

**OSTWALDS KLASSIKER  
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN  
Band 257**

---

**Gedanken zur Biosphäre**

**von  
Wilhelm Ostwald**

---

**Verlag Harri Deutsch**

**OSTWALDS KLASSIKER  
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN  
Band 257**



Wilhelm Ostwald  
2.9.1853 - 4.4.1932

**OSTWALDS KLASSIKER  
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN  
Band 257**

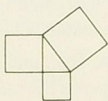
**Gedanken zur Biosphäre**

Sechs Essays  
(1903-1931)

von  
Wilhelm Ostwald

mit einer Einleitung und  
Anmerkungen  
von

H. Berg



Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Ostwald, Wilhelm:**

Gedanken zur Biosphäre : sechs Essays (1903 - 1931) / von Wilhelm Ostwald. Mit einer Einl. und Anm. von H. Berg. - 2. Aufl., (Repr. der) 1. Aufl., Leipzig, Akad. Verl.-Ges. Geest und Portig, 1978. - Thun ; Frankfurt am Main : Deutsch, 1996  
(Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften ; Bd. 257)  
ISBN 3-8171-3257-3

NE: GT

**ISBN 3-8171-3257-3**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches

- oder von Teilen daraus - sind vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

© Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main, 1996

1. Auflage Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig K.-G., Leipzig

2. Auflage 1996

Druck: Rosch - Buch Druckerei GmbH, Hallstadt

Printed in Germany

## Inhalt

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Einführung: Wilhelm Ostwalds Ideen zur Biologie . . . . | 6  |
| I. Biologie und Chemie . . . . .                        | 16 |
| II. Wissenschaft und Leben . . . . .                    | 30 |
| III. Das Wesen des Lebens . . . . .                     | 39 |
| IV. Zur biologischen Grundlegung der Inneren Medizin .  | 47 |
| 1. Die Überheilung . . . . .                            | 47 |
| 2. Die Wirklinie . . . . .                              | 57 |
| V. Der biologische Faktor in der Technik . . . . .      | 67 |
| VI. Schöpferische Jugend. . . . .                       | 74 |
| Anmerkungen zu den Texten . . . . .                     | 81 |

## Einführung

### Wilhelm Ostwalds Ideen zur Biologie

Das Wirken Wilhelm Ostwalds als Physiochemiker hat in der von ihm begründeten Reihe der Klassiker der exakten Wissenschaften bereits seine Würdigung<sup>1)</sup> gefunden. In vorliegendem Bändchen sind nun seine vorausschauenden Hauptgedanken auf dem Gebiet der Biowissenschaften in Essayform zusammengestellt\*):

- I. Biologie und Chemie, veröffentlicht in Ostwalds Annalen der Naturphilosophie 3 (1903) S. 302–314 (Einleitung in dieser Ausgabe gekürzt).
- II. Wissenschaft und Leben, Teil I (Naturwissenschaft), Manuskript 1930 (bisher nicht veröffentlicht).
- III. Das Wesen des Lebens, Manuskript 1931 (bisher nicht veröffentlicht).
- IV. Zur biologischen Grundlegung der Inneren Medizin, veröffentlicht in Medizinisch-Biologische Schriftenreihe, Heft 1, Radebeul 1926, S. 5–27 (hier leicht gekürzt).
- V. Der biologische Faktor in der Technik, Manuskript 1929 (gekürzte Fassung publiziert in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 73 (1929) S. 1149–1150).
- VI. Schöpferische Jugend, Manuskript für die Berliner Illustrierte, Weihnachtsausgabe 1931.

Mit Ausnahme seiner unter I. genannten Rede, gehalten am 18. August 1903 zur Einweihung des von Prof. J. Loeb erbauten Biologischen Laboratoriums der Californischen Uni-

---

\*) Für Mithilfe bei der Durchsicht der Manuskripte danke ich Herrn Oberstudienrat Günter Nolte, Leipzig, und den Herren Prof. Dr. med. Günter Bruns, Prof. Dr. Udo Taubeneck, Dr. Werner Fleck, Jena. Frau Grete Brauer (Großbothen), Frau Dr. Christa Kirsten und Frau Dr. Battré danke ich für Manuskripte, weiterführende Literatur und Anregungen. H. Berg

<sup>1)</sup> Ostwald, W.: Volumchemische Studien über Affinität und volumchemische und optisch-chemische Studien. Ostwalds Klassiker Bd. 250. Leipzig 1966.

versität zu Berkeley, sind alle anderen Überlegungen zum Lebensprozeß in der Stille seines Hauses „Energie“ in Großbothen bei Leipzig herangereift und erst nach seinem 70. Geburtstag zu Papier gebracht worden.

Das Thema I. stellt zunächst die Biologie in der Pyramide der Wissenschaften dar, woraus ersichtlich wird, daß die Gesetze der Physik und Chemie auch für die Lebensprozesse gelten, wenn sie auch nicht eine erschöpfende Behandlung derselben erlauben.

Die Organismen werden als stationäre chemische Gebilde mit Assimilation und Reproduktion angesprochen, welche „freie Energie“ aus der Umgebung entnehmen. Ostwald vergleicht sie mit einer Kerzenflamme und stellt den Unterschied zur Maschine heraus. Erst wenn diese ein selbstreproduzierender Automat wäre, bestände eine Analogie. Von besonderer Bedeutung erscheint ihm die Koordination durch enzymatische Regelung und die Verhütung von z. B. nichtlinearen Temperaturstörungen, indem der gesunde Organismus einen Thermostaten bildet. Die Biologie ist für Ostwald eine autonome Wissenschaft, aber der Biologe „muß die Mittel und Wege der allgemeinen Chemie und Physik kennen, wenn er die Mittel und Wege des Organismus begreifen will“.

Das Thema II. stellt das Leben als einen auf die Zukunft gerichteten Prozeß dar, der zwar kausal abläuft, aber teleologisch (teleonomisch) geprägt ist. Die Wissenschaft<sup>2)</sup> ist ebenfalls zukunftsorientiert, indem sie mit Hilfe ihrer Gesetze rationale Voraussagen machen kann. Für Ostwald liegt die zu erforschende Wahrheit nicht in der Vergangenheit, sondern in der Zukunft. Daher haben für ihn Wissenschaft und Leben eine „prophetische Natur“ auf der Basis der „Gesetzlichkeit des Geschehens“.

Das Thema III. bringt einleitend die Zurückdrängung des Subjektiven im Menschen mit fortschreitender Erkenntnis der Gesetzmäßigkeit seiner Außenwelt. Wilhelm Ostwald

---

2) Liebsch, H.: Wissenschaftspsychologie. Psychologische Fragen der Wissenschaftsorganisation. Berlin 1977.

wendet sich gegen unlösbare Welträtsel. Für ihn ist das Leben erforschbar, ja sogar künstlich erzeugbar (vgl. I.). Die Unterschiede zum Anorganischen werden herausgestellt. Dabei hält er das Phänomen der „Überheilung“ (vgl. IV.), wozu auch das Gedächtnis gehören soll, als eine zentrale Eigenschaft des Lebens. Schließlich wertet er die kausale Betrachtungsweise gegenüber der teleologischen als die höhere und für die Zukunft des Lebens als die wesentliche.

Das IV. Thema bringt eine Generalisierung der Reizantwort des Organismus unter dem Begriff „Überheilung“. Ostwald kam dazu einerseits von seinen autokatalytischen Untersuchungen, andererseits von Darwins Gedankengängen zur Art-erhaltung. Als Reparaturvorgang steht die Überheilung im Fließgleichgewicht mit der Oxydation („Verbrennung“) von Körpersubstanz. Wachstum, Übung, Gedächtnis u. ä. Leistungen werden eingeordnet. Die Überheilung bei Pharmakongaben wird als Wirklinie diskutiert und daraus u. a. eine Verallgemeinerung des Weber-Fechnerschen Gesetzes abgeleitet, wonach die Intensität der Empfindung ( $E$ ) dem Logarithmus der Reizstärke ( $R$ ) entspricht ( $E = \text{const.} \log R$ ), worin das heute so bedeutsame Streßproblem eingeschlossen ist.

Das V. Thema behandelt das komplexe Gebiet der Technik an der Spitze der Wissenschaftspyramide (vgl. I.) und seine Verknüpfung mit der Biologie. Wilhelm Ostwald weist auf biologische Lösungswege und Organisationsprinzipien hin, wie sie heute in der Bionik und Biokybernetik erforscht werden. Er fordert eindringlich die Technisierung der Landwirtschaft und die biologische Energiegewinnung, was erst in den letzten Jahrzehnten umfassend verwirklicht wurde. Hinzukommt die Steuerung und Organisation auch auf gesellschaftlichen Ebenen. Zahlreiche praktische Ansätze, z. B. für die Wissenschaftsorganisation, hat er ja selbst gegeben.

Das VI. Thema bringt als eine Kurzfassung wesentliche Gedanken zur Geniologie<sup>3)</sup> (vgl. die Wissenschaftspyramide in I.),

---

<sup>3)</sup> Ostwald, W.: Große Männer, Studien zur Biologie des Genies. Leipzig 1910.

die Ostwald, angeregt durch de Candolle<sup>4)</sup>, seit der Jahrhundertwende beschäftigt haben. Er ist der festen Überzeugung, daß die Analyse der Genetik und Entwicklung genialer Menschen möglich ist. Er stellt die Frage nach der Nutzbarmachung der hierbei zu erwartenden Erkenntnisse für die Allgemeinheit, ohne jedoch auf tiefere gesellschaftliche Zusammenhänge<sup>2)</sup> einzugehen. Seine Einteilungsvorschläge: „Klassiker – Romantiker“ oder „Sonnenkinder – Titanen“ besitzen noch heute Bedeutung<sup>5)</sup> neben veränderten Auffassungen<sup>6)</sup>. Von allen Fragen, die Ostwald in den vorliegenden Essays angeschnitten hat, ist allerdings diese noch am weitesten von einer zufriedenstellenden Antwort entfernt.

Die Anziehungskraft biologischer Phänomene auf Physiker, Physikochemiker und Chemiker ist seit den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts immer stärker geworden<sup>7)</sup>, so daß heute eine intensive multidisziplinäre Zusammenarbeit, vor allem in der Molekularbiologie<sup>8)</sup>, vorherrscht. Inzwischen sind auch diese Ideen Wilhelm Ostwalds weiterentwickelt worden, wobei vielen ihr Ursprung nicht mehr bekannt ist. Zur 125. Wiederkehr seines Geburtstages soll hiermit Wilhelm Ostwald in seinen wegweisenden Erkenntnissen für die Lebensvorgänge selbst zu Wort kommen, ergänzt durch kurze Kommentare aus heutiger Sicht. Wie gelangte er zur Biologie?

Wilhelm Ostwald begann seine universelle Laufbahn als Chemiker. Wie es dazu kam, schildert er in seiner Heimatzeitung<sup>9)</sup>:

---

4) de Candolle, A.: Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten seit 2 Jahrhunderten. Leipzig 1910.

5) Selye, H.: From Dream to Discovery, On Being a Scientist. New York 1964.

6) Lewi, W.: Die Jagd nach dem Gedanken. Moskau und Jena, Leipzig, Berlin 1975.

7) U. a. erbrachte der englische Naturforscher Walsh im Jahre 1772 den Nachweis, daß Effekte der Zitterrochen elektrischer Natur seien. Der Jenaer Physiker J. W. Ritter (1776–1810) schrieb ein Werk: Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß im Thierreich begleite. Weimar 1798.

8) Molekulargenetik. Ostwalds Klassiker Bd. 254. Leipzig 1975.

9) Ostwald, W.: Wie ich zur Chemie kam. Rigaer Tageblatt 36, 1911, 1. Januar.

„Das erste selbständige Experiment, dessen ich mich erinnern kann, fällt in ein recht frühes Alter. Ich kann es jetzt nicht mehr sehr genau bestimmen, denke aber, daß ich etwa vier oder fünf Jahre alt gewesen sein mag. Damals gab es ein eigentümliches Leuchtmaterial (Petroleum war noch ganz unbekannt), das ‚Gas‘ genannt wurde und aus einer Lösung von Terpentinöl in Weingeist bestand. Es wurde in besonderen Lampen gebrannt, in denen es vergast wurde, so daß die Dämpfe aus vielen kleinen Löchern herausströmten und einen Kranz von Flammen um den Brennkopf bildeten. Das Anzünden war eine etwas verwickelte Operation und ich pflegte es mit leidenschaftlicher Teilnahme zu beobachten. Als einmal die Mutter uns Buben des Abends allein gelassen hatte, wußte ich mich der Vorratsflasche mit der brennbaren Flüssigkeit zu bemächtigen, goß eine mir ausreichend scheinende Menge davon auf den Fußboden und zwischen die Dielenritzen und setzte sie in Brand. Die entstehende Flamme leuchtete nicht so hell, wie ich erwartet hatte; ehe ich aber neues ‚Gas‘ zur Belebung der Reaktion in die Flamme gießen konnte, wodurch dann wohl sicherlich mein erstes chemisches Experiment auch mein letztes geworden wäre, hatte meine Mutter mich am Kragen und belehrte mich in allernachdrücklichster Weise darüber, daß Kinder nicht mit dem Feuer spielen dürfen . . . Auch die erste Berührung mit der wissenschaftlichen Chemie wurde mir durch die Feuerwerkerei vermittelt. In jenem Lehrbuche befanden sich bei der Beschreibung der einzelnen Stoffe neben den Namen gewisse aus Buchstaben und Ziffern zusammengesetzte Zeichen, deren Sinn ich nicht wußte. Es war angegeben, daß dies die chemischen Formeln der betreffenden Stoffe seien, doch war mir auch diese Auskunft böhmisch. Bei den Gesprächen über meine Feuerwerkerei mit den Schulkameraden kam auch hierauf die Rede und wieder verschaffte mir einer von ihnen ein stark ramponiertes Exemplar eines Buches, in welchem, wie er bemerkt hatte, solche Formeln gleichfalls enthalten waren. Das gute Glück wollte, daß dieser neue Schatz, den ich alsbald gierig verschlang, Stöckhardt's ‚Schule der Chemie‘ war, jenes bescheidene Meisterwerk, das so vielen wie mir den Eingang in die chemische Wissen-

schaft leicht und erfolgreich gemacht hat. Ich habe ein halbes Jahrhundert später das, was ich hier empfangen habe, der Welt wiederzugeben gesucht, indem ich gleichfalls eine ‚Schule der Chemie‘ geschrieben habe, in welcher mir die Erinnerungen an die Freuden und Schwierigkeiten meiner ersten Schritte in die Wissenschaft als Leitfaden für die Darstellung des Stoffes gedient haben. Daß ich damit für Viele das Richtige getroffen habe, lehrte mich der schöne Erfolg des Werkes, das von allen meinen Büchern die größte Verbreitung, z. B. Übersetzungen in zwölf oder dreizehn Sprachen, erfahren hat.

Mit Hilfe des Stöckhardt schritt ich nun erfolgreich zu höheren Zielen fort. Schießbaumwolle war mein Ideal, und da ich die nötige konzentrierte Salpetersäure nicht kaufen konnte, mußte ich sie selbst aus Schwefelsäure und Salpeter destillieren. Auch das gelang. Dann wurde Kollodium daraus gemacht, wozu der Äther gleichfalls selbst präpariert wurde, und von dort war der Weg zur Photographie, die damals ausschließlich nach dem nassen Kollodiumverfahren geübt wurde, nicht weit. Da ich dauernd außerordentlich knapp mit meinem Taschengelde daran war, so mußte ich mir alles mit den häuslichen Mitteln selbst machen; so gaben die väterlichen leeren Zigarrenkisten das Material für die Erbauung der Kamera und der Kassette her und aus dem mütterlichen Opernglase wurde die Linse herausgeschraubt; sie gab übrigens wirklich ganz gute Bilder. Erst als einmal das verstümmelte Opernglas sich im Theater als unbenutzbar erwiesen hatte, durfte ich dem für mich geführten Sparkassenbuche den Betrag für ein photographisches Objektiv entnehmen, das aus Deutschland verschrieben werden mußte, da es in Riga nicht käuflich war.

Daß diese leidenschaftlich betriebenen eigenen Arbeiten den Fortschritten in der Schule nichts weniger als zuträglich waren, läßt sich denken; es machte sich dahin geltend, daß ich nicht rechtzeitig versetzt wurde, sondern einige Jahre länger die Klassenbänke drücken mußte. Als indessen die ordnungsmäßigen Versuche, mir die berühmte ‚harmonische‘ Bildung aufzuzwingen, sich als unausführbar erwiesen, während meine chemischen Bestrebungen einigen Lehrern bekannt geworden waren, ließ

man mich mit Ach und Krach in die höheren Klassen aufsteigen. Hierbei verdanke ich wiederum außerordentlich viel meinem Lehrer Schweder, der mir nicht nur mit Büchern forthalf, sondern auf den Lehrerkonferenzen wirksam für mich eintrat. Ich weiß nicht, ob nicht ohne diese Hilfe auch bei mir der wissenschaftliche Trieb dem Moloch der harmonischen Bildung zum Opfer gefallen wäre.

Als dann endlich in der Prima der zweistündige Chemieunterricht einsetzte, hatte ich die hierfür vorgesehenen Kenntnisse mir längst auf eigene Hand erworben. Ich galt unter meinen Klassengenossen als Autorität auf diesem Gebiete und bekam in solcher Eigenschaft von einem Banknachbarn ein goldglänzendes Material anvertraut, auf dessen Fund er ausschweifende Hoffnungen gründete. Ich konnte durch analytische Reaktionen nachweisen, daß es leider nur Schwefelkies war. Für mich war dies mehr als Gold wert, denn diese glücklich durchgeführte Untersuchung entschied bei mir den Entschluß, jedenfalls Chemie zu studieren, und nicht Ingenieur zu werden, wie mein Vater wünschte. Ich empfinde noch jetzt den Dank, mit dem ich dann seinen Entschluß begrüßte, mir meinen Willen zu lassen.“

Diese autobiographischen Passagen lassen die verschiedenartigen erzieherischen Einflüsse auf seine wissenschaftliche Entwicklung erkennen (vgl. dazu VI.).

Die weitere Spezialisierung des Neunzehnjährigen bis hin zum führenden Physikochemiker in Leipzig, zum Farbensystematiker in Großbothen und Kulturwissenschaftler wird von G. Harig und I. Strube<sup>4)</sup> sowie von anderen Kennern<sup>10)</sup> und nicht zuletzt in seiner Autobiographie „Lebenslinien“<sup>11)</sup> ausführlich dargestellt. Zumeist unbeachtet blieben dabei Ost-

---

<sup>10)</sup> Walden, P.: Wilhelm Ostwald. Ber. dtsch. Chem. Ges. 65 (1932) S. 101–141;

Fischer, W.: Wilhelm Ostwald. Latvijas Farmaceitu Žurnals 10 (1932) S. 1–7;

Ostwald, G.: Wilhelm Ostwald, Mein Vater. Stuttgart 1953;

Rodnyi, N.; Solowjew, J.: Wilhelm Ostwald. Leipzig 1977;

Herneck, F.: Abenteuer der Erkenntnis. Berlin 1973.

<sup>11)</sup> Ostwald, W.: Lebenslinien I–III. Berlin 1925/27, Volksausgabe 1933.

walds biowissenschaftliche Erkenntnisse, die auf den Entwicklungsgesetzen von Ch. Darwin und E. Haeckel, dem Energiegesetz von J. Mayer<sup>12)</sup> sowie dem Empfindungsgesetz von Weber-Fechner (s. oben) basierten.

Vergegenwärtigen wir uns den Stand der Erforschung der Lebensprozesse, als W. Ostwald nach der Jahrhundertwende, insbesondere aber in den Zwanzigern, einen physikalisch-chemischen Zugang suchte, so sei an wichtige Meilensteine erinnert:

- |      |             |                                                                                             |
|------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1910 | Th. Morgan: | Chromosomentheorie der Vererbung                                                            |
| 1920 | H. Driesch: | Lebewesen: durch Lebenskraft gesteuerte physikochemische Maschine (Vitalismus)              |
| 1924 | A. Oparin:  | Die Entstehung des Lebens (russ., engl. Übertragung erst 1938): physikochemische Reaktionen |
| 1927 | H. Muller:  | Mutationen der Gene der Taufliege                                                           |

Mit Ausnahme von A. Oparin, dessen weitgreifende Hypothese W. Ostwald nicht kannte, gab es noch keine Klarheit über den Gültigkeitsbereich der physikalischen und chemischen Gesetze in der Biologie. Erst 12 Jahre nach Ostwalds Tod veröffentlichte der theoretische Physiker Erwin Schrödinger (1887–1961), der sich auch mit allgemeinen wissenschaftlichen Problemen beschäftigte, sein berühmtes „What is life“ (Cambridge 1944), was Physiker und Mathematiker in den fünfziger und sechziger Jahren zur Beschäftigung mit den Biowissenschaften angeregt hat<sup>15)</sup>.

Seine Essays zeigen uns deutlich, daß Wilhelm Ostwald

---

<sup>12)</sup> Ostwald bezieht sich, wenn er das Energieerhaltungsgesetz nennt, immer nur auf J. R. Mayer. Zu der Erkenntnis des mechanischen Wärmeäquivalents waren in dem Jahrzehnt zwischen 1840 und 1850 unabhängig voneinander: der Arzt Julius Robert Mayer (1814–1878), der Physiker James Prescott Joule (1818–1889) und der Physiologe und Physiker Hermann v. Helmholtz (1821–1899) gekommen.

zu Schlußfolgerungen gelangte, die auch heute noch in der Diskussion stehen und erst seit 1971 teilweise durch M. Eigen<sup>13)</sup> in eine quantitative Form gebracht worden sind.

Für diese Feststellung sollen stellvertretend drei Beispiele herausgehoben werden.

In den Essays I. und V. stellt Ostwald die *freie Energie* aus dem Sonnenlicht als das „Wasser“ auf „die Mühle des Lebens“<sup>14)</sup> der Pflanzen in den Mittelpunkt. Schrödinger<sup>15)</sup> bevorzugt stattdessen den Boltzmannschen Entropiebegriff mit negativem Vorzeichen, um die hohe Ordnungsstufe eines Lebewesens zu charakterisieren, und spricht davon, daß die Pflanzen ihren stärksten Vorrat an „negativer Entropie“ (Negentropie) im Sonnenlicht besitzen. Neuerdings kommt Broda<sup>16)</sup> unabhängig wieder auf die „freie Energie“ zurück, deren Änderung durch die Relation  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  mit der Entropieänderung  $\Delta S$  bei der absoluten Temperatur  $T$  und der Enthalpieänderung  $\Delta H$  verknüpft ist.

In den Essays I., III. und IV. beschreibt Ostwald die Lebensvorgänge als *Fließgleichgewichte* im Gegensatz zu den Gleichgewichten in abgeschlossenen Systemen. Trotz dieser klaren Formulierung schon um die Jahrhundertwende schreibt die Nachwelt dem Zoologen Ludwig v. Bertalanffy (geb. 1901) diesen Begriff seit 1940 zu und übersieht Ostwalds Priorität.

Spezielle Phänomene der *Überheilung* (Wundheilungen, Allergien) waren zwar schon sehr lange bekannt, aber Ostwald gab seine allgemeine physikochemische Betrachtung (IV.) als Überschuß der Gegenwirkung (overshoot). Selbst heute scheint keine exaktere Beschreibung möglich zu sein, was z. B. immer

---

<sup>13)</sup> Eigen, M.: Molecular self-organization and the early stages of evolution. Quarterly Reviews of Biophysics 4 (1971) S. 149–212; Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules. Naturwiss. 58 (1971) H. 10, S. 465–523.

<sup>14)</sup> Ostwald, W.: Die Mühle des Lebens, Physikalisch-chemische Grundlagen der Lebensvorgänge. Leipzig 1914.

<sup>15)</sup> Schrödinger, E.: Was ist Leben? (Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers gesehen). Dtsch. Ausgabe München 1951.

<sup>16)</sup> Broda, E.: The Evolution of the Bioenergetic Prozess. Oxford 1975.

noch aus der Zuhilfenahme eines „Organgedächtnisses“<sup>6)</sup> hervorgeht, wie es damals schon E. Hering (III.) behauptet hat. Lediglich über die Berechtigung der Zuordnung einiger Phänomene (Wachstum) zur Überheilung denkt man jetzt anders.

Auch heute werden von Wissenschaftlern aller Disziplinen, vor allem von Physikern, Biologen und Philosophen, wissenschaftlich-philosophische Grundfragen, die ihn schon bewegt hatten, diskutiert, z. B. das Verhältnis von Zufall und Notwendigkeit in der Entwicklung, Energie und Materie u. a.<sup>17)</sup>.

Aus allen Arbeiten Ostwalds strahlt das unbedingte Vertrauen dieses großen Gelehrten in den Fortschritt der Wissenschaften und die Erkennbarkeit der Natur<sup>18)</sup>. Er geht sogar so weit, daß für ihn schon 1903 (vgl. I.) feststand, dem Menschen wird es einmal gelingen, künstliches Leben zu erschaffen.

So haben Ostwalds Gedanken und Anregungen noch heute ihren Wert behalten, wenn er auch als Einzelner nicht mehr die Energie und die Möglichkeiten besaß, ihnen experimentell selbst nachzugehen.

---

17) Hörz, H.: Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften. Berlin 1974;

Monod, J.: *Le Hasard et la nécessité*. Paris 1970;

Heitler, W.: Über die Komplementarität von lebloser und lebender Materie. Wiesbaden 1975;

Heisenberg, W.: Schritte über Grenzen. München 1971;

Eigen, M.; Winkler, R.: Das Spiel. München 1975.

18) Schwabe, K.: Ständige Ausstellung im Hause Wilhelm Ostwalds. Spektrum 6 (1975) 3, S. 28–29.

# I. Biologie und Chemie

Rede, gehalten am 18. August 1903 zur Einweihung des von Prof. J. Loeb erbauten biologischen Laboratoriums der californischen Universität zu Berkeley

Die Wissenschaft ist ein Organismus, welcher sich beständig im Sinne seiner Selbsterhaltung und Entwicklung betätigt. Darum ist er mit Organen der Selbstregulierung versehen, durch welche Nützliches befördert und Schädliches beseitigt wird. Nun können derartige Organe immer erst in Wirkung treten, wenn die Vorgänge bereits eingetreten sind, welche durch sie beeinflußt werden sollen; jeder Regulator arbeitet also mit einer gewissen *Verzögerung*. Daraus geht hervor, daß die Wissenschaft ebenso wie jeder andere mit Selbstregulierung versehene Apparat notwendig *periodische Schwankungen* um einen mittleren Zustand ausführen muß. Dieser mittlere Zustand ist nicht notwendig zeitlich unveränderlich; er ist vielmehr in unserem Falle in einem stetigen Ansteigen begriffen, weil die Wissenschaft nur vermehrt, nicht vermindert werden kann.

Ferner sind hier mehrere Energiequellen mit entsprechenden Regulatoren vorhanden; es wird sich also um eine Anzahl übereinanderliegender Perioden handeln, die ein ziemlich verwickeltes Bild geben und beispielsweise zuweilen durch Addition mehrerer Maxima oder Minima, die einzeln gering sind, eine ungewöhnlich große Elevation oder Depression hervorrufen können. Wir wollen zu bestimmen versuchen, in welchem Teil der Wellenlinie sich die Wissenschaft im allgemeinen und die Biologie im besonderen befindet.

Nun ist eine sehr einflußreiche Komponente dieser Bewegungen eben besonders deutlich zu erkennen. Wir haben soeben eine Zeit der Vereinzelung aller Wissenschaften, eine Zeit der Spezialisierung hinter uns, und befinden uns in einer Epoche, wo die *synthetischen* Faktoren in der Wissenschaft eine immer wachsende Bedeutung gewinnen. Betrachten Sie nur, meine Herren, was Sie eben vor Augen haben! Im Hörsaal eines *biologischen* Instituts spricht in diesem feierlichen Augenblick ein Mann zu

Ihnen, der selbst nicht Biologe ist, sondern ausdrücklich als Vertreter einer benachbarten Wissenschaft eingeladen wurde. Und dieser Mann ist selbst wieder das Produkt einer Synthese zweier benachbarter Wissenschaften, der Physik und der Chemie. Und weiter: wenn dieser Mann versucht, das beste, was er aus seinem Garten ernten kann, Ihnen darzubringen, so kommt er dazu, kein Wort von Physik und Chemie zu sagen, sondern vielmehr nach Gedanken zu suchen, welche noch über die Triade Physik-Chemie-Biologie hinausgehen und auf Fragen hinzielen, welche diese und noch weitere Wissenschaften umfassen. Das ist nicht etwa ein Zufall, sondern ein getreuer Ausdruck von Bestrebungen, die unsere ganze Zeit erfüllen. Überall suchen die einzelnen Wissenschaften den Anschluß aneinander, überall prüft der Forscher, welchen Wert seine speziellen Resultate für die Beantwortung der allgemeinsten Fragen haben: kurz, alle Wissenschaften fangen an zu philosophieren. Nirgend ist dieser Drang nach prinzipieller Aufklärung so groß, wie gerade in der Biologie; ein Blick in ihre Literatur läßt überall das heiße Bemühen erkennen, Licht auf die Grundfragen ihrer Arbeit zu werfen.

Dabei ist es natürlich in erster Linie ihr Verhältnis zu den angrenzenden Wissenschaften, insbesondere den anorganischen Naturwissenschaften Chemie und Physik, was die Biologen beschäftigt, und die Gegensätze der Meinungen haben sich in Gestalt der Schlagworte *Vitalismus* und *Mechanismus*<sup>1)</sup> fixiert. Wie in allen solchen Fällen entsteht eine große Gefahr daraus, daß man einen mannigfaltigen Komplex der verschiedenartigsten Dinge nach einem einzigen seiner vielen Bestimmungsstücke benennt; in der Tat sehen wir auch, daß z. B. ein wohlbekannter Forscher sich selbst einen Mechanisten nennt, von den Mechanisten aber zu den Vitalisten gerechnet wird. Wenn ich versuche, die hier vorliegenden Fragen in meiner Weise zu behandeln, so möchte ich von vornherein ablehnen, mich zu einer dieser beiden Parteien zu schlagen; vielmehr will ich versuchen, auf möglichst allgemeiner Grundlage das Verhältnis der in Betracht kommenden Wissenschaften zu bestimmen.

Wenn man eine allgemeine Klassifikation der Wissenschaften



Erlebnisse horizontal, die der jeweils beachteten Summanden vertikal dargestellt ist.

So sehen Sie, daß einerseits die Mannigfaltigkeitslehre (unter welcher ich etwas verstehe, wovon die Mathematik oder *Größenlehre* nur ein Teil ist) die umfassendste und engste Wissenschaft ist, indem sie sich auf alle Erlebnisse erstreckt, von diesen aber nur eine einzige Seite (daß jedes nämlich ein unterscheidbares Objekt ist) in Betracht zieht, während umgekehrt die Psychologie die engste und umfassendste Wissenschaft ist, da sie sich nur auf die Erscheinungen bezieht, welche an die Existenz des menschlichen Gehirns (oder, wenn man es so lieber nennt, der menschlichen Seele) gebunden sind, hier aber sämtliche Summanden in Betracht zu ziehen bemüht ist. Man übersieht, daß in der von der Mannigfaltigkeitslehre ab gerechneten Reihenfolge jede nachfolgende Wissenschaft die vorangegangene zwar zur Voraussetzung hat, aber insofern über sie hinausgeht, als sie neue, in dieser noch nicht betrachtete Seiten oder Summanden bearbeitet und dadurch den Umfang enger macht, nämlich nur auf die mit jenem Summanden behafteten Gegenstände bezieht. So hat die Mathematik mit Mannigfaltigkeiten zu tun, aber nur mit solchen, welche eine *Größe* besitzen, und die Geometrie mit Größen, aber nur solchen, die außerdem die Eigenschaften des *Raumes* haben. Physik behandelt räumliche Objekte, insofern sich an ihnen die verschiedenen *Energiearten* bestätigen, Chemie solche physikalische Objekte, die durch *qualitative* Verschiedenheiten, abgesehen von den gleichzeitig anwesenden anderen Energien, gekennzeichnet sind. Die Biologie ist in diesem System die Lehre von solchen chemischen Objekten, welche einen *stationären Energiezustand*, d. h. Ernährung und Fortpflanzung aufweisen, und die Psychologie endlich betrifft die Lebewesen nur, insofern sie *geistige* Funktionen ausüben, wodurch sich alsbald praktisch eine fast vollständige Beschränkung auf die geistigen Funktionen des Menschen als die einzigen, von denen wir einigermaßen sichere Kenntnis haben, ergibt.

Es braucht kaum gesagt zu werden, daß diese Einteilung insofern willkürlich ist, als man zwischen die angegebenen Stufen