

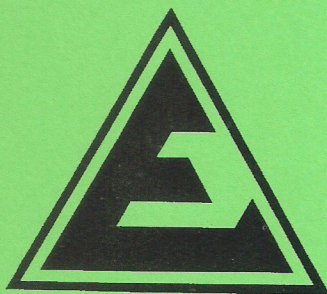
# MITTEILUNGEN

der Wilhelm - Ostwald - Gesellschaft e.V.

30. Jg.

2025

Heft 2



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

30. Jg. 2025, Heft 2

ISSN 1433-3910

---

## Inhalt

Zur 81. Ausgabe der „Mitteilungen“ .....	3
Zur modernen Energetik <i>Wilhelm Ostwald</i> .....	4
Die „energetische Weltauffassung“ von Wilhelm Ostwald und Reinhard Schmidt. Ein Beitrag zum 130. Jahrestag der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 1895 in Lübeck <i>Jan-Peter Domschke</i> .....	26
Andere über Ostwald <i>Wladimir und Karin Reschetilowski</i> .....	34
Gesellschaftsnachrichten .....	43
Weihnachts- und Neujahrswünsche des Vorstandes .....	44
Veranstaltungen im Wilhelm Ostwald Park 2026 .....	45
Autorenhinweise.....	48

---

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. 2025, 30. Jg.

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

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

Grimmaer Str. 25, 04668 Grimma, OT Großbothen

Postanschrift: Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V., Linnéstr. 2, 04103 Leipzig

Tel. 0341-39293714

IBAN: DE49 8606 5483 0308 0005 67; BIC: GENODEF1GMR

E-Mail-Adresse: [info@wilhelm-ostwald.de](mailto:info@wilhelm-ostwald.de)

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 81. Ausgabe der „Mitteilungen“

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

in diesem Heft veröffentlichen wir einen ausführlicheren Beitrag von Wilhelm Ostwald „Zur modernen Energetik“ aus dem Buch „Die Forderung des Tages“ von 1910. Ausgehend vom Energieerhaltungssatz wird das Verhältnis von Energie und Materie betrachtet und eine „Umlagerung“ der Bedeutung der Begriffe gefordert. Es wird die Allgemeinheit des Energiebegriffes herausgearbeitet, die verschiedenen Energieformen werden vorgestellt und Energieumwandlungen durch Intensitätsunterschiede begründet. Zum Schluss wird die „energetische Grundlegung der Kulturgeschichte“ behandelt. Da alle Geschehnisse als Energieumwandlungen zu betrachten sind, ist nach Ostwald die Kulturgeschichte die Geschichte der zunehmenden Beherrschung der Energie durch den Menschen.

Passend schließt sich der Beitrag von Jan-Peter Domschke „Die „energetische Weltauffassung“ von Wilhelm Ostwald und Reinhard Schmidt - Ein Beitrag zum 130. Jahrestag der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 1895 in Lübeck“ an. Kein öffentlicher Auftritt Ostwalds ist so bekannt geworden wie die Rede zu obiger Jahrestagung mit dem Titel „Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus“. Ostwald fordert darin, den Ersatz der mechanischen Weltanschauung durch die energetische. Die meisten Kritiker warfen ihm vor allem die willkürliche Übertragung des Energiebegriffes aus den Naturwissenschaften in die Philosophie vor. In der Folgezeit begründete Ostwald seine Auffassungen, Schlussfolgerungen und Handlungsanweisungen auf gesellschaftspolitischem, ethischem, wissenschaftstheoretischem, wissenschaftsgeschichtlichem und bildungspolitischem Gebiet mit naturwissenschaftlichen Argumenten und erhob den „energetischen Imperativ“ „Vergeude keine Energie - Verwerte sie!“ zur grundlegenden Maxime allen Handelns. Domschke hebt hervor, dass auch Friedrich Reinhard Schmidt sich dem „energetischen Imperativ“ aus Sorge, dass der Energieverbrauch der Menschheit weiterhin unkontrolliert verlaufen könnte, verpflichtet fühlt. Deshalb sei die Geschichte der Menschheit auch eine Geschichte der Energieaneignung und -verwendung durch den Menschen. Seine Zukunft sei deshalb mit der Fähigkeit zum Verständnis des Energiewandels verbunden.

Wladimir und Karin Reschetilowski stellen in Fortsetzung der traditionellen Rubrik „Andere über Ostwald“ einen Auszug aus dem Kapitel „Das Reich der Farben“ des unterhaltsamen Buches „Chemische Plaudereien“ des deutschschweizerischen Chemikers Robert Karl Wizinger-Aust vor, in dem die Ostwald'sche Farbenlehre in zwangloser Weise vermittelt wird.

Es folgen die Gesellschaftsnachrichten mit den Weihnachts- und Neujahrswünschen des Vorstandes.

Das Heft beschließen Hinweise auf Veranstaltungen im Wilhelm Ostwald Park (Jahresprogramm 2026) und die Autorenhinweise.

Jürgen Schmelzer

## Zur modernen Energetik\*

Wilhelm Ostwald

(1907)

Seit in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die umfassende Bedeutung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie allgemein anerkannt worden ist, hat sich auch die Ueberzeugung entwickelt, dass dieses Gesetz die Grundlage der Naturwissenschaften, zunächst der Physik, zu bilden habe. Der Durchführung dieses an sich durchaus einleuchtenden Gedankens haben sich indessen Trägheitswiderstände aller Art entgegengestellt, so dass noch heute kaum ein Lehrbuch der Physik mit der Forderung Ernst macht, die Darstellung der einzelnen Gesetze und Beziehungen streng in solchem Sinne zu gestalten. Noch weniger ist diese Forderung in den angrenzenden Gebieten der Wissenschaft zur Durchführung gekommen.

So wurde das neunzehnte Jahrhundert abgeschlossen, ohne dass seiner grössten Entdeckung die praktische Anerkennung und Bedeutung gegönnt worden wäre, auf welche sie gerechten Anspruch zu machen hat. Ein Hinweis, auf diese Pflicht und Notwendigkeit, den ich im Jahre 1896 auf der Naturforscherversammlung zu Lübeck in einem Vortrage über *die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus* gab, erregte zwar eine nicht geringe Aufmerksamkeit, konnte aber des gesamten Zustand nicht ändern. Hierzu war erforderlich, in einem Ueberblick über das Gesamtgebiet der Wissenschaft zu zeigen, dass der Begriff und die Gesetze der Energie wirklich die ihnen zugeschriebene Kraft der Vereinheitlichung und Aufklärung besitzen, indem sie das Auge des Forschers auf die reellen Probleme richten und die scheinbaren von der Diskussion ausschalten. Dies geschah 1902 in meinen *Vorlesungen über Naturphilosophie*.

Seitdem ist die Bedeutung der Energielehre oder Energetik für die allgemeine Weltauffassung immer weiteren Kreisen zum Bewusstsein gekommen. Allerdings beschäftigen sich die meisten Philosophen und philosophierenden Naturforscher zur Zeit noch hauptsächlich mit Bemühungen, die Energetik zu widerlegen; dass diese Bemühungen immer wieder von neuem aufgenommen werden, ist ein ungewollter Beleg dafür, dass jeder der Gegner die von den anderen Gegnern der Energetik versetzten Hiebe noch nicht für hinreichend tödlich hält und daher die seinen zur Vollendung des Werkes für nötig ansieht. Wichtiger als diese Bemühungen, die regelmässig in missverständlichen Auffassungen des Problems ihre Ursache haben, ist die zunehmende Ausbreitung, welche die energetischen Grundgedanken unter den Arbeitern der Wissenschaft finden. Insbesondere die biologischen Wissenschaften beginnen in der energetischen Behandlung ihrer Probleme ein sehr wirksames Mittel des Fortschrittes zu erkennen.

Andererseits trifft die energetische Bewegung mit einer auf philosophischem

---

\*Abschrift vom Original: OSTWALD, W.: Zur modernen Energetik. In: Die Forderung des Tages. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1910. S. 15-48.

Boden entstandenen zusammen, welche unter dem Namen Pragmatismus oder Humanismus ganz ähnliche Ziele verfolgt. Hierdurch wird zum mindesten deutlich gemacht, dass die Energetik bestimmten, zur Zeit vorhandenen Bedürfnissen entspricht.

In den nachfolgenden Zeilen kann es sich nicht darum handeln, von neuem einen Grundriss der Energetik zu schreiben; hierfür muss ich auf die vorher genannten Schriften verweisen. Ich habe mir vielmehr die Aufgabe gestellt, denen, welche sich über die Angelegenheit in der Hauptsache bereits orientiert haben, das Zurechtfinden in den vielfach neuen Gedankenwegen zu erleichtern. Anhaltspunkte für die wesentlichsten Schwierigkeiten in solcher Richtung habe ich aus den eben erwähnten Einwänden gewonnen; dies ist in der Tat ein reeller, wenn auch vielleicht nicht beabsichtigter Nutzen gewesen, den ich aus jenen Angriffen gezogen habe: sie gaben mir die Stelle an, wo die bisherigen Denkgewohnheiten ein Einlenken in die neue Auffassung am meisten erschweren.

Die grossen naturwissenschaftlichen Entdeckungen bringen stets eine tiefgehende Umgestaltung der allgemeinen philosophischen Auffassungen und Denkweisen mit sich. So kann man leicht den Einfluss von Galileis, Keplers und Newtons Entdeckungen in der Philosophie des achtzehnten und neunzehnten Jahrhunderts nachweisen. Und zwar geht dieser Einfluss wie ein Diffusionsvorgang vor sich: zunächst werden nur die nächstliegenden Gebiete ergriffen und je ferner das Gebiet liegt, um so später macht sich dort der Einfluss des neuen Gedankens geltend. Dadurch entsteht eine ganz bestimmte und charakteristische Zeitdifferenz zwischen dem *fachwissenschaftlichen* und dem *philosophischen* Einfluss eines neuen Gedankens; letzterer macht sich oft erst dann geltend, wenn längst die Fachwissenschaft sich mit den neuen Anschauungen so weit abgefunden hat, dass sie dort zu dem Selbstverständlichen, d. h. zu dem, worüber man nicht mehr nachdenkt, gehören.

Eigentümlich kompliziert wird aber diese Wechselwirkung nur noch durch den folgenden Umstand. Der Fachmann in der Wissenschaft bekümmert sich meist (philosophisch besonders belebte Zeiten ausgenommen) nicht viel um die Grundlagen der allgemeinen oder philosophischen Anschauungen, die er für den Zweck der Zusammenfassung seiner Einzelergebnisse benutzt; schon deshalb nicht, weil sie für die letzteren anscheinend nicht wesentlich in Betracht kommen. So übernimmt denn die Fachwissenschaft nicht nur aus der zeitgenössischen Philosophie erst später die entsprechenden Gedankenbildungen, sondern legt gar kein Gewicht darauf, diese letzteren entsprechend den Wandlungen der philosophischen Anschauungen alsbald wieder zu ändern. Sie bleibt daher bezüglich der Philosophie ebenso im Rückstand, wie diese der Wissenschaft gegenüber im Rückstande zu bleiben pflegt. Hieraus ergibt sich aber eine doppelte Verzögerung an den philosophischen Bestandteilen der Einzelwissenschaften. Man findet diese natürlich nicht in den Fachabhandlungen, wohl aber in den Einleitungen der Lehrbücher. So fristen beispielsweise die ehrwürdigen primären und sekundären Qualitäten John Lockes noch immer ein ziemlich ungestörtes Dasein als philosophische Pensionäre in den Lehrbüchern der Physik. Und trotz des Daltonschen Gesetzes, wonach in ei-

nem Gemisch verschiedener Gase ein jedes die Eigenschaft und das Verhalten aufweist, als wäre es allein in dem betreffenden Raume vorhanden, obwohl mit anderen Worten sich die Gase tatsächlich ungestört und unbeeinflusst durchdringen, unterlässt kein Lehrbuchsautor, im ersten Kapitel seines Werkes die Undurchdringlichkeit der Materie als einen ganz allgemeinen Grundsatz zu lehren.

Man muss diese wunderlichen Verhältnisse im Gedächtnis haben, wenn man die Stellung der Energetik zur heutigen Fachwissenschaft und Philosophie richtig beurteilen will. Aus dem massgebenden Einflusse der Newtonschen Gravitationslehre, zu der sich am Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Gesetz von der Erhaltung des Gewichtes selbst bei chemischen Vorgängen gesellte, ist der Begriff der Materie als des mit Gewicht und Masse begabten realen Trägers aller Naturerscheinungen entstanden. Die frühere Wissenschaft hatte ganz ruhig neben den gewichtigen Materien auch gewichtslose angenommen, wie die Feuermaterie, die elektrische Materie u. s. w. Selbst bei Lavoisier, der die ausgezeichnete Bedeutung der Gewichtsverhältnisse für die Beurteilung der chemischen Vorgänge zuerst klar aufgewiesen hatte, findet sich unter dem Einflusse der Tradition noch der Wärmestoff und der Lichtstoff in seiner Tabelle der chemischen Elemente vor, obwohl er wusste, dass beide kein messbares Gewicht besitzen. Aber im neunzehnten Jahrhundert verschwanden diese Atavismen vollständig und es entwickelte sich der Dualismus Materie-Kraft, wobei der Materie die Funktion der Substanz im Aristotelischen Sinne zufiel, während der Kraft die Rolle des Accidens zugewiesen wurde. Die Materie wurde dergestalt das eigentlich Reale der Erscheinungen und die Imponderabilien Wärme, Licht, Elektrizität gelangten dadurch in eine eigentümlich schiefe Stellung.

Das Gefühl hierfür findet sich äusserst deutlich bei Julius Robert Mayer in seiner grundlegenden Abhandlung vom Jahre 1842 „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ ausgesprochen. Mayer kann sich nicht mit dem Gedanken abfinden, dass die Kräfte so mir nichts, dir nichts kommen und gehen sollten, während nur die tote, träge Materie mit dem Vorzug der unzerstörbaren Dauer ausgestattet sein sollte, und er sucht bewusst nach demjenigen Ausdrucke für jene anderen, imponderablen Wesen, der ihm auch für diese den Ausspruch eines *Gesetzes der Unvernichtbarkeit gestattet*. „Zwei Abteilungen von Ursachen finden sich in der Natur vor, zwischen denen erfahrungsgemäss keine Uebergänge stattfinden.

Die eine Abteilung bilden die Ursachen, denen die Eigenschaft der Ponderabilität und Impenetrabilität zukommt - Materien; die andere die Ursachen, denen die letzteren Eigenschaften fehlen, - Kräfte, von der bezeichnenden negativen Eigenschaft auch Imponderabilien genannt. Kräfte sind also: unzerstörliche, wandelbare, imponderable Objekte“. Das Wesentliche dieser Aeusserungen, welche als die ersten öffentliche Darlegung von Mayers Gedanken den unmittelbarsten Ausdruck seines Gedankenweges enthalten, ist das *Einheitsbedürfnis*. Mayer kann sich nicht entschliessen, jene beiden Abteilungen, obwohl er keine Uebergänge zwischen ihnen konstatiert, als Grössen von ganz verschiedenem Charakter zu behandeln, wie es seiner Zeit üblich war, und hebt daher die vorhandenen Uebereinstimmungen mit einer Deutlichkeit hervor, die noch heute auf den im älteren An-

schauungskreise stehenden Naturforscher wie ein Stoss wirkt. Noch heute sträuben sich Viele, die Kraft, oder um gleich den modernen Namen einzuführen, die *Energie* als ein *Objekt* anzusehen und bis in die letzten Zeiten kann man Bemerkungen in solchem Sinne hören oder lesen, dass die Materie zwar eine Realität sei, dass aber die Energie nichts Wirkliches, sondern nur etwas Gedachtes sei. Diese Bemerkungen beweisen allerdings noch mehr als was sie beweisen sollen, nämlich das im Geiste ihrer Vertreter die Energie nicht einmal etwas *Gedachtes* ist, denn wenn sie über ihr Verhältnis zum Begriff der Realität nachdenken würden, so würden sie solche Bemerkungen nicht machen.

Es ist bekannt, dass Mayer die richtige Auffassung seiner Gedanken sehr dadurch erschwerte, dass er sich mit der üblichen Nomenklatur in Widerspruch setzte. Es besteht gar kein Zweifel darüber, dass Mayer vollständig im klaren war, dass seine „Kraft“ von der zeitgenössischen Mechanik „Arbeit“ genannt wurde (wenigstens in einem bestimmten Falle; in einem anderen allerdings auch „Kraft“, nämlich im Ausdrucke „lebendige Kraft“). Gegen diejenigen, welche ihm ungerechterweise hieraus einen Fehler konstruieren wollten, machte er die durchschlagende Bemerkung: „was insbesondere die Kräftefrage anbelangt, so handelt es sich ja zunächst nicht darum, was eine „Kraft“ für ein Ding ist, sondern darum, welches Ding wir „Kraft“ nennen wollen“. Setzen wir den gegenwärtig üblichen Namen „Energie“ in Mayers oben angeführte Begriffsbestimmung hinein, so heisst sie: Energien sind unzerstörliche, wandelbare, imponderable Objekte.

Hier ist in der Tat auch die Auffassung, welche mehr als ein halbes Jahrhundert lang nach der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie in Geltung gewesen ist. Hierbei ist, im Anschluss an die eben vorangegangenen Anschauungen von den Kräften das Wort „Objekt“ so wenig wie möglich betont worden. Während die Erhaltung der Materie (die tatsächlich gar nicht besteht, denn erhalten wird nur Gewicht und Masse, während alles andere an der „Materie“ veränderlich ist) als etwas Natürliches und Selbstverständliches gilt, derart, dass sie sogar als eine Denknöthwendigkeit proklamiert zu werden pflegt, so erscheint die Erhaltung der Energie als etwas Ueberraschendes, Sonderbares, jedenfalls als etwas, was unser Erstaunen und unsere Bewunderung beanspruchen darf.

Dies ist nun der Punkt, an welchem die moderne Energetik einsetzt. Einmal handelt es sich darum, im Anschlusse an Mayers Gedankengang *die Dringlichkeit oder Realität der Energie* so klar zu legen, dass sie die alte, würdige Materie sich dieser Gesellschaft trotz deren bedenklichen Imponderabilität nicht zu schämen hat. Zweitens bedarf aber die von Mayer ohne nähere Prüfung gemachte Voraussetzung, dass zwischen beiden eine unbedingte Scheidung ohne Uebergänge bestehe, einer genaueren Untersuchung. Das Ergebnis ist, wie hier schon vorausgenommen werden darf, eine vollständige Umkehrung der bis dahin gültig angesehenen Verhältnisse. Während die Energie als Realität mehr und mehr sich befestigt, verflüchtigen sich die Ansprüche der Materie und es bleiben ihr keine weiteren Rechte als die der Tradition übrig. Sie muss nicht nur die Energie neben sich dulden, wie dies die heutigen fortschrittlich gesinnten Lehrbücher der Naturwissenschaften bereits beanspruchen, sondern sie muss ihren Platz unbedingt der Energie



einräumen und sich als ausgediente Herrscherin auf ihr Altenteil zurückziehen, wo sie mit einem Hofstaat von Verehrern des Alten ihrer allmählichen Auflösung entgegenharren kann.

Wir beobachten hier bei Mayer eine Erscheinung, die trotz ihrer Sonderbarkeit zu den allgemeinsten in der Psychologie der Forscher gehört. Sie besteht darin, *dass der Forscher den Weg, welchen er neu gefunden und gebahnt hat, nicht vollständig zu Ende geht*. Er pflegt regelmässig in seinem Werk einen Rest von gerade derselben falschen oder unzweckmässigen Anschauung übrig zu lassen, welche er zu beseitigen unternommen hat. Wir haben eben bei Lavoisier gesehen, wie er trotz seiner Entdeckung von der massgebenden Bedeutung des Gewichtes für die Auffassung der chemischen Erscheinungen, insbesondere für die Definition der Elemente, der gewichtslosen Wesen *Licht* und *Wärme* in seine Elemententabelle aufnahm. Ebenso hat Copernicus zwar für die Bewegung der Erde bezüglich der Sonne die Epicyclentheorie beseitigt, indem er die Erde als bewegt, die Sonne als fest ansah. Für die übrigen Planeten behielt er indessen die Epicyclen bei. Ebenso hat endlich Mayer zwar anerkannt, dass die Wägbarkeit kein notwendiges Kennzeichen der Realität der Dinge ist, indem er *unwägbare Realien* konstatiert hat. Soweit ist aber seine Kritik nicht gegangen, zu fragen, ob überhaupt der Wägbarkeit eine so massgebende Rolle zuzubilligen sei, wie dies die ältere Theorie getan hat. Er liess ihr diese Rolle, ohne deren Berechtigung zu kontrollieren und wurde dadurch zu seinem Dualismus geführt.

Die moderne Energetik ist nun dadurch gekennzeichnet, dass sie auch diesen Dualismus beseitigt und als allgemeinsten Oberbegriff allein die Energie eingeführt hat. Auf die Eigenschaften und Verhältnisse der Energie werden alle Erscheinungen zurückgeführt und insbesondere die Materie ist, soweit ein solcher Begriff sich überhaupt als zweckmässig erweisen sollte, auf energetischer Grundlage zu definieren.

Die Frage, warum oder zu welchem Zweck man diese Umlagerung der Bedeutung der Begriffe vornehmen soll oder muss, beantwortet sich dahin, dass der Begriff der Energie sich erfahrungsgemäss als der *weitere* gegenüber dem der Materie erweist. Hat man dies einmal eingesehen, so hört naturgemäss alle Diskussion auf. Man kann den Begriff „Mensch“ nicht durch den Begriff „Neger“ definieren, wohl aber umgekehrt. Den Begriff Licht oder Elektrizität kann man nicht durch den Begriff der Materie definieren, denn beide sind als immaterielle Objekte anerkannt. Wohl aber kann man sie durch den Begriff der Energie definieren, denn sie sind Arten bezw. Faktoren der Energie. Daraus geht zunächst hervor, dass wirklich der Begriff der Energie *weiter* ist, als der der Materie. Dass auch die letztere eine energetische Definition gestattet, ja dass die einzige klare Definition der Materie, die es gibt, die energetische ist, wird sich später herausstellen.

Zunächst war allerdings das neue an Mayers Gedankengang so neu, dass jener „Erdenrest, zu tragen peinlich“ ganz und gar nicht erkannt wurde. Vielmehr ging die Arbeit derjenigen Zeitgenossen, die nach und mit Mayer die ersten waren, welche die ungeheure Tragweite des neuen Gedankens begriffen, dahin, die neue Erkenntnis so eng wie möglich den alten, überkommenen Anschauungen anzuglie-

dern. Joule und Helmholtz haben beide die mechanische Theorie aller Naturerscheinungen vertreten; sie sahen somit in den Umwandlungen der Energie nichts als die Veränderungen der Bewegungen der beteiligten Atome und insbesondere Helmholtz suchte in der Annahme, dass zwischen diesen Atomen ausschliesslich Zentralkräfte wirken, die nur von der Entfernung abhängen, eine Erklärung für das Gesetz von der Erhaltung der Energie. In der theoretischen Mechanik war nämlich ein Spezialfall des Erhaltungsgesetzes als Satz von der *Erhaltung der lebendigen Kraft* bekannt, welcher besagt, dass wenn ein Weltkörper auf seinem Wege in eine bestimmte Entfernung vom Zentralkörper anlangt, er immer die gleiche Geschwindigkeit und daher die gleiche lebendige Kraft oder Bewegungsenergie besitzt, unabhängig von der Richtung seiner Bewegung und der Lage des Punktes. Legt man, mit anderen Worten, um den Zentralkörper als Mittelpunkt irgend einer Kugel, so hat der Weltkörper stets einen ganz bestimmten Wert seiner lebendigen Kraft, wenn er sich irgendwo in dieser Kugelfläche befindet. Diese lebendige Kraft ist um so kleiner, je grösser der Radius der Kugel ist und es war auch die Funktion der Entfernung (das Potential) bekannt, die mit der lebendigen Kraft eine konstante Differenz (bzw. konstante Summe, je nach der Definition der fraglichen Funktion) ergibt.

Definiert man das Potential so, dass seine *Summe* mit der lebendigen Kraft konstant ist, so hat man, wie bekannt, den besonderen Fall des Gesetzes von der Erhaltung der Energie, bei welchem nur die beiden Energiearten: lebendige Kraft oder kinetische Energie der Lage oder Distanzenergie in Frage kommen und sich in einander umwandeln. Dieses Verhalten ist dadurch bedingt, dass bei diesen Bewegungen kein messbarer Anteil der Energie in andere Formen übergeht. Insbesondere ist die bei den irdischen Vorgängen unvermeidliche teilweise Umwandlung in Wärme hier so verschwindend gering, dass sie experimentell nirgend in Frage kommt: ihr Vorhandensein wird nur auf Grund des Kontinuitätsprinzips angenommen, ist aber nicht Gegenstand einer unmittelbaren Messung gewesen: sie steht, wenn sie vorhanden ist, ausserhalb der Grenze unserer gegenwärtigen Messhilfsmittel.

Vermöge einer allgemeinen Eigenschaft unseres Denkens, der zufolge wir neue Tatsachen möglichst analog den bereits bekannten auffassen, lag es nun nahe, dieses wohlbekannte und vermöge seiner Einfachheit leicht begreifliche und durchsichtige Verhältnis als Norm oder Typus für alle anderen Arten der Energieumwandlung anzusehen. Dies konnte nur durch die Annahme geschehen, dass gar keine andere Arten der Energie überhaupt in der Welt vorhanden sind, als die, welche man in den beschriebenen astronomischen Erscheinungen sich sichtbar betätigen sah. Allerdings kannte man in der Wärme, dem Licht, der Elektrizität u. s. w. bereits eine ganze Anzahl anderer Energiearten, die nicht ohne weiteres sich als Energie der Bewegung oder solche der Lage auffassen liessen. Hier blieb nur die hypothetische Annahme übrig, dass auch in diesen Fällen in Wirklichkeit nur die genannten beiden Energiearten vorhanden seien, dass aber die entsprechenden Bewegungen und Anziehungen zwischen den unsichtbaren und messbar kleinen Atomen erfolgten.

Durch diese Annahme war das eben erwähnte psychologische Bedürfnis allerdings in sehr weitgehender Weise befriedigt worden. Denn dadurch war der Energiebedarf einfach zu einem Bestandteil der damals sehr verbreiteten mechanischen Weltanschauung gemacht worden, derzufolge alles Geschehen in letzter Instanz auf mechanischen Vorgängen zwischen den Atomen beruhen soll. Zwar hatte bereits Leibnitz hiergegen den sachgemässen Einwand erhoben, dass die *psychischen* Erscheinungen auf solche Weise unerklärt blieben. Denn wenn uns auf irgend eine Weise auch etwa sämtliche Bewegungen der angenommenen Gehirnatome anschaulich gemacht würden, welche einen gegebenen Denkprozess begleiten, so würden wir hierbei nur *bewegte Körperchen*, nicht aber den entsprechenden *Gedanken* sehen und das Zustandekommen des letzteren bliebe ebenso unerklärt, wie zuvor. Das Gewicht dieses Einwandes blieb indessen unberücksichtigt, bis vor einem Menschenalter Dubois Reymond ihn wieder hervorhob und als ein unübersteigliches Hindernis für die mechanistische Weltanschauung erkannte. Er war allerdings von der Richtigkeit der letzteren so sehr überzeugt, dass er nicht den Schluss zu ziehen vermochte, dass diese ungenügend ist, sondern dass er einfach hier eine absolute Schranke des menschlichen Erkenntnisvermögens konstatieren zu müssen glaubte. Dieses Verhalten kennzeichnet die fast gänzlich unbestrittene Herrschaft der mechanistischen Weltanschauung, mindestens unter den Naturforschern, zu der Zeit der Entdeckung des Energiegesetzes, und gibt eine psychologische Erklärung für jene willkürliche Verengung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie, über welche soeben berichtet wurde. Eine andere Konsequenz der gleichen Auffassung muss an dieser Stelle erwähnt werden, nämlich die Einteilung aller Energie in *aktuelle* und *potentielle*. Es ist unmittelbar evident, dass diese Einteilung ein Ausdruck für die gleiche Annahme ist, dass jene astronomischen Erscheinungen für die Gesamtheit aller Naturerscheinungen typisch sind. Die weitgehend hypothetische Beschaffenheit dieser Einteilung ergibt sich anschaulichst daraus, dass z. B. für den elektrischen Strom die Meinungen, ob er aktuelle oder potentielle Energie darstelle, ganz und gar geteilt sind. Für die Wärme nimmt man auf Grund der kinetischen Hypothese ziemlich allgemein ihre aktuelle Natur an; fragt man aber nach irgend einem objektiven Kennzeichen, durch welche man eine aktuelle Energie von einer potentiellen in diesen Fällen unterscheiden könne, so findet man keine Antwort. In der Tat ist mir keine Stelle in der Literatur bekannt, an welcher diese Frage überhaupt gestellt, geschweige denn beantwortet worden wäre. Die eigentümliche Namengebung, die von Rankine herrührt, bringt sogar zum Ausdruck, dass nur die *aktuelle* Energie den Anspruch auf volle Wirklichkeit habe, und dass schon die Energie der Lage nicht eigentlich Energie sei; sondern etwas, was unter Umständen erst Energie werden kann. Hier wirkt die noch widerspruchsvolle Begriffsbildung der „latenten“ Wärme methodisch nach. Ueberlegt man sich, dass diese gerade dadurch nötig wurde, dass das Gesetz von der Erhaltung der Energie am Ende des achtzehnten Jahrhunderts, wo Black diese Begriffsbildung ausführte, noch ganz unbekannt war, und der Ausdruck „latente Wärme“ nur dazu geprägt wurde, um wenigstens formal die Auffassung zu retten, dass die Wärme doch nicht einfach ganz verschwinden könne (was sie anscheinend beim

Schmelzen und Verdampfen tut), so ergibt sich ein sehr sonderbares Verhältnis. Die Seitenwege, welche jener alter Denker gehen musste, weil ihm das Energiegesetz unbekannt war, werden unwillkürlich beibehalten, nachdem durch die Entdeckung des Energiegesetzes die Notwendigkeit dazu fortgefallen ist; denn es macht jetzt keine Schwierigkeiten einzusehen, dass Wärme verschwinden muss, wenn die entsprechende Energiemenge für eine Zustandsänderung (Schmelzen oder Verdampfen) verbraucht wird.

Der Denkfehler, welcher derart in dem Ausdrucke „*potentielle Energie*“ zum Ausdrucke kommt, ist keineswegs harmlos. Er verhindert die Auffassung der anderen Energiearten als ebenso wirklich, wie die Bewegungsenergie. Dies rührt offenbar von der ganz äusserlichen Tatsache her, dass man die Bewegung eines mit kinetischer Energie behafteten Körpers *sehen* kann und sich daher von ihrer Anwesenheit überzeugt, ohne irgend welche anderen Nachweise vornehmen zu müssen. Aber das Vorhandensein von Wärmeenergie kann man *fühlen*, das von Lichtenergie *sehen*, und so kommt es darauf hinaus, dass man alle Energie unmittelbar oder mittelbar dazu bringen kann, auf einen Sinnesapparat einzuwirken und so ihr Vorhandensein zu verraten. In der Tat, eine Energie, welche auf keine Weise zu einer solchen Beeinflussung unserer Sinnesapparate gebracht werden könnte, würde uns dauernd unbekannt bleiben und so überhaupt keinen Bestandteil unserer Weltanschauung bilden können. Kinetische Energie ist somit um nichts aktueller oder wirklicher, als jede andere Energieart es ist, und jede Energie, die sich in eine andere umwandelt, *ist potentiell in Bezug auf diese, während die letztere aktuell wird*. Das ist der einzige zusammenhängende Sinn, der diesen Ausdrücken beigelegt werden kann; doch hat die Wissenschaft noch kein Bedürfnis gezeigt, das eben angegebene Verhältnis mit einem kurzen Wort zu bezeichnen, und man lässt daher am besten jene irreführenden Namen ganz fallen.

Wir werden durch diese Betrachtungen unmittelbar zu der allgemeinen Frage nach dem „Wirklichen“ geführt. Versuchen wir, mit aller wissenschaftlichen Vorsicht und unter Vermeidung aller stillschweigenden Annahmen unser Verhältnis zur „Welt“ zu kennzeichnen, so können wir folgendes sagen. Mit dem Beginn unseres bewussten Lebens befinden wir uns einer Mannigfaltigkeit von Erlebnissen gegenüber, zwischen denen wir nur einen sehr geringen Zusammenhang erkennen.

Dies drückt sich am deutlichsten in der Tatsache aus, dass wir so wenig von dem *voraussehen* können, was in der uns bevorstehenden Zeit sich ereignen wird. Denn Voraussicht ist der eigentliche Inhalt unseres Verstandes; das Mass der Voraussicht, nach Weite des Zeitraumes und Mannigfaltigkeit der vorausgesehenen Ereignisse, ist ganz unmittelbar das Mass unserer Intelligenz. Das neugeborene Kind sieht nichts voraus, als dass es bei der Reaktion auf gewisse Geruchs- und Gefühlsreize Nahrung finden wird (wobei dahingestellt bleiben mag, ob hierbei bereits Bewusstsein tätig ist), und steht somit auf einer sehr niedrigen Stufe der Intelligenz. Aber auch die höchste Stufe dieser Eigenschaft, wie sie etwa in einem erfolgreichen Forscher, Politiker oder Industriellen verkörpert ist, ist genau dadurch gekennzeichnet, dass ein solcher Mann mehr und weiter voraussehen kann, als seine Gegner oder Mitbewerber.

Dinge, die wir voraussehen können, nennen wir bekannt; ihnen gegenüber fühlen wir uns zu Hause oder heimisch, und ihre vorausgewussten räumlichen und zeitlichen Zusammenhänge sind uns *verständlich*. Solchen Dingen erteilen wir, insofern es sich um Sinneseindrücke handelt, gleichzeitig den Namen der *wirklichen* Dinge. Dieser Ausdruck kommt nur in Anwendung insofern es sich um Dinge der sogenannten Aussenwelt handelt; die „Wirklichkeit“ unserer Gedanken ist uns so selbstverständlich, dass wir über sie gar nicht nachdenken; sie bilden bekanntlich den primären Bestandteil aller unserer bewussten Erlebnisse, Träume, Hallucinationen und dergleichen nennen wir als Aussendinge unwirklich, weil sie nicht den Regeln folgen, die wir für „wirkliche“ Aussendinge erfahrungsgemäss festgestellt haben, d. h. weil Voraussagungen, die wir auf Grund unserer Erfahrung von den Aussendingen auf sie anwenden, nicht einzutreffen pflegen. Sowie aber eine Gesetzmässigkeit oder Voraussagbarkeit erwiesen wird, treten derartige Dinge alsbald in das Gebiet der Wirklichkeit ein; dies wird durch das Beispiel der *hypnotischen Erscheinungen* erläutert, welche von früheren Beurteilern für Einbildungen gehalten und als unwirklich abgewiesen wurden, während durch die Erkenntnis der Bedingungen, von denen ihr Eintreten abhängt, und der besonderen Eigentümlichkeiten, die regelmässig mit ihnen verbunden sind, ihnen gegenwärtig den Charakter der Wirklichkeit zuerteilt ist. Hierbei ist noch zu bemerken, dass der Ausdruck „*Vorhersagen*“ sich nicht ausschliesslich auf *zeitlich* nach einander eingetretene Teile einer Gesamterscheinung beziehen soll, sondern auch auf *räumlich nebeneinander* geordnete Teile einer solchen. Da man ohnehin alle diese Teile nicht gleichzeitig wahrnehmen kann, sondern sie nach einander in das Bewusstsein treten, so wird für unsere Erfahrung jedes räumliche Nebeneinander auch ein zeitliches Nacheinander. Nur besteht beim Raume die besondere Eigentümlichkeit, dass dieses Nacheinander in willkürlicher, wenn auch nicht völlig beliebiger Reihenfolge in unser Bewusstsein treten kann.

Im Lichte dieser Betrachtungen kann von einer Unwirklichkeit der Lagen- oder Distanzenergie offenbar auf keine Weise die Rede sein. Wissen wir allgemein, dass ein Körper, der sich oberhalb der Erdoberfläche befindet, eine bestimmte Menge Arbeit leisten kann, indem er sich dieser Oberfläche nähert, so gewährt uns der Anblick eines erhobenen Körpers mit derselben Sicherheit die unmittelbare Erkenntnis vorhandener Energie, wie es der Anblick eines bewegten Körpers tut. Also auch von dem Standpunkte vertiefter und verallgemeinerter Betrachtung des Wirklichkeitsbegriffes erweist sich die Unterscheidung zwischen aktueller und potentieller Energie als ein unhaltbarer und nicht ungefährlicher Irrtum.

Wie steht es nun aber mit der Realität der Energie selbst? Mayer hat sie, wie oben erwähnt, ausdrücklich behauptet, doch hat er mit dieser Ansicht keinen grossen Anklang gefunden. So bereitwillig man nach einiger Zeit war, die Richtigkeit und Wichtigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Energie anzuerkennen, so wenig hat man sich um die allgemeinen Gesichtspunkte gekümmert, durch die Mayer zu seiner grossen Verallgemeinerung geführt wurde. Wir haben oben gesehen, dass gerade sein Bedürfnis, das Wirkliche, ja Substanzielle in den „Kräften“ herauszuarbeiten, ihn auf seine folgenreiche Gedankenreihe geführt hat. Im Gegen-

satz hierzu findet man noch in unserer Zeit selbst bei Autoren, die für die zentrale Bedeutung des Energiebegriffes eintreten, eine gewisse Aengstlichkeit, die Energie schlecht und recht als eine Substanz anzuerkennen und ihr mindestens den gleichen Wirklichkeitsgrad wie der Materie zuzuerkennen. Man findet immer wieder die Wendung, dass die Energie doch nur ein Abstraktum, eine mathematische Funktion sei, die nur die besondere Eigenschaft besitzt, ihren Wert unter allen Umständen beizubehalten. Hierbei wird eine Verwechslung begangen, welche durch eine besondere Eigentümlichkeit aller europäischen Sprachen nahegelegt wird, und gegen welche man sehr auf der Hut sein muss, da ihre Häufigkeit beweist, wie leicht man ihr verfällt. Es ist die sprachliche Gewohnheit, *den allgemeinen Begriff und das konkrete Ding, das diesem Begriff entspricht, mit dem gleichen Worte zu bezeichnen.*

Unter „Musik“ verstehen wir beispielsweise sowohl die allgemeine Kunst, Töne derart zusammenzustellen, dass sie ästhetisch wirken, wie auch ein jeder besonderer Fall, in welchem dies Verfahren praktisch ausgeübt wird. So nennt man Energie allgemein jene Funktion messbarer Grössen, welche die Eigenschaft der Erhaltung unter allen Umständen besitzt, wie auch jeden einzelnen, in der Natur beobachteten Wert dieser Funktion. Offenbar haben diejenigen, welche der Energie die Realität absprechen, den allgemeinen Begriff vor Augen, aus dem gerade im Interesse seiner Allgemeinheit jede entbehrliche Sonderbestimmung fortgelassen ist. Sie übersehen dabei, dass das Wort Energie gleichzeitig jede konkrete Verwirklichung der allgemeinen Funktion bedeutet. Wenn ein Ding existiert, das einen bestimmten, in aufweisbaren Massen ausdrückbaren Zahlenwert besitzt, der durch keinen bekannten Vorgang geändert werden kann, so erfüllt es im nächsten Masse alle Anforderungen, die man an eine Realität stellen kann. Insbesondere ermöglicht es die Voraussagung, dass man seinen Wert vor und nach einem beliebigen Vorgange gleich setzen darf. Welche wissenschaftliche und technische Bedeutung diese Voraussagungsmöglichkeit besitzt, braucht nicht erst dargelegt werden, denn auf ihr beruht ja der ganze ungeheure Fortschritt, der durch die Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie bewirkt worden ist.

Endlich ergibt sich die Realität der Energie in anschaulichster Weise aus dem Umstande, dass sie einen Markt- und Handelswert besitzt. Am deutlichsten tritt dies bei der *elektrischen* Energie in Erscheinung. Hier wird von dem Konsumenten rein die Energie verbraucht und bezahlt, während alle „materiellen“ Anteile der elektrischen Einrichtungen durch den Gebrauch weder vermindert noch verändert werden.

Eine Art Entschuldigung findet die eben zurechtgestellte Verwechslung durch den Umstand, dass in der Tat der allgemeine Begriff der Energie ausserordentlich weit und umfassend ist, und in Bezug auf seine partikulären Kennzeichen eine fast unbeschränkte Mannigfaltigkeit gestattet. Ausser dem Umstande, dass die Energie eine wesentlich positive Grösse ist, die den Grössencharakter im engeren Sinne besitzt, d. h. die unbeschränkt *addiert* werden kann, und dem Umstande der quantitativen Erhaltung bei allen möglichen Umwandlungen, wüsste ich in der Tat kein Kennzeichen anzugeben, welches in gleicher Weise für alle verschiedenen Arten

der Energie gültig wäre. Dieser Umstand ist gleichfalls gelegentlich als Grund gegen die Energetik geltend gemacht worden, gleichsam als wäre diese Allgemeinheit ein Fehler oder Schandfleck des Energiebegriffes. Man braucht indessen nur einen Augenblick über die zu lösende Aufgabe nachzudenken, um einzusehen, dass gerade die gerügte Eigenschaft für den angestrebten Zweck notwendig ist. Um was handelt es sich denn? Um die Aufgabe, einen Begriff zu finden, der sich auf einen möglichst grossen Kreis von Erscheinungen anwenden lässt, und dabei möglichst viel bestimmtes über jede einzelne aussagt. Die Mechanistik suchte diesen Begriff in der *Bewegung*, musste aber noch die weiteren Begriffe *Masse* und *Kraft* hinzunehmen, um die Darstellung der tatsächlichen Erscheinungen zu ermöglichen. Und das Resultat war für die nichtmechanischen (oder im Sinne jener Hypothese kryptomechanischen) Erscheinungen bezüglich der möglichen Voraussagen gleich Null. Was nämlich war aus der mechanistischen Annahme gefolgert worden, dass z. B. die Wärme in einer Bewegung der Atome bestände? Tatsächlich *gar nichts bestimmtes*. Denn die von Bernouilli entwickelte kinetische Hypothese über den Zustand der Gase beruht auf einer ganzen Anzahl weiterer Annahmen, wie schon daraus unmittelbar ersichtlich ist, dass sie auf den flüssigen und festen Zustand keine Anwendung gestattet. Ueber die besondere Beschaffenheit der angenommenen Bewegungen gab die mechanistische Hypothese gar keine unmittelbare Auskunft. Und da die hypothetisch angenommenen Bewegungen doch irgend eine Grösse und Richtung haben mussten, so entstanden durch jene Annahme eine Anzahl von Fragen, die gar keine erfahrungsmässige Bedeutung hatten: es entstanden, um ein glückliches Wort von Mach anzuwenden, Scheinprobleme, d. h. Probleme von solch sonderbarer Beschaffenheit, dass selbst angenommen, ihre Lösung würde uns durch irgend welche übernatürlichen Mächte zugänglich gemacht, wir doch mit dieser Lösung nichts anfangen können, das sie sich nicht auf beobachtete Grössen beziehen würde.

Dem gegenüber bewirkt gerade die ausserordentliche Allgemeinheit des Energiebegriffes, dass derartige Scheinprobleme nie auftreten. Findet sich Wärme in irgend einem Gebilde vor, so können wir auf Grund des Energieprinzipes allerdings nichts über die „innere Natur“ dieser Erscheinung aussagen, wohl aber können wir vorauswissen, dass allen Veränderungen dieses Wärmezustandes entsprechende Veränderungen anderer, angrenzender Energieen parallel gehen werden, deren Betrag wir aus dem Betrage der Wärmeänderungen vorausberechnen können. Ferner können wir aus der besonderen Eigenschaft der Wärmeenergie, die man die Temperatur nennt, noch weiter, sehr eigentümliche Voraussetzungen machen; immer aber handelt es sich bei diesen um messbare Dinge, niemals um das unbekanntes „Innere der Natur“. Dies sind die Gegner bereit zuzugeben, sie betonen aber, dass gerade hierin die Unvollkommenheit der Energetik läge, während die mechanistischen Anschauungen ein wenn auch hypothetisches Eindringen in diese Geheimnisse gestatte. Dies ist eine Logik von gleichem Werte, wie wenn ein Kaufmann die nüchterne Aufrechnung seines Soll und Haben gering schätzen wollte und statt dessen eine hypothetische Rechnung darüber aufstellen wollte, wie gross sein Vermögen wäre, wenn die Umstände so oder so sein würden. Auch

wenn er seine Annahmen als wahrscheinlich bezeichnen darf, so wird doch niemand eine derartige Rechnung solid oder auch nur kaufmännisch nennen. Er mag über Möglichkeiten oder Wahrscheinlichkeiten nachdenken, um sich über die Anlage eines ungewissen Geschäfts klar zu werden, gerade wie der Forscher die ihm noch unbekanntem Verhältnisse eines Gebietes, das er untersuchen will, nach der Wahrscheinlichkeit spekulieren wird, um einen Anhalt dafür zu haben, nach welcher Richtung er seine Experimente anlegen soll. Aber der solide Kaufmann wie der solide Forscher wird derartige Voraussetzungen möglicher Beziehungen nur auf solche Verhältnisse erstrecken, die er hernach der Prüfung unterziehen kann und will, und sie werden daher ausschließlich mess- und kontrollierbare Dinge zum Gegenstande haben. Sowie er aber unzugängliche Faktoren in seine Rechnung einbezieht, hört die solide Arbeit auf.

Man muss daher sorgfältig derartige versuchsweise Voraussetzungen unbekannter Verhältnisse zwischen zugänglichen Grössen von den Annahmen über die Beziehungen zwischen bloss gedachten und daher unzugänglichen Grössen unterscheiden. Nur die letztere Art von Annahmen ist zu verwerfen, während die erste ein notwendiger Bestandteil der Forschung ist. In der heutigen Sprache der Wissenschaft bezeichnet man beide grundverschiedene Arten von Annahmen mit demselben Namen *Hypothese*. Ich schlage vor, den Namen Hypothese den unkontrollierbaren Annahmen zu überlassen, da in der Tat die meisten Hypothesen der heutigen Wissenschaft von dieser Beschaffenheit sind. Die anderen Annahmen, die gleich einem Baugerüste nur zum Zweck der eigentlichen Untersuchung gemacht werden, und im Laufe der Arbeit je nach Bedarf ein- oder mehrmals durch neue, brauchbarere Annahmen ersetzt werden, bis die gesuchte Beziehung tatsächlich gefunden worden ist, diese zum Zwecke der positiven Arbeit gemachten Annahmen nenne ich *Protothesen*. Eine Protothese wird also zu *Anfang* einer Untersuchung aufgestellt und verschwindet am Schlusse, falls die Arbeit erfolgreich war: während man eine Hypothese aufzustellen pflegt, *wenn man mit der Arbeit nicht weiter weiss*. Hierdurch wird auch bedingt, dass in der Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten die verschiedenen Protothesen, deren sich der Forscher bedient hatte, meist gar nicht erwähnt werden: denn es ist üblich geworden, nur diejenige Annahme mitzutheilen, die sich durch die Untersuchungen schliesslich als richtig oder wenigstens als angemessen erwiesen hat. Die misslungenen Protothesen verschweigt man, ebenso wie man die Skizze beseitigt, nachdem das Bild vollendet ist. Nur ganz selten, wie z. B. in den Berichten Keplers über seine astronomischen Forschungen erfahren wir auch einiges über missglückte Protothesen. Die Hypothesen im engeren Sinn dagegen nehmen in der Literatur einen sehr breiten Platz ein. Weil sie wegen ihrer Beziehung auf wissenschaftlich unzugängliche Dinge weder bewiesen noch widerlegt werden können, pflegt sich ein endloses Pro und Contra an sie zu knüpfen: weil ferner die durch sie gestellten Probleme Scheinprobleme sind, d. h. sich gar nicht auf nachweisbare Dinge beziehen, so sind diese Probleme unlösbar und werden als unbeantwortete Fragen durch die Wissenschaft geschleppt. Dies gelingt erst, nachdem man eingesehen hat, dass sie nur Scheinprobleme sind oder nachdem man Mittel zum Weiterkommen entdeckt hat.



Es ist daher sehr wichtig, ein sicheres Mittel zur Erkennung von Hypothesen im engeren Sinne und von Scheinproblemen zu haben. Durch das eben Gesagte ist bereits wenigstens in den messenden Wissenschaften, ein solches Kennzeichen gegeben. Wenn ich einer Formel, durch welche irgend welche physischen Verhältnisse dargestellt werden, Ausdrücke oder Grössenbezeichnungen vorkommen, die man nicht beobachten und messen, für die man also keinen bestimmten erfahrungsmässigen Wert einsetzen kann, so handelt es sich um den Ausdruck einer Hypothese. Denn die Aufgabe der messenden Wissenschaften ist die gegenseitige Beziehung mess- und aufweisbarer Grössen festzustellen oder mit anderen Worten die mathematischen Formen oder Funktionen zu finden, durch welche diese Grössen mit einander verbunden sind, so dass man eine von ihnen berechnen kann, wenn die anderen gegeben sind. Um eine derartige funktionelle Beziehung erfahrungsmässig festzustellen, ist es daher nötig, alle veränderlichen oder konstanten Grössen, die in einer solchen Gleichung vorkommen, einzeln zu messen. Kein anderes Mittel ist vorhanden um festzustellen, ob die protothetisch angenommene Funktionalbeziehung besteht oder nicht. Sowie daher auch nur eine Grösse auftritt, die der Messung nicht zugänglich ist, kann man die angenommene Beziehung nicht als erwiesen ansehen. Auch ist eine solche Gleichung zwecklos, denn da sie das Verhalten einer Grösse ausdrückt, die nicht zugänglich ist, so gibt sie Auskunft über ein Ding, das keinerlei Einfluss oder Bedeutung für die Wissenschaft und das Leben hat. Denn die Unzugänglichkeit ist ja nur ein anderer Ausdruck für die Tatsache, dass von diesem Dinge gar nichts abhängt; hinge etwas davon ab, so wäre diese Abhängigkeit ja ein Weg, etwas über das Ding zu erfahren, und es wäre zugänglich.

Dieses Rezept zur Entdeckung von Scheinproblemen bezieht sich allerdings nur auf Beziehungen *messbarer* Grössen, die sich durch mathematische Gleichungen darstellen lassen. Die Mathematik ist erst in unserer Zeit darauf gekommen, dass es ausser den Grössen noch andere, allgemeinere Dinge gibt, die sich mathematisch behandeln lassen, und die entsprechende Rechentechnik ist noch nicht für den allgemeinen Gebrauch entwickelt. So müssen wir die vorliegende weitere Aufgabe, die Scheinprobleme ganz allgemein zu kennzeichnen, noch mit dem unvollkommenen Mittel der Sprache zu lösen versuchen. Wir finden den Weg dazu durch eine soeben gemachte Bemerkung. Wenn die Lösung eines Problems an unserer Auffassung tatsächlicher Verhältnisse nichts ändern würde, so kennzeichnet es sich dadurch als ein Scheinproblem. Das Rezept besteht also darin: man denke sich das Problem gelöst, indem man von den möglichen Antworten eine beliebige als richtig annimmt, und man untersucht nun, welche Aenderung in unserem Verhalten hierdurch werden würde. Findet man keine, so ist das Problem als Scheinproblem gekennzeichnet.

Um die Anwendung dieser Vorschrift zu lernen, stelle man sich etwa die Frage: *hat die Welt einen zeitlichen Anfang oder besteht sie von Ewigkeit her?* Man nehme versuchsweise, sie bestände von Ewigkeit her, und frage sich: was ändert sich in meinem Verhalten durch diese Kenntnis? Ich finde, wenigstens für mich, dass sich nichts hierdurch ändert; ebensowenig wie durch die Annahme eines *endlichen*

Anfanges. Somit muss ich sagen: selbst wenn ich auf irgend eine Weise bestimmt erführe, welche von den beiden Möglichkeiten richtig ist, so wäre dies mir ganz gleichgültig, und es liegt somit ein Scheinproblem vor.

Die Bedeutung dieses Verfahrens ergibt sich aus der Beantwortung der Frage, was wir *richtig* oder *wahr* nennen. Die Antwort war: was uns zutreffende Voraussetzungen gestattet. Etwas, was uns überhaupt keine Voraussetzungen gestattet, interessiert uns sächlich in keiner Weise und alle Beschäftigung damit ist zwecklos.

Wenden wir nun diese Betrachtungen auf die Energetik an, so erkennen wir, dass wir uns durch die Stellung der energetischen Fragen gegenüber den Erscheinungen stets erfolgreich vor Scheinproblemen hüten können. Es darf gegenwärtig als ohne Einwand zugegeben bezeichnet werden, dass zwischen verschiedenen Gebieten der physikalischen Vorgänge keine andere allgemeine Beziehung besteht, als die Energiebeziehung. Das heisst: was auch physisch (chemische und physiologische Erscheinungen sind hier wie immer unter diese Bezeichnung einbegriffen) geschehen mag, wir können jedesmal eine Gleichung zwischen den verschwundenen und den neu aufgetretenen Energien aufstellen. Es gibt keine andere physische Grösse, für welche eine derartige Allgemeinheit der Anwendung besteht. Da ferner eine solche Aussage sich wegen der allgemeinen Mess- und Aufweisbarkeit der Energie sich stets auf mess- und aufweisbare Dinge bezieht, so handelt es sich bei allen Anwendungen des Gesetzes von der Erhaltung der Energie stets um wirkliche, nie um Scheinprobleme. Es gibt Fälle in denen die genaue Messung der in Frage kommenden Energiegrössen sehr erhebliche Schwierigkeiten macht, und in denen man daher nur zu groben Annäherungen kommt; sie können aber den allgemeinen Grundsatz nicht ungültig machen. Ebenso gibt es sehr viele Anwendungen des Erhaltungsgesetzes, bei denen noch nicht alle Glieder der Gleichung sich messen lassen; solche Fälle sind als Protothesen zu betrachten. Das heisst: dort, wo wir das Zutreffen des Erhaltungsgesetzes noch nicht durch Messung aller einzelnen Glieder prüfen können, machen wir die Annahme, dass das Gesetz zutrifft, behalten wir aber vor, diese Annahme alsbald einer Prüfung zu unterziehen, sobald wir dazu die Möglichkeit gefunden haben.

Ein gutes Beispiel für diese Art des wissenschaftlichen Fortschrittes liegt in der Messung der *physiologischen Wärmeentwicklung* beim Tiere, und Menschen vor. Die alten Messungen von Despretz in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts ergaben Resultate, welche mit den damaligen Annahmen im Widerspruche standen. Dann hat gerade die eingehendere Untersuchung dieses Problems sowohl Robert Mayer, wie Helmholtz zu der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie geführt. Endlich sind in unseren Tagen die Hilfsmittel der Messung so weit entwickelt worden, dass mit einer Genauigkeit von 1 : 1000 die Gültigkeit des Gesetzes auch für die physiologische Verbrennung (einschliesslich mechanischer und psychischer Arbeitsleistungen) erwiesen worden ist. Solange diese letzteren Messungen nicht vorlagen, war die Annahme der Geltung des Erhaltungsgesetzes für die physiologische Verbrennung eine Protothese, die sich auf Dinge bezog, die grundsätzlich messbar waren, wenn auch die technische Ausführung der Messun-

gen so schwierig war, dass man sich nicht recht daran getraute. Jetzt handelt es sich um eine wissenschaftliche Wahrheit, die allerdings diese Beschaffenheit nur bis zu einer Irrtumsmöglichkeit von 1 : 1000 besitzt. Dass das Erhaltungsgesetz auch darüber hinaus gültig sei, ist wiederum eine Protothese, die einer späteren Prüfung mit weiterhin verfeinerten Messhilfsmitteln harret.

Die Frage, wie der Begriff der Energie bei seiner grossen Allgemeinheit fähig wird, die unendliche Mannigfaltigkeit der Geschehnisse zum Ausdruck zu bringen, beantwortet sich dahin, dass es eine grosse Anzahl verschiedener *Arten* der Energie gibt. Deren Eigenschaften genügen alle der oben gegebenen Bestimmung bezüglich des Grössencharakters, der wesentlich positiven Beschaffenheit und des Erhaltungsgesetzes, enthalten daneben aber noch weitere, zusätzliche Bestimmtheiten oder Eigenschaften, auf denen ihre Verschiedenheit beruht. So ist beispielsweise von dem ausgeprägt binär symmetrischen Charakter der *elektrischen* und *magnetischen* Energie bei der *Wärme* gar nichts vorhanden, denn diese ist durch eine blosse Zahl vollständig bestimmt, wenn die Einheit gegeben ist. Kinetische Energie hat eine *Richtung im Raume*, während sich Volumenergie an jeder Stelle und nach allen Richtungen betätigt, wo eine Volumänderung ermöglicht wird. Da in dem allgemeinen Energiebegriff über räumliche und zeitliche Verhältnisse gar nichts ausgesagt wird, so sind diese noch für engere Bestimmungen frei, und die hier möglichen Verschiedenheiten bedingen die Verschiedenartigkeit der einzelnen Energieformen.

Hiermit erledigt sich auch der oft gemachte Vorwurf, dass die Anzahl der Energiearten so gar gross sei, wobei noch ernsthaft an zurzeit unbekanntere weitere Energiearten gedacht werden muss. Soll die Energie ein Begriff sein, der zur Darstellung der Erscheinungen dienlich ist, so muss deren Mannigfaltigkeit durch eine entsprechende Mannigfaltigkeit des Begriffes darstellbar sein. Denn alle wissenschaftliche Bewältigung und Darstellung besteht ja darin, dass man der Mannigfaltigkeit des zu erforschenden Gebietes eine andere, schematische Mannigfaltigkeit von Zeichen (mathematischer oder sprachlicher Natur) zuordnet, an denen man die entsprechende funktionale Beziehung zum Ausdruck bringt. Welche ungeheure Bedeutung eine solche wissenschaftliche Zeichensprache für die Beherrschung des Gebietes hat, lässt sich vielleicht am deutlichsten an den chemischen Formeln beobachten in denen man einen ganz erheblichen Teil von dem hat unterbringen können, was die Wissenschaft allgemeines über die chemischen Verhältnisse hat ermitteln können. Ebenso, wie man der Chemie ihre achtzig Elemente nicht zum Vorwurf machen darf, da sie nicht frei ist, eine beliebige Anzahl davon festzustellen, sondern gebunden ist, jeden Stoff, der den allgemeinen Bestimmungen entspricht, als Element anzuerkennen, so ist auch die Energetik nicht frei, die Anzahl der anzuerkennenden Energiearten willkürlich festzusetzen, sondern hat die vorkommenden Mannigfaltigkeiten sorgsam zu registrieren und die charakteristischen Kennzeichen jeder einzelnen Art herauszuarbeiten. Die Einheit dieser Mannigfaltigkeit ist ja durch das allgemeine Umwandelungsgesetz erfahrungsmässig und grundsätzlich gegeben.

Ein weiterer, sehr wesentlicher Umstand in diesen Mannigfaltigkeiten ist die allgemeine Zerlegbarkeit der Energiearten in je zwei Faktoren von charakteristischen allgemeinen Eigenschaften. Für jede Energieart lässt sich zunächst ein *Intensitätsfaktor* bestimmen, welcher nicht den einfachen Grössencharakter hat, d. h. nicht unmittelbar addierbar ist, und zweitens ein Kapazitäts- oder Qualitätsfaktor, dem die unmittelbare Addierbarkeit zukommt, und der somit eine Grösse im engeren Sinne ist. Der einfachste Weg, sich von diesem fundamentalen Unterschiede eine Anschauung zu verschaffen, besteht darin, dass man zwei gleiche Werte der betreffenden Art physisch zusammenfügt. Zwei gleiche Intensitäten lassen sich bei der Zusammenfügung unverändert, zwei gleiche Kapazitäten geben den doppelten Betrag. Bringt man beispielsweise zwei Körper von gleicher Temperatur oder gleichem elektrischen Potential zusammen, so lassen diese sich unverändert und die Temperatur bzw. das Potential ist hernach dasselbe, wie zuvor. Zwei gleiche Massen, Entropieen, Elektrizitätsmengen u. s. w. geben dagegen bei der Zusammenfügung den doppelten Betrag. Erstere sind somit Intensitäten, letztere Kapazitäten.

Die Werte dieser Energiefaktoren bringen nun eine neue Mannigfaltigkeit in den Energiebegriff hinein, der zum Ausdrucke wichtiger allgemeiner Verhältnisse dient, die durch das Erhaltungsgesetz nicht berührt werden. Eine gegebene Wärmemenge ist z. B. einer bestimmten Menge elektrischer Energie immer äquivalent, welche auch ihre Temperatur sein mag; jedesmal, wenn man die eine in die andere verwandelt, erhält man den gleichen Betrag. Dies kennzeichnet die Unabhängigkeit des Erhaltungsgesetzes von der Verschiedenheit der Intensitätsgrössen; für die Kapazitätsgrössen gilt eine gleiche Unabhängigkeit, wie sich schon daraus ergibt, dass das Produkt der beiden den Zahlenwert der Energie ausmacht. Dagegen kommen die Intensitätswerte entscheidend für die Frage in Betracht, *ob* in einem gegebenen Falle eine Energieumwandlung eintreten wird, und in *welchem Betrage*. Am bekanntesten sind diese Verhältnisse bei der Wärme geworden; man weiss, dass eine gegebene Wärmemenge sich nur insoweit in andere Energiearten verwandeln kann, als eine Temperaturverschiedenheit besteht. Der umwandelbare Anteil ist gleich dem Verhältnis der verfügbaren Temperaturdifferenz zur absoluten Temperatur des Ueberganges. Aber auch für alle anderen Energiearten gilt derselbe Satz. Der Bleistift, den ich in der Hand halte, besitzt vermöge seiner Bewegung durch den Weltraum, den er mit der Erde und allem was darauf ist, teilt, eine kinetische Energie, welche die einer abgeschlossenen Gewehrkugel um ein Vielfaches übertrifft; er könnte somit die unglaublichsten Zerstörungen anrichten, wenn er nur seine kinetische Energie an andere Körper übertragen könnte. Dies geht aber nur soweit an, als Unterschiede der Geschwindigkeit vorhanden sind, und somit kommt die enorme Geschwindigkeit, welche er in bezug auf das Koordinatensystem der Sonne besitzt, überhaupt bei seinem irdischen Verhalten nicht zur Geltung.

Während also der erste Hauptsatz der Energetik oder das Gesetz von der Transformation der Energie unter Erhaltung ihres Zahlenwertes eine Gleichung für jeden Fall ergibt, wo sich eine Energie in eine andere verwandelt, so beantwortet der zweite Hauptsatz, welcher die Intensitätsbeziehungen der Energie regelt, ob und

wann eine Umwandlung vorhandener Energieen eintreten wird. Da zwei gleiche Intensitäten sich gegenseitig nicht beeinflussen (in der Tat ist diese gegenseitige Nichtbeeinflussung die Definition der Gleichheit der Intensitäten), so setzt jede Transformation irgendwelcher Energieen Verschiedenheit irgendwelcher Intensitäten voraus. Da andererseits alles was geschieht sich als eine Energietransformation bestimmter Art kennzeichnen lässt, *so ist das Vorhandensein von Intensitätsunterschieden die allgemeine Voraussetzung jedes Geschehens*.<sup>1</sup> Ist ein derartiger Unterschied vorhanden, so ist der Betrag des „Geschehens“, d. h. der Betrag der umgesetzten Energie proportional der Intensitätsdifferenz und im übrigen nur noch abhängig von den anwesenden Energieen und ihren Faktoren. Die Gesamtheit dieser Beziehungen wird in dem zweiten Hauptsatz der Energetik zusammengefasst, dessen auf Wärme bezüglicher Teil bereits 1827 von Sadi Carnot entdeckt worden ist. In anschaulicher, wenn auch nicht erschöpfender, Form kann man diesen zweiten Hauptsatz im Anschluss an Clausius in der Gestalt: *ruhende Energie wandelt sich nicht freiwillig um* aussprechen. Hier bedeutet ruhende Energie solche, bei der keine Intensitätsunterschiede vorhanden sind, und der Zwang, durch welchen sie sich umwandelt, liegt in dem Hinzutreten neuer Intensitätsunterschiede an das betrachtete Gebilde. Allgemeiner ist die Form: *damit etwas geschieht, müssen nicht kompensierte Intensitätsunterschiede vorhanden sein*, und das Geschehen erfolgt proportional diesen Unterschieden.

Es entsteht naturgemäss die Frage nach der Rolle der *Kapazitätsgrößen* der Energie in unserem energetischen Weltbilde. Die Antwort, dass diesen im wesentlichen die Funktion zufällt, welche der frühere, unterentwickeltere Zustand der Wissenschaft der *Materie* zugeschrieben hat. Beachten wir, dass Masse, Gewicht und Volum Kapazitätsgrößen entsprechender Energiearten sind, so erkennen wir in den alten „primären Eigenschaften der Materie“ diese Faktoren wieder. Die „sekundären“ Eigenschaften stellen sich gleichfalls als Kapazitätsgrößen heraus, die nur keine so enge räumliche Beziehung unter sich haben, wie die genannten.

Die Eigentümlichkeit, dass die Energiearten, nämlich Volumenenergie, Gravitationsenergie und Bewegungsenergie sich stets räumlich vereinigt finden, hat zu dem Begriffe der Materie geführt. Da aber in einem gegebenen derartigen Gebilde der Betrag dieser Energieen selbst veränderlich ist, so wurde es nötig, um diese Veränderlichkeiten zum Ausdrucke zu bringen, einen an sich eigenschaftslosen und daher unveränderlichen Träger jener veränderlichen Eigenschaften anzunehmen. So entstand das logische Missgebilde der heutigen Materie als eines Dinges, das allen einzelnen Objekten zu Grunde liegt, selbst aber keinerlei Eigenschaft hat, an denen es erkannt, und durch die es nachgewiesen werden kann.

Wenn es aber auch klar ist, dass durch den Materiebegriff keine befriedigende Darstellung der Verhältnisse der wägbaren Objekte gegeben werden kann, so bleibt doch die Frage zu beantworten, wie es kommt, dass jene drei Energiearten stets in

---

<sup>1</sup> Diese Bedingung ist zwar notwendig, aber nicht zureichend, denn es können auch „kompensierte“ Intensitätsunterschiede bestehen, ohne dass etwas geschieht. Auch diese Verhältnisse sind gesetzmäßig geregelt, und es wird nur deshalb nicht auf sie eingegangen, um die Darstellung nicht in entbehrlicher Weise verwickelt zu machen.

demselben Raume sich vereinigt finden. Die Antwort ergibt sich aus der Untersuchung der Frage, wie sich ein Gebilde verhalten würde, wenn eine von ihnen fehlte. Wäre keine Volumenenergie vorhanden, so würde das Gebilde keinen Raum einnehmen, also von uns weder wahrgenommen noch irgendwie gehandhabt werden können. Wäre Bewegungsenergie nicht vorhanden, so hätte das Gebilde keine Masse; es würde also durch die kleinsten Impulse eine unendliche Geschwindigkeit annehmen und sich gleichfalls dadurch jeder Kenntnisnahme entziehen. Hätte es endlich keine Gravitationsenergie, so würde es nicht auf der Erde verbleiben und gleichfalls für unsere Wahrnehmung verschwinden. Es ergibt sich also, dass der Zusammenhang der genannten drei Energiearten notwendig ist, damit das Objekt ein Gegenstand unserer Wahrnehmung werden kann, und dass daher nur solche energetischen Gebilde zu unserer Kenntnis kommen können, welche diese drei Arten räumlich mit einander vereinigt enthalten. Ob es auch Gebilde gibt, denen eine oder die andere dieser Energiearten fehlt, wissen wir nicht und können wir nicht wissen; da sie aber jedenfalls keinen Bestandteil unserer Welt bilden, so haben wir weder die Möglichkeit, noch auch irgend einen Grund, sie zu berücksichtigen.

So erkennen wir, dass allerdings dem Begriffe der Materie eine bestimmte Erfahrung zu Grunde liegt; sie ist nur in dieser Begriffsbildung in unvollkommener und ungeschickter Weise zum Ausdruck gekommen. Für die wissenschaftliche Sprache ist daher auch die Fortbenutzung des Wortes Materie unzweckmässig geworden. Jene Komplexe der drei Energiearten nennen wir im Anschlusse an den vorhandenen Sprachgebrauch *Körper*. Dass von einem Körper nichts übrig bleiben würde wenn man ihm seine Eigenschaften, d. h. die in diesem Raume vorhandenen Energien entzogen denkt, ist nun ganz verständlich, denn da der Körper nichts als ein Energiekomplex ist, so verschwindet er begrifflich, wenn man die Bestandteile des Komplexes entfernt denkt.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, nachzuweisen, dass man die gesamte Physik, einschliesslich der Chemie und Physiologie, als Energetik völlig umfassend und erschöpfend darstellen kann. Dies wird selbst auch von den Gegnern zugegeben; sie bezweifeln nur die Zweckmässigkeit einer solchen Darstellung. Diese glaube ich aber hier und in meinen zahlreichen Lehrbüchern ausgiebig genug nachgewiesen zu haben. In sehr charakteristischer Weise macht sich die grössere Zweckmässigkeit der energetischen Darstellung gegenwärtig in der Physiologie und Biologie geltend. Diese beiden Wissenschaften haben bisher schwer unter der atomistischen Mechanistik gelitten, welche sie mit einer Unzahl von Scheinproblemen angefüllt hat; ich brauche nur an die zahllosen Vererbungstheorien zu erinnern, welche dadurch alle mit der Eigenschaft ausgestattet waren, dass sie weder bewiesen noch widerlegt werden konnten, und welche daher eine unerschöpfliche Quelle von ergebnislosen Diskussionen gebildet haben. Gegenwärtig beginnt man endlich einzusehen, dass durch die Zurückführung der Probleme auf ihre energetische Grundlage alle jene Scheinprobleme ausgeschaltet werden, und die Wissenschaft derart wieder in den Stand gesetzt wird, reelle Fragen zu stellen und reelle Antworten darauf zu suchen und zu finden.

Allerdings umfasst die Energetik in ihrer gegenwärtigen Gestalt noch nicht alle die Mannigfaltigkeiten, deren Betätigung uns in den biologischen Erscheinungen entgegentritt. Insbesondere die räumlichen und zeitlichen Modalitäten in dem Ablaufe einer nach Art und Masse gegebenen Energieumwandlung sind durch Gesetze nach Art des Ohmschen Gesetzes geregelt, in denen Material- und Formkonstanten der mannigfaltigsten Art auftreten. Die Theorie dieser Geschehnisse ist durch Fourier in seiner Theorie der Wärmeleitung begründet worden, doch ist ein bewusster Ausbau dieser Beziehungen ganz und gar eine Aufgabe der Zukunft und darf als das zur Zeit wichtigste Problem der Energetik bezeichnet werden. Die Biologie hat es überall mit derartigen Bestimmungen zu tun, und in der Einführung von entsprechenden Begriffen, wie z. B. Reinkes „*Dominanten*“ tritt das Bedürfnis nach gedanklicher Bewältigung derartiger Aufgaben zu Tage, wenn auch darin noch kein Weg zu dessen Befriedigung angedeutet ist. Ein solcher läge erst vor, wenn irgend welche allgemeine Eigenschaft oder Gesetzmässigkeit für diese „*Dominanten*“ ausgesprochen werden könnte.

Andrerseits ist die Anwendung der Energetik in ihrem bisherigen Umfange auf die verschiedenen Wissenschaften noch nicht im geringsten erschöpft. Als Beispiel für solchen jungfräulichen Boden, der bei der Bearbeitung unmittelbar die reichsten Früchte tragen wird, gebe ich zum Schlusse dieser Darlegungen die Skizze einer *energetischen Grundlegung der Kulturgeschichte*.

Was den Menschen vom Tiere unterscheidet, nennt man Kultur. Es besteht in allgemeiner Auffassung darin, dass dem Menschen eine viel weiter gehende Beherrschung seiner Umgebung eigen ist. Er vermag mit anderen Worten die natürlichen Geschehnisse in solcher Weise zu beeinflussen und zu leiten, dass sie einen seinen Bedürfnissen und Wünschen entsprechenden Verlauf nehmen. Diese Fähigkeit ist nicht unbeschränkt, aber der Fortschritt der Kultur kennzeichnet sich eben durch die Zunahme dieser Herrschaft des Menschen über seine Welt. Nun lassen sich, wie wir gesehen haben, alle Geschehnisse als Energieumwandlungen definieren; die Beherrschung dieser Geschehnisse ist somit unmittelbar von der Beherrschung der energetischen Verhältnisse abhängig, und die Kulturgeschichte ist die Geschichte der zunehmenden Beherrschung der Energie durch den Menschen.

Um zu erkennen, wie bestimmt diese Ergebnisse dieser sehr allgemein klingenden Betrachtung in jedem Einzelfalle sich gestalten, schematisieren wir uns energetisch die erste Entwicklung des Menschen aus dem früheren tierischen Zustande. Man ist bereit, die Benutzung von Werkzeugen als die erste Kulturtat, des aufstrebenden Menschengeschlechtes anzusehen. Ein Werkzeug kann aber vollgültig als ein Mittel definiert werden, durch welches vorhandener roher Energie eine beabsichtigte Beschaffenheit gegeben wird. Ein Werkzeug ist mit anderen Worten ein Energietransformator, und es ist um so vollkommener, je vollkommener es diese Transformation auszuführen gestattet.

Als erste Werkzeuge mögen wohl Stangen, Keulen und Steine gedient haben. Die Energie, welche dem primitiven Menschen (wie dem Tiere) zunächst von allein zur Verfügung stand, ist die in seinen Muskeln zum Gebrauch aufgespeicherte

chemische Energie seiner Nahrung. Diese Energie hat einen bestimmten Betrag und konnte in einem bestimmten räumlichen Umfange betätigt werden, der durch die Länge der Arme für jede Körperlage bestimmt war. Dadurch, dass der Mensch einen Stab in die Hand nahm, erreichte er, *dass er den Radius seiner Muskelenergie um die Länge dieses Stabes vergrössern*, und sie somit zweckmässiger anwenden konnte. Durch die Anwendung einer Keule konnte er seine Muskelenergie in Gestalt kinetischer Energie ansammeln und auf einmal zur Umwandlung an der Stelle bringen, wo seine Keule hintraf. Hierdurch wurden Leistungen möglich, die durch unmittelbare Betätigung seiner Muskelenergie in Gestalt von Druck nicht ausführbar waren.

Einen grossen Fortschritt in zweckmässiger Transformation bedingte die Erfindung des *Werfens*. Sie vereinigt beide eben genannten Fortschritte und erweitert sie. Der Wirkungsradius der Muskelenergie nimmt sehr beträchtlich zu und gleichzeitig erfolgt durch die Summierung während des Schwunges eine *Ansammlung*. Die hieran sich schliessenden Fortschritte bestehen in der Auswahl, bezw. Gestaltung des zu werfenden Trägers der übermittelten Energie, die einerseits auf einen möglichst grossen Betrag, andererseits auf eine möglichst genaue Richtung hinausgehen. In Pfeil und Bogen erkennen wir eine weitere Ausgestaltung dieses Problems, indem die Muskelenergie zeitweilig in elastische oder Formenenergie des gespannten Bogens umgewandelt wird, hauptsächlich um bezüglich der Richtung Vorteile zu haben, während die armbrustartigen Einrichtungen eine möglichst grosse Aufspeicherung der Energie zum Ziele haben, die zeitlich beliebig weit vor den Schuss ausgeführt und daher zweckmässiger gestaltet werden kann.

Eine andere Art von Energietransformation bezieht sich auf die *Konzentration* der Energie in kleinen Flächen. Lineare derartige Flächen sind *Schneiden* und punktförmige *Spitzen*; beide bewirken, dass die Muskelarbeit vermöge der Verkleinerung der Druckfläche eine um so grössere Intensität des Druckes auszuüben vermag. Das scharfe und spitze Werkzeug trennt und durchdringt daher Gegenstände, welche der Faust oder dem Steine gegenüber unverletzt bleiben.

Durch systematische Kombination dieser Hilfsmittel entstehen alsbald neue. Schwert und Spiess verbinden die Verlängerung des Armradius mit der Konzentrationswirkung von Schneide und Spitze; mit den gleichen Einrichtungen werden die geworfenen und geschossenen Gegenstände ausgestattet, was den Wurfspiess und Spitzpfeil ergibt.

Alle diese Erfindungen beziehen sich auf die Verwertung der im menschlichen Muskel gegebenen primären Energie. Es war somit ein ungeheurer Fortschritt, als *andere* Energiequellen für die Zwecke des Individuums herangezogen wurden. Einerseits handelt es sich hier um ähnliche physiologische Energieen: Sklaven und Haustiere zur Arbeit bezeichnen diese Stufe und zwar halte ich es für wahrscheinlich, dass die erste Form früher erreicht worden ist. Dann aber trat auch die Anwendung *anorganischer* Energieen ein: Feuer und Wind werden für menschliche Zwecke dienstbar gemacht. In solcher Weise führt ein ganz stetiger Uebergang auf Grund der energetischen Betrachtung bis in die verwickeltesten Betätigungen unserer Tage.



Eine zweite Reihe entsprechender Betrachtungen knüpft sich an die *Beschaffung der chemischen Energie der Nahrung*, welche als Vorstufe der Muskelenergie für deren Erzeugung und Verwertung eine notwendige Voraussetzung ist. Die Ansammlung von Vorräten für solche Zeiten, in denen sie nicht unmittelbar zu erlangen ist, bedingt in bekannter Weise die Grundlegung der Kapitalbildung.

Auf Energietransformation beruht endlich der *Wert* im allgemeinen. Ein und derselbe zahlenmässig gemessene Betrag von Energie ist ja bekanntlich nicht einmal für das unbewertete Geschehen der Natur gleichgültig: vielmehr ist eine gegebene Energiemenge um so wandelbarer, je grösser die Intensitätsunterschiede sind, mit denen sie ihrer Umgebung gegenüber behaftet ist. Die Wertschätzung der Energie für menschliche Zwecke wird in ähnlicher, nur etwas verwickelterer Art durch Intensitätsverschiedenheiten und die davon abhängigen Transformationskoeffizienten bestimmt. Eine Energiemenge ist im allgemeinen um so wertvoller, je vollständiger sie sich für menschliche Zwecke transformieren lässt. So kann ein Stück Steinkohle und ein Stück gebratenes Fleisch den gleichen Betrag von chemischer Energie (gemessen sowohl als totale wie als freie Energie) enthalten, während beide doch für menschliche Zwecke überaus wertverschieden sind. Dies beruht nur darauf, dass der Mensch mittelst seines Verdauungsapparates die chemische Energie der Steinkohle nicht verwerten kann, wohl aber die des Fleisches.

Dieses Verhältnis kennzeichnet die allgemeine Sachlage. Die Natur bietet uns rohe Energien dar, in erster Linie die der Sonnenstrahlung, in zweiter die Transformationsprodukte dieser Energie, welche ohne Zutun des Menschen sich gebildet haben. Diese rohe Energie in solche Formen überzuführen, welche den menschlichen Bedürfnissen unmittelbar angepasst sind, ist die allgemeine Aufgabe des Menschen gegenüber der Natur. Bei einer jeden derartigen Umwandlung geht ein Teil der rohen Energie durch Intensitätsausgleich (der in letzter Instanz immer auf Temperatúrausgleich hinauskommt) in die unbrauchbare Gestalt der „gebundenen“ Energie über und nur ein gewisser Bruchteil der ursprünglichen rohen Energie erreicht ihren Zweck. Jede Maschine, jedes Verfahren, schliesslich jeder intelligente Mensch, der diesen Transformationskoeffizienten verbessert, ist wertvoll, und um so wertvoller, je erheblicher die Verbesserung und je wichtiger die Energieart für den Menschen ist, auf welche sich die Verbesserung bezieht.

Dieses *Kriterium des Wertes* ist allgemein. Es bezieht sich ebensowohl auf die einfachsten Hilfsmittel des täglichen Lebens, wie auf die höchsten Betätigungen der Wissenschaft und Kunst. Die Anwendung des Gedankens auf die verschiedenen Gebiete menschlicher Betätigung würde ein Buch erfordern; so soll es hier mit dieser Andeutung sein Bewenden haben, doch sei der Leser aufgefordert, das Prinzip auf irgend eine Angelegenheit, die ihn besonders interessiert, anzuwenden und sich zu überzeugen, ob und wie es seinen Zweck erfüllt.

In all den vorangegangenen Darlegungen ist von der Beziehung der *psychischen* Erscheinungen zur Energie nicht die Rede gewesen. Ich habe bereits vor längerer Zeit meine Ansicht ausgesprochen, dass auch die gesamte Psychologie durch die protothetische Annahme der Existenz einer psychischen Energie eine grundsätzliche Förderung erfährt. Dies wird insbesondere daran sichtbar, dass das alte Prob-

lem, wie Geist und Materie zusammen wirken können, als Scheinproblem erkannt und damit erledigt wird. Wenn nämlich einerseits kein grundsätzliches Hindernis vorhanden ist, die psychischen Erscheinungen energetisch zu begreifen, andererseits die sogenannte Materie als eine besondere Kombination von Energieen erkannt ist, so verschwindet der früher angenommene prinzipielle Gegensatz zwischen beiden Gebieten völlig und das Problem des Zusammenhanges zwischen Körper und Geist rückt in dieselbe Reihe, wie etwa das Problem des Zusammenhanges zwischen chemischer und elektrischer Energie, das in der Theorie der Voltaschen Ketten behandelt und bis zu einem bestimmten Grade gelöst worden ist.

## Die „energetische Weltauffassung“ von Wilhelm Ostwald und Reinhard Schmidt

### Ein Beitrag zum 130. Jahrestag der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 1895 in Lübeck

Jan-Peter Domschke

#### Einführung

Kaum einer der öffentlichen Auftritte Wilhelm OSTWALDS (1853-1932) ist später so bekannt geworden wie die Rede: „*Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus*“ in der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 1895 in Lübeck. Der Redner widmete sich zwei Problemkreisen. Einerseits setzte er sich mit den zeitgenössischen Vorstellungen zur Atomistik auseinander, andererseits genügten diese Vorstellungen zur Begründung von ethischen Forderungen aus seiner Sicht nicht, deshalb sei eine „*energetische Weltauffassung*“ notwendig. Seit vielen Jahren beschäftigt sich Reinhard SCHMIDT (1937) in geistiger Verwandtschaft zu Wilhelm OSTWALD mit philosophischen Fragestellungen. In diesem Beitrag werden vornehmlich seine weiterführenden Überlegungen vorgetragen. Reinhard SCHMIDT promovierte im Jahre 1974, habilitierte sich 1985 und war von 1990 bis 2000 Rektor der Hochschule Mittweida.

#### Inhalt

Die jährlich stattfindende Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte galt als eine der bedeutendsten wissenschaftlichen Tagungen in Europa. In Lübeck sollte die von den Naturwissenschaftlern geführte Diskussion über die „*Energetik*“ fortgesetzt und, wenn möglich, zu einem vorläufigen Abschluss gebracht werden, weil sich das bisher von den meisten Naturwissenschaftlern angenommene Weltbild für die neuen Erkenntnisse in den Naturwissenschaften als unzulänglich erwies [1]. Als Geburtsstunde seiner energetischen Weltanschauung nennt Wilhelm OSTWALD einen Spaziergang im Tiergarten zu Berlin im Jahre 1891. Er wollte dort den Physiker Emil Arnold BUDDE (1842-1921) davon überzeugen, sein geplantes Lehrbuch der Physik im Sinne der Energetik abzufassen. Der Vorstand der Gesellschaft „*Deutscher Naturforscher und Ärzte*“ hatte bereits 1894 einen Bericht über die Entwicklung der „*Energetik*“ erbeten. Der Verfasser dieser Darlegung war Professor Georg HELM (1851-1923) von der Technischen Hochschule Dresden, er veröffentlichte bereits vorab Auszüge seines Kommentars, diese kannte auch Wilhelm OSTWALD, der, wie HELM, als „*Energetiker*“ galt [2]. Der Naturwissenschaftler Eduard VON RINDFLEISCH (1836-1908) meinte zur Problematik: „*Ein Stoff, der sich selbst bewegt - das wäre die Lösung! Das wäre auch die einzige menschenmögliche Vorstellung der gesuchten Einheit. Aber einen Stoff, der sich selbst bewegt, kennt die Naturforschung nicht!*“ [3]. Ein Beitrag mit der Überschrift: „*Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus*“ konnte sich jedenfalls des

Interesses der Öffentlichkeit sicher sein [4]. Wilhelm OSTWALD begründete in der Folgezeit seine Auffassungen, Schlussfolgerungen und Handlungsanweisungen auf gesellschaftspolitischem, ethischem, wissenschaftstheoretischem, wissenschaftsgeschichtlichem und bildungspolitischem Gebiet mit naturwissenschaftlichen Argumenten und erhob den „*energetischen Imperativ*“ zur grundlegenden Maxime allen Handelns. Damit gehörte er zu jenen Naturwissenschaftlern und naturwissenschaftlich orientierten Menschen, die ihre „*praktizierte Weltanschauung*“ häufig mit einer „*naturwissenschaftlichen Weltanschauung*“ gleichsetzten. Die Vertreter dieser Strömung bemühten sich, die neuesten Erkenntnisse der Naturwissenschaft für das philosophische Denken fruchtbar zu machen.<sup>1</sup>

Über die Weltanschauung der philosophierenden Naturwissenschaftler, ihr Weltbild und die Erkenntnismöglichkeiten in den Naturwissenschaften in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts schreibt Gernot BÖHME, dass sie „... *einen neuen Typ von Naturphilosophie*“ entwickelt hätten: „*Diese Naturphilosophie, die sich als induktive Metaphysik oder materialistische Naturphilosophie verstand, akzeptierte naturgemäß die Selbständigkeit der Naturwissenschaft und ihre alleinige Zuständigkeit für die Frage, was Natur sei. Sie versuchte, die Ergebnisse der Naturwissenschaft verallgemeinernd und überhöhend, zu einem naturwissenschaftlichen Weltbild zu kommen. Diese Auffassung, für die Namen wie Ludwig Büchner, Haeckel und Ostwald stehen..., habe sich allerdings selbst dazu verdammt, „... mit dem Fortschritt der Wissenschaft zu veralten*“ [5]. BÖHME (1937-2022) zählt auch Wilhelm OSTWALD zu den Verfechtern eines „*naturwissenschaftlichen Weltbilds*“. Größeren Einfluss auf Wilhelm OSTWALD hatte auch die „*positive Philosophie*“, die Auguste COMTE (1798-1857) seit 1830 propagierte. Er forderte, immer vom Tatsächlichen, vom „*Positiven*“ auszugehen und die Frage nach dem Wesen oder den Ursachen aus der Philosophie zu verbannen. Alles, was wir tun könnten, sei, die uns in der Form der Erscheinung gegebenen Tatsachen als solche hinzunehmen, den Versuch zu unternehmen, sie nach bestimmten Gesetzen zu ordnen, aus den erkannten Gesetzen die zukünftigen Erscheinungen vorauszusehen und uns danach einzurichten. COMTE wandte sich vehement gegen jede Spekulation, um das praktische Handeln mit einer „*wissenschaftlichen*“ Grundlage auszurüsten. Dieses Bekenntnis zum wissenschaftlichen Denken favorisierte den Positivismus bei vielen Naturwissenschaftlern als „*wissenschaftliche*“ Philosophie.

Die Grundlage der Argumentation Wilhelm OSTWALDs entstammte seiner eigenen Forschung. Sie war davon geprägt, die Aufgabenstellung auf die Einhaltung der Energieerhaltungssätze zu prüfen und die energetischen Verhältnisse in physikalisch-chemischen Vorgängen zu analysieren. Nach dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik kann Energie weder geschaffen noch vernichtet, sondern nur umgewandelt werden. Der II. Hauptsatz der Thermodynamik beinhaltet, dass Wärme nicht ohne Energieverbrauch von einem Körper niedriger Temperatur auf einen Körper

---

<sup>1</sup> Als Wegbereiter dieser weltanschaulichen Strömung gelten einerseits die „*Vulgärmaterialisten*“ Carl VOGT (1817-1895), Ludwig BÜCHNER (1824-1899) und Julius MOLESCHOTT (1822-1893) und nicht zuletzt auch Ernst HAECKEL (1834-1919), Auguste COMTE (1798-1857), David Friedrich STRAUSS (1808-1874) und Ludwig FEUERBACH (1804-1872).

höherer Temperatur übergehen kann. Wilhelm OSTWALD schreibt: „Hierdurch verlaufen alle Vorgänge auf der Erde in solchem Sinne, daß die freien oder verfügbaren Energiemengen beständig abnehmen“ [6]. Nur die Einhaltung des „energetischen Imperativs“ „Vergeude keine Energie - Verwerte sie!“ sollte die Grundlage allen menschlichen „Wollens, Wählens und Wertens“ sein, um einen „Wärmehaushalt“ so weit wie möglich hinauszuschieben. OSTWALD wandte sich in seiner Rede gegen den zeitgenössischen Materiebegriff und kritisierte ihn mit der Behauptung, dass man in ihm „... alles sammelte, was sinnfällig mit der Masse verbunden war und mit ihr zusammenblieb, .... Und das physikalische Gesetz von der Erhaltung der Masse ging in das metaphysische Axiom von der Erhaltung der Materie über“ [7].

Daraus zog Wilhelm OSTWALD den Schluss, dass nur durch den „... Ersatz der mechanischen Weltanschauung durch die energetische ...“ [8] die Ungereimtheiten zu beheben seien. In bewusster Anlehnung an Immanuel KANTS (1724-1804) „kategorischen Imperativ“ wird ein der Naturwissenschaft entstammendes Gesetz von OSTWALD über seine definierten Grenzen hinaus zum ausschließlichen und unter allen Umständen zu befolgenden Prinzip erhoben. Der Gelehrte fordert, dass ausnahmslos jede Tätigkeit, auch Kultur, Wissenschaft und Politik, dem „energetischen Imperativ“ genügen müssten, denn nur mit ihm ließen sich „... die Richtlinien alles sachgemäßen oder vernünftigen Tuns, vom Nadeleinfädeln bis zur Regierung eines Staates...“ [9] darstellen. Obwohl jedes Lebewesen in Konkurrenz zu anderen um die Nutzung der verfügbaren Energie kämpfen müsse und ein „Energietransformator“ sei, so sei der Mensch „... nicht passiv dem Schicksal unterworfen, das ihm die Außenwelt bereitet, sondern kann diese selbst ändern, um ihr eine solche Gestalt zu geben, die ihm nach bester Einsicht die zweckmäßigste erscheint“ [10].

Obwohl sich Wilhelm OSTWALD sehr gewissenhaft auf seinen Vortrag in Lübeck vorbereitet hatte, kritisierten ihn selbst gute Freunde und wohlmeinende Kollegen, die erhoffte Anerkennung blieb weitgehend aus [11]. Kritische Stellungnahmen gab es vor allem aus dem Lager der „Atomisten“ von einer philosophischen Debatte kann man dennoch nicht sprechen, denn es ging den beteiligten Naturwissenschaftlern in erster Linie um Prinzipien und methodologische Fragen in den von ihnen vertretenen Wissenschaftsdisziplinen. Wilhelm OSTWALD geriet mehr und mehr zwischen die Fronten der weltanschaulichen, ideologischen und politischen Richtungskämpfe. Nicht nur an der Philosophischen Fakultät der Leipziger Universität gab es unsachliche Angriffe auf ihn. Die meisten Kritiker warfen ihm vor allem die willkürliche Übertragung des Energiebegriffes aus den Naturwissenschaften in die Philosophie vor, verzichteten aber darauf, die aus dem Postulat des „energetischen Imperativs“ abgeleiteten Ideen zu analysieren. Ihre Ablehnung bezog sich meist nicht auf die Argumentationen, sondern auf die Aktivitäten von Wilhelm OSTWALD, der in zahlreichen Reformbewegungen mitwirkte. Gegen die Nicht- und Missachtung vieler seiner Vorschläge und Aktivitäten durch die aka-

demische Philosophie wandte Wilhelm OSTWALD wiederholt ein, dass sie ein elitäres Philosophie- und Gesellschaftsverständnis verfolge. Wo immer er Rückständigkeit und Ungerechtigkeit vermutete, trat er dagegen auf [11]. Wilhelm OSTWALD war mit seinen, vor über einhundert Jahren ausgesprochenen Feststellungen, dass eine dauerhafte Wirtschaft ausschließlich auf der Benutzung der jährlich von der Sonne herkommenden Strahlungsenergie basieren müsste, seiner Zeit zu weit voraus, um dafür Anerkennung zu finden. Ihm ging es damals zwar noch nicht so sehr um eine Klimaerwärmung, aber er befürchtete die Dissipation der Energie als Verlust brauchbarer Energiewandelmöglichkeiten in Folge von deren Zerstreuung. Heute klingen die von Wilhelm OSTWALD vor über einhundert Jahren erhobenen Forderungen so, als stammten sie aus dem Programm einer Ökobewegung.

Trotz des Misserfolges in Lübeck blieb Wilhelm OSTWALD sich selbst treu. Wenige Jahre später hielt er in Leipzig seine berühmten „*Vorlesungen zur Naturphilosophie*“ vor mehr als 400 Zuhörern. Auch die Herausgabe der „*Annalen der Naturphilosophie*“ ab 1902 waren ein Ergebnis der intensiven Beschäftigung mit philosophischen Problemstellungen, und im Jahre 1904 erhielt er anlässlich der Weltausstellung eine Einladung zum Internationalen Gelehrten-Kongress nach St. Louis (USA).

Friedrich Reinhard SCHMIDT [12] erhebt, wie Wilhelm OSTWALD, den „*energetischen Imperativ*“ zur grundlegenden Maxime allen Handelns. Beide gehen davon aus, dass alle Vorgänge auf der Erde dazu führen, dass die für den Menschen verfügbaren Energieressourcen abnehmen. Die Menschheit sei dennoch nicht ihrem Schicksal unterworfen, denn sie könne die Welt nach ihrer Einsicht gestalten. Wenn sie den erstrebten Zweck erfüllen sollen, müssten allerdings Kultur, Wissenschaft und Politik „*energetischen Prinzipien*“ genügen. Friedrich Reinhard SCHMIDT begründet seine Auffassungen, Schlussfolgerungen und Handlungsanweisungen mit aktuellen wissenschaftlichen Argumenten. Auch für ihn ist der im „*energetischen Imperativ*“ postulierte Satz: „*Vergeude keine Energie, verwerte sie!*“ einer der wichtigsten Gedanken von Wilhelm OSTWALD. Er enthalte die Mahnung „*Betreib den Energiewandel sorgsam und bedenke stets dessen Folgen!*“. Jede der von SCHMIDT vorgetragenen Handlungsanweisungen ist von der Sorge getragen, dass der Energieverbrauch der Menschheit weiterhin unkontrolliert verlaufen könnte. Deshalb sei die Geschichte der Menschheit auch eine Geschichte der Energieaneignung und -verwendung durch den Menschen. Seine Zukunft sei deshalb mit der Fähigkeit zum Verständnis des Energiewandels verbunden. Pflanzen, Tiere und Menschen könnten weder Energie erzeugen, noch verbrauchen, aber sie wirkten in einem komplizierten Geflecht als „*Energiewandler*“ in der Biosphäre zusammen. Der Mensch könne im Unterschied zu allen anderen Lebewesen außerhalb seines Körpers Energie nach seinem Willen von einer Form in eine andere wandeln. Friedrich Reinhard SCHMIDTs Argumentationen folgen einer Denkweise, in der die Gedanken des Verfassers nicht nur als Zusammenschau und „*Herzensüberzeugungen*“ verstanden werden sollten. Seine Auffassungen sind

nicht nur Wilhelm OSTWALD verpflichtet, sondern auch dem Psychoanalytiker Fritz RIEMANN (1902-1979), der Fachärztin für Psychiatrie und Neurologie Gerda JUN (1935-2018) und Abraham Harold MASLOW (1908-1970). Der serbische Mathematiker Milutin MILANKOVIC (1879-1958) habe darauf hingewiesen, dass Abweichungen der Erdbahn im Orbit, Veränderungen der Erdachsenneigung zur Erdbahnebene, sowie Pendelbewegungen der Erdachse zu Aufstiegen und Niedergängen von Fauna und Flora in der Biosphäre führen.

SCHMIDT betont, dass bisher meist nur an die außerhalb des Körpers gewandelte Energie gedacht worden sei, aber der „*energetische Imperativ*“ betreffe zugleich den mit Hand und Hirn zu erbringenden *Leistungsumsatz* als einen Energiewandel. Die von Lebewesen gewandelte Energie benennt der Autor als *Grundumsatz* und *Leistungsumsatz*, beide bildeten den *Gesamtumsatz*. Der *Grundumsatz* diene der Aufrechterhaltung der Körperfunktionen. Die mit der Nahrung aufgenommenen Stoffe werde in körpereigene Stoffe umgewandelt. Für den *Leistungsumsatz* werde die im Körper aus chemischer Bindungsenergie gewonnene Energie sowohl zur mechanischen Arbeit als auch für die Aufnahme von Nahrung als Energie- und Stoffträger sowie zur Behauptung von Lebensraum genutzt. Die Ausnahmestellung des Menschen bestehe darin, dass er außerhalb seines Körpers Energie nach seinem Willen von einer Form in eine andere umwandeln könne. Mit dieser Fähigkeit setze der Mensch Teile seines Leistungsumsatzes nach seinem Willen ein. Diese Möglichkeit wird von ihm als *technischer Energiewandel* bezeichnet, weil er die von der Natur gesetzten Grenzen überschreite. Der nicht vom *technischen Energiewandel* benötigte Teil des *Leistungsumsatzes* müsse in der vom Menschen selbst geschaffenen Kulturwelt unter anderem durch körperliche Belastung, Reizverarbeitung im Zentralnervensystem, Medienkonsum oder kreative Hirntätigkeit aufgebraucht werden.

Die Art und Weise der Erzeugung, Aneignung und der Gebrauch der durch Leistungsumsatz, technischem Energiewandel und Arbeitsteilung entstandenen Produkte präge auf vielfältige Weise das Leben in einer Gesellschaft. Die Industrialisierung habe zur Entwertung des mit der körperlichen Arbeit verbundenen Leistungsumsatzes geführt, dennoch blieb der Mensch mit seiner ebenfalls den Leistungsumsatz verursachenden Hirntätigkeit bis zum Beginn der Digitalisierung prozessverbunden. Die Digitalisierung entwertete den mit der Hirntätigkeit verbundenen Leistungsumsatz, weil dieser für die Prozessdurchführung in produzierenden und administrativen Bereichen nicht oder in viel geringerem Maße als bisher von der Gesellschaft in Anspruch genommen werden müsse. Die von der produktiven und / oder administrativen Arbeit befreiten Menschen seien direkt oder indirekt am Mehrprodukt beteiligt. Einer, von der produktiven Verwertung ihres Leistungsumsatzes ausgeschlossen und auf die Zuteilung von Mehrproduktanteilen angewiesene, großen Gruppe von Menschen stehe eine wesentlich kleinere gegenüber, die ihren Leistungsumsatz mit Hand und Hirn noch weitgehend mit Erwerbsarbeit erreiche. Deren Arbeitsziele lauteten Erkenntnisgewinn über Natur und Gesell-

schaft, Verbesserung und Verbreitung des technischen Energiewandels, sowie Ausbau und Unterhaltung einer Kulturwelt. Der Aufbau der Kulturwelt setze „*technischen Energiewandel*“ voraus. Er habe mit der Beherrschung des Feuers als einer ersten Form der Verwandlung chemischer Bindungsenergie in Wärme und Licht begonnen. Mit der Industrialisierung erreichte er eine erste Blütezeit. Der Mensch überschritt die ihm von der Natur vorgegebenen Grenzen für seinen auf der körperlichen Arbeit basierenden Leistungsumsatz in einem Maße wie nie zuvor. Die Digitalisierung habe zur zweiten Blütezeit des technischen Energiewandels geführt, denn der Mensch überwand mit ihm die Grenzen des Leistungsumsatzes im Zentralnervensystem, und die Informationsspeicherung und -verarbeitung im Hirn wurden in höherem Maße beansprucht. Mit dem technischen Energiewandel veränderte der Mensch nicht nur seinen Umgang mit dem Leistungsumsatz, sondern zugleich sein Wettbewerbsverhalten. Während in der Natur der Wettbewerb innerhalb und zwischen den Arten der Arterhaltung dient und das Wettbewerbskriterium die Befähigung zum Leistungsumsatz ist, verpflichte der Wettbewerb beim Menschen ihn nicht nur zur Arterhaltung, sondern er diene auch der Differenzierung zum Nächsten. Mit den zunehmenden Gebrauchsmöglichkeiten des *technischen Energiewandels* trete das naturbestimmte Ziel der Arterhaltung hinter dem bloßen Streben nach Differenzierung zurück. Der Wettbewerb werde, unabhängig vom Alter und der Familienplanung, fortgeführt. Der *technische Energiewandel* entscheide damit oft mehr über den Erfolg im Wettbewerb als die mit Hirn und Hand erbrachte Leistung. In einer von diesem Energiewandel getragenen Gesellschaft eigne sich eine Oberschicht das erwirtschaftete Mehrprodukt zu ihrem Vorteil an. Der kleinere Teil der Bevölkerung sei in einer vom technischen Energiewandel beherrschten Gesellschaft zukünftig von Millionen von Menschen umgeben, die teilweise oder gänzlich ihren Leistungsumsatz nicht mehr zum Erwerb einsetzen könnten. Weil diese Menschen den größten Teil ihres Leistungsumsatzes zu ihrer Existenzsicherung einsetzen müssten, herrsche zwischen ihnen oft eine große Rivalität. Die Verteilung des durch technischen Energiewandel entstandenen Mehrproduktes an die nicht mehr an dessen Erwirtschaftung beteiligten Menschen ziehe nicht selten staatliche Eingriffe nach sich. Bereits jetzt werde in hochindustrialisierten Ländern über die Einführung eines bedingungslosen Grundeinkommens diskutiert. Die Behauptung, dass mit dem Fortschritt des technischen Energiewandels Arbeitsplätze entstünden, die als Erwerbsarbeit mit einem Leistungsumsatz verbunden seien, sei nicht gerechtfertigt. Das geschehe lediglich lokal und zeitlich begrenzt. Der von den Befürwortern einer absolut freien Marktwirtschaft häufig geforderte Rückzug des Staates sei nicht realisierbar.

Für Friedrich Reinhard SCHMIDT ist die Lösung des Energieproblems nicht allein mit dem technischen Fortschritt oder umfangreichem staatlichen Eingreifen durch den Erlass von Verboten zu erreichen. Eine „*Ökodiktatur*“ löse keine der damit verbundenen Fragen und führe zu einer Planwirtschaft, meint SCHMIDT. Er prophezeit ihr Scheitern, weil sie als Eingriff in die persönliche Freiheit und als Diktatur empfunden werden könnte. Es müsste eine lange Nutzungsdauer aller produzierten



Güter erreicht werden, Sie sollte aber nicht dazu verführen, auf Kosten der Umwelt Profite zu erzielen, so SCHMIDT. Allerdings könne die gesamtgesellschaftliche Akzeptanz eines „*Diktates der Vernunft*“ nur im Verlauf einiger Generationen mit Hilfe von Bildung und Erziehung entwickelt werden.

### Resümee

Sowohl gegen die philosophische „*Energetik*“ Wilhelm OSTWALDs als auch die Überlegungen von Friedrich Reinhard SCHMIDT gab und gibt es kritische Einwendungen. Die häufig vorgetragene Ablehnung richtet sich vor allem gegen die „*willkürliche Übertragung*“ des Energiebegriffes aus den Naturwissenschaften in die Philosophie. Eine den Behauptungen und Handlungsanweisungen von Wilhelm OSTWALD und Friedrich Reinhard SCHMIDT gerecht werdende Analyse kann aber die naturwissenschaftliche Begründung der „*Energetik*“ nicht ignorieren. Problematisch, auch für die Gegenwart, ist für die „*energetische Denkweise*“ nicht ihre naturwissenschaftliche Begründung, sondern es sind die sich hinter dem Begriff „*Vergeudung*“ von Energie verborgenden unterschiedlichen Vorstellungen von den biologisch und sozial definierten Tätigkeiten von Menschen. Vor dem Hintergrund der energetischen Situation auf unserem Planeten müssen dennoch Mittel und Wege gefunden werden, der Menschheit ihre andauernde Existenz zu sichern, ohne die vom Menschen geschaffene Kultur und Zivilisation aufzugeben.

### Literatur

- [1] KALIES, G.: Das unsichere Fundament des Gebäudes der theoretischen Physik. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 24 (2019), H. 2, S. 32-41. Vgl. auch: KALIES, G.: Vom Energieinhalt ruhender Körper. Ein thermodynamisches Konzept von Materie und Zeit. Berlin/Boston: Walter de Gruyter, 2019.
- [2] OSTWALD, W.: Der energetische Imperativ. 1. Reihe. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1912, S. 72.
- [3] RINDFLEISCH, E. v.: Neovitalismus. In: Verh. Ges. Dt. Naturforscher u. Ärzte. 67. Versammlung (1895), T. 1, Allgemeine Sitzungen, S. 118.
- [4] DOMSCHKE, J.-P.: Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Bemerkungen zu Wilhelm Ostwalds Lübecker Rede im Jahre 1895. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges., 3 (1998), H. 1, S. 41-48.
- [5] BÖHME, G. (Hrsg.): Klassiker der Naturphilosophie: von den Vorsokratikern bis zur Kopenhagener Schule. München, 1989. - Einleitung von G. Böhme. S. 8ff.
- [6] OSTWALD, W.: Vorlesungen über Naturphilosophie, gehalten im Sommer 1901 an der Universität Leipzig. Leipzig: Veit, 1902, S. 260.
- [7] OSTWALD, W.: Der energetische Imperativ. Erste Reihe. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1912, S. 164.
- [8] Ebenda: S. 162.
- [9] Ebenda: S. 346.
- [10] OSTWALD, W.: Die Forderung des Tages. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1910, S. 422.

- [11] DOMSCHKE, J.-P.: Die Rezeption der philosophischen und wissenschaftstheoretischen Auffassungen Wilhelm Ostwalds in der marxistisch-leninistischen Philosophie. Diss. B. Karl-Marx-Universität Leipzig, 1989, S. 48ff.
- [12] SCHMIDT, F. R.: Gesellschaft - Klima - Energie: Wilhelm Ostwald und die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Berlin: Frank & Timme, 2024.

## Andere über Ostwald

Wladimir und Karin Reschetilowski

### Vorbemerkung

In Fortsetzung der traditionellen Rubrik „Andere über Ostwald“<sup>1</sup>, in der das Wirken, die Leistungen und Verdienste des großen Universalgelehrten Wilhelm OSTWALD durch bedeutende Persönlichkeiten gewürdigt oder auch in mancher Hinsicht kritisch beleuchtet wurden, möchten wir in diesem Beitrag einen Auszug aus dem Kapitel „Das Reich der Farben“ des recht unterhaltsamen Buches „Chemische Plaudereien“ des deutsch-schweizerischen Chemikers Robert WIZINGER, alias Robert Karl WIZINGER-AUST (1896-1973)<sup>2</sup> vorstellen, in dem die OSTWALD'sche Farbenlehre der Leserschaft in zwangloser Weise vermittelt wird. WIZINGER selbst war einer der ersten, dem es gelang, umfassende und allgemein gültige Regeln über die Beziehungen zwischen Konstitution und Farbe sowie zwischen Konstitution und reaktivem Verhalten auf koordinations-theoretischer Grundlage aufzustellen (Witt-Dilthey-Wizinger-Theorie). Einer seiner ersten Schweizer Schüler und zeitweiliger Gastdozent am WIZINGER'schen Farbeninstitut Walter JENNY würdigte die Leistungen von Robert WIZINGER auf dem Gebiet der künstlichen organischen Farbstoffe anlässlich des 70. Geburtstages seines Doktorvaters mit den Worten: *„Der Ausbau dieser Theorie führte in der Folgezeit zu einer genialen, außerordentlich einfachen und übersichtlichen Farbstoffsystematik, welche es jedem Chemiker erlaubt, die ungeheure und verwirrende Fülle von Farbstoffen der verschiedensten Konstitution mit wenig Mühe klar und übersichtlich zu ordnen. Die ursprünglich «Bonner Farbentheorie» genannte Betrachtungsweise führte zu einer großen Zahl, zum Teil hervorragender Experimentalarbeiten. [...] Bei der Synthe-*

---

<sup>1</sup> Die Rubrik „Andere über Ostwald“ hat das langjährige geschäftsführende Vorstandsmitglied der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. und der Hauptredakteur der „Grünen Hefte“, Dr.-Ing. Karl HANSEL (1942-2006), ins Leben gerufen. Im ersten Beitrag dieser Reihe wandte er sich an die Leserschaft mit der Bitte, *„die Weiterführung dieser Rubrik durch Zusendung von Literaturstellen mit Aussagen über OSTWALD und dessen Werk zu unterstützen“* [Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 7 (2002), Heft 3, S. 46-47].

<sup>2</sup> Robert WIZINGER (1896-1973) studierte an den Universitäten Straßburg, Stuttgart, Tübingen, Karlsruhe und zuletzt an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, wo er 1924 bei Paul PFEIFFER (1875-1951) mit einer Arbeit auf dem Gebiet der Koordinationslehre und Komplexchemie zum Dr. phil. promovierte. Im Jahre 1927 erfolgte die Habilitation und 1934 die Beförderung zum außerordentlichen Professor an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bonn. Aus diesen Jahren stammt auch die erste Auflage seiner beiden Werke „Organische Farbstoffe. Anleitung zum schrittweisen Eindringen in die Farbenchemie auf koordinations-theoretischer Grundlage“ (Ferdinand Dümmlers Verlagsbuchhandel, Berlin, 1933) und „Chemische Plaudereien über Atomzertrümmerung, Gaskrieg, Vitamine, Kohleverflüssigung und viele andere Gegenwartsprobleme“ (Verlag der Buchgemeinde, Bonn am Rhein, 1934), die in zahlreichen Neuauflagen erschienen sind. 1938 erhielt er die a.o. Professur in Zürich und von 1946 bis 1966 war er Ordinarius und Vorsteher am neugegründeten Institut für Farbenchemie in Basel, das gemäß einer Verfügung des Regierungsrats im Jahre 1993 aufgelöst wurde.

*se neuartiger Farbstoffklassen, welche besonders im Zusammenhang mit dem Problem «Konstitution und Farbe» realisiert wurden, kamen Wizinger seine über-  
ragende Phantasie und das außerordentlich umfangreiche, allgemeine chemische  
Wissen sehr zustatten“ [1].*

Sowohl in seinem umfassenden Werk über „Organische Farbstoffe“ als auch in seinen „Chemischen Plaudereien“ hob WIZINGER die große praktische Bedeutung der OSTWALD´schen Farbenlehre besonders hervor. Gleichzeitig wies er darauf hin, „daß die Farbenerscheinungen nur Sinnesempfindungen in uns sind, die durch die Einwirkung von Lichtstrahlen auf unser Auge hervorgerufen werden.“ Wenn man aber dem Rätsel der Farbe auf den Grund kommen will, so muss man sich darüber im Klaren sein, „daß die Farbe einer Verbindung abhängig ist von ihrem chemischen Feinbau, ihrer Konstitution. Jede konstitutive Veränderung kommt sofort im optischen Verhalten zum Ausdruck“ [2].

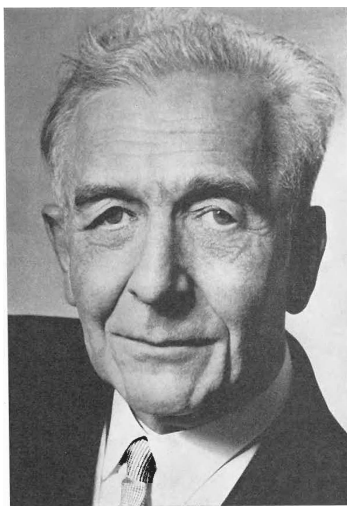


Abb. 1. Einband des Buches „Chemische Plaudereien über Atomzertrümmerung, Gaskrieg, Vitamine, Kohleverflüssigung und viele andere Gegenwartsprobleme“ und sein Autor Robert WIZINGER (um 1966).

(Foto: [https://www.chimia.ch/chimia/article/view/1966\\_001/7616](https://www.chimia.ch/chimia/article/view/1966_001/7616)).

Im nachstehenden Aufsatz wird die Welt der Farben durch Robert WIZINGER im Einklang mit der OSTWALD´schen Farbenlehre beschrieben und gezeigt, wie sie uns erscheint und wie sie wirklich ist. Wir hoffen, dass sein unterhaltsamer Inhalt auch bei den Mitgliedern und Sympathisanten der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. auf ein lebhaftes Interesse stößt. Der Aufsatz wird in ungekürzter/unveränderter Form und mit einigen zusätzlichen Ergänzungen durch die Autoren (d.A.) versehen, wiedergegeben.

## Das Reich der Farben

### Die Farbe als Sinneseindruck<sup>3</sup>

Auf die Frage, wieviel Farbtöne es gibt, werden wohl alle, die sich noch nicht mit der Ostwald'schen Farbenlehre beschäftigt haben, antworten: Die sieben Farben des Regenbogens, nämlich rot, orange, gelb, grün, indigo, blau und violett. Außerdem noch braun, weiß, schwarz und grau. Also im Ganzen elf Farben. Ostwald aber behauptet, weit über hunderttausend wäre die richtige Zahl! Dies klingt zuerst unmöglich und unverständlich. Und doch ist es so.

Wilhelm Ostwald teilt die Farben zunächst in bunte und unbunte Farben ein.<sup>4</sup> Weiß, schwarz und grau sind unbunt. Ein Körper, der das Licht gleichmäßig nach allen Richtungen zerstreut zurückwirft, erscheint uns weiß, z.B. weißes Papier. Vollkommen schwarz dagegen wäre ein Körper, der alles Licht verschluckt (absorbiert). Grau ist ein Körper, der das Tageslicht zum Teil verschluckt, zum Teil zurückwirft. Es ist bisher nie gelungen und wird auch wohl nie gelingen, ein vollkommen reines Weiß oder absolutes Schwarz herzustellen. Reinstem Weiß kommt das „blanc fix“ (Bariumsulfat) ziemlich nahe, aber auch der schwärzeste Druck hat immer noch einen Weißgehalt von mindestens vier Prozent, d. h. er wirft vier Prozent des auffallenden weißen Lichtes zurück.

### Die Grauleiter

Den Übergang zwischen Schwarz und Weiß bilden die Grautöne. An sich sind unendliche viele Übergangsstufen zwischen den beiden Farben denkbar. Das Auge vermag aber allzu geringe Unterschiede zwischen zwei Farbtönen nicht zu erkennen; der Unterschied muß oberhalb einer gewissen Erkennungsschwelle liegen. Ein normales Auge kann rund hundert Übergangsstufen zwischen Schwarz und Weiß feststellen. Diese Stufenfolge bezeichnet Ostwald als Grauleiter.<sup>5</sup>

### Der Farbenkreis

Bei den bunten Farben ist zu unterscheiden zwischen reinen und gebrochenen Farben. Reine bunte Farben sind die bekannten Farben des Spektrums, die Regenbogenfarben und die im Spektrum nicht vorkommenden Purpurtöne, die den Über-

---

<sup>3</sup> Ergänzung d.A.: In seinen „Lebenslinien“ (Nach der Ausgabe von 1926/1927 überarb. u. kommentiert v. K. Hansel. Leipzig: Hirzel, 2003) schreibt OSTWALD dazu: „[...] Farben sind es, was wir unmittelbar mit dem Auge, dem bei weitem wichtigsten Sinnesorgan, wahrnehmen. Die Formen, Gestalt, Dinge, die wir zu sehen glauben, ergeben sich erst aus der Deutung der Farbflächen, welche das Gesichtsfeld des sehenden Auges erfüllen.“, S. 549.

<sup>4</sup> Ergänzung d.A.: vgl. OSTWALD, W.: Die Farbenfibel (mit Nachwort von E. Bendin). Favoritenpresse Berlin, 2023, S. 7; Die Farbenfibel ist OSTWALDS bekanntestes Buch über die Farbenlehre, es erreichte zu Lebzeiten des Autors 15 Auflagen. Eine 16. Auflage erschien 1944 im Verlag Unesma Berlin.

<sup>5</sup> Ergänzung d.A.: vgl. OSTWALD, W.: Die Farbenfibel (mit Nachwort von E. Bendin). Favoritenpresse Berlin, 2023, S. 14-16. Darin resümiert OSTWALD: „Von den unzähligen geometrischen Reihen, nach denen man die grauen Stufen ordnen kann, wird künftig nur die benutzt werden, bei welcher je zehn Stufen zwischen 1 und 10 und zwischen 10 und 100 eingeschaltet sind.“.

gang von Rot zu Violett bilden. Die Reihe der bunten Töne bildet einen lückenlosen Kreis. Von purpur über rot, orange, gelb, gelbgrün, grün, blaugrün, blau, blauviolett, violett, rotviolett und zurück zu purpur gibt es unendlich viele Übergangsstufen. Das Auge kann aber ungefähr nur vierhundert reine Bunttöne unterscheiden.<sup>6</sup>

### Das Farbendreieck

Außerdem gibt es noch die gewaltige Zahl der gebrochenen Farbenmischungen einer rein bunten mit einer unbunten Farbe, also mit weiß, grau oder schwarz. So ist z.B. braun ein Rotorange, oliv ein Gelbgrün mit starkem Grauegehalt. Von jeder der vierhundert bunten Vollfarben leiten zahllose Übergänge zu den hundert Grauleiterstufen. Diese Mischfarben lassen sich in sogenannten Farbendreiecken anordnen. Die eine Kante enthält die Übergangsstufen der Vollfarben nach weiß, die andere die nach schwarz. Die dritte Kante wird von den Grauleitern selbst gebildet. Die Fläche des Dreiecks ist ausgefüllt mit den stumpfen Übergängen der reinen Buntfarbe nach sämtlichen Graustufen. Unendlich groß erscheint die Anzahl der in einem solchen Dreieck enthaltenen Mischttöne. Für stumpfe Farben ist das Unterscheidungsvermögen des Auges geringer als für reine Farben. Von jedem Buntton können wir noch viele hundert (mindestens vierhundert) Abkömmlinge unterscheiden; so errechnet sich die Gesamtzahl der von uns wahrnehmbaren Farben auf mindestens  $400 \times 400 = 160000$  Töne. Mit Ostwalds Theorie ist die grundlegende Erkenntnis gewonnen, daß alle Farbtöne, die es gibt, sich zahlenmäßig genau kennzeichnen lassen durch Angabe des Prozentgehaltes an reinem Bunt, an Weiß oder an Schwarz. Unsere Sprache reicht zur genauen Bezeichnung einer bestimmten Farbe nicht aus.<sup>7</sup> Deshalb versieht Ostwald jeden Farbton des Farbkreises mit

<sup>6</sup> Ergänzung d.A.: vgl. OSTWALD, W.: Die Farbenfibel (mit Nachwort von E. Bendin). Favoritenpresse Berlin, 2023, S. 17-25; In seinen „Lebenslinien“ merkt OSTWALD an: „Bekanntlich zeigt das Spektrum, die Anordnung der Lichter nach ihren Wellenlängen, dieselbe Reihenfolge wie der Farbtonekreis, nur mit einer Lücke im Purpur, das im Spektrum nicht vorkommt. Das rote Licht hat die längsten Wellen, dann kommt Kress (Orange), Gelb, Laubgrün, Seegrün, Eisblau, Ublau (Ultramarinblau), Veil (Violett); dieses hat die kürzesten. Nach den Wellenlängen beurteilt, müsste also Rot und Veil die größte Verschiedenheit im Aussehen haben, weil bei Ihnen der größte Unterschied der Wellen besteht. Das ist aber keineswegs der Fall, vielmehr stehen sich Rot und Veil im Aussehen sehr nahe, viel näher als etwa Rot und Grün. Während also die Empfindungen der Farbtöne sich zu einem Kreise schließen, verlaufen die Wellenlängen, die mit den Farbtönen eindeutig verknüpft sind, einsinnig von einem größten bis zu einem kleinsten Wert.“, S. 563.

<sup>7</sup> Ergänzung d.A.: vgl. OSTWALD, W.: Die Farbenfibel (mit Nachwort von E. Bendin), Favoritenpresse Berlin, 2023, S. 33-40; In OSTWALDS „Lebenslinien“ heißt es dazu: „Es entstand nun die Frage, wie die unabsehbare Menge aller Farben zu ordnen sei, die aus Vollfarbe, Weiß und Schwarz entstehen können, wenn diese in allen denkbaren Verhältnissen der Gleichung  $v + w + s = 1$  gemischt werden. Mit Rücksicht auf die begrenzte Unterscheidungsfähigkeit des Auges, „die „Schwelle“, kann man die Anzahl der unterscheidbaren Farben auf eine bis zehn Millionen, vielleicht noch höher schätzen. Diese ungeheure Menge galt es so zu ordnen, dass jede einzelne Farbe aus den Millionen ihren ganz bestimmten Platz erhielt.“, S. 561.

einer Nummer oder Kennzahl. Wie es schon seit Jahrhunderten im Reich der Töne geschah, so können wir Maß und Zahl jetzt auch bei den Farben einführen.<sup>8</sup>

### Die praktische Bedeutung der Ostwald'schen Farbenlehre

Man hat besondere Meßgeräte zur genauen Untersuchung der Farbtöne gebaut, d. h. zur Feststellung, welche reine Buntfarbe einer gegebenen trüben Farbe zugrunde liegt, und zur Ermittlung ihres Weiß- und Schwarzgehaltes, also zu Bestimmung, wieviel Prozent des auffallenden Tageslichtes zurückgeworfen oder absorbiert werden. Dabei stellten sich manche Überraschungen heraus. Das schönste weiße Schreibpapier hat immer noch einen Schwarzgehalt von mindestens 15 %. Bunte Ausfärbungen, Drucke oder Malfarben, die zu 100 % reines Bunt wären, gibt es überhaupt nicht. Wohl kennt man einige gelbe oder orange Malfarben, die etwa 90 % Bunt enthalten; dagegen besitzen auch die leuchtendsten Ausfärbungen mit den satten violetten, blauen oder grünen Anilinfarben einen Grauehalt von 50 bis 80 %! Die Ergebnisse der Ostwald'schen Farbenlehre bedeuten eine wesentliche Bereicherung unserer Naturerkenntnis.<sup>9</sup>

Ostwald wollte darüber hinaus seine Farbenlehre für die Kunst und das tägliche Leben nutzbar machen.<sup>10</sup>

In der Musik gibt es zwischen dem für unser Ohr tiefsten und höchsten Ton viele tausend Zwischentöne. Aber dadurch, daß man in jeder Oktave nur zwölf Töne herausgriff und auf die anderen verzichtete, war die Entwicklung einer Harmonielehre möglich. Ähnlich soll auch im Farbenreich vorgegangen werden; nach bestimmten Gesetzen sollen die Farben „genormt“ werden. Der Farbkreis soll hundert bunte Farben enthalten. Für die meisten Zwecke soll sogar ein Farbkreis mit vierundzwanzig Gliedern genügen. Die Grauleiter besteht aus fünfzehn Stufen,

<sup>8</sup> Ergänzung d.A.: vgl. OSTWALD, W.: Die Farbenfibel (mit Nachwort von E. Bendin). Favoritenpresse Berlin, 2023, S. 33-40; In seinen „Lebenslinien“ schreibt OSTWALD dazu: „Nun ist die Welt der Töne viel einfacher als die der Farben. Denn die Tonhöhe hat nur ein Bestimmungsstück, die Schwingzahl. Eine Farbe hat dagegen deren drei: Farbton, Weiß- und Schwarzgehalt. [...] Durch ihre Zusammensetzung entstehen die Farbzeichen, die den Noten der Musik entsprechen.“, S. 569.

<sup>9</sup> Ergänzung d.A.: Wilhelm OSTWALD kann in der Tat aufgrund seiner umfangreichen Forschungen zur Farbe und den daraus abgeleiteten allgemeingültigen Regeln in der Welt der Farben sowie durch die von ihm eingeführten Begriffe in der Farbwissenschaft wie Farbkreis, Farbton, farbongleiches Dreieck, Farborgel, Farbkörper (Doppelkegel) etc. als einer der Begründer der wissenschaftlichen Farbenlehre betrachtet werden. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen zum globalen Thema „Farbe“ von der Farbtheorie bis hin zur praktischen Anwendung in allen, Farbe nutzenden Bereichen fasste OSTWALD in zahlreichen Büchern und Aufsätzen zusammen [vgl. BRÜCKNER, I.; HANSEL, K. (Hrsg.): Wilhelm Ostwald – Bibliographie zur Farbenlehre. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 4 (1999), Sonderh. 7]. OSTWALD selbst brachte es in seinen „Lebenslinien“ wie folgt zum Ausdruck: „Betrachte ich rückschauend die Gesamtheit dieser Arbeiten, so halte ich mich für berechtigt, sie als den Höhepunkt meiner wissenschaftlichen Leistungen zu bezeichnen.“, S. 571.

<sup>10</sup> Ergänzung d.A.: In den „Lebenslinien“ schließt OSTWALD seine Ausführungen zur Bedeutung der Farbenlehre mit der prophetischen Aussage: „Alle Gebiete, in denen Farbe vorkommt – und wo kommt sie nicht vor! – werden diesen Einfluss erfahren und ich wage nicht die Möglichkeiten auszu-denken, die nun Wirklichkeiten werden können. [...] Und dabei habe ich bisher nur die technisch-wissenschaftliche Seite des Fortschritts in Betracht gezogen. Neben dieser gibt es aber noch eine ästhetischere, unmittelbar auf das Gefühl gerichtete Seite des Erlebnisses Farbe.“, S. 572.

deren Schwarz- und Weißgehalt nicht in Prozent, sondern in Buchstaben angegeben wird. Die Farbdreiecke enthalten je hundervier gebrochene Farben. In seinem Farbenatlas hat Ostwald die genormten Farben zusammengestellt und empfiehlt, sich dieser Farbtöne in der Kunst und der Mal- und Drucktechnik zu bedienen. Nur solche Farben solle der Fabrikant herstellen. Der Verbraucher hätte es dann nicht nötig, bei einer Bestellung Fachmuster einzuschicken, sondern er bestellte z.B. die Farbe Nr. 17 g. c. oder Nr. 35 p. i. Zweifellos würde das eine große Vereinfachung bedeuten.<sup>11</sup>

Bestimmte Farbenzusammenstellungen werden als harmonisch empfunden, andere als störend und nicht zusammengehörig abgelehnt. Die richtige, das Auge befriedigende Zusammenstellung mußte bisher in mühevoller Suche rein gefühlsmäßig erfolgen. Auf Grund der Ostwald'schen Farbenlehre ist das Auffinden zusammengehöriger, sich ergänzender Farbtöne ganz leicht. Die zu jeder Farbe passende Gegenfarbe steht im Farbkreis der ersteren gegenüber. Im hundertteiligen Farbkreis unterscheiden sich die Kennzahlen genau um fünfzig. So passen gelb 00 und blau 50, orange 17 und blaugrün 67, rot 25 und grün 75 zusammen. Suchen wir einen angenehmen Farbdreiklang, so brauchen wir nur drei Farben zu wählen, die im Farbkreis gleich weit auseinanderliegen, also um rund dreiunddreißig Nummern voneinander entfernt sind. Harmonisch wirken Zusammenstellungen von vier Farben, die sich um  $100 : 4 = 25$  Farbennummern unterscheiden. Schon lange wissen die Künstler, daß zu einer dem Auge angenehmen Wirkung die gleiche „Valeur“ der Farbe, d. h. dieselbe Helligkeit oder gleichmäßige Dämpfung, gehört. Die richtigen Töne zusammenzustellen setzt ein ungeheurer geschultes Farbenempfinden voraus. Jetzt ist uns dies leicht gemacht: Farben gleicher Valeur haben den gleichen Grauehalt, also gleichen Gehalt an Weiß und Schwarz; es sind die Farben, die im Farbenatlas die gleichen Buchstaben tragen, z.B. alle Farben mit der Bezeichnung g. a. oder i. c. usw. Kunstgewerblern, Dekorateuren, kurz allen, die Farbenzusammenstellungen schaffen müssen, wird die Ostwald'sche Farbenlehre ein wertvolles Hilfsmittel sein. Ob sie allerdings auf dem Gebiet der hohen Kunst die Hoffnungen Ostwalds erfüllen wird, bleibt abzuwarten. Die Künstler lehnen es vielfach ab, sich ihre Farbenzusammenstellungen gewissermaßen vorschreiben zu lassen.<sup>12</sup> Die nach Ostwalds Farbenidee gemalten Blumen haben leicht etwas Kaltes und Lebloses, wie ich oft feststellen konnte.

<sup>11</sup> Ergänzung d.A.: vgl. RISTENPART, E.: Die Ostwald'sche Farbenlehre und ihr Nutzen. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 5 (2001), Sonderh. 12.

<sup>12</sup> Ergänzung d.A.: OSTWALD postulierte als „*Hauptsatz der Farbharmonik: Harmonisch oder zusammengehörig erscheinen solche Farben, deren Eigenschaften in bestimmten einfachen Beziehungen stehen.*“ [OSTWALD, W.: Die Harmonie der Farben, 2.-3., gänzl. umgearb. Aufl. Leipzig: Unesma, 1921, S. 1]. Die Verbindung seines pragmatisch psycho-physiologischen Systems der Farblehre mit der Harmonielehre stieß jedoch insbesondere bei den Künstlern nicht auf ungeteilte Zustimmung. [vgl. SACHSSE, R.: Wilhelm Ostwald: Farbsysteme – Das Gehirn der Welt. Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe: Hatje Cantz Verl., 2004, S. 45 u. 97; OSTWALD, W.: Die Farbenfibel (mit Nachwort von E. Bendin). Favoritenpresse Berlin, 2023, S. 48-51].



## Farbe als physikalische Erscheinung

Läßt man einen schmalen Sonnenstreifen durch ein Glasprisma treten, so wird dieser in ein breites, vielfarbiges Band auseinandergezogen, in das bekannte „Spektrum“ mit den Farben des Regenbogens: rot, orange, gelb, grün, indigo, blau und violett. Die Physik lehrt, daß das Licht aus elektromagnetischen Schwingungen, sogenannten Ätherwellen, besteht, und zwar von Wellenlängen zwischen 400-800 millionstel Millimeter ( $m\mu$ ) Größe. Jede Lichtwellenlänge empfindet unser Auge als besonderen Farbton. Violett hat die kürzeste Wellenlänge, von 400  $m\mu$  aufwärts, rot die größte, bis zu 800  $m\mu$ .<sup>13</sup>

## Farbe und Gegenfarbe

Es ist merkwürdig und noch unerklärlich, daß die kürzesten und größten zwei naturverwandte, ähnliche Farbenempfindungen auslösen. Es fehlt nur purpur zwischen rot und violett, und der Farbkreis wäre geschlossen. Das Auge empfindet grundsätzlich anders als das Ohr. Die kürzeste wahrnehmbare Schallwelle (Wellenlänge ca. 1,6 cm) hören wir als höchsten, die längste Schallwelle (Wellenlänge 1200 cm) als tiefsten Ton, also so verschieden wie nur möglich.

Daß die Gesamtheit der Lichtwellen nicht als ein Farbendurcheinander, sondern als farblose Helligkeit erscheint, beruht auf der zweiten noch unaufgeklärten Eigentümlichkeit unseres Auges, daß je zwei Farbtöne des Spektrums sich zu weiß ergänzen, und zwar sind es immer die Farben, die nebeneinandergestellt als Farbe und Gegenfarbe besonders angenehm wirken, die sich also im Ostwald'schen Farbkreis gegenüberstehen. So sind beispielsweise Gegenfarben (Komplementärfarben) das Rot Nr. 25 mit der Wellenlänge 700  $m\mu$  und das Grün Nr. 75 mit der Wellenlänge 487  $m\mu$ . Wir können uns jetzt ableiten, was geschähe, wenn wir aus dem Sonnenlicht auf irgendeine Weise die grünen Lichtstrahlen der Wellenlänge 487  $m\mu$  beseitigen. Es blieben all die anderen Strahlenarten übrig, die sich zu weiß ergänzen, außerdem aber die Lichtstrahlen der Gegenfarbe, das Rot der Wellenlänge 700  $m\mu$ ; wir würden ein weißhaltiges Rot bekommen. Umgekehrt ergäbe die Unterdrückung des Rot ein weißhaltiges Grün. Lassen wir das Sonnenlicht erst durch eine rote Farbstofflösung und dann durch ein Glasprisma treten, so beobachten wir tatsächlich ein Spektrum, in dem das Grün fehlt. Die Reihe der Farben ist durch einen dunklen Streifen unterbrochen. Farbig ist also ein Stoff dann, wenn er die Fähigkeit hat, bestimmte Teile (Wellenlängen) des Sonnenlichtes zu absorbieren. Das übrigbleibende Licht erscheint in der Gegenfarbe des absorbierten Lichts. Hierbei gelten folgende Zusammenhänge:

---

<sup>13</sup> Ergänzung d.A.: Bereits 1676 hat der englische Physiker Isaak NEWTON (1643-1727) sowohl experimentell als auch theoretisch die Zerlegung des Sonnenlichts in 7 unterschiedliche Farben des Spektrums nachgewiesen. Fällt Sonnenlicht durch ein Glasprisma, entsteht ein kontinuierliches Spektrum, welches ungefähr 300 vom Auge unterscheidbare Farbnuancen umfasst. Diese Spektralfarben lassen sich optisch nicht weiter aufspalten, weshalb man sie auch spektralrein nennt. Bei schwindendem Licht lassen die Signale nacheinander für Rot, Grün und Blau nach. Von Grau differenziert sich Gelb noch am längsten. Aus diesem Grund ist Gelb eine ideale Signalfarbe.

Farbe des absorbierten Teils:	Farbe der Reststrahlen:
violett	grüngelb
blau	gelb
zyanblau	orange
blaugrün	rot
grün	blaurot
grüngelb	violett
gelb	blau
orange	zyanblau
rot	blaugrün
blaurot	grün

Das Wandern des Absorptionsstreifens in der Richtung vom violetten Ende des Spektrums nach dem roten Ende zieht eine Änderung der für das Auge in Erscheinung tretenden Farbe von grüngelb über gelb usw. nach grün mit sich. Der Physiker hat nun die Frage zu beantworten: Wie geht die Lichtabsorption in den Farbstoffen vor sich? Dem Chemiker stellt sich die Aufgabe: Welche Zusammensetzung muß eine chemische Verbindung haben, damit sie bestimmte Lichtstrahlen absorbiert? Mit anderen Worten: Welche Beziehungen bestehen zwischen Zusammensetzung und Farbe? Ist es möglich, nach bestimmten Gesetzen willkürlich Verbindungen von jeder gewünschten Farbe künstlich aufzubauen? Diese beiden Aufgabengebiete greifen ineinander über. Von der endgültigen Lösung all dieser Fragen sind wir noch sehr weit entfernt; aber um so beglückender sind für den Wissenschaftler die wundervollen Forschungsergebnisse, die wir bis zum heutigen Tage immerhin verzeichnen konnten [3].

### Literatur

- [1] JENNY, W.: Professor Dr. Robert Wizinger gewidmet. *Chimia* 20 (1966), H. 9, S. 265-267.
- [2] WIZINGER, R.: Chemische Plaudereien über Atomzertrümmerung, Gaskrieg, Vitamine, Kohleverflüssigung und viele andere Gegenwartsprobleme. 3. Aufl. Bonn am Rhein: Verl. der Buchgemeinde, 1938, S. 136-137.
- [3] WIZINGER, R.: Organische Farbstoffe. Anleitung zum schrittweisen Eindringen in die Farbenchemie auf koordinations-theoretischer Grundlage. 1. Aufl. Berlin: Dümmlers Verlagsbuchhandel, 1933.

## **Autorenverzeichnis**

Prof. Dr. Jan-Peter Domschke  
09603 Großschirma  
peterdomschke@t-online.de

Prof. Dr. Wladimir Reschetilowski  
Dipl.-Chem. Karin Reschetilowski  
01445 Radebeul  
vladimir.reschetilowski@tu-dresden.de

## Gesellschaftsnachrichten

### *Wir gratulieren*

**zum 90. Geburtstag**

Frau Dipl.-Ing. Inge Mauer, 26.04.2026

**zum 85. Geburtstag**

Herrn PD Eckhard Bendin, 10.05.2026

**zum 80. Geburtstag**

Herrn Prof. Dr. Jürgen Schmelzer, 06.04.2026

Herrn Dr. sc. phil. Hartmut Kästner, 12.06.2026

**zum 75. Geburtstag**

Herrn Dr.-Ing. Bernhard Gutsche, 28.01.2026

### **Wir danken den Spendern**

Im Zeitraum vom 01.06. - 30.11.2025 gingen Spenden ein von:  
Prof. Dr. Grit Kalies und Dr. Carl Gerhard Spilcke-Liss.

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.  
trauert um ihr langjähriges Mitglied

**Prof. Dr. rer. nat. habil Peter Claus**

Er verstarb am 10.03.2025

Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

## Weihnachts- und Neujahrswünsche des Vorstandes

Der Vorstand der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. dankt allen Mitgliedern, Förderern und Freunden für ihre Unterstützung und Mitarbeit im ausklingenden Jahr und wünscht besinnliche Weihnachtsfeiertage sowie für das neue Jahr 2026 Gesundheit, Erfolg und Optimismus.

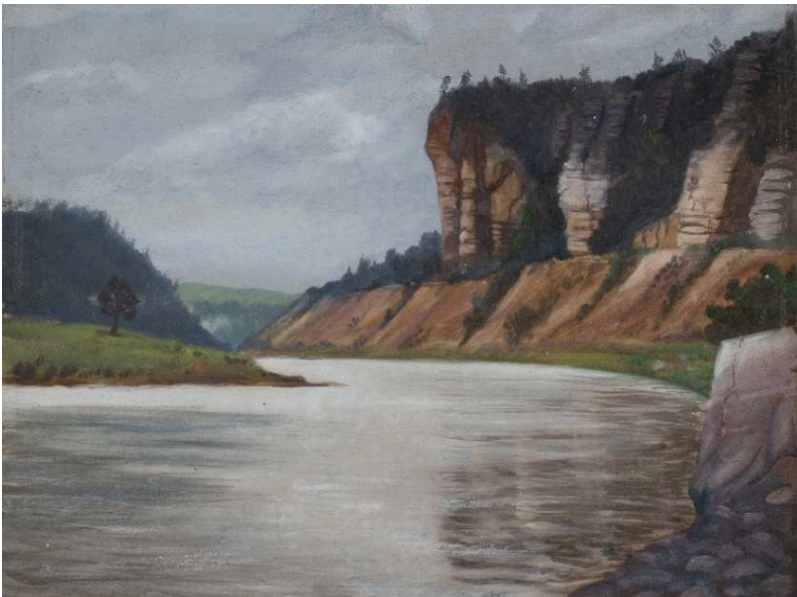
Prof. Dr. Bernd Abel

Dr. Michael Handschuh

Dr. Matthias Friese

*„Erinnern wir uns, dass alles Leben unabänderlich an den Verlauf chemischer Vorgänge gebunden ist. Bekanntlich ist alles materielle Geschehen in der Welt nichts als 'Umgestaltung der beiden Substanzen': Masse und Energie.“*

**Wilhelm Ostwald:** Die Aufgaben der physikalischen Chemie. Humboldt 6 (1887)



**Wilhelm Ostwald:** Elblandschaft mit Basteifelsen, ohne Jahr

© Gerda und Klaus Tschira Stiftung

## Veranstaltungen im Wilhelm Ostwald Park Jahresprogramm 2026<sup>1</sup>



**Wilhelm Ostwald Park**  
MUSEUM · TAGUNGEN

bis Sonntag, 29. 3.2026, Haus Werk

### ***Mathematik zum Anfassen.***

Eine Gastausstellung des Mathematikums Gießen

Samstag, 24.1.2026, Haus Glückauf, 15 Uhr

### ***Games, Gamers und Mathematik***

Vortrag mit Dr. Érika Roldán, Max-Planck-Institut für Mathematik, Leipzig

Mittwoch, 11.2.2026, Haus Energie, 10-15 Uhr (6-14 J.)

### ***Das Geheimnis des Zauberwürfels***

„Cubing für Beginners“ mit Lars Krökel, Freie Fachoberschule, Leipzig

Freitag, 13.2.2026, Haus Energie, 16-20 Uhr

### ***Von Zahlen und Zauberwürfeln***

Workshop „Advanced Cubing“ mit Lars Krökel

Samstag, 28.2. 2026, Haus Glückauf, 15 Uhr

### ***Zauberhafte Mathematik***

Vortrag mit Prof. Dr. Ehrhard Behrends, Freie Universität Berlin

Samstag, 28.3.2026, Haus Glückauf, 15 Uhr

### ***Moderne Kryptographie von der ENIGMA bis zu elektronischem Geld***

Vortrag mit Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher, Mathematikum Gießen

Samstag, 25.4./20.6./08.8./10.10./2026, Haus Energie, 10-11:30 Uhr

### ***Ein Leben für die Wissenschaft.***

Öffentl. Führungen durch das Museum im Haus Energie

Samstag, 25.4.2026, Haus Werk, 15 Uhr

### ***Literarische Wanderung durch Mitteldeutschland***

Buchlesung mit Dr. Andreas Eichler, Autor und Verleger Mironde-Verlag

---

<sup>1</sup> Die auszugsweise Wiedergabe des Programms erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Gerda und Klaus Tschira Stiftung Großbothen. Bitte beachten Sie die im Originalprogramm angegebenen Hinweise für den Besuch einer Veranstaltung. Das komplette Jahresprogramm können sie aufrufen im Internet unter: Wilhelm Ostwald Park, Veranstaltungen, Flyer26.

Sonntag, 12.4./28.6./1.11.2026, Haus Energie, 10-11:30 Uhr

***Der Kreislauf der Natur***

Jahreszeitenführung durch den Wilhelm Ostwald Park

Sonntag, 10.5.2026, Haus Energie, 10-12:30 Uhr

***Ostwald – der wandernde Maler***

Eine geführte Themenwanderung via Muldentalwanderweg

Sonntag, 17.5.2026, Haus Energie, 10-17 Uhr

***Internationaler Museumstag***

Ostwalds wissenschaftliche Geräte und Arbeitsinstrumente, Einblicke in die Depots im Haus Energie

2.6. und 3.6. 2026, 9-17 Uhr

***Experimentieren im Park***

Vor- und Grundschulkindern entdecken Naturwissenschaften

Ein Projekt der Gerda und Klaus Tschira Stiftung

Samstag, 13.6.2026, 10-17 Uhr, Livemusik

***Offene Gartenpforte Muldental***

Livemusik mit dem Duo Resonado

Mittwoch, 8.7./22.7./5.8.2026, Haus Energie, 10-13 Uhr

***Naturwissenschaften zum Anfassen***

Ferienforscher im Wilhelm Ostwald Park

Samstag, 22.8.2026, Steinbruch, 17 Uhr

***Steinbruchkonzert „Summertime“***

Mit Ines Agnes Krautwurst (Gesang) und Jens Pflug (Piano)

Samstag, 12.9.2026, Haus Werk, 15 Uhr

***Haie des Erdaltertums***

Vortrag von Prof. em. Dr. Jörg Schneider, TU Bergakademie Freiberg

Sonntag, 13.9.2026, 10-17 Uhr

***Tag des offenen Denkmals***

Einblicke in den Wilhelm Ostwald Park

Dienstag, 17.11.2026, Treffpunkt Haus Energie, 17-17:30 Uhr

***Auf die Sinne fertig los***

Nachts im Museum – Eine Führung für Kinder von 8-12 Jahre

## Öffnungszeiten

Das Museum und der zirka 7,5 Hektar große Park mit Steinbruch und Grabstätte der Familie, Streuobstwiese und kleinen Teichen ist für Besucher täglich, außer donnerstags, von 10 bis 17 Uhr geöffnet.

### Eintritt Dauer- und Sonderausstellung

	Ticket Museum	Kombiticket Sonder-/Dauerausstellung
Erwachsene	3,50 €	5,- €
Ermäßigt*	2,- €	3,- €
Familien**	7,- €	9,- €
Gruppen***	2,- €	3,- €

Nicht schulpflichtige Kinder haben freien Eintritt.

- \* Schüler, Auszubildende, Studierende und FSJler, Rentner, Bürgergeldempfänger
- \*\* 2 Erwachsene + eigene ermäßigungsberechtigte Kinder/Enkel
- \*\*\* pro Person ab 10 Teilnehmer

### Führungsanfragen und Reservierungen:

Telefon: 034 384 – 7349 152

E-Mail: [museum@wilhelm-ostwald-park.de](mailto:museum@wilhelm-ostwald-park.de) Eine Einrichtung der Gerda und Klaus Tschira Stiftung

Wilhelm Ostwald Park  
Großbothen  
Grimmaer Str. 25  
04668 Grimma

Telefon: 034 384 – 7349 0

Telefax: 034 384 – 7349 201

E-Mail: [info@wilhelm-ostwald-park.de](mailto:info@wilhelm-ostwald-park.de)

[www.wilhelm-ostwald-park.de](http://www.wilhelm-ostwald-park.de)



## 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.; Lewandrowski, P.: Wilhelm OSTWALD. Urania-Verl., 1982	5,00 €
Domschke, J.-P.; Hofmann, H.: Der Physikochemiker und Nobelpreisträger Wilhelm OSTWALD: Ein Lebensbild. Bearb. u. aktual. Fassung. Sonderheft 23 der Mitt. Wilhelm-OSTWALD-Ges., 2022	10,00 €
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: Heft 1/1996-1/2008 je ab Heft 2/2008 je	5,00 € 6,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-OSTWALD-Gesellschaft (Sonderhefte 1-27), 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 €