© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Band 60.
Nr. 9.
November 1912.

LOTOS

Redaktion:
Priv.-Doz. Dr.
Ludwig Freund.

Naturwissenschaftliche Zeitschrift, herausgegeben vom deutschen naturwissenschaftlich-medizinischen Verein für Böhmen, »Lotos« in Prag.

Die Entwicklung der Atomistik.

Nach einem in der Monatsversammlung der »Oesterr. Gesellschaft zur Förderung der chem. Industrie zugleich Verband chemischer Industrieller Oesterreichs« am 3. Dezember 1910 gehaltenen Vortrage.

Von **Dr. Siegfried Burgstaller.**

(Schluß.)

Die zweite Methode, welche das naturwissenschaftliche Denken weiter verfolgte, läuft in ihrer Entwicklung parallel mit der voranstehenden, und ist durch die fortlaufenden Bemühungen gekennzeichnet, erstlich die verschiedenen Substanzen, in denen das Naturerkennen in der Erfahrung jeweils ein Stabiles gefunden hatte, jenseits der Erfahrung womöglich auf eine Substanz zurückzuführen, und weiterhin dasjenige zu finden, was die Mannigfaltigkeit dann mit Hilfe dieser einen Substanz darzustellen gestattet. Auf diesem Wege liegt z. B. die kinetische Theorie der Gase. Sie repräsentiert den Versuch, die Wärmeenergie als mechanische Energie aufzufassen, zu welcher nur das Merkmal hinzugetreten ist, daß sie in jenseits unserer Sinneswahrnehmung liegenden kleinen Räumen und Zeiten sich betätigt. Wir können hierin ein Analogon zu dem gedanklichen Vorgange finden, den ich gelegentlich des Beispiels der Bildung von Wasser aus H_2 und O schilderte. Statt anzunehmen, daß mechanische Energie spurlos verschwindet und Wärme neu erscheint, wenn auch in einem bestimmten, zahlenmäßig erfaßbaren Verhältnis, wird, unterstützt durch die Erfahrung, daß wir nach demselben zahlenmäßigen Verhältnis Wärmeenergie verschwinden und mechanische Energie entstehen lassen können, die Annahme vorgezogen, daß die mechanische Energie als solche weiter vorhanden ist, nur unserer früheren Wahrnehmungsform entrückt, und durch ein anderes Sinnesorgan kenntlich geworden, da unser Gesichtssinn so raschen und in so kleinen Räumen sich vollziehenden Bewegungen nicht mehr zu folgen vermag, wohl aber unser Wärmesinn sie in spezifischer Weise wahrnimmt. Die Annahme von Atomen und Molekülen, wie sie die kinetische Gastheorie setzt, braucht dabei nicht mehr mit der Naivität der Atombegriffe früherer Zeiten auf gleiche Stufe gestellt zu werden; wir können sie ja auch als sehr kleine, aber bestimmte Kapazitäten für Bewegungsenergie im Sinne Ostwald's definieren, ihnen bestimmte

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Maßzahlen chemischer Energie, von Energie der Lage u. s. w. zudiktieren, ihre Substanz also energetischer Natur sein lassen.

Was hier für die mechanische und Wärmeenergie angestrebt wurde, könnte nun in allgemeinerer Weise auch für alle Energieen versucht werden. Vielleicht würde sich die elektrische Energie hiezu eignen, weil diese mit ihrer Intensität, — mit welcher die Sinneswahrnehmungen ja verknüpft sind, — nicht eine besondere, spezifische, Sinneswahrnehmung in uns veranlaßt, sondern nur mit den Eigenschaften anderer Energien auf uns zu wirken vermag. Und in der Tat scheinen auch in dieser Richtung unternommene Versuche einen Erfolg zu versprechen.

Die ganze, eben besprochene Methodik schließt freilich eine Gefahr in sich: sie basiert nämlich auf der Voraussetzung, daß die Extrapolation in das raum-zeitlich klein-Dimensionale nicht insofern mit unserer Erfahrung in Widerspruch gerät, als etwa das, was im Endlichen das Ergebnis der Erfahrung darstellt, bei dieser Uebertragung nicht mehr identisch mit den Erfahrungen bleibt, die ein in diesen raum-zeitlich kleinen-Dimensionen sich betätigender Beobachter gewinnen müßte, — also z. B. die Definition, die wir von der Masse in endlichen Dimensionen gewonnen haben, jenseits derselben ihre Gültigkeit verliert, oder die Gesetzmäßigkeiten, die wir an zwei endlichen, ruhenden oder mäßig bewegten elektrischen Ladungen aufstellen können, für zwei außerordentlich kleine, außerordentlich rasch bewegte Ladungen nicht mehr gelten.

So sehr dieser Umstand zu bedenken ist, wenn man erwartet, mit der erwähnten Methodik das zu entwirren, was sich der direkten Erfahrung noch verschließt, so gut kann von ihm abstrahiert werden, wenn dieser Zweck zunächst zurücktritt, und ein rein ökonomischer, praktischer in den Vordergrund gestellt wird, — die Zusammenfassung einer Reihe von Erfahrungstatsachen nämlich unter einem anschaulichen Symbol, welches sie jederzeit wieder von ihm abzulesen gestattet — kurz, wenn es sich um die Schaffung von Modellvorstellungen handelt.

Dieselben sind als solche im allgemeinen schon dadurch kenntlich, daß sie meist auf einen vergleichsweise geringeren Erfahrungskomplex gerichtet sind und sich in beständiger Anpassung an die Erfahrungstatsachen derart fortbilden, daß sie, relativ genommen, nicht viel weniger, aber auch nicht viel mehr als diese enthalten.

Die Entwicklung solcher Modelle scheint mir eine dritte Methode zu bilden, deren historische Entwicklung ich als über John Dalton bis auf unsere Tage führend ansehen möchte, in denen sie ihren Höhepunkt auf dem Gebiete chemischer Forschung erreicht.

* * *

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Von fundamentaler Bedeutung ist nun in den letzten Jahrzehnten die Tatsache geworden, daß man durch immer feinere Differenzierung der Erkenntnismittel zu Erfahrungen an Objekten in sehr geringen raum-zeitlichen Dimensionen gelangt ist, welche ein Korrelat zu den bisher nur erschlossenen und gedachten kleinen raum-zeitlichen Existenzen zu bilden scheinen, wie sie die Atomistik in verschiedenen Formen supponierte.

Dies führte dazu, daß wohl der Grundgedanke der Atomistik erhalten blieb, nämlich alle Substanzen auf womöglich eine mit möglichst wenigen substanziellen Merkmalen zu reduzieren und diese durch ein entsprechendes Mittel in elementaren Dimensionen zu differenzieren, — daß aber die Methode, die Merkmale dieser Substanz auf dem Wege eines Vergleiches durch Wahl der allen Dingen innerhalb der endlichen Erfahrung gemeinsamen und unveränderlichen Merkmale zu gewinnen und als Mittel das zu wählen, was nach vollzogener Bildung des Substanzbegriffes dann innerhalb der endlichen Erfahrung dessen Merkmale nicht mehr zu alterieren scheint, verlassen werden muß, — weil diese Differenzierungsmittel die Merkmale der Substanz in elementaren Dimensionen eventuell doch zu verändern vermögen, was sich auch so ausdrücken läßt, daß das Vorhandensein endlicher Dimensionen als Bedingung für die substanzielle Existenz der der Substanz als unveränderlich zugesprochenen Merkmale gegenüber dem Differenzierungsmittel erkannt wird.

An die Stelle der früheren Methode muß nun eine neue treten, welche die Merkmale der Substanz sowohl als auch das sie Differenzierende durch Ausdehnung der Erfahrung auf elementare Dimensionen zu gewinnen trachtet, d. h. — das erkennende Subjekt muß nunmehr die Tendenz verfolgen, sich in elementaren Dimensionen ebenso als erfahrender Beobachter zu betätigen, wie bisher in den endlichen, die in elementaren und endlichen Dimensionen gewonnenen Erfahrungen zu vergleichen und zu verknüpfen.

* * *

Wenn man die Entwicklung eines von der Zeit abhängigen Problems historisch kritisch verfolgend, aus den Etappen auf dem Wege zu seiner Lösung, aus all seinen Wandlungen das Wesentliche herausgeschält hat, das sich zu Gliedern einer fest geschlossenen logischen Kette fügt, so hat man damit gleichzeitig Richtungslinien gewonnen, die immerhin die Sicherheit eines Wahrscheinlichkeitsbeweises für die Entscheidung an die Hand geben, welche von den an der Tagesordnung stehenden, augenblicklich diskutierten Lösungen berufen sein dürfte, für ihre Zeit bei einer dereinstigen retrospektiven Betrachtung als Ausdruck der eingangs erwähnten inneren Notwendigkeit zu fungieren, welche

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

also die mit Rücksicht auf den vorliegenden Erfahrungsbestand am meisten adaequate, vollkommenste derzeit mögliche, somit — nicht absolut, aber relativ — richtigste sein mag.

Man kann auch die Gegenprobe auf das Exempel vornehmen, indem man die so gewonnene richtige Lösung von vornherein als gesichert betrachtet und nun aus ihrer inneren Beschaffenheit heraus zu deduzieren versucht, welchen Entwicklungsgang die Erkenntnis historisch hätte nehmen müssen, um zu diesem vorläufigen Abschluß zu gelangen; — im Falle der Richtigkeit der Lösung muß sich dann die deduzierte Evolution als identisch mit der wirklichen historischen herausstellen.

Nach der erstgenannten Methode habe ich mit diesen Zeilen die Entwicklung der Atomistik zu behandeln mich bemüht; es sei mir nun noch gestattet, im Sinne der zweiten Methode mit einigen, J. Stark's »Prinzipien der Atomdynamik« größtenteils wörtlich entnommenen Sätzen zu schließen.

* * *

Von grundlegender Bedeutung für die physikalische Erkenntnis erscheint der Umstand, daß die beobachtenden Körper (Sinnesorgane und künstliche Apparate) des Menschen aus einer großen Anzahl von Individuen (Atome, Moleküle) sich zusammensetzen und daß demnach ihr Volumen im Vergleiche zu dem Volumen der einzelnen Individuen groß ist, welche in letzter Linie, wie die Erfahrung lehrt, die Träger der physikalischen und chemischen Erscheinungen sind.

Aus dieser Relation ergeben sich folgende Konsequenzen:

Unsere physikalische Erkenntnis konnte sich zunächst nur auf die Vorgänge an Aggregaten von Individuen beziehen; die Erkenntnis der Struktur des einzelnen physikalischen Individuums kann, wenn überhaupt mit Sicherheit, nur auf indirekten Wegen gewonnen werden.

Bestände der Mensch aus wenigen Atomen und Molekülen, würde er an einzelnen Individuen als ein sozusagen elementarer Beobachter beobachten können, — wobei es freilich möglich ist, daß das Phänomen der Erkenntnis sich nicht an einem Individuum, das nur aus wenigen Atomen besteht, abspielen kann, sondern ein kompliziertes Aggregat von zahlreichen Atomen zur Voraussetzung hat, — so würde seine Physik wesentlich anders sein, als sie wirklich ist; sie würde sich hauptsächlich mit den Eigenschaften der physikalischen Individuen befassen, weniger mit den Wirkungen an Aggregaten zahlreicher Individuen; sie würde von dem Begriffe des Individuums ausgegangen und sehr spät, wenn überhaupt, zu den Erfahrungen an Aggregaten gelangt sein.

Da unsere Erfahrungen zunächst an Aggregaten und vermittelst beobachtender Aggregate von Individuen gewonnen

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wurden, gewannen sie zunächst auch den Charakter von Erfahrungen an Medien. Dabei verstehen wir unter Medium einen Raum, in dem sich eine physikalische Wirkung in der Weise abspielt, daß sie für unsere Beobachtung aneinander grenzende Elemente des Raumes in kontinuierlichem Uebergange erfüllt, derart, daß die verschiedenen Volumelemente des Mediums als gleichartig, als durch einander ersetzbar, in ihrer gegenseitigen Abgrenzung unserer Willkür überlassen zu betrachten sind. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß ein Aggregat von Atomen als Medium sich darbieten wird, wenn unsere Beobachtungen an ihm auf so große Teile des von ihm erfüllten Volums bezogen werden, — sei es aus Unvermögen der Sinnesorgane, sei es der Beobachtungsmittel — daß in den kleinsten, für sich zur Wirkung gebrachten Volumelementen noch sehr viel Individuen enthalten sind. Es ist aber auch klar, daß der Zeitpunkt einmal eintreten mußte, wo wir bei weiterer theoretischer oder experimenteller Analyse auf Erscheinungen stoßen mußten, welche sich mit den an den Medien oder Aggregaten gefundenen Erfahrungen nicht mehr verstehen oder darstellen lassen, weil bei ihnen die Voraussetzung nicht mehr erfüllt ist, daß die beobachteten oder in Beobachtung gestellten Werte physikalischer Größen groß sind im Vergleiche zu jenen, welche an den einzelnen Individuen auftreten.

Letztere Erkenntnis führt zunächst zu einer Denkweise, welcher ein gewisser Uebergangscharakter zukommt. Da das Beobachtungs- und Denkvermögen des Menschen es zunächst für aussichtslos ansieht, dem rasch wechselnden Spiel der Veränderungen in den einzelnen Volumelementen zu folgen, obwohl dessen Annahme als eine Notwendigkeit empfunden wird, — so von Clausius bei der Aufstellung seiner kinetischen Theorie der Gase, — verzichtet es darauf, an den einzelnen Individuen die einzelnen Werte der unregelmäßig veränderlichen physikalischen Größen festzustellen, und begnügt sich mit der Ermittlung von Durchschnitts- oder Mittelwerten dieser Größen an einer großen Zahl von Molekülen, oder an einem Molekül während einer relativ langen Zeit. Die Beobachtung, daß ein Aggregat sehr vieler Individuen während einer relativ sehr langen Zeit gewisse Eigenschaften, z. B. Volum oder Druck, nicht mehr ändert, obwohl in seinen Individuen ununterbrochen Veränderungen statthaben, führt zur Annahme, daß der Zustand der Individuen stationär sein kann, und daß dann die Zahl des wiederholten Vorkommens eines jeden Wertes, welcher durch die betrachteten Eigenschaften sich äußert, an den Individuen zeitlich konstant ist, wobei sich durch weitere Betrachtungen diejenige Verteilung der betreffenden physikalischen Größen, welche an der Individuen-Zahl am öftesten vorgenommen werden kann, also die

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wahrscheinlichste ist, auch als die wirkliche im stationären Zustande ergibt. Die Bezeichnung »statistische« Denkweise für die angegebene ist wohl außerordentlich charakteristisch.

Indem diese Denkweise ihre Betrachtungen auf Aggregate zahlreicher Individuen bezieht, ist sie der früheren, an den Medien arbeitenden, verwandt; insofern sie aber die Beobachtungen als Endergebnis einer Verteilung von physikalischen Größen an eine endliche Zahl von sich gleich verhaltenden Teilchen vornimmt, operiert sie mit den Mitteln der Atomistik.

Ueber diese Denkweise hinaus erhebt sich das Problem, an den Individuen elementare oder individuelle Werte zu bestimmen, welche das Atom als ganzes charakterisieren, die Relationen eines Individuums zu einem zweiten zu ermitteln, aus diesen Relationen die Erfahrungen an Aggregaten und Medien abzuleiten, — ein Weg, den die Elektronenlehre und die Lehre von der Radioaktivität bereits mit einem gewissen Erfolge eingeschlagen haben, indem sie bereits zur Beobachtung des Eintrittes von Ereignissen an einzelnen Atomen vorgedrungen sind.

Die Erreichung des Südpols.

Von **Dr. Hans Rudolphi, Prag.**

Mit 3 Kartenskizzen.

In der ganzen gebildeten Welt erregte es nicht geringes Aufsehen, als am 7. März dieses Jahres die Kunde eintraf, der Norweger Roald Amundsen habe den Südpol erreicht. Diese Nachricht mußte umsomehr überraschen, als Amundsen in der Absicht ausgezogen war, den Nordpol zu entdecken. Der kühne Norweger, dem es als Ersten gelungen war, unter gewaltigen Anstrengungen in den Jahren 1903—06 zu Schiff die sog. nordwestliche Durchfahrt auszuführen, d. h. den Weg durch das Insel- und Eisgewirr nördlich von Amerika zu finden, plante nach dieser erfolgreichen Fahrt eine neue große Forschungsreise. Er wollte sich auf dem berühmten Forschungsschiff »Fram«, das ihm die norwegische Regierung zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellt hatte, quer über den Arktischen Ozean von der Beringstraße nach Spitzbergen treiben lassen, um auf diese Weise den Nordpol zu erreichen. Er nahm daher seinen Weg durch den Atlantischen Ozean, um die Südspitze Südamerikas zu umfahren und nach Durchquerung des Großen Ozeans von der Beringstraße aus seine Nordpolfahrt anzutreten. Groß war aber die allgemeine Ueberraschung, als der Forscher bei seiner Ausfahrt von Madeira die Absicht kund gab, nach dem Südpol aufzubrechen. Mit Unrecht hat man Amundsen den Vorwurf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 60

Autor(en)/Author(s): Burgstaller Siegfried

Artikel/Article: Die Entwicklung der Atomistik 229-234