

**Aus baltischer Geistesarbeit.**  
Reden und Aufsätze  
neu herausgegeben vom Deutschen Verein in Livland.

---

---

X.

**Arthur von Dettingen.**

Ein Brief.

Die Eigenschaften des Wassers in ihrer  
Bedeutung für das Verständnis der  
Natur.

~~~~~  
Bippert & Co. (G. Pöpsche Buchdr.), Raumburg a. S.  
~~~~~

~~~~~  
**Gustav von Bunge.**

~~~~~  
**Vitalismus und Mechanismus.**



Riga  
Verlag von Jond & Poliewsky  
1909.

---

Alle Rechte vorbehalten.

---

## Einleitung.

Den ersten Band unserer Aufsatzsammlung „Aus baltischer Geisteswelt“ schmückt das Bildnis R. E. von Baers, ein Kopf von wunderbarer Plastik, fast erstarrt in festen Linien, die wie geprägte Runen rastloser Forschertätigkeit das edle Greisenantlitz durchfurchen. Aber aus diesem starren Bilde leuchtet im Schatten tiefer Höhlung unter buschigen Augenbrauen ein prachtvolles Auge, dessen fragend-suchender Blick mit gleicher Kraft nach innen wie nach außen gerichtet scheint.

Diese doppelte Blickrichtung ist es, die auch den beiden Forschern eigen ist, die im vorliegenden Heft zu Worte kommen sollen: dem Physiker Arthur von Dettingen und dem Physiologen Gustav von Bunge.

Nicht ohne Absicht sind diese Repräsentanten einer idealen Naturbetrachtung hier nebeneinandergestellt, ist es doch das Vorrecht der baltisch-deutschen Forschung auf diesem Gebiet gewesen, über dem Mechanismus der Vorgänge in der anorganischen und organischen Welt den ideellen Kern jener Erscheinungen nicht zu übersehen und damit den Beweis zu liefern, daß auch der Naturforscher nicht dazu verurteilt ist, einem bedingungslosen Materialismus zu huldigen.

Die gleichen physikalischen und chemischen Gesetze herrschen in der unbelebten und belebten Welt, aber es wäre ein voreiliger Schluß, wollten wir deshalb behaupten, daß beide Gebiete gleichen Wesens seien. Der Mechanismus hält an dieser Behauptung fest, während der Vitalismus den bescheideneren Standpunkt einnimmt und sich nicht anheischig macht, das Geheimnis der Lebenskraft oder der Aktivität restlos in physikalischen oder chemischen Formeln auszudrücken. Das hat Gustav von Bunge klar und deutlich in dem hier vorliegenden Vortrag

1\*

ausgesprochen, der 1874 in Dorpat gehalten wurde. Der greise Gelehrte R. E. von Baer, der dem Vortrag bewohnte, sprach dem Redner seine Zustimmung aus. Die heutige Naturwissenschaft zählt unter ihren vornehmsten Vertretern Anhänger des Vitalismus, und der verstorbene Philosoph E. von Hartmann prophezeite dieser Richtung, die noch vor einem Menschenalter als Kezerei an der exakten Wissenschaft galt, noch eine weitere Verbreitung. Somit steht Bunge bereits seit den ersten Anfängen seiner Lehrtätigkeit in der vordersten Reihe der Kämpfer gegen einen verflachenden Materialismus.

Auch Arthur von Dettingen hat niemals die Grenzen verkannt, die physisches und psychisches Geschehen trennen, ihm liegt der Gedanke völlig fern, den Gesetzen der mechanischen Energetik auch das Geistesleben des Menschen unterstellen zu wollen, wie das neuerdings von seinem Schüler Professor Ostwald versucht worden ist. Seine spekulative Natur neigt bei der vorwiegend mathematischen Begabung weniger zu anschaulicher, plastischer Darstellung, wie sie die Arbeiten Bunges auszeichnet, die begriffliche Formel steht für ihn im Vordergrund des Interesses. Daher sind seine wissenschaftlichen Arbeiten in erster Linie nur den Fachkreisen bekannt, während seine populären Vorträge durch die lebendigen Beziehungen zu allgemein menschlichen Fragen von hohem idealem Schwung, ja von fast jugendlichem Enthusiasmus befeelt sind, den sich der Gelehrte noch bis heute bewahrt hat.

Mag der Brief Arthur von Dettingens<sup>1)</sup> an einen Freund den Leser mit dem Manne näher bekannt machen, der über ein Menschenalter mitten in dem geistig regen Leben des alten Dorpat stand, der tätigen Anteil an jeder gemeinnützigen kulturellen Bestrebung nahm und dessen Herz auch noch in der Ferne warm und stark mit der Heimat und ihrem Schicksale empfindet.

#### Dr. R. von Engelhardt.

<sup>1)</sup> Arthur von Dettingen wurde als Sohn des livländischen Landrats und Landmarschalls Alexander von Dettingen und seiner Frau Helene (geb. von Knorring) am 16./28. März 1836 in Dorpat geboren, studierte, nachdem er die Schmidtsche Anstalt in Fellin absolviert hatte, 1852—55 Astronomie, von 1855—59 Physik. Nachdem er einige Jahre in Paris und Berlin studiert hatte, habilitierte er sich 1863 in Dorpat als Privatdozent und wurde 1867 ordentlicher Professor der Physik daselbst, in welcher Stellung er bis 1893 verblieb, siedelte dann nach Leipzig über, wo er als Honorarprofessor an der Universität noch heute tätig ist.

### Ein Brief Arthur von Dettingens.

Leipzig, den 8. Oktober 1908.

Verehrter Freund!

Du wünschst zu erfahren, wie ich in jungen Jahren zu einem Interesse für Physik gekommen bin und wie sich alsdann meine Berufsarbeit gestaltet hat. In einer Umgebung aufgewachsen, wo zwar viel Wissenschaftliches zur Sprache kam, kaum jemals aber Naturkunde, wußte ich blizwenig davon, als ich die Universität bezog. Mit einem stark ausgeprägten Sinn für Mathematik und voll Staunens über die beobachtende und rechnende Astronomie wandte ich mich dieser zu. Als ich alle astronomischen Fächer gehört hatte, verstand ich doch von Astronomie so gut wie gar nichts. Mädler war ein empirischer Vielwisser, aber nichts weniger als Lehrer. Die klaren Vorträge von Helming und Minding führten mich indes in die Mathematik ein, und bei Minding's analytischer Mechanik gewahrte ich, daß Physik, die ich für eine nur erklärende Wissenschaft gehalten hatte, in einer tiefgreifenden mathematischen Methode wurzelte. Leider konnte Kämß mir nichts bieten, da er in nutzlosen meteorologischen Rechnungen versank. Ich bin ihm nur dankbar für die Mahnung, „der Physiker solle Mathematik studieren, die Physik falle ihm nachher von selbst zu“. Dieser recht bequemen Auffassung entsprach auch das physikalische Institut, das kein einziges Meßinstrument besaß! Kurz vor dem Schlußexamen verschlang ich mit Entzücken Eisenlohrs „Physik“. Das Kandidatenexamen bestand aus dem ganzen großen Gebiet der höheren

Mathematik nebst kaum nennbaren Spuren von Physik. Ich verließ Dorpat nach fünf Jahren Studium, ohne einen physikalischen Apparat angefaßt zu haben! Nun erst hatte ich Physik aufzusuchen. Ich wandte mich leider nach Paris und dann nach Berlin, in der Hoffnung, hier höhere Standpunkte vertreten zu sehen; das war Täuschung; ich habe da viel Zeit verloren. Unter Anregung von Professor Paalzow schaffte ich mir in Berlin bald ein eigenes kleines Laboratorium an, mit den neuesten elektrischen Apparaten. Bei Kühnorf in Paris bestellte ich ein großes Induktorium, das erste große, das Funken von 40 cm Schlagweite gab. Ich war der erste, der Induktionselektrizität messend verfolgte und war bald so glücklich, ganz neue Tatsachen zu entdecken. Ich fand die negativ elektrischen Rückstände nach Entladung einer positiv geladenen Batterie. Eine Magisterschrift und eine zweite Abhandlung „pro venia legendi“ wurden hierbei reif.

Im Februar 1862 zurückgekehrt, meldete ich mich bald zum Magisterexamen, ein Ballast, der in schlimmster Weise den wissenschaftlichen Fortschritt in Rußland hemmt. Die ganze Fülle mathematischer Fächer, die schon im Kandidatexamen verlangt war, sollte ich noch einmal in derselben Ausführlichkeit beherrschen! Erst viel später wurden die Vorschriften fürs Magisterexamen verändert. Nun drohte mir zum dritten Male dasselbe Examen zum Doktorgrad! Man stelle sich diesen Unfug vor. Drei Jahre lang hatte ich mich mit hochinteressanten und schwierigen physikalischen Versuchen abgegeben, und immer wieder forderte man im Examen dieselben vielen Fächer, sogar Theorie der Gleichungen und Zahlentheorie! Aber partielle Differentialgleichungen, die vernünftigerweise allein zu fordern wären, fehlten, obwohl sie die weitesten Anwendungen in der Physik finden. Als ich mich 1865 zum Doktorexamen melden wollte, da erschien das neue Gesetz, demgemäß nur noch eine Doktorschrift einzuliefern und zu verteidigen war. So war ich denn der erste, der ohne Examen zum Doktor promovieren durfte.

Du fragst, lieber Freund, nach der „logischen Begründung“ meiner Schriften. Hier hast Du gleich ein Beispiel. Das physikalische Institut besaß kein Meßinstrument, nicht einmal ein gutes Thermometer. Ein solches wollte ich mir herstellen. Das geschieht bekanntlich durch

Kalibrieren und Korrigieren eines fertigen Thermometers. Alle Physiker kalibrierten damals, wie es immer hieß, „nach Bessels Methode“. Ich mußte sie mir aneignen. Bessel hatte nur ein Zahlenbeispiel gegeben. Als ich die entsprechende Theorie zu entwickeln begann, entdeckte ich einen groben Fehler des Verfahrens, das ganz falsche Resultate zur Folge haben mußte. Die von Bessel angegebene Rechnung ließ sich auf ein Viertel einschränken, der Fehler konnte vermieden werden; die Theorie lehrte aber auch, daß das ganze Verfahren durch andere einfachere ersetzbar sei. So entstand denn meine Doktorschrift: „Die Korrektur der Thermometer, insbesondere über Bessels Kalibriermethode“. Die Theorie ist sehr schwer zu verstehen, wie denn auch in meiner Promotion sich erwies, daß von den drei Opponenten nur Minding sie erfaßt hatte. Ich wundere mich, daß fortan niemand mehr Bessels Methode angewandt zu haben vorgab, denn eine große Verbreitung wird meine Schrift kaum gefunden haben.

Rämz wurde 1865 nach Petersburg berufen. Ich folgte ihm auf dem Katheder und erbt das öde Institut. Eine recht gute Teilmaschine war das einzige von Wert für praktische Arbeiten. Rämz hatte 24 Jahre lang nur meteorologisch gerechnet, ohne uns auch nur eine brauchbare Zahl hinterlassen zu haben, ja nicht einmal ein brauchbares meteorologisches Meßinstrument. Auch die Anstellung eines Assistenten hatte Rämz abgelehnt. Die Etatsumme des Instituts war gering und ich stand vor der Frage, wie das Institut zu heben wäre. Eins stand mir als erstes Ziel ganz fest vor Augen: die Physik mußte von Meteorologie und von Erdmagnetismus befreit werden. Zweitens galt es, Meßapparate zu beschaffen, insolgedessen dann drittens Praktikum und Kolloquium einzurichten möglich wäre.

Zur Befreiung von der Meteorologie schien mir der einzige berechtigte Weg in einer gründlichen Förderung und späteren Abtrennung zu bestehen. Daß mir dieser Plan in zehn Jahren vollständig geglückt ist, erfreut noch jetzt mein Herz. Ich danke allen, die mit dazu beigetragen haben, und erwarte, daß auch Du, lieber Freund, mein Verdienst würdigst und anerkennst. Es ist ja gar nicht leicht, sich einer Sache voll und ganz zu widmen mit dem Bewußtsein, sie abschütteln zu wollen! In meiner Wohnung hatte ich zuerst ein kleines meteorologisches Observatorium eingerichtet mit lauter guten

und berichtigten Instrumenten. Die Dorpater Naturforschergesellschaft übernahm den Druck der Beobachtungen und der Jahresberechnungen. Nach drei Jahren wandte ich mich an die Universität mit der Bitte, das Observatorium als Universitäts Sache anzuerkennen und einen Beobachter anzustellen. Im Jahre 1871 wurde Weyrauch als Dozent für Geophysik berufen. Als acht Jahrgänge Beobachtungen gedruckt vorlagen, ging die Universität ans Ministerium und es wurde eine Professur für Meteorologie und Erdmagnetismus gegründet, die Weyrauch 1876 erhielt. Der neue Etat des meteorologischen Observatoriums betrug jetzt mehr als das Doppelte des physikalischen, woraus man ersehen kann, unter welchen Opfern die Physik immer gestanden hatte. Jetzt aber war die Physik für alle Zeit von dieser ungeheuren Last befreit. Im Laufe dieser ersten zehn Jahre habe ich viel Meteorologie arbeiten müssen. Als letztes Resultat nenne ich Dir meinen Windkomponentenintegrator, den ich mit Hilfe unseres trefflichen Mechanikers Paul Schulze zustande brachte und der nun schon 32 Jahre in Tätigkeit ist. Nur eine kleine aber wichtige Änderung an ihm erwünsche ich heute: das Schalentreuz muß aus ganz leichtem Stoffe gearbeitet werden, damit das Trägheitsmoment möglichst klein sei.

Mittlerweile war das physikalische Kabinett mit den notwendigsten Meßapparaten versehen worden, so daß Praktikum und Kolloquium in vollem Gange waren. Auch andere Arbeiten waren geleistet. Im Jahre 1863 waren Helmholtz's Tonempfindungen erschienen, über die ich 1865 eine Vorlesung ankündigte. Mitten im Semester erkannte ich, daß der zweite Teil auf vollständig neuer Grundlage ausgearbeitet werden müsse. Mit Einwilligung von Rektor und Dekan schloß ich meine Vorlesung und bat meine Zuhörer, nach einem Jahre wiederzukommen. Ich konnte mein Versprechen halten. Ich trug meine neue Lehre vor demselben Zuhörerkreise vor, nachdem ich meine „Harmonielehre“ entworfen hatte. Im Sommer 1866 erschien mein „Harmoniesystem in dualer Entwicklung“ bei E. F. Karow.

Die folgenden Jahre waren ganz den beiden Instituten gewidmet; noch 1879 trat ich mit einem Fuße in der Meteorologie, sofern ich mir die Frage beantworten wollte, ob die Phänologie als Teil der Klimalehre faßbaren Gesetzen unterliege. So entstand das Büchlein: „Phäno-

logie der Dorpater Sigmoiden, zur Kritik phänologischer Beobachtungs- und Berechnungsmethoden“, Dorpat 1879.

Im Laufe der achtziger Jahre habe ich noch einige elektrische Studien veröffentlicht und eine viel Zeit erfordernde Arbeit über den Vorgang bei Gasexplosionen. Es gelang mir nach vielen vergeblichen Versuchen unter der Assistentz des emsigen und gewandten Stud. Fr. Blumbach eine vollständig befriedigende photographische Methode der Darstellung mittels des rotierenden Spiegels zu gewinnen.

Da ich als einziger Physiker an der Universität auch alle theoretischen Fächer vorzutragen hatte, gehörte auch die Wärmetheorie in mein Gebiet. Die Fakultät hatte mich beauftragt, Vorlesungen über die höhere Analysis für Chemiker zu halten, damit sie unter anderem auch der Wärmetheorie folgen könnten. Ich denke mit Vergnügen an diese Zeit zurück, wo ich in vierstündigem Kolleg die Differential- und Integralrechnung vortrug und die Zuhörer zu flottem Rechnen in diesem schönen Gebiete brachte. Ich darf mich eines vollständigen Erfolges rühmen. Meine Schüler konnten nun alle in der Wärmetheorie folgen. Doch gab es auch hier Schwierigkeiten. Die Theorie ermangelte einer sauberen Durcharbeitung. Ich nahm 1886 eine solche vor und veröffentlichte in den Mem. der Akad. v. St. Petersburg eine Abhandlung: „Thermodynamische Beziehungen, antithetisch entwickelt“. Die Antithesen einerseits und die systematische erschöpfende Darstellung aller möglichen Beziehungen andererseits gewährte dem Gedächtnis eine wertvolle Unterstützung. Hatte ich selbst früher die Schwierigkeit empfunden, die Formeln festzuhalten, so gewährte ich zu meiner großen Freude, daß jetzt auch meine Zuhörer die Lehre rasch erfaßten und im Gedächtnis behielten. Beiläufig sei erwähnt, daß die Antithesen darin bestehen, daß Wärme und Bewegung einerseits, Arbeit andererseits Gleichungen liefern, die einander durchweg parallel und entgegengesetzt sind, und wie die Arbeit durch Druck und Volumen sich darstellt, so die Wärme durch Temperatur und Entropie. Zu jeder Formel der Wärme gibt es eine der Mechanik, daher der Name „Thermomechanik“. Ich hoffe nun, verehrter Freund, daß auch diese Arbeit Dir „logisch begründet“ erscheinen wird.

Als ich 1893 aus meinem Amte entlassen wurde, siedelte ich nach Leipzig über, wo mein Freund Prof. Wilhelm Ostwald mir die Re-

daktion seiner Klassiker der exakten Wissenschaften angeboten hatte. Ein halbes Jahr war ich nun wieder Privatdozent und wurde 1894 zum ordentlichen Honorarprofessor ernannt ohne irgendeine Verpflichtung zu Vorträgen. Jetzt begann alsbald meine große Lexikonarbeit, die Fortsetzung von J. C. Poggendorffs biographisch-literarischem Handwörterbuch. Es wurde ein Band III schon im Jahre 1897 fertig, denn Dr. Feddersen hatte bereits drei Jahre lang vorgearbeitet. Für den Band IV aber gebrauchte ich die folgenden sieben Jahre. 1904 erschien das Werk, in dem ich 11 000 Biographien samt Literatur zusammengebracht hatte. Welch großes Opfer ich persönlich der Wissenschaft mit dieser Arbeit gebracht, kann nur der ermessen, der mitten in der praktischen Wissenschaft stehend, herausgerissen wird und nun nicht mehr imstande ist, der Gewohnheit und dem inneren Drange gemäß sich den Fortschritten der Wissenschaft zu widmen. Durfte ich doch zehn Jahre lang keine neue Arbeit ansehen und das geschah in einer Zeit, in der die Physik neue Bahnen betrat, ganz neue Teile der Physik auftauchten. Was alles an Röntgens Strahlen, an Herzsche Wellen, an Radioaktivität sich anschloß, bildet heute eine ganze große Bücherei, die jetzt nachträglich zu bearbeiten mir oft recht sauer wird, zumal da ich aller Hilfsmittel bar bin. In die mir freundlichst angebotenen hiesigen Institute zu gehen verbietet mir das vorgerückte Alter.

In dieser zehnjährigen Arbeitszeit, die so wenig erquicklich war, habe ich doch noch einige ältere Sachen fertig gebracht. Neben der Herausgabe von Ostwalds Klassikern habe ich noch Schriften veröffentlicht, worüber ich Dir ganz besonders eine „logische Begründung“ mitteilen möchte. Ich hatte einmal — es mochte etwa 1879 gewesen sein — als populären Vortrag, wie wir sie im Auftrage des Finanzministeriums in Dorpat hielten, technisch-geometrisches Zeichnen angefündigt. Nach einer der ersten Stunden trat ein junger Volksschullehrer K. an mich heran und in eigentümlich feierlicher wohlvorbereiteter Rede, deren Wortlaut mir sofort sich fest einprägte, sagte er: „Herr Professor, ich bin ein Sonntagskind und habe ein kurzes Gedärm. Was ich heute lerne, muß ich schon morgen meinen Schülern übergeben. Wenn ich eine Landschaft zeichne und will ein Boot am Ufer eines Gewässers hinmalen und ein zweites mitten auf dem Wasser, wie bestimme ich dann die Größe dieser beiden Boote?“ Diese höchst ver-

ständige Frage setzte mich, den Zeichenlehrer (!), in große Verlegenheit; ich hatte noch nie Perspektive getrieben. Ich versprach Herrn K. nach einiger Zeit Antwort zu erteilen. Ein kleines Büchlein über Perspektive genügte mir so weit, als ich dem Sonntagskinde Bescheid zu sagen hatte. Für mich aber erwuchs die Erkenntnis, daß sich noch viel Neues in dieser Lehre machen lassen werde, insbesondere durch Herbeiziehung von Steiners synthetischer Geometrie. Unabhängig von allen Lehrbüchern arbeitete ich ein neues System aus, das nun wieder antithetisch ausfiel. Das ist nun einmal mein Schicksal, daß die Zweifältigkeit den systematischen Halt gewährt; wie in der Harmonielehre, so in der Thermomechanik und auch in der Perspektive; ich bin mir bewußt, darin den Spuren unseres größten Geometers, Jakob Steiner, gefolgt zu sein. Meine Perspektive habe ich schon in Dorpat fünfmal umgearbeitet und habe ihr zum sechsten Male die Schlußgestalt gegeben im Sommer 1900. Es erschienen meine „Elemente des perspektivisch-geometrischen Zeichnens“ bei W. Engelmann 1901. Im Anschluß an diese brachte ich noch „Die perspektivischen Kreisbilder der Kegelschnitte“ 1906. Hier handelte es sich darum, die vielen schönen Eigenschaften der Kegelschnitte bildlich darzustellen. Ein Kreis in der Bildebene ist immer als Abbildung eines auf der Erde liegenden Kegelschnitts aufzufassen möglich. An solchem Kreise können daher alle Eigenschaften der Parabel, Ellipse und Hyperbel gezeigt werden, und man hat den doppelten Vorteil, die ganze Kurve vor sich zu haben und dazu kontinuierlich in einem Zuge mit dem Zirkel; auch hat man in der Zeichnung die unendlich fernen Punkte vor sich. Die Darstellung ist in hohem Grade amüsant und ich würde sie Dir empfehlen, wüßte ich nicht, wie gleichgültig Dir alles Mathematische von jeher gewesen ist. Noch zwei perspektivische Aufsätze erschienen in den Sitzungsberichten der Kön. Ges. d. Wiss. zu Leipzig: „Über eine Forderung der malerischen Perspektive vom mathematischen Standpunkte aus betrachtet“. Die Schlußseiten würden sogar Dich interessieren. Du weißt, daß ein Bild immer nur für das Auge in einem bestimmten Punkte gezeichnet ist, dem sogenannten Augenpunkt. In Museen und auch im Hause kann der Zuschauer meist diesen Ort nicht einnehmen, daher die sehr logische Aufgabe man sich stellen kann zu fragen: „Welche Gegenstände eines Bildes bleiben richtig erscheinend, auch wenn man den Augen-

punkt verläßt, und andererseits: welche Gebilde leiden dabei und werden mehr oder weniger verzerrt? Diese Untersuchung ist wieder ganz systematisch nach allen möglichen Richtungen hin durchgeführt. Bald darauf erschien eine zweite Abhandlung, die genau die entgegengesetzte Frage aufwarf: „Gesetzt der Beschauer nimmt den richtigen Standpunkt ein; welche Gebilde sind trotzdem schwer richtig aufzufassen und welche Hilfsmittel lassen sich denken?“

Schließlich erwähne ich noch einen Vortrag, den ich an Leibniz Todestage am 14. November 1906 gehalten habe: „Das Kausalgesetz“, abgedruckt in den Sitzungsberichten der Kön. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1906. Es galt hier die Begriffe „Ursache“ und „Wirkung“ genau festzustellen, verschiedene Arten der Betrachtung zu kennzeichnen und nachzuweisen, welcher großen Anteil Leibniz an der Klärung dieser Begriffe hatte.

Gegenwärtig befindet sich im Drucke ein Aufsatz über „Robert Mayers wissenschaftlichen Entwicklungsgang im Jahre 1841“. Die Legende, als habe Boggendorff die 1842 von Liebig in dessen Annalen gebrachte Arbeit abgelehnt, wird von mir widerlegt. Ich weise nach, daß die an Boggendorff gesandte Abhandlung eine ganz andere war und einer Aufnahme in die Annalen durchaus nicht wert war, eine Tatsache, die durch Mayers Selbstzeugnis vom Jahre 1863 erhärtet wird.

Du siehst, lieber Freund, ich bin nicht nur arbeitsfähig, sondern auch noch arbeitsfreudig, und obwohl ich keine offiziellen Verpflichtungen habe, halte ich doch noch einige Vorlesungen an der Universität, mit innerer Dankbarkeit gegen alle, die mir die Möglichkeit zu weiterer Arbeit gewährt haben.

Du fragst auch nach persönlichen Beziehungen, früher und jetzt. Laß mich darüber schweigen. Die Fremde kann nie die Heimat ersetzen, wenn auch, seit meinem Einzuge in Leipzig heute vor 15 Jahren, eine geraume Zeit vergangen ist. Viel schöne Stunden habe ich hier verlebt mit dem alten herrlichen Böhmling; auch zog ein Stück Heimat hier ein mit Dr. John Magawly. Beide teuren Freunde hat der Tod hinweggerafft und die Lücke ist unerseßlich. Freitags besuche ich oft unseren Stammtisch, an dem Künstler, Dichter, Schriftsteller und Beamte aller Art sich beteiligen. Die Anregung durch diese mitten im Leben

stehenden Männer und deren viele Beziehungen zur Kunst sind unschätzbar. Dem Herzen unentbehrlich ist aber der häusliche Friede und das Leben im Hause, wo der Verkehr mit Heimatsgenossen ohne Unterbrechung stattgehabt hat. Nicht minder warm als früher gestatten mir die heimatischen Zeitungen, die Fühlung mit allem Fortschritt und auch mit all den Sorgen der Heimat rege zu erhalten.

In alter Freundschaft

Dein

**Dr. Arthur von Dettingen.**

## Die Eigenschaften des Wassers, in ihrer Bedeutung für das Verständnis der Natur.

Von Arthur von Dettingen.

Vortrag,

gehalten im Leipziger Kaufmännischen Verein am 26. Oktober 1900.

H. W.! Jeder Bewohner unserer Muttererde sollte sich besinnen auf den Wert aller Güter, die ihn umgeben. Einen großen Teil dieser Güter bietet uns die Natur in Fülle. Wir atmen die Luft als Lebenselixier, ohne sie uns erst beschaffen zu müssen. Wird sie uns verdorben, so suchen wir Mittel zur Besserung, — oft mit viel Mühe und Opfern, ohne ganz unser erwünschtes Ziel zu erreichen. Es wird gewiß im Laufe des nach zwei Monaten beginnenden neuen Jahrhunderts dazu kommen, daß auch Leipzig sich einer reinen, gesunden Luft erfreuen wird, obwohl wir jetzt eben noch in einem recht traurigen Zustande verharren. Aber kommen wird die Zeit und zwar dann, wenn unsere Bürgerschaft zu einer entsprechenden Wertung dieses hohen Gutes, genannt reine Luft, gediehen sein wird.

Zu Leipzigs Ehre sei aber sofort gesagt, daß es mit der Wasserfrage ganz anders steht. Haben in alten Zeiten nicht ohne Grund die ersten Ansassen unseres Ortes sich zwischen den Ufern der Pleiße, Elster und Parthe angesiedelt, so sind wir doch heute nicht mehr wie damals von der Beschaffenheit ihres Wassers abhängig. Unsere vortreffliche Leitung liefert vorzügliches Wasser, ein Beweis dafür, daß unsere Be-

völkerung das Wasser in seiner Bedeutung für unser körperliches Gedeihen zu werten gewußt hat.

Solch eine Wertung können wir an vielen Stoffen vornehmen, wenn wir unser Leben fördern, inhaltsreicher, gesunder gestalten wollen.

In ganz anderem Sinne aber lassen sich noch Stoffen, die uns umgeben, Werte beimessen. Oft wird zu wenig über den Zusammenhang der Dinge nachgedacht; man nimmt sie gewohnheitsgemäß hin, wie sie sich uns darbieten und kümmert sich nicht um die Beziehungen, denen glückliche Verhältnisse zu verdanken sind.

Es gibt Stoffe in der Natur, denen wir die Möglichkeit unseres Lebens, ja das der ganzen organischen Welt verdanken, die das Leben nicht entbehren kann. In diesem einen Gedanken, in der Unentbehrlichkeit liegt schon eine Wertung, und wenn man Umschau hält, findet man keine geringe Zahl solcher Körper; unter diesen ganz besonders auch das Wasser.

Die Alten rechneten zu den vier Elementen das Wasser, allein für sie war es eigentlich mehr der philosophische Begriff des Flüssigen überhaupt. Die alten vier Elemente: Erde, Wasser, Luft und Feuer sind Symbole des Festen, Flüssigen, Gasförmigen und des Ätherischen oder des Warmen.

Heute fassen wir das Wort Element ganz anders. Unsere Elemente sind Grundstoffe, aus denen alle anderen, ja die ganze Welt zusammengesetzt ist.

Es sind aber nicht viele Elemente, die zum Aufbau der gesamten Pflanzen- und Tierwelt mitsamt dem Menschen hinreichen; es sind nur zwölf, die ich kurz nennen will, um von ihnen aus den Übergang zum Wasser zu finden. Diese zwölf Elemente werden Ihnen allen bekannt sein, es sind 1. die vier Gase: Wasserstoff = H, Sauerstoff = O, Stickstoff = N, Chlor = Cl; dann 2. die vier festen Körper: Schwefel = S, Phosphor = P, Kohle = C, Silicium = Si; endlich 3. die vier Metalle: Kalium = K, Natrium = Na, Calcium = Ca, Eisen = Fe.

Ist es nicht staunenerregend, daß die ganze Lebewelt aus diesen zwölf Elementen besteht; alle die feinen Organe, die zarten von Nerven durchsetzten Muskeln in kaum noch sichtbaren Beinchen kleinster Tiere bis zu den hohen Leistungen des Rückenmarkes und Gehirnes, diese

geistigem Handeln dienenden Gebilde, die oft von einer Zartheit und Kleinheit sind, daß man über ihre Leistungen staunen muß, sie alle bestehen aus jenen wenigen zwölf Elementen, deren jedes für sich uns so leblos, so öde und armselig in seinen Eigenschaften vorkommen würde, hätten wir nicht vor uns die Erfahrung, die uns den Erfolg und damit zugleich die Möglichkeit einer Wertung nahelegt.

Aus jenen zwölf Elementen lassen sich Millionen, ja Milliarden verschiedener Stoffverbindungen herstellen. Unter diesen nimmt das Wasser einen hohen Rang ein. Die ersten beiden vorhin genannten Elemente, H und O, bilden vereint jenen wunderbaren Körper, das Wasser.

Wasser als Verbindung von H und O ist ein verbrannter Körper. Fast überall, wo wir Feuer sehen, entsteht in der Flamme Wasser. Halten Sie ein kaltes gewöhnliches Messer einen Moment über die Flamme einer Kerze oder Öllampe und es ist sofort mit Wasser beschlagen. In wenigen Sekunden sammelt sich schon ein Tropfen an. Das Wasser als verbrannte Substanz ist arm an Energie, es birgt geringen Arbeitswert, im Gegensatz etwa zur Kohle, die überaus reich ist an Energie.

Die Wertung des Wassers muß sich auf etwas anderes zuspitzen als auf Arbeitsleistung. Es ist kein richtiger Ausdruck, wenn wir das Wasser in einer Wassermühle als Arbeitsquelle bezeichnen. Nicht der Stoff, sondern nur seine Schwere birgt Arbeitswert, daher jede andere flüssige Stoffart dasselbe leisten würde. Weiter wollen wir sogleich bemerken, daß das Wasser unseren Sinnesorganen charakterlos erscheint; es ist geruchlos, fade im Geschmack, weder süß noch bitter, weder sauer noch salzig. Durch oft ganz geringe Zutaten wird es schmackhaft. Alle diese uns und unserem Fühlen gegenüber negativen Eigenschaften stelle ich voran, um daran sofort die Bemerkung zu knüpfen, daß gerade die uns mangelhaft erscheinenden Eigenschaften dem Stoffe einen unermesslich hohen Wert sichern. Liegt denn die Überlegung nicht nahe, daß die Mehrzahl der Lebewesen im Wasser leben muß, und daß selbst in geringem Maße Beimengungen das Wasser unbewohnbar werden lassen. Das Wasser des Ozeans ist nicht gerade überreich an Salzen und doch können schon sehr viele Wassertiere nicht mehr darin ihr Leben fristen. Nach heutigem Stande der Wissenschaft möchte mancher sagen, die

Tierwelt habe sich so entwickelt und entwickeln müssen, daß sie das Wasser, das reine, nicht schmeckt. Allein es konnte sich gar keine andere Entwicklung gestalten, denn seit kurzem erst wissen wir von der Chemie, daß Wasser nicht Geschmack hervorrufen kann. Der Ausdruck, das reine Wasser schmeckt fade, ist genau genommen ein unrichtiger. Wir haben nämlich immer Salz auf der Zunge, merken das aber nicht, weil es ein beständiger Zustand ist. Reines Wasser nimmt diese Salze fort, und diesen nun fehlenden Geschmack empfinden wir als fade.

Das lenkt unsere Aufmerksamkeit sofort auf eine Eigenschaft, die wir hoch werten müssen. Das ist das Lösungsvermögen. Es gibt keine Flüssigkeit, die in höherem Maße fähig wäre, feste Stoffe in flüssige umzuwandeln und in sich aufzunehmen. Bedenken wir, daß unser Körper zum größten Teile aus Wasser besteht, daß wir zwar Nahrung in fester Form zu uns nehmen, aber nichts davon unserem Blut und durch das Blut den Organen des Körpers zuführen können, was nicht flüssig geworden ist, und daß neben wenigen anderen Stoffen es immer das Wasser ist, das entweder die nötige Verdünnung anderer Flüssigkeiten oder unmittelbar die Wirkung bedingt. Unsere Speisenzurichtung beruht auf seiner Verwendung. In der Technik, in allen Gewerben, zur Wahrung der Gesundheit, zur Erhaltung und Schaffung der Sauberkeit von Körper und Umgebung, draußen und drinnen, überall ist das Wasser unser treuer Freund, der Begleiter unseres Lebens, der Vermittler des Weltverkehrs.

Von all diesen landläufigen jedermann bekannten Beziehungen wollen wir — nach ihrer flüchtigen Erwähnung — heute absehen und unsere Aufgabe einschränken. Von den Eigenschaften, die bestimmend für die Gestaltung der Welt sind, wollen wir handeln.

Wir kennen das Wasser in drei Formen, wenn wir die vierte sogenannte gasförmige oder überkritische als unwesentlich unbeachtet lassen; wir kennen es in fester Form als Eis, in flüssiger als Wasser und in dampfförmiger Gestaltung als Wasserdampf.

Daß diese drei Formen auf der Erde möglich sind, ist schon von Bedeutung. Unsere Temperaturen bewegen sich nämlich in den Grenzen, die alle drei Formen zulassen.

Zwei Eigenschaften des Eises sind es, die besonders wichtig er-  
Arthur von Dettingen. — Gustav von Bunge.

scheinen. Erstens: seine Dichtigkeit. Es ist viel weniger dicht als Wasser, und wenn es schmilzt, sinkt sein Rauminhalt von 1000 Teilen auf 916. Von einem Kubikmeter Eis erhalten wir 916 Liter Wasser, es fehlen im Raume 84 Liter.

Und umgekehrt, wenn Wasser zu Eis gefriert, vergrößert es den Rauminhalt um rund 9%. Überlegen wir die Folgen dieses Umstandes. Erstens ist dadurch Eis auf Wasser schwimmend. Sieht man auf dem Ozean einen Eisberg über der Wasseroberfläche hervorragen, so kann man sicher sein, daß eine neunmal größere Masse Eis im Wasser untertaucht, denn die ganze Eismasse muß ebensoviel betragen, wie die des verdrängten Wassers.

Infolge der geringen Dichte bildet sich bei Frostwetter die schützende Eisdecke, die dem Getier des Wassers den flüssig bleibenden Grund wahr. Hätte das Eis eine größere Dichte als Wasser, so müßte es untersinken, und die Gewässer würden bis auf den Grund zufrieren. Nur wenig Lebewesen könnten solchen Zustand überdauern. Sehr wichtig erscheint zweitens die sprengende Kraft bei der Eisbildung. Das Regenwasser bringt in die Felsenspalten ein, kühlt in höheren Regionen ab, erstarrt, dehnt sich aus im Verhältnis von 100 zu 109 und sprengt die Felsen. Um sich annähernd diese Kraft vorzubilden, stelle man sich einen Eiswürfel von festen Wänden umgeben vor und versuche von oben her das Eis um 9% zusammenzudrücken. Die ungeheure dazu erforderliche Kraft ist gerade so groß, wie die vom harmlosen Wasserwürfel nach außen auftretende Kraft beim Erstarren. Die Erdgeschichte weiß viel von dieser Wirkung zu berichten. Ferner braucht das Eis sehr viel Wärme zum Schmelzen. Ein Gramm Eis mit ein Gramm Wasser von 80° vermischt gibt ein Gemisch Wasser von 0°. 80 Kalorien nennt man daher die Schmelzwärme des Wassers. Was ist im großen der Natur die Folge hiervon? Da wo Schnee und Eis vorhanden sind, geht das Schmelzen durch Sonnenstrahlung langsam vor sich. Wäre die Schmelzwärme kleiner, beträchtlich kleiner, so genügte eine geringe Wärmezufuhr zur Verflüssigung sehr großer Eismassen. Überschwemmungen wären die notwendige Folge. Richtiger gesagt, es wäre die Erde nicht unsere jetzige Erde, sie wäre viel stärker ausgewaschen; es läßt sich schlechtthin nicht ausdenken, wie ganz anders die Erdoberfläche sich gestaltet hätte.

Auch das Gefrieren des Wassers ginge rascher von statten. Dieser Umstand wäre von unberechenbarem Einfluß sowohl auf die Gestaltung der Erde als auf die Beschaffenheit des Wetters.

Endlich ist das Eis noch ein schlechter Wärmeleiter. Wenn wir uns einen Winterüberzieher anschaffen wollen, so wählen wir einen Stoff, der die Wärme schlecht leitet, um uns die vom Körper erzeugte Eigenwärme zu erhalten. Die Stoffe sind in dieser Hinsicht von sehr verschiedener Beschaffenheit. Es gibt schwere, glatte, die trotz ihrer Dichte sich kalt anfühlen. Wählen Sie nie solchen Stoff zum Paletot. Er enthält Zutaten, die nicht Wolle sind, vielleicht Baumwolle. Dagegen sind die leichten, dicken, lockeren Wollstoffe beim Anfühlen angenehm warm, weil sie die Wärme der Hand nicht ableiten. Diese Stoffe schützen gegen Kälte, wenn auch nicht immer gegen starken Wind. Ist letzteres aber gänzlich der Fall, so ist der Stoff ideal zu nennen. Solch einen Paletot aus dünnem, flockigem, leichtem, die Wärme nicht leitendem Stoff zieht unsere Erde alle Jahre in ihren kälteren Gebieten um beide Pole herum bis in die mittleren Breiten hinein und auf allen Gebirgen an. Die lockere Schneedecke ist ein so ideales Schutzmaterial, daß mein Freund, der jetzt verstorbene Professor Ludwig Schwarz, mir versicherte, er habe bei 40° Celsius Kälte in Sibirien die Nächte im Freien herrlich geschlafen, sich behaglich warm gefühlt, wenn er in seinen Bärenpelz gehüllt, sich unter frischen Schnee eingraben ließ. Freilich hat dieser Paletot allerhöchstens selbst 0°; oft ist er viel kälter als 0° und deshalb müssen wir noch eine Schutzdecke aus Wolle oder Pelzwerk unter dem Schnee gebrauchen. Die Pflanzenwelt aber begnügt sich mit der Temperatur 0° für den Winter, wenigstens tut das ein Teil von ihnen. Der bei weitem größere Teil verträgt diese niedrige Temperatur nicht, viele Pflanzen sterben sofort bei dem geringsten Frost. Solche Pflanzen überwintern wir mit Hilfe eines Schutzes aus Glas, und wenn die Glasdecke beschneit, so ist der darunter befindliche Raum gut vor Frost geschützt. Die Eigenwärme erhält sie warm.

Die Eisdecke der Gewässer ist ebenfalls ein Wärmeschutz für die Tierwelt. Selbst bei starker Kälte draußen erreicht das Eis nur eine mäßige Dicke. Das Schwimmen des Eises und seine schlechte Wärmeleitfähigkeit fördern also beide das Tierleben, doch ist ersteres wesent-

licher, weil sonst in höheren Breiten ein Tierleben im Wasser ersterben würde. Ja vielleicht hätten wir über die ganze Erde hin im Ozean festes Eis und eine nur dünne Wasserschicht an der Oberfläche in den heißen Zonen, wenn Eis nicht schwimmen könnte.

Das Eis, wo es vorhanden ist, hemmt den Lebensvorgang, auch einen der — in unserem Interesse gesprochen — schlimmsten; es hindert das Bakterienleben und den Fäulnisprozeß. Mammute liegen Jahrtausende wohl erhalten im Schoße der gefrorenen Erde. Die Fäulnis, die uns so oft als Symptom des Todes erscheint, ist tatsächlich ein gesteigerter, für die ganze Erde wertvoller Lebensvorgang. Er vermittelt den Zerfall aller gestorbenen Körper und bringt die Stoffe der Erde zurück, wodurch sie von neuem in den Dienst der Lebewesen treten, wieder unter Mithilfe des Wassers. Warum salzen wir Fleisch ein? weil Salz Wasser anzieht und der Fäulnis entgegenwirkt. Wir hemmen in unserem Interesse den sonst so wohlthätigen Naturvorgang, und wenden in unserem Interesse Eis zur Erhaltung der sonst der Fäulnis preisgegebenen Stoffe an. Doch geht dieses Verhalten schon über den Rahmen unseres Themas hinaus, da wir Industrie, Technik, Hygiene u. a. ausschließen und das Ganze und Große der Natur zu behandeln unternahmen.

Wenden wir uns nun den Eigenschaften des flüssigen Wassers zu. Das geschmolzene Eis wird zu Wasser von 0° und läßt sich erwärmen, bis es beim Sieden in Wasserdampf übergeht. Mit bloßem Auge kann ein aufmerksamer Beobachter sehen, daß bei der Erwärmung bis 100° das Wasser beträchtlich an Rauminhalt zugenommen hat. 100 Liter Wasser von 0° sind flüssig 104 Liter beim Sieden, 1000 Liter haben also um 40 Liter an Rauminhalt zugenommen. Aber das geschieht keineswegs gleichförmig, sondern so eigenartig, wie bei keiner anderen Flüssigkeit. Wenn ich von Temperaturgraden spreche, werde ich immer Grade des hundertteiligen oder Celsius-Thermometers angeben, da die Reaumur-Skala endlich einmal als schlechter Ballast fortgeworfen werden sollte. Ich fürchte indes, wir werden in Leipzig länger am Reaumur als an schlechter, schmutziger Luft leiden. Wir ähneln darin dem konservativen Engländer mit seiner widerwärtigen Fahrenheit-Skala. Dazu kommt, daß beide, der Baron Reaumur wie der Glaskünstler Fahrenheit, ihre Skalen mit solch einem Haufen von wissenschaftlichem Unsinn

in die Welt setzten, daß sie eine Würdigung, wie sie ihnen aus Gewohnheit zuteil wird, ganz und gar nicht verdienen, und dieser Unsinn wird nicht nur jetzt, sondern wurde schon damals, von Zeitgenossen, erkannt und gekennzeichnet. Wenn sonst einheitliches Maß angestrebt wird, warum nicht das 100teilige Thermometer, das vom Schweden Celsius im Jahre 1742 in schlechtesten Weise und wissenschaftlich einwurfsfrei angewandt wurde. Es gehört jetzt zum Maßsystem nach Gramm und Meter. Sollen wir angesichts des kommenden 20. Jahrhunderts fortfahren, Zimmer und Bäder nach Reaumur-, Fieber nach Celsiusgraden anzugeben?

Erwärmt man Wasser von 0° an, so bemerkt man zuerst eine Rauminverminderung, die zwar gering, aber doch merklich wird. Ich will Ihnen den Betrag wieder in Litern angeben. Gesezt, wir nehmen ein Kubikmeter oder 1000 Liter Wasser von 0° und erwärmen die ganze Masse, also unter Umrühren, auf 4°. Dann fehlt an den 1000 Litern  $\frac{1}{7}$  Liter. Das Wasser ist jetzt am dichtesten und kann bei gleichen Druckverhältnissen überhaupt nicht dichter sein. Erwärmen wir weiter, so nimmt der Rauminhalt wieder zu, und zwar ist er bei 8° wieder 1000 Liter geworden, das Wasser ist also bei 8° ebenso dicht, wie es bei 0° war. Diese unscheinbare Eigenschaft hat aber zur Folge, daß organisches Leben auf unserer Erde möglich wird. — Ohne diese Eigenschaft würden nämlich wieder alle Gewässer bei eintretender Kälte bis auf den Boden gefrieren, der ganze Ozean wäre weit kälter, und wie wir sahen, ganz zugefroren. Die größere Dichte bei 4° bewirkt, daß das Wasser an der Oberfläche der Gewässer sich abkühlt, dabei dichter wird, zu Boden sinkt, während weniger dichte, wärmere Massen an die Stelle treten. Das geht so fort, im Winter, bis das ganze Wasser 4° angenommen hat. Von jetzt an können an der Oberfläche Abkühlungen eintreten, ohne daß diese erkalteten Massen zu Boden sinken, denn sie erhalten sich über dem dichteren Wasser. Ja sie kühlen ab bis 0° und erstarren unter starker Ausdehnung. Unter der Eisdecke beobachtet man nach unten hin immer eine Zunahme von 0° bis 4°, und diese 4° herrschen bis auf den Grund des Gewässers. Im Salzwasser des Ozeans liegt der Punkt größter Dichte niedriger, immer aber tritt bei weiterer Abkühlung wieder eine Ausdehnung ein.

Die absolute Dichtigkeit des Wassers ist weit geringer als die der erdigen Stoffe. Die Folge davon ist die sogenannte schlemmende Eigenschaft des Wassers. — Größere und dichtere Körper fallen früh zu Boden, kleinere, wenn auch dichte, sehr langsam, daher die Feinheit des Sandes an Flußmündungen und die grobe Beschaffenheit in Gebirgsbächen. Das Schlemmen wird ja auch technisch mit Wasser betrieben.

Unsere ganze Erde besitzt im Verhältnis zu den festen Bestandteilen nur wenig Wasser. Das lehrt die durchschnittliche Dichte der ganzen Erde, sie ist  $5\frac{1}{2}$  mal die des Wassers. Es wurde schon erwähnt, daß das Wasser der Erde sich an ihrer Oberfläche befindet. Die Durchschnittstiefe der Ozeane beträgt nur einige Kilometer bei einem Erdradius von 6700 Kilometern.

Das Wasser im flüssigen Zustande ist der Träger und Vermittler alles Lebens. Schon in der Einleitung erwähnten wir seine auflösende Kraft, wodurch es der wesentliche Träger aller verdauenden Stoffe wird. — Wasser ist ein steter Begleiter fast aller Kristalle, die erst dann ihre Gestalt annehmen, wenn ihnen das erforderliche sogenannte Kristallwasser geboten ist. Das Leben hat im Wasser begonnen, in ihm haben die Gattungen und Arten immer neue Formen gewonnen bis zu den jetzt im Trockenen lebenden Pflanzen und Tieren, von denen indes keines ohne Wasser gedeiht.

Als glücklichen Zufall müssen wir es preisen, daß das Wasser zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  bei unserem Luftdruck flüssig ist. Es scheint wenigstens über eine gewisse noch unter  $100^{\circ}$  liegende Temperatur kein organisches Leben denkbar, und es läßt sich behaupten, daß, wenn der Schmelzpunkt des Eises höher läge, etwa bei  $60$  oder  $70^{\circ}$ , wo ja so manche feste Körper schmelzen, — daß dann auf der ganzen Erde es wahrscheinlich kein Leben geben würde. — Doch haftet diesen Gedanken eine gewisse Unsicherheit an.

Daß flüssiges Wasser die Wärme und die Elektrizität sehr schlecht leitet, sei nur vorübergehend erwähnt, obwohl auch hier manche wichtige Folgerung zu ziehen wäre.

Von größter Bedeutung für die gesamte Natur und alles Leben ist nun die Eigenschaft, bei jeder Temperatur den dampfförmigen Zustand anzunehmen, bei dem man von Wasserdampf spricht, — aber

nicht jene sichtbaren Nebel meint, sondern eine völlig unsichtbare Gasart, die sich mit der Luft gleichförmig mischt, ohne sich mit ihr chemisch zu verbinden. Je höher die Temperatur, um so dichter sind die Dämpfe. Bei jeder Temperatur kann ein gewisses Maximum erreicht werden, bei dem man den Raum „gesättigt“ nennt. Fehlt etwas an der Sättigung, so ist der Raum ungesättigt. Die Fassungsfähigkeit eines Raumes für Wasserdampf ist unabhängig von Beimengungen — wie Luft oder andere Gase — und hängt nur von der Temperatur ab. Wird aber durch weitere Dampfszufuhr ein Raum übersättigt, so geht der Stoff als Nebel oder Wolke in den flüssigen Zustand über.

Hält man die drei Zustände einander gegenüber, so ist nicht bloß in der Formart — fest, flüssig, dampfförmig — ein Unterschied vorhanden, sondern auch in hohem Maße in bezug auf ihren Inhalt an Energie oder Arbeitsfähigkeit.

Wärme ist eine Form der Energie. Sie kann unter gewissen Bedingungen in Arbeit umgesetzt werden.

Dem Eise muß Wärme zugeführt werden, — 80 Einheiten, damit es schmelze. Daraus folgt, daß ein Kilogramm Wasser von  $0^{\circ}$  viel mehr — nämlich 80 Kalorien — Wärme enthält, als ein Kilogramm Eis. — Will man ein Kilogramm Wasser gefrieren lassen, so muß man ihm diese ganze Energiemenge abführen. Wir sahen daher schon oben, daß, wenn die kalte Witterung beginnt, die Abkühlung aufgehalten wird dadurch, daß das Wasser, um zu gefrieren, wieder den ganzen Energieinhalt abgeben muß. Hierdurch wird eine bedeutende Ausgleichung der auf der Erde vorhandenen Gegensätze der Temperatur bedingt. Diese Gegensätze sind zwar vorhanden, sie wären aber unerträglich groß, wenn die Wasservermittlung fehlte. Soll aber ein Kilogramm Wasser in Dampfform übergehen, so nimmt es viel mehr Wärmeenergie in sich auf als beim Schmelzen, etwa 7 mal mehr. — Wo nun auf der Erde Dampf wieder in flüssige Form zurückkehrt, da muß diese große Energiemenge wieder dem Wasserdampfe abgenommen werden.

Nun bewirkt kalte Luft, die sich mit einer mit gesättigtem Dampf erfüllten Luft mischt, eine Abkühlung und infolgedessen eine Nebelbildung, d. h. eine Verflüssigung. Die kalte Luft wird dabei durch die freiwerdende Wärme erwärmt, so daß der ganze Vorgang in hohem

Grade verlangsamt wird. Es läßt sich berechnen, daß da, wo ohne Wassergehalt eine Luftvermischung eine Abkühlung von 20° erreichte, mit Wasserdampf kaum 1° Abkühlung eintritt. Wir werden alsbald sehen, eine wie wichtige Rolle dieser Umstand für die gesamte Natur spielt.

Daß die im Dampfe enthaltene Energie zu Arbeit verwandt werden kann, wurde Ende des 18. Jahrhunderts erkannt, — es war das Zeichen des Weltverkehrs und des Weltfortschritts im 19. Jahrhundert und der Dampf wird nicht von anderen Energieformen in dem kommenden 20. Jahrhundert verdrängt werden. Denn wenn dieses auch im Zeichen der Elektrizitätsenergie stehen wird, so darf nicht vergessen werden, daß es keine elektrischen Energievorräte in der Welt gibt; sie ist geweckt aus der Dampfenergie und diese stammt aus der Kohle, sobald diese selbst zu Kohlensäure und Wasser verbrennt. Auch die Kohle ist keine ursprüngliche Quellenergie, denn sie entstand aus Sonnenwärme durch Vermittlung von Wasser, das vor Millionen Jahren die Zersetzung der Stoffe ermöglichte. —

So überaus großartig die Rolle des Wassers in unserer Technik ist, wir lassen sie doch beiseite und wenden uns den größten Naturereignissen zu, bei denen das Wasser in allen drei Formarten seine charaktervolle Tätigkeit entwickelt. Lassen Sie uns flüchtig dieses Bild entwerfen, wobei alle spezifischen Eigenschaften des Wassers zur Geltung kommen.

Die Erde durchfliegt den Weltenraum. Sie sonnt sich von allen Seiten. Dabei erhalten ihre Pole wenig, ihre äquatorialen Teile viel Sonnenstrahlen. Die sich um ihre Achse wälzende Erde sehen wir, wie am Riesenglobus,  $\frac{3}{4}$  vom Ozean, die Pole mit Eis und Schnee bedeckt. Unausgeseht strahlt die Sonne auf die festen Massen der Erde und auf die Gewässer. Die festen Massen werden schneller warm, die flüssigen langsamer, denn die Sonnenenergie geht nur zum kleinen Teil in Wasserwärme über. Ein größerer Teil verbindet sich unter Dampfbildung und leistet Arbeit in zwiefacher Form: erstlich in Form von Dampf und zweitens in Form mechanischer Leistung, denn der Dampf wird gehoben, er entfernt sich vom Ozean, gelangt in die Luft in hohe Regionen. — Diese gehobenen Wasserdämpfe sind also doppelt reich an Energie.

Die warme dampferfüllte Luft steigt aber nicht nur empor, sondern muß auch polwärts abfließen und dichtere kältere Luft strömt von den Polen zum Äquator zurück. Dieses ist ein Teil des großen Kreislaufes, den die Sonne erregt, bekannt unter dem Namen der Winde. Während die nach dem Äquator wehenden Passatwinde trocken sind, führen polwärts die oberen Schichten feuchte Luft, die dadurch zu einer beträchtlichen Energiequelle für die gemäßigten und kalten Zonen wird.

Was für die Winde gesagt ist, gilt auch für die Wasser. Auch diese fließen in mächtigen warmen ozeanischen Strömen polwärts und werden in der Tiefe durch kalte Strömungen ersetzt. Dem Golfstrom verdanken wir hier das Vorwiegen des Meerklimas und dem oberen Passat die vielen Nebel und das mildfeuchte fruchtbare Wetter.

Aber die Wolken beharren nie in ihrem augenblicklichen Zustande. Entweder sie lösen sich wieder in unsichtbaren Dampf auf und feuchten die sonst trockene Luft an, oder es steigt der Niederschlag, bis Tropfen oder Schneeflocken niederfallen. Bei diesem Vorgang wird zwiefache Energie wieder zurückerhalten, die des gebildeten Dampfes und die des gehobenen Dampfes, denn Senkung ist Arbeitsgewinn, wenn Hebung Arbeitsleistung ist. Die ursprünglich von der Sonne stammende Energie kommt so der Erde und ihren Bewohnern in mannigfacher Weise zugute.

Erstlich ist es der Stoff selbst, das flüssige Wasser, das der Schwere folgend, immer zur Tiefe, also in den Ozean strebt, und das in keiner anderen Weise aufs Land gehoben werden kann. Die gesamte Bewässerung, das gesamte Wachstum ist dadurch ermöglicht. Die gesamte Kultur siedelt sich da an, wo sie Wasser findet. Man glaube nur nicht, daß es auch ohne Regen, mit Quellwasser ginge, denn Quellen sind nichts als eingedrungenes und später zutage tretendes Regenwasser. Wenn schon der Windmüller mit Sonnenenergie arbeitet — denn bewegte Luft ist aus Sonnenenergie entstanden —, so erst recht der Wassermüller, denn nur die Sonne hebt und sammelt ihm unausgeseht neue Massen vor seinen Damm. Ehe aber das Wasser an unsere Mühlen gelangt, hat es noch andere, großartige Naturarbeit verrichtet. Es hat in Gebirgshöhen sich in die Klippen und Felsenrisse gedrängt und hat bei der Erstarrung Felsen gesprengt. Es hat die

Erfaltung aufgehalten beim Erstarren, es hat bei Sonnenschein die rasche Erwärmung aufgehalten, doch aber im Laufe der Jahrtausende ganze Gebirgsstücke ins Meer befördert, es hat Berge geglättet, Täler ausgegraben, es hat fort und fort geschlemmt, hat Gestorbenes teils verwesen geholfen, teils fein sauber im Schlemmsande vergraben, so daß die alten Meeresgründe, auf denen wir jetzt wandeln, wie großartige Museen uns die Geschichte der Erdbildung vorführen. Es hat aber nicht nur Totes begraben, sondern noch viel mehr Leben gefördert. Und hier erwähnen wir noch eine Eigenschaft des Wassers. Es haftet gern an allen Stoffen, man sagt, es werde von diesen angezogen, allein solche Kräfte sind immer wechselseitig. Das Regen- und Quellwasser haftet an der Erde, es bildet einen wahren Speicher für alle Pflanzen und viele Tiere, die es einsaugen. Pflanzen in einem feuchten Boden können oft lange Zeit ohne neue Bewässerung gedeihen.

Trotz aller so weise erscheinenden Eigenheiten kommen allerdings häufig gar stürmische Ereignisse vor.

Auch unsere Länder sind nicht vor Überschwemmungen gesichert, und wir kennen auch hier jene Entsetzen und Staunen erregenden Wetter, bei denen, selbst in Sommerzeit, kein Blatt am Baume bleibt. All solche Unbill ist Folge von allzu großem Umsatz von Sonnenstrahlung in Wasserdampfenergie. Obwohl dieser Umsatz in so beträchtlichem Grade verlangsamt wird durch den großen Bedarf an Energiezufuhr beim Übergange aus dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand, so tritt doch zuweilen ein einseitiges Vorkwalten auf, die Vermischung fehlt und das Übersprudeln tritt ein. In vorhistorischen Zeiten sind Umwälzungen durch inneres Erdfeuer, inneren Wasserdampf und äußere Erscheinungen viel häufiger als jetzt vorgekommen, denn unsere Erde befindet sich in einem vorgeschrittenen Zustande der Abkühlung.

Fassen wir alles nochmals zusammen: In den dem organischen Leben erforderlichen Temperaturen bewegen sich die drei Formarten: Eis, Wasser, Dampf. Das Eis ist leicht, schwimmt, ist schlechter Wärmeleiter, schützt die Lebewesen im Wasser und auf dem Festlande. Es braucht viel Wärme zum Schmelzen, daher Verlangsamung der Prozesse beim Schmelzen und beim Gefrieren. Es ist ein Hemmer des Lebens.

Das Wasser, flüssig, ist dichter als Eis, viel weniger dicht als Erde, das Maximum der Dichte liegt bei 4°, wodurch organisches Leben möglich und gesichert ist. Es schlemmt und bildet die Erdrinde. Es zertrümmert die Felsen und schleppt die Gebirge ins Meer, es hat große auflösende Kraft, haftet an den meisten festen Stoffen, fördert alles Leben, ist ein schlechter Leiter von Wärme und Elektrizität.

Der Dampf hat geringe Dichte, starke Spannung, große Energie; daher findet eine Verlangsamung aller Vorgänge statt; er ist Arbeitsvermittler in der gesamten Technik, nimmt teil am Kreislauf der Luft, wird von der Sonne gehoben, spendet Wärme und sehr viel Energie aufs feste Land.

Die Philosophie scheint alle Untersuchung über die Welt, ihren Urgrund, ihre Ziele aufgegeben zu haben. Nachdem alle Teleologie einen gewaltigen Stoß erlitten hat durch die Entdeckung der Deszendenz aller Arten, gilt es für verpönt, noch Zweckmäßiges in der Natur anders zu verstehen, als im Sinne einer notwendigen Entwicklung. So richtig die Gedanken im Gebiete der organischen Welt sich zu gestalten schienen, so wollte der berühmte Karl Ernst von Baer doch noch eine Zielstrebigkeit der organischen Wesen aufstellen. Von einer solchen kann indes in der leblosen Welt nicht die Rede sein. Hier kann nur glücklicher Zufall oder gedachte Zweckmäßigkeit statthaben. Ein glücklicher Zufall wird in dem Maße unwahrscheinlicher, als die Verhältnisse häufiger sich zweckentsprechend zu gestalten scheinen. Nicht allein die vielen Eigenschaften des Wassers in allen drei Formarten, — auch die zwölf Elemente stellen ein teleologisches Material dar, das die Philosophie nicht unbeachtet liegen lassen sollte. Dabei handelt es sich in vielen Fällen nicht um geringfügige Einzelheiten, sondern um Sein und Nichtsein alles Lebens. Und da Leben mit geistigem Wesen verbunden ist, wie sollten wir berechtigt sein, das Geistige — also Göttliche — aus dem Uranfange unserer schönen Welt zu verbannen! Der Gottesbegriff ist auch ein Problem der Philosophie.

Das Wasser wird oft geschmäht. „Mit Wasser bleib mir ferne, das trink ich gar nicht gerne“, so singt der von seiner Umgebung verwöhnte junge Kulturmann, übersehend den Lebenswert eines Wassertrunkes in 1000 und aber 1000 Fällen. Er übersieht wohl auch, daß sein gepriesener Wein fast nur aus Wasser besteht.

Die Wunderwelt, die wir dem Wasser verdanken, haben die alten Schriftsteller oft gewürdigt. Besonders gedankenreich ist das Buch Hiob. Da finden wir Stellen, wie: „Wenn er das Wasser verschließt, so wird alles dürre“ und „Wasser wäscht Steine weg“. Dann wieder: „Er fasset das Wasser zusammen in seine Wolken“, „er hat dem Wasser ein Ziel gesetzt“. „Die Wolken haben das Wasser bei sich wie in einem Schlauch“ steht in einem Psalm, und Salomo der Weise sagt: „Ein gutes Gerücht aus fernen Landen ist wie kaltes Wasser einem Durstigen“. „Alle Wasser laufen ins Meer, noch wird das Meer nicht voller“, sagt der Prediger Salomo. Die Lösung dieses Rätsels wird ihm sicher nicht entgangen sein, doch fordert er den Leser zum Denken auf.

In großem Stile aber sehen wir den Dichterkönig Goethe das Wasser preisen. Im zweiten Teil des Faust bringt er uns in der klassischen Walpurgisnacht das wundersame Zwiegespräch, in dem einerseits Anaxagoras die mächtige Wirkung des Feuers verherrlicht, während Thales sich für das Wasser begeistert. Wenn jener begeistert ausruft: „Durch Feueerdunst kam dieser Fels zustanden“, antwortet dieser: „Im Feuchten ist Lebendiges entstanden“.

Dem Homunkulus, der entstehen möchte, ruft Proteus zu:

„Im weiten Meere mußt du anbeginnen!  
Da fängt man erst im kleinen an, . . .  
Man wächst so nach und nach heran  
Und bildet sich zu höherem Vollbringen.“

Goethe hat in diesen Worten die neue Lehre von der Entstehung der Arten angedeutet; das geht auch klar aus den Worten hervor, die nachher Thales, erregt und begeistert vom Anblick der Galatee, ausruft:

„Heil! Heil! Auf's neue  
Wie ich mich blühend freue  
Vom Schönen, Wahren durchdrungen,  
Alles ist aus dem Wasser entsprungen!  
Alles wird durch das Wasser erhalten!  
Ozean, gönn' uns dein ewiges Walten.  
Wenn du nicht Wolken sendetest,  
Nicht reiche Bäche spendetest,

Hin und her nicht Flüsse wendetest,  
Die Ströme nicht vollendetest,  
Was wären Gebirge, was Eben und Welt?  
Du bist's, der das frischeste Leben erhält.“

Und der Chor sämtlicher Kreise, der Tritonen, Nereiden, Sirenen und Doriden antwortet als Echo:

„Du bist's, dem das frischeste Leben entquell!“

des Festlandes aus dem Meere stammen und noch gegenwärtig im Begriff sind, sich allmählich der kochsalzarmen Umgebung anzupassen“. Somit fand die Darwinsche Deszendenzlehre auf dem Wege chemischer Untersuchung eine wesentliche Stütze.

2. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Milch, aus denen hervorgeht, daß die Milch der verschiedenen Säugetiere eine ganz verschiedene quantitative Zusammensetzung hat, die sich in wunderbarer Weise den Bedürfnissen der verschiedenen Säuglinge anpaßt. Daraus ergab sich der praktisch wichtige Schluß, daß man nicht die Menschenmilch durch die Kuhmilch ersetzen kann, daß die Mutterbrust unerseßlich sei.

3. Untersuchungen über die Assimilation des Eisens. In diesen Arbeiten wurde nachgewiesen, daß unsere Nahrung keine anorganischen Eisensalze enthält, sondern nur organische Eisenverbindungen, und daß in dieser Form das Eisen assimiliert und zur Bildung des roten Blutfarbstoffes verwertet wird. Ferner wurde nachgewiesen, daß der Säugling bei der Geburt einen großen Vorrat von organischen Eisenverbindungen in seinen Geweben aufgespeichert hat und dadurch imstande ist, mit der eisenarmen Milchmahlung zu wachsen.

4. Untersuchungen über die Atmung der Würmer. Es wurde der theoretisch sehr wichtige Nachweis geführt, daß die Eingeweidewürmer ohne Sauerstoff leben und tagelang die lebhaftesten Bewegungen ausführen.

5. Der Nachweis, daß der Kalk der einzige anorganische Nahrungstoff ist, an welchem Mangel in unserer Nahrung eintreten kann, und daß darauf eine große Gefahr bei vorherrschender Ernährung mit dem sehr kalkarmen Fleische und mit dem kalkfreien Zucker beruht.

6. Der Nachweis, daß die chronische Alkoholvergiftung der Vorfahren die Hauptursache der Degeneration unserer Rasse ist. Bunge hat im Laufe von zehn Jahren mit Hilfe von 200 Ärzten den Gesundheitszustand von 2500 Familien genau untersucht und festgestellt, daß die chronische Alkoholvergiftung der Väter die Hauptursache der zunehmenden Geisteskrankheiten, Nervenleiden, Tuberkulose und Zahnkaries ist, sowie der zunehmenden Unfähigkeit der Frauen, ihre Kinder zu stillen.

Eine genaue und vollständige Zusammenstellung aller einzelnen

## Gustav von Bunge.

Gustav von Bunge wurde am 7./19. Januar 1844 in Dorpat als Sohn des Botanikers Alexander von Bunge geboren. Er studierte in seiner Vaterstadt 1863—66 Medizin, wandte sich darauf dem Studium der Mathematik, Physik und Chemie zu und promovierte 1874 zum Dr. chem. Das medizinische Studium beendete Bunge erst später und wurde 1882 Dr. med. in Leipzig. Bereits 1874 wurde Bunge zum Dozenten der Physiologie in Dorpat und 1885 als ordentlicher Professor für das gleiche Fach nach Basel berufen, woselbst er noch gegenwärtig tätig ist.

Von Bunge's wissenschaftlichen Arbeiten sind die folgenden hervorzuheben:

1. Der Kochsalzgehalt der Knorpel und das „biogenetische Grundgesetz“. (Z. f. physiol. Chem. 28, 452. 1899.)

Die Frage nach dem Schicksal des Kochsalzes in unserem Organismus führt Bunge zu höchst interessanten ethnologischen Untersuchungen, die ihm die Theorie bestätigten, daß das Kochsalzbedürfnis unseres Organismus abhängig ist von unserer kalireichen vegetabilischen Nahrung, während die Völker, die sich nur von Fleisch nähren, das Bedürfnis nach Kochsalz nicht kennen. Dieses Gesetz erweitert sich zu einem biologischen von größtem Interesse: der Kochsalzreichtum der Gewebe ist bei den wirbellosen Tieren, die Meeresbewohner sind, größer als bei den Festlandbewohnern, bei denen wieder der Kochsalzgehalt der jugendlichen Gewebe größer ist als im Alter. Diese Tatsachen finden eine ungezwungene Erklärung nur in der Annahme, „daß die Wirbeltiere

Arbeiten findet sich in Boggendorffs Biographisch-literarischem Handwörterbuch.

Von zusammenfassenden Schriften Bunges seien hervorgehoben:

„Lehrbuch der Physiologie des Menschen“. Aufl. 2. Leipzig, Vogel, 1905.

„Lehrbuch der organischen Chemie in 17 Vorträgen für Mediziner“. Leipzig, Barth, 1906, und

„Die zunehmende Unfähigkeit der Frauen, ihre Kinder zu stillen“. Aufl. 6. München, Reinhardt, 1909. Übersetzt in 6 Sprachen.

Von populären Schriften Bunges seien erwähnt:

„Die Alkoholfrage“. Übersetzt in 18 Sprachen.

„Wider den Alkohol“. Gesammelte Reden.

„Alkoholvergiftung und Degeneration“. Aufl. 2. Leipzig, Barth, 1904.

## Vitalismus und Mechanismus.

### Ein Vortrag<sup>1)</sup>

von

Gustav von Bunge.

Hochgeehrte Versammlung!

Gestatten Sie mir, den Standpunkt Ihnen darzulegen, von dem aus ich die physiologische Forschung unserer Tage, ihre Ziele, ihre Aussichten für die Zukunft glaube beurteilen zu müssen.

Wir lesen es in tausend physiologischen Schriften und in der Einleitung zu jedem Lehrbuche der Physiologie, daß die physiologische Forschung nur die eine Aufgabe habe, die Lebenserscheinungen auf physikalische und chemische, d. h. also schließlich auf mechanische Gesetze zurückzuführen. Es wird als Trägheit und Gedankenlosigkeit bezeichnet, wenn noch heutzutage ein Physiologe, wie einst die „Vitalisten“, bei der Erklärung der Lebenserscheinungen zur Annahme einer besonderen „Lebenskraft“ seine Zuflucht nimmt.

Diesem Standpunkte kann ich in gewissem Sinne nur beistimmen, nämlich insofern, als mit einem Worte nichts erklärt wird. In diesem Sinne betrachte auch ich die Lebenskraft als die bequeme Lagerstätte, wo nach dem Ausspruche Kants „die Vernunft zur Ruhe gebracht wird auf dem Polster dunkler Qualitäten“.

<sup>1)</sup> Erschienen bei F. C. W. Vogel, Leipzig 1886. Dem Verleger sei für die freundliche Bewilligung des Abdrucks bestens gedankt. Die Herausgeber.

Arthur von Dettingen. — Gustav von Bunge.

Wenn aber die Gegner des Vitalismus behaupten, daß in den lebenden Wesen durchaus keine anderen Faktoren wirksam seien, als einzig und allein die Kräfte und Stoffe der unbelebten Natur, so muß ich diese Lehre bestreiten. Daß wir an den lebenden Wesen nichts anderes erkennen, das liegt doch offenbar nur an unserer Beschränktheit; es liegt einfach daran, daß wir zur Beobachtung der belebten und der unbelebten Natur immer nur ein und dieselben Sinnesorgane benutzen, welche gar nichts anderes perzipieren, als einen beschränkten Kreis von Bewegungsvorgängen. Eine Bewegung ist es, welche durch die Fasern der Sehnerven dem Gehirne zugeleitet, unserem Bewußtsein als Licht und Farbe sich ankündigt, eine Bewegung ist es, die durch Vermittlung der Gehörnerben unserem Bewußtsein als Schall erscheint, Bewegungen und nur Bewegungen veranlassen alle Geruchs- und Geschmack-, alle Temperatur- und Tastempfindungen. Wenigstens lehrt es so die Physik; es sind die Hypothesen, welche bisher als die fruchtbringendsten sich bewährt haben.

Zu erwarten, daß wir mit denselben Sinnen in der belebten Natur jemals etwas anderes entdecken könnten, als in der unbelebten — das wäre allerdings eine Gedankenlosigkeit.

Aber wir besitzen ja zur Beobachtung der belebten Natur einen Sinn mehr: es ist der innere Sinn zur Beobachtung der Zustände und Vorgänge des eigenen Bewußtseins. Daß auch diese im Grunde nur Bewegungsvorgänge seien, ist eine Lehre, die ich bestreiten muß. Es spricht dagegen schon die einfache Tatsache, daß die Zustände und Vorgänge in unserem Bewußtsein gar nicht alle räumlich geordnet sind. Räumlich geordnet ist nur, was in unser Bewußtsein einzog durch das Tor des Gesichtsinns, des Tastsinns und des „Muskel sinns“.<sup>1)</sup> Alle

<sup>1)</sup> Die Raumvorstellungen, welche mit den Gesicht- und Tastempfindungen verknüpft sind, werden vielleicht nur durch den komplizierten Muskelapparat vermittelt, welcher bei allen Funktionen der Gesicht- und Tastorgane mitspielt. Dasselbe gilt von den sogenannten „Gemeingefühlen“. Es sind vielleicht einzig und allein die sensiblen Fasern der Muskelnerven, deren Funktionen die Raumvorstellungen veranlassen. Diese Ansicht ist zuerst von Steinbuch (Beiträge zur Physiologie der Sinne, Nürnberg 1811) vertreten worden und von Joh. Müller (Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes, Leipzig 1826, S. 52) bekämpft, wie mir scheint, mit unhaltbaren Gründen. Joh. Müller war in der Lehre Kants vom Raume befangen, die mir gleichfalls unhaltbar scheint.

übrigen Sinnesempfindungen, alle Gefühle, Affekte, Triebe und eine unabsehbare Reihe von Vorstellungen sind niemals räumlich, sondern immer nur zeitlich geordnet. Von einem Mechanismus kann also gar nicht die Rede sein. Man könnte dagegen einwenden, das sei nur Schein, in Wirklichkeit seien auch diese Dinge räumlich geordnet. Aber dieser Einwand ist ganz unhaltbar. Anzunehmen, daß die Objekte unserer Sinneswahrnehmung in der Außenwelt räumlich geordnet seien, haben wir keinen anderen Grund als den, daß sie uns räumlich geordnet erscheinen, soweit wir dieselben durch Vermittlung des Tastsinns und Gesichtsinnes beobachten. Für die gesamte Welt des inneren Sinnes fällt selbst dieser Scheingrund fort; es ist gar kein Grund für eine solche Annahme vorhanden.

Also der tiefste, der unmittelbarste Einblick, den wir gewinnen in unser innerstes Wesen, zeigt uns etwas ganz anderes, zeigt uns Qualitäten der verschiedensten Art, zeigt uns Dinge, die nicht räumlich geordnet sind, zeigt uns Vorgänge, die nichts mit einem Mechanismus zu schaffen haben.

Die Gegner des Vitalismus, die Anhänger der mechanistischen Erklärung des Lebens pflegen gewöhnlich ihre Ansicht in der Weise zu begründen, daß sie sagen, je weiter die Physiologie fortschreite, desto mehr gelinge es, Erscheinungen, die man früher einer mystischen Lebenskraft glaubte zuschreiben zu müssen, auf physikalische und chemische Gesetze zurückzuführen; es sei also nur eine Frage der Zeit; es müsse schließlich gelingen, den Nachweis zu führen, daß der ganze Lebensprozeß nur ein komplizierter Bewegungsvorgang sei, einzig und allein beherrscht von den Kräften der unbelebten Natur.

Mir aber scheint es, daß die Geschichte der Physiologie genau das Gegenteil lehrt. Ich behaupte: Umgekehrt! Je eingehender, vielseitiger, gründlicher wir die Lebenserscheinungen zu erforschen streben, desto mehr kommen wir zur Einsicht, daß Vorgänge, die wir bereits geglaubt hatten, physikalisch und chemisch erklären zu können, weit entwickelterer Natur sind und vorläufig jeder mechanischen Erklärung spotten.

Wir haben z. B. geglaubt, die Erscheinungen der Resorption, der

Nahrungsaufnahme vom Darm aus zurückführen zu können auf die Gesetze der Diffusion und Endosmose. Heutzutage aber wissen wir, daß die Darmwand bei der Resorption sich nicht verhält wie eine tote Membran bei der Endosmose. Wir wissen, daß die Darmwand mit Epithelzellen bekleidet, und daß jede Epithelzelle ein Organismus für sich ist, ein lebendes Wesen mit äußerst verwickelten Funktionen; wir wissen, daß sie durch aktive Kontraktionen ihres Protoplasmaleibes die Nahrung aufnimmt in derselben rätselhaften Weise, die wir an den freilebenden einzelligen Tieren, den Amöben, den Rhizopoden beobachten. Am Darmepithel kaltblütiger Tiere sieht man es ganz deutlich, wie die Zellen Fortsätze ihres kontraktilen, nackten Protoplasmaleibes aussenden, Pseudopodien, welche die Fetttröpfchen der Nahrung ergreifen, dem Protoplasma einverleiben und weiter befördern in die Anfänge der Chylusbahnen. Neben diesen Funktionen der Epithelzellen beobachtet man bei Kalt- und Warmblütern noch eine andere Art der Fettaufnahme: die Lymphzellen wandern aus dem adenoiden Gewebe zwischen den Epithelzellen hindurch bis an die Oberfläche des Darmes, verschlucken dort die Fetttröpfchen und wandern mit dieser Beute beladen zurück in die Chylusräume.<sup>1)</sup> Solange diese aktiven Funktionen der Zellen unbekannt waren, blieb die Tatsache unverständlich, daß die Fetttröpfchen durch die Darmwand hindurch in die Chylusräume gelangten, nicht aber äußerst feinkörnige Pigmente, die man in den Darm brachte. Heutzutage wissen wir, daß diese Fähigkeit, bei der Nahrungsaufnahme eine Auswahl zu treffen, das Wertvolle sich einzuverleiben, das Wertlose oder gar Schädliche zurückzuweisen, allen einzelligen Wesen zukommt. Es sei mir gestattet, auf eine in dieser Hinsicht interessante Beobachtung näher einzugehen, welche Cienkowski<sup>2)</sup> an einer Amöbe, der *Vampyrella*, gemacht hat.

Die *Vampyrella Spirogyrae* ist eine mikroskopisch kleine, nackte, rötlich gefärbte Zelle, welche ganz strukturlos erscheint: Cienkowski

<sup>1)</sup> Eine Zusammenstellung der früheren Literatur über diesen Gegenstand mit eigenen Untersuchungen hat R. Wiedersheim mitgeteilt in der „Zeitschrift der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, gewidmet von der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B.“ Freiburg und Tübingen 1883. Vgl. auch Wiemer u. Schäfer in Pflügers Arch. Bd. 33, S. 513 u. 515. 1884.

<sup>2)</sup> V. Cienkowski, Beiträge zur Kenntnis der Monaden. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. I, S. 203. 1865.

konnte keinen Kern in ihr wahrnehmen und die feinen Körnchen in dem Protoplasma sind vielleicht nur Nahrungsreste. Dieser mikroskopisch kleine Protoplasmatropfen sucht sich unter allen Wasserpflanzen eine ganz bestimmte Algenart, die *Spirogyra*, aus und verschmäht jede andere Nahrung. Man sieht ihn Pseudopodien aussenden und auf den Konserven dahinkriechen, bis er auf eine *Spirogyra* trifft. Dann setzt er sich an die Zellulosewandung einer ihrer Zellen an, löst sie an der Berührungsstelle auf und saugt den Inhalt in sich hinein, wandert darauf weiter zur nächsten Zelle und wiederholt dasselbe Manöver. Nie sah Cienkowski die *Vampyrella* andere Algen angreifen oder irgendwelche andere Stoffe aufnehmen; *Baucherien*, *Ödogonien*, die er ihr absichtlich vorlegte, verschmähte sie stets. An einer anderen Monade, der *Colpodella pugnax*, beobachtete Cienkowski, daß sie sich ausschließlich von der *Chlamydomonas* nährt: sie „sticht die *Chlamydomonas* an, saugt das heraustretende Chlorophyll und läuft davon“. „Das Verhalten dieser Monaden“ — sagt Cienkowski — „bei Aufsuchen und Aufnahme der Nahrung ist so merkwürdig, daß man Handlungen bewußter Wesen vor sich zu sehen glaubt.“

Wenn diese Fähigkeit der Nahrungsauswahl den einfachsten Zellen, dem formlosen, strukturlosen Protoplasmatropfen zukommt — warum nicht auch den Epithelzellen unseres Darmes. Wie die *Vampyrella* unter allen Wasserpflanzen die *Spirogyra* herausfindet, so unterscheiden auch die Epithelzellen unseres Darmes die Fetttröpfchen von den Farbstoffkörnchen. Wir wissen, daß die Epithelzellen des Darmes eine ganze Reihe von Giften niemals hindurchlassen, obgleich dieselben im Magen- und Darmsafte ganz leicht löslich sind. Wir wissen sogar, daß, wenn wir diese Gifte direkt ins Blut injizieren, sie umgekehrt durch die Darmwand ausgeschieden werden und daß hierbei wahrscheinlich wiederum die Lymphzellen eine aktive Rolle spielen.

Auch die Resorption der in Wasser löslichen Nahrungsstoffe läßt sich vorläufig aus den Gesetzen der Diffusion und Endosmose nicht erklären. Wir wissen aus den Arbeiten Ludwigs und seiner Schüler, daß der gesamte Strom der wässerigen Lösungen vom Darne aus immer nur den einen Weg zum Herzen einschlägt, den Weg durch die Pfortader und die Leber, niemals den anderen Weg, durch den Ductus thoracicus. Der Zweck dieser Erscheinung ist leicht zu erkennen: die

resorbierten Stoffe müssen in der Leber einem Assimilationsprozesse unterworfen werden, bevor sie dem allgemeinen Blutstrom sich beimischen; der Zucker muß bei reichlicher Zufuhr vom Darm aus in der Leber als Glykogen aufgespeichert werden, um bei später eintretendem Mangel allmählich dem Blute wieder zuzufließen. Der Grund dieser Erscheinung aber ist gar nicht einzusehen; auf die Gesetze der Endosmose läßt sie sich vorläufig nicht zurückführen. Es scheint, daß auch bei der Aufnahme der in Wasser gelösten Nahrungsstoffe die Lymphzellen eine aktive Rolle spielen. Für die Peptone ist dieses durch die Untersuchungen Hofmeisters<sup>1)</sup> bereits nachgewiesen.

Auch die Funktionen der Drüsen, die Vorgänge der Sekretion hatten wir bereits geglaubt auf die Gesetze der Endosmose zurückführen zu können. Jetzt wissen wir, daß auch hier die Epithelzellen eine aktive Rolle spielen. Auch hier dieselbe räthelhafte Fähigkeit, eine Auswahl zu treffen, gewisse Stoffe aus dem Blute aufzunehmen, andere zurückzuweisen, das aufgenommene Material durch Spaltungen und Synthesen umzuwandeln und von den gebildeten Produkten gewisse, ganz bestimmte in die Anfänge der Ausführungsgänge zu befördern, andere zurückzusenden in die Lymph- und Blutbahn. Nichts von Diffusion und Endosmose!

Und dieselben räthelhaften Fähigkeiten wie die Epithelzellen des Darmes und der Drüsen, wie die Lymphzellen besitzen alle Zellen unserer Gewebe. Denken wir an die Entwicklung unseres Organismus: durch fortgesetzte Teilung aus einer einzigen Eizelle gehen alle Gewebeelemente hervor und in dem Maße, als die Zellen sich durch Teilung vermehren, differenzieren sie sich nach dem Prinzip der Arbeitsteilung: jede Zelle erlangt die Fähigkeit, gewisse Stoffe abzuscheiden, andere anzuziehen und aufzuspeichern und damit die Zusammensetzung anzunehmen, deren sie zur Verrichtung ihrer Funktionen bedarf.<sup>2)</sup> An eine chemische Erklärung dieser Erscheinungen ist gar nicht zu denken.

Ebenso wenig wie in der Physiologie des Stoffwechsels ist es bisher

<sup>1)</sup> Franz Hofmeister, Untersuchungen über Resorption und Assimilation der Nährstoffe. Archiv f. experimentelle Pathol. und Pharmakol. Bd. XIX. 1885.

<sup>2)</sup> Vgl. meine Abhandlung „Über das Verhalten der Kalisalze im Blute“, Zeitschrift f. physiologische Chemie. Bd. III, S. 63. 1879.

in den übrigen Teilen der Physiologie gelungen, irgendwelche Lebenserscheinungen auf physikalische und chemische Gesetze zurückzuführen.

Wir haben geglaubt, die Funktionen der Muskeln und Nerven auf die Gesetze der Elektrizität zurückführen zu können und müssen jetzt bekennen, daß elektrische Vorgänge im lebenden Organismus bisher mit Sicherheit nur an einigen Fischen beobachtet sind und daß, selbst wenn sich elektrische Muskel- und Nervenströme mit aller Exaktheit nachweisen ließen, damit dennoch für die Erklärung der Muskel- und Nervenfunktionen noch herzlich wenig gewonnen wäre.

Sie werden nun vielleicht denken — die Physiologie der Sinne! Das ist doch das exakteste Gebiet. Da haben wir doch physikalische Erklärungen! — Es ist wahr, das Auge ist ein physikalischer Apparat, ein optischer Apparat, eine Camera obscura. Das Netzhautbild kommt im Augenhintergrunde zustande nach denselben unwandelbaren Gesetzen der Refraktion, wie das Bild auf der Platte des Photographen. Aber — das ist ja gar keine Lebenserscheinung. Das Auge ist dabei ja absolut passiv. Das Netzhautbild kommt ja auch zustande am ausgeschnittenen, am toten Auge. — Eine Lebenserscheinung ist die Entwicklung des Auges! Wie kommt dieser komplizierte optische Apparat zustande? Warum fügen die Zellen der Gewebe sich aneinander zu diesem wundervollen Bau!? Das ist das große Räthsel, zu dessen Lösung bisher auch nicht einmal der erste Schritt getan ist. Ja, die Succession der Entwicklungsstadien, die läßt sich beobachten und beschreiben; aber das Warum, der Kausalzusammenhang — darüber wissen wir absolut nichts. Eine Lebenserscheinung sind die Akkommodationsvorgänge am Auge. — Da haben wir wiederum Muskel- und Nervenfunktionen, wieder die alten, ungelösten Räthsel. Dasselbe gilt von den übrigen Sinnesorganen. Was sich physikalisch erklären läßt, das sind Vorgänge, bei denen die betreffenden Organe absolut passiv in Mitschwingungen versetzt werden durch die von außen in sie eindringenden Bewegungsvorgänge.

Und dasselbe gilt von allen übrigen Kapiteln der Physiologie. Wir haben geglaubt, die Erscheinungen der Blutzirkulation zurückführen zu können auf die Gesetze der Hydrostatik und Hydrodynamik. Nun ja! Das Blut folgt den Gesetzen der Hydrodynamik. Aber das Blut ist bei der Bewegung absolut passiv. Die aktiven Funktionen des

Herzens und der Gefäßmuskeln hat noch niemand physikalisch zu erklären vermocht.

Ich behaupte: alle Vorgänge in unserem Organismus, die sich mechanistisch erklären lassen, sind ebensowenig Lebenserscheinungen, wie die Bewegung der Blätter und Zweige am Baume, der vom Sturme gerüttelt wird, oder wie die Bewegung des Blütenstaubes, den der Wind hinüberweht von der männlichen Pappel zur weiblichen. Hier haben wir einen Bewegungsvorgang, der für den Lebensprozeß unentbehrlich ist. Und dennoch wird niemand ihn für eine Lebenserscheinung halten einfach aus dem Grunde, weil der Blütenstaub bei der Bewegung sich passiv verhält. — Ob aber die lebendige Kraft der bewegten Luft die Bewegungsursache bildet oder das Sonnenlicht, aus welchem die Luftbewegung entsteht, oder chemische Spannkraft, in welche das Sonnenlicht sich umgesetzt hat — das ändert am Wesen der Sache nichts.

In der Aktivität — da steckt das Rätsel des Lebens<sup>1)</sup> drin. Den Begriff der Aktivität aber haben wir nicht aus der Sinneswahrnehmung geschöpft, sondern aus der Selbstbeobachtung, aus der Beobachtung des Willens, wie er in unser Bewußtsein tritt, wie er dem inneren Sinn sich offenbart. Und wenn nun dieses selbe Ding den äußeren Sinnen begegnet, so erkennen wir es nicht wieder. Wir sehen wohl, was drum und dran ist — die Bewegungsvorgänge —. Aber den Kern — den sehen wir nicht. Es fehlt uns dafür das Perzeptionsorgan. Wir können ihn nur hypothetisch annehmen und das tun wir, wenn wir von „aktiven Bewegungen“ reden. Das tut jeder Physiologe; er kann diesen Begriff nicht entbehren. Das ist der erste Versuch einer psychologischen Erklärung aller Lebenserscheinungen. Wir übertragen das aus dem eigenen Bewußtsein Geschöpfte auf die Objekte unserer Sinneswahrnehmung, auf die Organe, die Gewebelemente, auf jede kleine Zelle.

Wenn es also scheint, daß mit alleiniger Hilfe der Physik und Chemie wir die Lebenserscheinungen nicht zu erklären vermögen, so fragt

<sup>1)</sup> Aktivität und Leben sind vielleicht nur zwei Worte für denselben Begriff oder vielmehr zwei Worte, mit denen wir keinen klaren Begriff verbinden. Und dennoch sind wir gezwungen, beständig mit diesen unklaren Begriffen zu operieren. Hier ist der Punkt, wo sich die schwierigsten Probleme berühren, an denen alle Denker gescheitert sind.

es sich nur noch: was haben wir von den übrigen Hilfswissenschaften der Physiologie, was haben wir von den morphologischen Disziplinen, der Anatomie, der Histologie zu erwarten?

Ich behaupte, auch diese werden uns vorläufig der Lösung dieser Rätsel nicht näher bringen. Denn wenn wir mit Hilfe des Skalpell und des Mikroskops die Organismen zerlegt haben bis auf die letzten Elemente, wenn wir schließlich angelangt sind bei der einfachsten Zelle — dann liegt das größte Rätsel noch vor uns. Die einfachste Zelle, der formlose, strukturlose, mikroskopisch kleine Protoplasmatropfen — er zeigt noch alle wesentlichen Funktionen des Lebens: Ernährung, Wachstum, Fortpflanzung, Bewegung, Empfindung — ja, selbst Funktionen, welche das „Sensorium“, das Seelenleben der höheren Tiere wenigstens ersetzen. Ich erinnere nochmals an die Beobachtungen an der Vampyrella, möchte mir aber erlauben, auf die noch auffallenderen Erscheinungen näher einzugehen, welche Engelmann an den Arcellen beobachtet hat.<sup>1)</sup>

Die Arcellen sind gleichfalls einzellige Wesen, aber insofern komplizierter wie die Vampyrella, als sie Kerne haben und eine Schale absondern. Diese Schale hat eine konvex-konkave Form. In der Mitte der konkaven Seite der Schale befindet sich eine Öffnung, aus welcher die Pseudopodien hervortreten und am Rande der Schale als glashelle Protuberanzen zum Vorschein kommen. Bringt man einen Wassertropfen, der Arcellen enthält, unter das Mikroskop, so trifft es sich häufig, daß eine der Arcellen sozusagen auf den Rücken fällt, d. h. mit der konvexen Fläche die Unterlage berührt, so daß die am Rande der Schale hervortretenden Pseudopodien nirgendwo einen Anhaltspunkt finden. Dann sieht man an der einen Seite in der Nähe des Randes in dem Protoplasma Gasblasen entstehen; diese Seite wird spezifisch leichter, sie hebt sich; das Tier kommt auf den gegenüberliegenden scharfen Rand zu stehen. Jetzt gelingt es ihm mit den Pseudopodien an die Unterlage sich anzuhängen und umzukehren, so daß alle am Rande hervortretenden Pseudopodien die Unterlage berühren. Jetzt werden die Gasblasen eingezogen und das Tier kriecht dahin. — Bringt

<sup>1)</sup> Th. W. Engelmann, Beiträge zur Physiologie des Protoplasma. Pflügers Archiv. Bd. II, S. 307. 1869.

man einen Tropfen mit Arcellen an die untere Fläche des Deckgläschens der Gaskammer, so sammeln sie sich zunächst, der Schwere folgend, an der unteren Fläche des Tropfens. Finden sie hier keinen Anhaltspunkt, so entwickeln sie große Gasblasen, durch welche das ganze Tier spezifisch leichter wird als das Wasser und steigen in dem Wassertropfen empor. Kommen sie oben an der Glasfläche in einer solchen Stellung an, daß sie nicht Fuß fassen können, so werden die Gasblasen an der einen Seite verkleinert oder an der anderen vergrößert, bisweilen auch gleichzeitig an der einen verkleinert und an der anderen vergrößert, bis die Tiere mit dem Rande der Schale die Glasfläche berühren und sich umkehren können. Sobald dieses erreicht ist, sieht man die Gasblasen verschwinden; das Tier kann nun auf der Glasfläche kriechend sich fortbewegen. Macht man sie durch vorsichtige Berührung mit einer feinen Nadel von der Oberfläche los, so fallen sie zunächst wieder zur unteren Fläche des Tropfens hinab, entwickeln dann aber aufs neue Gasblasen, steigen empor und so fort. Und wie man sich auch bemühe, sie in eine unbequeme Lage zu bringen, immer wissen sie durch Entwicklung von Gasblasen an der entsprechenden Stelle von der entsprechenden Größe sich in die zur Fortbewegung geeignete Lage zurückzusetzen. Sobald dieser Zweck erreicht ist, verschwinden stets wieder die Bläschen. „Man kann nicht leugnen“ — sagt Engelmann — „daß diese Tatsachen auf psychische Prozesse im Protoplasma deuten.“

Ob diese Auffassung Engelmanns berechtigt ist oder nicht — das wage ich nicht zu entscheiden. Ich gebe sogar unbedingt die Möglichkeit zu, daß diese Erscheinungen einst eine reine mechanische Erklärung finden werden. Ich habe diese Tatsachen nur angeführt, um zu zeigen, mit wie verwickelten Lebenserscheinungen wir es selbst da noch zu tun haben, wo die mikroskopische Forschung bereits an der Grenze angelangt ist, und wie wenig es bisher gelungen, irgendwelche Lebenserscheinungen mechanisch zu erklären. Denn wenigstens ebenso verwickelt, wie die Vorgänge in diesen einzelligen Wesen, sind die Vorgänge in jeder Zelle unseres Körpers. Jede der unzähligen, mikroskopisch kleinen Zellen, die unseren komplizierten Organismus zusammensetzen — sie ist ein Wunderbau, ein Mikrokosmos, eine Welt für sich.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß mit einem „Samentierchen“,

dieser kleinen Zelle, von welcher fünfhundert Millionen kaum den Raum einer Kubiklinie ausfüllen, alle körperlichen und geistigen Eigentümlichkeiten vom Vater auf den Sohn sich vererben, ja, mit Auslassung des Sohnes wiederum durch eine kleine Zelle auf den Großsohn. Wenn das wirklich ein rein mechanischer Prozeß ist — wie unendlich wunderbar muß der Aufbau der Atome, wie unendlich verwickelt das Spiel der Kräfte, wie unendlich kompliziert müssen die mannigfachen Bewegungen in dieser kleinen Zelle sein, welche allen späteren Bewegungen und der Entwicklung durch Generationen hindurch ihre Richtung vorschreiben! Und wie wird vollends dieser kleine Bau zum Träger der Seelenerscheinungen!? Hier lassen Physik, Chemie und Anatomie völlig im Stich.

Wohl mag noch manches Jahrtausend dahinziehen über die Generationen des Menschengeschlechts, es mag noch manche Denkerstirn sich furchen und manche eiserne Arbeitskraft erlahmen, bevor auch nur der erste Schritt zur Lösung dieser Rätsel getan ist. — — Ebenjowohl aber ist es denkbar, daß mit einem Schlage Licht über dieses Dunkel verbreitet wird. — Sie würden mich mißverstehen, wenn Sie meine Auseinandersetzung so auslegen wollten, als bildete ich mir ein, eine für die Wissenschaft unübersteigbare Schranke im voraus zu erkennen. Nein! Die Wissenschaft — sie schreitet vor keiner selbstgesteckten Grenze zurück. Die Wissenschaft wird immer kühnere Fragen stellen und immer sichrere Antworten finden. Nichts kann sie aufhalten in ihrem Siegeslauf. — Selbst die Beschränktheit unserer Geistesgaben vermag es nicht! Auch diese sind einer Vervollkommnung fähig. Daß die fortschreitende Entwicklung und Veredelung, welche das gesamte organische Leben auf unserem Planeten bewegt, mit dem Auftreten unseres Geschlechts ihren Abschluß gefunden habe — dafür ist auch nicht der leiseste Vernunftgrund vorhanden. Es hat die Zeit gegeben, wo verständnislos im Urmeer umherwimmelnde Infusorien die einzigen empfindenden Wesen auf diesem Planeten waren, und es wird die Zeit kommen, wo ein Geschlecht unsere Erde beherrscht, welches uns in seinen geistigen Gaben ebenso hoch überragen wird, wie wir mit unserem Verstande den Infusorien überlegen sind, die als erste Bewohner unseres Planeten das Urmeer belebten. — Der Fortschritt der Wissenschaft aber ist unbegrenzt.

Wir müssen also unbedingt die Möglichkeit zugeben, daß die Hindernisse und Schwierigkeiten, die gegenwärtig noch bergehoch sich aufstürmen vor der physiologischen Forschung, schließlich doch können überwunden werden. — Im Augenblick aber ist es gar nicht abzusehen, wie wir mit alleiniger Hilfe der Physik, Chemie und Anatomie einen wesentlichen Schritt weiter gelangen sollen. In der kleinsten Zelle — da stecken schon alle Rätsel des Lebens drin und bei der Erforschung der kleinsten Zelle — da sind wir mit den bisherigen Hilfsmitteln bereits an der Grenze angelangt.

Aber wir können die Hilfsmittel vervollkommen! Wir können das Mikroskop verschärfen! Die Zelle, die heute strukturlos erscheint, wird morgen eine Struktur hervortreten lassen. Die Zelle, die kernlos erscheint, wird bei Anwendung neuer Färbemethoden einen Kern zeigen. Und auch der Kern ist nicht mehr strukturlos; er zeigt bereits einen so komplizierten Bau, daß die bloße Beobachtung und Beschreibung desselben bald die ganze volle Arbeitskraft vieler Forscher in Anspruch nehmen wird! Aber — ein komplizierter Bau ist keine Erklärung; er ist ein neues Rätsel: wie ist dieser komplizierte Bau entstanden!? Und wird uns der Einblick in diesen Bau ein Verständnis gewähren auch nur für die einfachen Vorgänge, die wir an der *Vampyrella*, an den *Arzellen* beobachten? Wird er vollends das große Rätsel lösen, das größte von allen — das Rätsel der Vererbung — der Vererbung durch eine kleine Zelle! — Und wenn das schon von der kleinen Zelle gilt — wieviel mehr von unserem komplizierten Organismus! —

Und dennoch muß die physiologische Forschung mit dem kompliziertesten Organismus, mit dem menschlichen beginnen! Es rechtfertigt sich dieses — auch ganz abgesehen von den Forderungen der praktischen Heilkunde — aus folgendem Grunde, und das führt uns zurück zu dem Ausgangspunkte unserer Betrachtung.

Daß die physiologische Forschung mit dem kompliziertesten Organismus, dem menschlichen beginnt, rechtfertigt sich aus dem Grunde, daß der menschliche Organismus der einzige ist, bei dessen Erforschung wir nicht bloß auf unsere Sinne angewiesen sind, in dessen innerstes Wesen wir gleichzeitig noch von einer anderen

Seite her eindringen — durch die Selbstbeobachtung, den inneren Sinn, um der von außen vordringenden Physik die Hand zu reichen. „Es ist wie in einem Bergwerke, wo von verschiedenen Seiten her die Arbeiter in Stollen vordringen, bis schließlich durch das Gestein der eine die Hammerschläge des anderen vernimmt.“<sup>1)</sup>

Die Fruchtbarkeit dieser Methode, welche gleichzeitig von zwei Seiten her das Rätsel in Angriff nimmt, hatte unser großer Meister, Johannes Müller, bereits klar erkannt,<sup>2)</sup> und das von ihm auf diesem Wege entdeckte Gesetz von der „spezifischen Sinnesenergie“ ist ohne Zweifel die größte Errungenschaft der Physiologie wie der Psychologie und die exakte Grundlage jeder idealistischen Philosophie.

Ich meine das einfache Gesetz, daß ein und derselbe Reiz, ein und derselbe Vorgang der Außenwelt, ein und dasselbe „Ding an sich“ auf verschiedene Sinnesnerven einwirkend, stets verschiedene Empfindungen veranlaßt („auslöst“), und daß verschiedene Reize auf denselben Sinnesnerv einwirkend stets dieselbe Empfindung veranlassen, daß also die Vorgänge in der Außenwelt mit unseren Empfindungen und Vorstellungen nichts gemein haben, daß die Außenwelt für uns ein Buch mit sieben Siegeln, daß das einzige unserer Beobachtung und Erkenntnis unmittelbar Zugängliche die Zustände und Vorgänge des eigenen Bewußtseins sind.

Diese einfache Wahrheit ist das Größte und Tiefste, was je der Menscheng Geist gedacht. Und diese einfache Wahrheit führt uns auch zum vollen Verständnis dessen, was das Wesen des Vitalismus ausmacht. Das Wesen des Vitalismus besteht nicht darin, daß wir uns mit einem Worte begnügen und auf das Denken verzichten. Das Wesen des Vitalismus besteht darin, daß wir den allein richtigen Weg der Erkenntnis einschlagen, daß wir ausgehen von dem Bekannten, von der Innenwelt, um das Unbekannte zu erklären, die Außenwelt. Den umgekehrten und verkehrten Weg schlägt der Mechanismus ein — der nichts anderes ist als der

<sup>1)</sup> Dieses Bildes bedient sich — wenn ich nicht irre — Schopenhauer.

<sup>2)</sup> Joh. Müller verteidigte bei seiner Doktordisputation die These: „Psychologus nemo nisi Physiologus.“ Die Zeit wird kommen, wo auch die umgekehrte These: „Physiologus nemo nisi Psychologus“ feiner Verteidigung mehr bedarf.

Materialismus — er geht von dem Unbekannten aus, von der Außenwelt, um das Bekannte zu erklären, die Innenwelt. — —

Was den Physiologen immer und immer wieder dem Materialismus in die Arme treibt, ist die Tatsache, daß in der Psychologie auch nicht einmal der Anfang dazu gemacht ist, den Grad der Exaktheit zu erreichen, an den wir uns durch das Studium der Physik und Chemie gewöhnt haben. Es läßt sich nicht leugnen, daß, obgleich unserer Beobachtung und Erkenntnis nichts so unmittelbar zugänglich ist, wie die Zustände und Vorgänge des eigenen Bewußtseins, dennoch gerade auf diesem Gebiete unser Wissen ein ganz und gar unsicheres und schwankendes ist. Es liegt dieses daran, daß das Objekt weit komplizierter, die Zahl der Qualitäten unendlich viel größer ist als in der den äußeren Sinnen erkennbaren Welt; es liegt ferner daran, daß die Zustände und Vorgänge in unserem Bewußtsein einem ununterbrochenen raschen Wechsel unterliegen; es liegt vor allem daran, daß wir bisher kein Mittel ausfindig gemacht haben, die Objekte des inneren Sinnes quantitativ zu untersuchen.

Solange dieser Zustand der Psychologie fortbesteht, werden wir zu befriedigenden Erklärungen der Lebenserscheinungen nicht gelangen. Es bleibt uns auf den meisten Gebieten der Physiologie vorläufig gar nichts anderes übrig, als mit aller Resignation in der bisherigen mechanistischen Richtung weiterzuarbeiten. Die Methode ist durchaus fruchtbringend: wir müssen es versuchen, wie weit wir mit alleiniger Hilfe der Physik und Chemie gelangen. Der auf diesem Wege unerforschbare Kern wird um so schärfer, um so deutlicher hervortreten. — So treibt uns der Mechanismus der Gegenwart dem Vitalismus der Zukunft mit Sicherheit entgegen.