17-19.
- [46] GRENNER, A.; KLAUCK, M.; SCHMELZER, J.: An equipment for dynamic measurements of vapour-liquid equilibria and results in binary systems containing cyclohexylamine. Fluid Phase Equilibria 233 (2005), S. 170-175.

## Nachruf auf Prof. Dr. Dr. Hans-Joachim Bittrich

(01.06.1923-09.12.2010)

Hans-Joachim BITTRICH wurde am 1. Juni 1923 in Dresden geboren. Kindheit und Schulzeit verbrachte er in Zwickau. Dort erwarb er auch das Reifezeugnis, bevor er in die faschistische Wehrmacht eingezogen wurde. Er überlebte das Inferno des Krieges und konnte nach einem Jahr Gefangenschaft bereits 1946 das Studium der Chemie an der Universität Leipzig aufnehmen.

Viele seiner Generation haben diese schreckliche Zeit nicht überlebt, haben ihre Gesundheit opfern müssen oder eine wesentlich längere Zeit ihrer Jugend verloren. Hans-Joachim BITTRICH war sich zeitlebens dieser Tatsache bewusst, und seine Erlebnisse prägten ihn zum entschiedenen Kriegsgegner und engagierten Wissenschaftler für sozialen und gesellschaftlichen Fortschritt. Daraus wuchsen auch die Kraft und der Optimismus für den Aufbau einer neuen Gesellschaftsordnung. Er hat diese Grundeinstellung überzeugend gelebt und auf den akademischen Nachwuchs übertragen. Diese Haltung war so kurz nach dem Kriege an der Universität keineswegs selbstverständlich.

Leibnitz, der erste gewählte Rektor der Technischen Hochschule für Chemie Leuna-Merseburg von 1955-1958 hat wohl entscheidenden Einfluss auf H.-J. BITTRICH ausgeübt, im Jahre 1955 an die ein Jahr vorher gegründete Hochschule in Merseburg zu wechseln. Ihn blieb er über 33 Jahre bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1988 treu. Ganz sicher war das der wesentlichste Grund dafür, dass er die Schließung im Jahre 1993, obwohl seine Emeritierung bereits fünf Jahre zurücklag, nie ganz verwunden hat.

H.-J. BITTRICH begann in Merseburg als Wissenschaftlicher Oberassistent. Die ersten wissenschaftlichen Arbeiten waren elektrochemischen Analyseverfahren, der Löslichkeit von Salzen in gemischten Lösungsmitteln und der Metallabscheidung gewidmet. Ab 1958 wandte er sich dem theoretisch anspruchsvollen und gleichsam technologisch bedeutsamen Gebiet der Stofftrennung zu, das die so genannte „Bittrich-Schule“ über Jahrzehnte prägte.

Ebenfalls im Jahre 1958 betraute man den nichthabilitierten Oberassistenten mit der Funktion des Prorektors für Studienangelegenheiten.

Zeitlich parallel arbeitete er an seiner Habilitation über die Berechnung der Phasengleichgewichte ternärer Flüssigkeits-Dampfsysteme, die er 1961 erfolgreich verteidigen konnte. In der sich entwickelnden theoretischen Konzeption ging es ihm um Möglichkeiten der Aufspaltung der Exzessfunktionen in Anteile für spezifische und nichtspezifische Wechselwirkungen sowie deren Berechnung bzw. Messung. Die experimentellen Untersuchungen umfassten ein breites Spektrum an klassischen thermodynamischen und ab den 1970er Jahren zusätzlichen Messme-



thoden, wie NMR-, relaxationskinetische und Ultraschallabsorptions-Untersuchungen. Dadurch konnten wesentliche Beiträge zum Verständnis und zur Systematik von zwischenmolekularen Wechselwirkungen gewonnen werden. Mit diesem Ansatz verfolgte BITTRICH auch das Ziel der praktischen Anwendung der Ergebnisse. Er gehörte zu den Nestoren der Vertragsforschung mit der Industrie. Es begann eine permanente und fruchtbare Zusammenarbeit insbesondere mit den Leuna-Werken. In zunehmenden Maße saßen ihm ehemalige Schüler als Vertragspartner gegenüber.

Die Ergebnisse zu diesem Komplex sind u.a. in die Verfahren der Aromatenextraktion und der Butadiengewinnung eingeflossen und in etwa 180 Publikationen – Monografien und Zeitschriftenartikel – sowie über 100 Vorträgen dargelegt worden. Der Erkenntnisrücklauf aus der Industrie führte zur ständigen Konkretisierung und Erweiterung der physikalisch-chemischen Grundlagen. Somit erhielt die Breite des Konzeptes als Einheit von innerer Logik und äußeren Anforderungen ständig neue Nahrung. In zahllosen Lehrveranstaltungen und seinen Lehrbüchern konnte er diese Wissenschaftsauffassung an den Nachwuchs weitergeben.

Als profilierter Hochschullehrer fühlte sich BITTRICH stets als Vertreter und Sprecher der gesamten Physikalischen Chemie. Spaltungsbestrebungen, die während und nach der 3. Hochschulreform auftraten, ist er äußerst konsequent und unversöhnlich entgegengetreten. Er schrieb: „Für mich war ein wesentlicher Anlass... die 3. Hochschulreform und die Zergliederung der Physikalischen Chemie in verschiedene Teilgebiete, die unter unterschiedlichen Aspekten von mehreren Lehrenden behandelt wurden, manchmal auch von Nichtphysikochemikern“ abzulehnen. Methodische Anleihen zu Schorlemmers „Ursprung und Entwicklung der organischen Chemie“ sind unverkennbar. Mit diesem Standpunkt trat er als Mitherausgeber der „Zeitschrift für physikalische Chemie“, in Gremien der Hochschule, des Wissenschaftlichen Beirates für Chemie beim Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen und ganz besonders in der Chemischen Gesellschaft hervor, deren Vorsitzender er von 1969 bis 1975 war. In seinen Lehrbüchern hat er diese Haltung stets manifestiert.

Für die Zeit des Vorsitzes in der Chemischen Gesellschaft seien lediglich zwei Schwerpunkte seiner Arbeit hervorgehoben. In starkem Maße setzte er sich für eine Harmonisierung des Verhältnisses von Chemiker und Chemieingenieur ein. Wir werden unwillkürlich an den Ausspruch des unglaublich autokraten Carl Duisberg erinnert, der da meinte: „Der Chemiker-Ingenieur – wie er ihn nannte – ist beides halb und nichts ganz“. Punktum. Das Spektrum von BITTRICH'S Bestrebungen reichte von einer Optimierung der Studienpläne für beide Professionen bis zum koordinierten Zusammenwirken von Chemischer Gesellschaft und Kammer der Technik. Diesem Anliegen widmete er u.a. auch sein Wirken im Redaktionsausschuss der Zeitschrift „Chemische Technik“.

Sein zweites Hauptanliegen war die Pflege der internationalen Zusammenarbeit. Das betraf in erster Linie die Kooperationsvereinbarungen mit den chemischen

Gesellschaften der sozialistischen Länder – er wurde Ehrenmitglied der polnischen und der tschechoslowakischen Gesellschaft – und zu den Partneruniversitäten. Das Leningrader Technologische Institut verlieh ihm die Ehrendoktorwürde.

Gemessen an anderen Fachgebieten gab es in der Chemie relativ intensive Kontakte zum westlichen Ausland, die sich in Kolloquien und im Tagungsgeschehen äußerten. Beispielsweise wurde die Tagung zur Mischphasenthermodynamik, deren Initiator BITTRICH war, fester Bestandteil des internationalen Tagungskalenders.

Seine Habilitation im Jahre 1961 war auch Ausgangspunkt für historische und philosophische Reflexionen. Mit einer Arbeit zur philosophischen Deutung des II. Hauptsatzes schloss er sich der Wissenschaftlergemeinschaft um Herrmann Leyh an, der er sich über Jahrzehnte eng verbunden fühlte.

Ebenfalls im Jahre 1961 erfolgte die Berufung zum Hochschuldozenten und nur ein Jahr später zum Professor. Über die Stationen Prodekan und Dekan der Fakultät für Stoffwirtschaft 1963/64 wurde er 1964 Direktor des Instituts für physikalische Chemie und mit der Leitung der Hochschule als Rektor betraut. Die Geschichte der Hochschule leitete er bis 1968, bis in das Vorfeld der gravierenden Strukturveränderungen durch die 3. Hochschulreform.

In den Jahren 1969 bis 1974 und 1985 bis 1988 war er erneut Dekan.

Mit der Amtseinführung von Hans-Joachim BITTRICH als Rektor wurde der Technischen Hochschule für Chemie der Titel „Carl Schorlemmer“ verliehen. Für BITTRICH, der an der Vorbereitung der Namensgebung aktiv beteiligt war, war das der Anlass für umfangreiche Archivstudien in England und der BRD zur Persönlichkeit von Schorlemmer als Organiker einerseits und als Freund von Marx und Engels andererseits. Er gehörte damit zu den Wenigen, die die Balance zwischen den Facetten der Persönlichkeit Schorlemmers bewahren konnte und oft verteidigen musste. Zahlreiche Publikationen legen davon Zeugnis ab. Diese Arbeiten sind für ihn auch der Ausgangspunkt für die Beschäftigung mit der Geschichte seines eigenen Faches und mit der TH-Geschichte. An der Hochschule wurde 1966 die „Carl-Schorlemmer - Kommission“ gegründet, deren langjähriger Vorsitzender BITTRICH war.

Am 15. September 1964 wurden an der Hochschule in Merseburg die ersten Spezialklassen („Spezialschule Chemie“) der DDR eröffnet. Nach erfolgreicher Aufnahmeprüfung erhielten die Schülerinnen und Schüler ab der 10. Klasse einen hochschulnahen Unterricht. Die Förderung von Talenten im Sinne einer Elite war in der DDR durchaus problematisch. Anfang der 1960er Jahre entwickelte sich allerdings ein günstiges Klima für die Protagonisten einer solchen Förderung, zu denen H.-J. BITTRICH gehörte. Ab 1977 nahmen Schüler der Spezialklassen an der jährlich stattfindenden Internationalen Chemieolympiade teil. Sie errangen bis 1989 13 Medaillen. Jochen BITTRICH war mehrere Jahre Betreuer der Nationalmannschaft der DDR und Mitglied der internationalen Jury.

Ordnet man H.-J. BITTRICH nach der Wissenschaftlerklassifikation von Wilhelm Ostwald ein, so kommt er wohl einem „Romantiker“ nahe. Seine Ausstrahlungskraft verbunden mit Toleranz, Kritik und gerechter Beurteilung haben zu Selbstständigkeit und Individualität bei seinen „Schülern“ geführt. Im Förderverein für das Deutsche Chemie-Museum Merseburg war er Gründungsmitglied, und es ist folgerichtig, dass bisher fünf seiner Schüler im Vorstand mitgewirkt haben.

Wenn man Leben und Wirken von Hans-Joachim BITTRICH würdigen will, kann das nicht geschehen, ohne seinen persönlichen Lebenskreis zu betrachten. Die Treue zur Merseburger Hochschule hat zur Konstanz des Wohnsitzes geführt. In der familiären Arbeitsteilung lag wohl die Hauptverantwortung in der Erziehung der vier Söhne bei Frau BITTRICH. Alle vier haben akademische Grade erreicht und die Fortsetzung in der Enkelgeneration ist in vollem Gange. Jochen fand in der Familie den Halt als Voraussetzung für seine beruflichen Erfolge, als Grundlage dafür, Verantwortung zu tragen, Widerstände zu überwinden und letztendlich auch Rückschläge richtig einordnen zu können und ohne äußeren Schaden zu überstehen. In diesem Lebenskreis finden wir wesentliche Wurzeln für das Denken und Tun von Jochen BITTRICH.

Seine herzliche Art, zwischenmenschliche Beziehungen zu pflegen, verdient die Achtung von Kollegen und Freunden. Uns Schüler hat er „an der langen Leine“ zu politisch denkenden Menschen im Sinne humanistischer Prinzipien geformt.

Dafür gebührt ihm unser bleibender Dank.

Prof. Dr. Klaus Krug, Merseburg

## Nachruf auf Prof. Dr. Dieter A. Lempe

(22.06.1941-23.12.2011)

Dieter LEMPE, geboren am 22. Juni 1941, studierte von 1959 bis 1964 Chemie an der damaligen „Technischen Hochschule für Chemie“ in Merseburg. Sein außerordentliches Interesse an Naturwissenschaften, die damalige Fokussierung der Volkswirtschaft auf die Chemie („Chemieprogramm“ der DDR 1958) sowie die neu gegründete Hochschule mögen dafür den Ausschlag gegeben haben.

Er stellte schnell fest, dass ihn mehr das Theoretische als das Experimentelle interessierte. Folgerichtig wandte er sich der Physikalischen Chemie zu und wurde 1968 am Institut für Physikalische Chemie der TH Merseburg unter Leitung von Prof. Dr. H.-J. Bittrich mit einer Arbeit über die Berechnung thermodynamischer Eigenschaften aus spektroskopischen Daten zum Dr. rer. nat. promoviert.

Nach der Promotion absolvierte er einen einjährigen Praxiseinsatz in der zentralen Forschung der Leuna-Werke und kam dort in Kontakt mit der kinetisch-thermodynamischen Problematik der Methylaminsynthese und der Thermodynamik der extraktiven Kohlenwasserstofftrennung. In dieser Zeit verbrachte er manche Nachtschicht beim Programmtest im Rechenzentrum der Leuna-Werke, fasziniert von den neuen Möglichkeiten, die die Großrechen-technik für die Lösung komplexer thermodynamischer Aufgabenstellungen eröffnete. Die Nutzung der Rechen-technik sollte in seinem gesamten wissenschaftlichen Leben nun eine bedeutende Rolle spielen.

Zurückgekehrt als Oberassistent an die TH Merseburg befasste sich Dieter LEMPE nun intensiv mit der Mischphasenthermodynamik, speziell mit der Modellierung von Phasengleichgewichten Flüssigkeit-Flüssigkeit. Die langjährige Vertragsforschungstätigkeit für die Leuna-Werke lieferte dafür den Praxisbezug. Ein einjähriger Aufenthalt am Moskauer Forschungsinstitut von Prof. Tsiklis machte ihn zusätzlich mit der Thermodynamik von Hochdruck-Gleichgewichten vertraut.

1978 wechselte Dieter LEMPE an der Merseburger Hochschule von der Physikochemie zur Verfahrenstechnik – ein konsequenter Schritt, denn die Mischphasenthermodynamik und die Stoffdatenproblematik sind eher dort beheimatet. 1979 wurde er zum Hochschuldozenten für Technische Mischphasenthermodynamik berufen und 1988 – nach seiner Promotion B 1983 zum Dr. sc. nat. – zum außerordentlichen Professor ernannt. Seine B-Dissertationschrift unter dem Titel „Modellierung von Phasengleichgewichten zur Beurteilung des selektiven Trennverhaltens von Kohlenwasserstoffen“ ist eine umfangreiche, fundierte Arbeit auf dem Gebiet der Mischphasenthermodynamik. Neuartig und praktisch bedeutsam waren hier u. a. seine systematischen Untersuchungen zur Theorie der Phasenstabilität. Anerkennung fanden seine Arbeiten auf diesem Gebiet 1980 durch die Verleihung des Friedrich-Wöhler-Preises der Chemischen Gesellschaft der DDR.

Bei seinen Arbeiten zur Modellierung von Phasengleichgewichten wurde ihm die Bedeutung verlässlicher Stoffdaten sehr bewusst. Die nationale Koordinierung der Stoffdatenmessung sowie die kritische Bewertung der Stoffdatenqualität wurden ihm zu einem wichtigen Anliegen. Durch seine Mitwirkung im International Committee on Data for Science and Technology CODATA wurden seine Aktivitäten auch international wirksam. Im vereinigten Deutschland wirkte er weiter auf diesem Gebiet im DECHEMA-Arbeitsausschuss „Ingenieurdaten“, dessen Vorsitzender er von 2001 bis 2006 war.

Nach der „Wende“ wurde der Fachbereich Verfahrenstechnik der TH Merseburg der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg angegliedert, später wurde er dort zum „Zentrum für Ingenieurwissenschaften“. Dieter LEMPE wirkte an der Universität Halle weiter als Professor bis zu seinem Ruhestand 2006. Unter seiner Leitung wurden neue, leistungsstarke  $p$ - $v$ - $T$ -Zustandsgleichungen entwickelt; erwähnt sei hier die „Ji-Lempe-Gleichung“, die in den meisten Fällen die Leistungsfähigkeit der bekannten kubischen Zustandsgleichungen übertrifft. Weitere Arbeiten aus dieser Zeit befassen sich mit der Anwendung der Kortewegschen Faltheorie auf die Mischphasenthermodynamik, der Entwicklung wissensbasierter Beratungssysteme („Expertensysteme“) und der Messung und Modellierung methylaminhaltiger Mischsysteme bei höheren Drücken.

Die Erfahrungen, die er als Leiter der „Arbeitsgemeinschaft Thermodynamik“ der Chemischen Gesellschaft der DDR gewonnen hatte, konnte er in die Arbeit des GVC-Fachausschusses „Thermodynamik“ einbringen, dessen berufenes Mitglied er wurde.

Einen überdurchschnittlichen Stellenwert hatte bei Dieter LEMPE die Qualität seiner Lehrveranstaltungen. Didaktische Fragestellungen interessierten ihn sehr, und die Präzision thermodynamischer Darstellungen ging ihm über Alles - hier konnte er regelrecht unduldsam werden. So ist es verständlich, dass er sich ein erfolgreiches, didaktisch gut aufgebautes, jedoch inhaltlich nicht immer präzises Lehrbuch vornahm und es in seinem Sinne überarbeitete. Das Produkt dieser Bemühung – das Lehrbuch NÄSER/LEMPE/REGEN: „Physikalische Chemie für Techniker und Ingenieure“ – war überzeugend. Zu einer Überarbeitung des Lehrbuches für eine Neuauflage, die er sich für seinen Ruhestand vorgenommen hatte, ist es leider nicht mehr gekommen.

Ein wissenschaftlich aktiver Mensch wie Dieter LEMPE konnte im Ruhestand seine wissenschaftliche Betätigung nicht vollständig aufgeben. Eine sehr befriedigende Lösung wurde hier in der Neu- und Weiterentwicklung wissenschaftlicher Lehr- und Lernsoftware auf dem Gebiet „Physikalische Chemie / Prozessgrundlagen“ gefunden. Diese Arbeiten, die er zusammen mit dem Autor dieser Zeilen bis wenige Tage vor seinem Tod betrieb, führten zu einer Programmsammlung auf den Gebieten Thermodynamik und chemische Kinetik, die auf der Internetseite [www.hs-merseburg.de/PhysChem](http://www.hs-merseburg.de/PhysChem) für Studenten kostenlos zur Verfügung steht und

sich regen Interesses erfreut. Dort finden sich auch seine letzten Publikationen zur Entropie und zur Thermodynamik von Reaktionsgleichgewichten.

Dieter LEMPE war nicht nur Autor und Mitautor von Lehrbüchern; er übersetzte auch eine Reihe von wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Büchern aus dem Russischen ins Deutsche und entwickelte dabei ein bemerkenswertes Sprachgefühl.

Ein Nachruf würde dem Menschen nicht gerecht, wenn er sich auf die wissenschaftliche Seite beschränken würde. Alle, die mit Dieter LEMPE zu tun hatten, schätzten seine gesellige, heitere, beredte, optimistische Art. Auch in den letzten Jahren, als ihm seine gesundheitlichen Probleme immer bewusster wurden, behielten diese Eigenschaften die Oberhand.

Seine Freunde und Schüler werden Dieter LEMPE ein ehrendes Andenken bewahren.

Prof. Dr. Gerd Hradetzky, Merseburg

## **Autorenverzeichnis**

Prof. Dr. Jan-Peter Domschke  
Finkenrain 12  
09130 Chemnitz

Prof. Dr. Udo Strohbusch  
Institut für Experimentalphysik  
der Universität Hamburg  
Luruper Chaussee 149  
2761 Hamburg

Prof. Dr. Jürgen Schmelzer  
G.-Kühne-Str. 19  
01465 Langebrück

Prof. Dr. Ulf Messow  
Waldstr. 41  
04668 Waldbardau

Prof. Dr. Klaus Krug  
Albrecht-Dürer-Str. 15  
06217 Merseburg

Prof. Dr. Gerd Hradetzky  
Am Stadtpark 6  
06217 Merseburg

## Gesellschaftsnachrichten

### *Wir gratulieren*

- **Zum 80. Geburtstag**
  - Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Fratzscher, 11.06.
  - Frau Dr. Hella Huth, 21.07.
  - Herrn Prof. Dr. Gerhard Werner, 12.09.
  - Herrn Prof. Dr. jur. Fritz Mauer, 16.09.
- **zum 75. Geburtstag**
  - Frau Renate Weißhaupt, 06.10.
  - Herrn Prof. Dr. Heribert Offermanns, 24.10.
  - Herrn Prof. Dr.-Ing. Reinhard Schmidt, 08.11.
- **zum 70. Geburtstag**
  - Herrn Prof. Dr.-Ing. Werner Ostritz, 29.04.
  - Herrn Prof. Dr. Achim Barth, 24.06.
  - Frau Maja Viesel, 05.11.
- **zum 65. Geburtstag**
  - Herrn Dr. Reinhard Stumpe, 05.04.
  - Herrn Dr. Wolfgang Quapp, 23.08.

### *Spenden*

Für großzügig bemessene Beiträge und Spenden bedankt sich der Vorstand sehr herzlich bei Frau Prof. Dunken, Herrn Dr. R. Ostwald, der Raiffeisenbank Grimma, Herrn Prof. Ruck, Frau G. Tschira, Frau Viesel und Herrn Prof. Winnewisser.



## Ausschreibung

### Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis



### Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. (WOG) verleiht gemeinsam mit der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft (DBG) erneut im Jahre 2012 den Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis.

Der Preis wird für eine herausragende Dissertation oder gleichwertige Leistung verliehen, in der im Sinne Ostwalds Brücken zwischen ganz unterschiedlichen Disziplinen geschlagen werden, die damit helfen, fachliche Grenzen und Hindernisse zu überwinden, neue Forschungsrichtungen und Zusammenhänge aufzuzeigen sowie das interdisziplinäre Wissen zu vernetzen. Die auszuzeichnende Arbeit darf zum Zeitpunkt des Einsendeschlusses nicht mehr als zwei Jahre zurückliegen und der/die vorgeschlagene Nachwuchswissenschaftler/in nicht älter als 33 Jahre alt sein.

Der Preis ist mit 2.500 € dotiert. Die Auszeichnung ist darüber hinaus mit einer zweijährigen kostenfreien Mitgliedschaft in der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, der GDCh und der DBG verbunden. Der/Die Preisträger/in erhält die Gelegenheit, seine/ihre Arbeit in einem wissenschaftlichen Vortrag im Rahmen einer Tagung der drei Trägergesellschaften vorzustellen.

Vorschlagsberechtigt sind Hochschullehrer. Die Vorschläge sind unter Beilegung der auszuzeichnenden Dissertation oder der gleichwertigen Leistung in einfacher Ausfertigung, sowie einer elektronischen Form der Dissertation in fünffacher Ausfertigung, einer Würdigung der wissenschaftlichen Arbeit des/der Nachwuchswissenschaftlers/in (1-2 Seiten) und eines kurzen Lebenslaufes sowie unter Angabe der aktuellen Anschrift des/der Kandidaten/in beim Vorsitzenden der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, Herrn Prof. Dr. Helmut Papp, bis spätestens **31. Oktober 2012** einzureichen.

Herr Prof. Dr. Helmut Papp  
 Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V.  
 Grimmaer Str. 25  
 D-04668 Grimma, OT Großbothen  
 Email: ostwaldenergie@aol.com

## **Protokoll der Mitgliederversammlung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e. V. (WOG)**

Datum: 17.03.2012

Zeit: 11:00-12:30

Ort: Wilhlem-Ostwald-Park, 04668 Großbothen, Grimmaer Str. 25, Haus Werk

Vorgeschlagene Tagesordnung:

1. Begrüßung
2. Feststellung der Beschlussfähigkeit
3. Beschluss zur Tagesordnung
4. Protokollkontrolle der Mitgliederversammlung 2011
5. Tätigkeitsbericht des 1. Vorsitzenden
6. Finanzbericht des 2. Vorsitzenden
7. Diskussion der Berichte
8. Bericht der Schriftleitung
9. Aussprache zu den Berichten
10. Entlastung des Vorstandes
11. Neuwahl des Beirats
12. Sonstiges

Verlauf:

### **1. Begrüßung**

Der Vorsitzende der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (WOG), Herr Prof. Dr. H. Papp, begrüßte die Teilnehmer der Mitgliederversammlung (17 Mitglieder der WOG). Zum Versammlungsleiter wurde Prof. Dr. W.-D. Einicke ernannt; die Protokollführung übernahm Dr. des. A. Pohlmann.

### **2. Beschlussfähigkeit**

Die Beschlussfähigkeit wurde festgestellt.

### **3. Beschluss zur Tagesordnung**

Wegen Doppelung mit TOP 9 wird TOP 7 gestrichen.

### **4. Kontrolle des Protokolls der letzten Mitgliederversammlung**

Es ergaben sich keinerlei Einwände gegen das Protokoll der Mitgliederversammlung vom 12.03.2011, somit wurde es nachfolgend angenommen.

### **5. Tätigkeitsbericht des 1. Vorsitzenden der WOG**

Prof. Dr. Papp berichtete von den Aktivitäten der WOG im Jahr 2011, wobei er die Angaben seiner Tischvorlage ergänzte:

### ***Zur Situation der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte, jetzt Wilhelm-Ostwald-Park***

Im Jahr 2011 wurden die Renovierungs- und Umbaumaßnahmen durch die Gerda und Klaus Tschira Stiftung fortgeführt, besonders hinsichtlich des Museums. Dieses ist zur Zeit vollständig geschlossen, soll aber noch dieses Jahr wiedereröffnet werden. Möglicher Termin für den Eröffnungsakt wäre der 02.09.2012 (Wilhelm Ostwalds 159. Geburtstag). – Die Geschäftsstelle der WOG hat weiterhin ihren Sitz im Obergeschoß des Hausmannshauses.

### ***Großbothener Gespräche***

Im Jahr 2011 fanden 3 Großbothener Gespräche mit großer Publikumsresonanz statt (zu den Themen: Wasser aus biologischer und chemischer Sicht, Treibhauseffekt und Klimamodelle, Ostwald und die Kunst).

Für das laufende Jahr sind 5 Großbothener Gespräche geplant (das erste fand im Anschluss an die MV statt), und zwar zu folgenden Themen:

- Farbenlehre (nach der MV)
- 100 Jahre Monistenbund
- das Elektro-Auto
- Klimaforschung international
- muss sich noch entscheiden:

### ***Veröffentlichungen***

Im Jahr 2011 erschienen 2 Hefte der „Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft“, Heft 2 konnte allerdings erst im Januar 2012 fertig gestellt werden.

### ***Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis***

Der Nachwuchspreis wurde im Anschluss an die MV 2011 an Herrn Dr. Ingo Barth für seine Dissertation „Quantum control of electron and nuclear circulation, ring currents, and induced magnetic fields in atoms, ions and molecules by circularly polarized laser pulses“ verliehen. Herr Barth ist der erste Gehörlose, welcher im Fach Chemie promoviert hat. Er hat die Gebärdensprache der Gehörlosen durch eine Vielzahl von naturwissenschaftlichen Begriffen erweitert. Sein Vortrag erfolgte in Gebärdensprache und wurde von Gebärdendolmetschern simultan übersetzt.

Der Nachwuchspreis wird neu ausgeschrieben werden – wie bisher gemeinsam mit der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft (DBG). Die Verleihung des Preises wird im Anschluss an die MV 2013 stattfinden.

**Gremienarbeit**

Vorstandssitzungen der WOG fanden am 05.05. und am 23.09.2011 sowie am 23.02.2012 statt.

**Beschäftigte**

Die Anstellung von Frau Köckritz über das Kommunal-Kombi-Programm ist mit Jahresende 2011 ausgelaufen. Ab dem 01.01.2012 ist die WOG als Einsatzstelle im Bundesfreiwillendienst anerkannt worden, so dass Frau Köckritz in diesem Rahmen weiterhin eine Vergütung erhält. Weiterhin ist sie für alle Belange der WOG vor Ort in Großbothen zuständig. Der Vorsitzende, Prof. Dr. Papp, sprach seinen herzlichen Dank für ihre mit Kompetenz und großem Engagement geleistete Arbeit im abgelaufenen Jahr aus.

**Mitgliederzahl zum Januar 2012:** 138.

**6. Finanzbericht der WOG durch den 2. Vorsitzenden**

Prof. Dr. W.-D. Einicke erläuterte die finanzielle Situation der WOG anhand einer Tischvorlage. Den Einnahmen von insgesamt 19.331,46 € stehen 21.070,58 € gegenüber, womit sich für 2011 ein Defizit von 1.739,12 € ergibt. Herr Einicke wies darauf hin, dass ein derartiges Defizit 2013 nicht auftreten werden, weil dann die Erhöhung des Mitgliedsbeitrages von 30 auf 40 € wirksam werden würde. Die Finanzsituation der WOG sei stabil. Herr Einicke sprach die Hoffnung aus, dass die Gerda und Klaus Tschira Stiftung weiterhin kostenfrei Räumlichkeiten für die Veranstaltungen der WOG zur Verfügung stellen wird.

**7. Bericht der Schriftleitung**

Prof. Dr. Schmelzer begründete die geringe Anzahl von Heften der „Mitteilungen der WOG“ damit, dass zu wenig Beiträge bei ihm eingingen. Er appellierte an alle Mitglieder, selbst mehr Beiträge zu liefern bzw. an die jeweiligen Organisatoren der Großbothener Gespräche, die Referenten um Beiträge zu bitten. Herr Schmelzer kündigte für 2012 zwei Hefte der „Mitteilungen“ an, bei Manuskriptüberschuss evt. auch drei.

Prof. Dr. H.-J. Domschkes Ostwald-Biografie (Würdigung zum 80. Todestag) werde als Sonderheft erscheinen.

**8. Aussprache zu den Berichten**

Dr. Hönle fragte, ob es einen Redaktionsschluss für eingesandte Manuskripte gäbe, was Herr Schmelzer verneinte.

Prof. Dr. Mauer stellte der Versammlung die Frage, ob „Großbothener Gespräche“ und „Mitteilungen“ für die Außenwirkung der WOG ausreichen. Zum 80. Todestag Ostwalds in diesem Jahr fänden vom 16.-20. Juli an der Wilhelm-Ostwald-

Schule Ostwald-Tage statt, Frau Prof. Dr. Tanz arbeite hierbei mit der Schule zusammen. Er fragte, ob bei diesem Anlass die WOG auch als solche auftreten solle.

Herr Papp bejahte dies – auch er werde an der Schule aus diesem Anlass einen Vortrag halten.

Herr Mauer wies außerdem darauf hin, dass Großbothen mittlerweile von der Stadt Grimma eingemeindet worden ist, die WOG müsse also ihre lokalen Aktivitäten auch auf Grimma ausdehnen, so sei etwa die Benennung eines Platzes nach Wilhelm Ostwald denkbar. Frau Tanz regte in diesem Zusammenhang an, Publikationen der WOG auch im Stadtmuseum von Grimma auszulegen und die Ostdeutsche Sparkassenstiftung in Betracht zu ziehen, um Aktivitäten der WOG fördern zu lassen.

In das Jahr 2012 fällt auch der 180. Geburtstag des Psychologen und Ostwald-Freundes Wilhelm Wundt. Obwohl denkmalgeschützt, verfallt dessen Haus in Großbothen, welches sich in Privatbesitz befinde. Als Vorsitzender des Heimatvereins Großbothen organisiert Herr Mauer eine Wundt-Ausstellung im Heimatmuseum, er regt eine Beteiligung der WOG zum Thema „Wundt und Ostwald“ an.

Außerdem müssten besondere Aktivitäten der WOG für 2013 geplant werden, wenn der 160. Geburtstag Ostwalds ansteht.

Herr Einicke schlug vor, dass der Vorstand der WOG Herrn Mauers Anregungen aufnehmen und vor allem Beziehungen zu den beiden Ostwald-Schulen (in Großbothen und in Leipzig) pflegen sollte.

Herr Domschke regte an, die publizistische Wirkung der WOG zu verbessern: Durch Verbreitung der Beiträge in den „Mitteilungen“, durch Rezensionen zu Ostwald-Publikationen (beispielsweise bei amazon). Insgesamt müsste sich die WOG in der Öffentlichkeit häufiger ins Gespräch bringen, sowohl über die Popularisierung der Wissenschaft im Allgemeinen, wie über die Ostwalds im Speziellen. Er wies außerdem darauf hin, dass Riga 2014 eine der europäischen Kulturhauptstädte sei und die dortige Uni eine wissenschaftliche Tagung zu Wilhelm Ostwald plane.

PD E. Bendin lud alle Teilnehmer ein, die Paul-Baumann-Ausstellung an der TU Dresden zu besuchen, deren zweiter Teil am 04.05.2012 eröffnet werde. Sie veranschauliche die Beziehungen zwischen den farbtheoretischen Bestrebungen von Paul Baumann und Otto Prase, Wilhelm Ostwald und Manfred Adam. Herr Bendin regte an, diesem Thema ein künftiges Großbothener Gespräch zu widmen.

### **9. Entlastung des Vorstandes**

Auf Antrag wurde über die Entlastung des Vorstandes der WOG abgestimmt. Die Mitgliederversammlung stimmte der Entlastung mehrheitlich zu (bei 3 Enthaltungen).

### 10. Neuwahl des Wissenschaftlichen Beirates der WOG

Der Beirat wurde – bei jeweils 17 gültigen Stimmen – mit folgenden Abstimmungsergebnissen gewählt (Ja-Stimmen/Enthaltungen):

Prof. Grünert: 10/7  
 Prof. Hennig: 16/1  
 Dr. Hönle: 16/1  
 Prof. Kaden: 16/1  
 Prof. Kreysa: 13/4  
 Prof. Reschetilowski: 16/1

### 11. Sonstiges

Das Kulturamt der Stadt Leipzig plant, eine Gedenktafel zum 80. Todestag Wilhelm Ostwalds anfertigen zu lassen und wandte sich an die WOG mit der Bitte, einen geeigneten Anbringungsort in Leipzig vorzuschlagen.

Aus dem Beirat wurde das Wilhelm-Ostwald-Gymnasium vorgeschlagen, Herr Einicke hatte dies im Verlauf der MV ebenfalls angeregt.

Herr Papp wird den möglichen Anbringungsort mit dem zuständigen Kulturamts-Mitarbeiter, Herrn Graf, besichtigen.

Herr Papp informierte darüber, dass das Projekt eines auch von der WOG unterstützten Informationszentrums zur Energie, nach dem Vorbild des Gießener „Mathematikums“ als „Energetikum“ bezeichnet, nun auch am Standort Hanau gescheitert sei, nachdem bereits die Gerda und Klaus Tschira Stiftung in Großbothen nicht dafür zu gewinnen gewesen sei.

Der Vorstand der WOG dankte der Gerda und Klaus Tschira Stiftung für die Möglichkeit, die Mitgliederversammlung in den Räumlichkeiten des Wilhelm Ostwald Parks kostenfrei abhalten zu können. Herr Papp beendete die Versammlung und lud die Teilnehmer ein, das am Nachmittag stattfindende 109. Großbothener Gespräch zu besuchen (Prof. Dr. J. Grebe-Ellis, Dipl.-Phys. M. Rang: Ist die Finsternis aus Farben zusammengesetzt wie das Licht?).

gez. Prof. Dr. H. Papp  
 1. Vorsitzender der  
 WOG

gez. Prof. Dr. W.-D. Einicke  
 Versammlungsleiter

gez. Dr. des. A. Pohlmann  
 Protokollant

**Ankündigung des Sonderheftes 23 unserer Mitteilungen mit dem Titel „Der Physikochemiker und Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald (1853-1932) – Ein Lebensbild“ von Jan-Peter Domschke und Hansgeorg Hofmann**

Jürgen Schmelzer

Dank des selbstlosen Engagements der Autoren kann die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen im Jahr des 80. Todestages von Wilhelm Ostwald eine neue Biographie als Sonderheft vorlegen, die versucht dem Universalgelehrten gerecht zu werden. Während im Teil 1 der Werdegang Wilhelm Ostwalds im Wesentlichen chronologisch dargestellt wird, erfolgt im Teil 2 die Erörterung der Hauptgebiete des Schaffens von Wilhelm Ostwald. Die Ausführungen sind geeignet, einseitige Urteile oder Unkenntnis über das Leben und das wissenschaftliche Gesamtwerk abzubauen.

Wie die Autoren wünscht auch der Vorstand der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, dass die Darstellung nicht nur einen interessierten Leserkreis finden möge, sondern auch dazu anregt, das wissenschaftliche Erbe Wilhelm Ostwalds weiter zu erschließen.

Aus finanziellen Gründen hatte der Vorstand beschlossen, Sonderhefte künftig nur auf Anforderung zu verschicken. Der Einzelpreis für das Sonderheft 23 (120 Seiten) beträgt 10,- €. Für die Mitglieder der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ist das Heft kostenfrei. Interessenten melden sich bitte bei der Redaktion (Adresse siehe S. 2) und erhalten das Heft mit der nächsten Versandaktion oder zum nächsten Großbothener Gespräch.

## Autorenhinweise

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

**Graphische Elemente und Abbildungen** bitte als jeweils eigene Dateien liefern.

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

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

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

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

**Wörtliche Zitate** müssen formal und inhaltlich völlig mit dem Original übereinstimmen.

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

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

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

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

Es folgen einige Beispiele:

### Literatur

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

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

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



**Folgendes Informationsmaterial können Sie bei uns erwerben:**

Ansichtskarten vom Landsitz „Energie“ (vor 2009)	0,50 €
Domschke, J.-P.; Lewandowski, P.: Wilhelm Ostwald. Urania-Verl., 1982	5,00 €
Bendin, E.: Zur Farbenlehre. Studien, Modelle, Texte Dresden 2010	34,00 €
Zu Bedeutung und Wirkung der Farbenlehre W. Ostwalds Sonderheft zum 150. Geburtstag Wilhelm Ostwalds Phänomen Farbe 23 (2003), September	5,00 €
Guth, P.: Eine gelebte Idee: Wilhelm Ostwald und sein Haus „Energie“ in Großbothen. Hypo-Vereinsbank Kultur u. Ges. München. Wemding: Appl. (Druck), 1999)	5,00 €
Edition Ostwald 1: Nöthlich, R.; Weber, H.; Hoßfeld, U. u.a.: „Substanzmonismus“ und/oder „Energetik“: Der Briefwechsel von Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald (1910-1918). Berlin: VWB, 2006 (Preis f. Mitgl. d. WOG: 15,00 €)	25,00 € 15,00 €
Edition Ostwald 2: „On Catalysis“ /hrsg. v. W. Reschetilowski; W. Hönle. Berlin: VWB, 2010 (Preis f. Mitgl. d. WOG: 15,00 €)	25,00 € 15,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft: Quartalshefte ab Heft 1/1996-1/2008 je ab Heft 2/2008 je	5,00 € 6,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Sonderhefte 1-23), Themen der Hefte u. Preise finden Sie auf unserer Homepage	div.
Beyer, Lothar: Wege zum Nobelpreis. Nobelpreisträger für Chemie an der Universität Leipzig: Wilhelm Ostwald, Walther Nernst, Carl Bosch, Friedrich Bergius, Peter Debye. Universität Leipzig, 1999.	2,00 €