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

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.**

W. Ostwald hat einmal — wenn ich nicht irre, in einem Feuilleton der Neuen freien Presse — in amüsanter Weise seine Verwunderung darüber ausgesprochen, daß die altehrwürdige Dame Wissenschaft ihren Weg mit Vorliebe in etwas befremdlicher Art — auf dem Kopfe nämlich — wandle.

Man dürfte nicht leicht einen Tatbestand finden, der, rein äußerlich betrachtet, diese Aeußerung so rechtfertigen würde, wie ihn die Reihe von Bildern involviert, die sich das wissenschaftliche Denken in der Zeiten Folge für sein Wissen von der Außenwelt schuf, — aber auch nicht sobald einen zweiten, dessen eingehendere Analyse es so nahe legen würde, die Marotte der respektablen Matrone zu entschuldigen.

Denn der Entwicklungsgang, nach welchem sich die Außenwelt dem menschlichen Intellekt zu erkennen gibt, ist von einer wohlerkennbaren inneren Notwendigkeit dirigiert, die sich konsequenterweise auch in den wissenschaftlichen Niederschlägen der einzelnen aufeinanderfolgenden Etappen dieser Evolution selbst wiederfindet, sei es nun, daß dieselben historische Perioden darstellen oder die Stadien in der Entwicklung des einzelnen Individuums, in denen dasselbe — man möchte fast sagen, gemäß einer Extrapolation des biogenetischen Grundprinzips auf geistiges Gebiet — die historische Folge, auf das Wesentliche gekürzt, rekapituliert. Von der zuletzt behaupteten Tatsache, die zugleich einen kräftigen Beweis für die erwähnte innere Notwendigkeit beinhaltet, können wir uns leicht überzeugen, wenn wir uns an die allmähliche Veränderung unserer Stellungnahme zur Außenwelt, so weit dies möglich ist (und nur soweit ist dies auch nötig) zu erinnern, oder wenigstens ihren wahrscheinlichen Verlauf im gleichen Umfange zu rekonstruieren versuchen und mit der geschichtlichen Entwicklung in Parallele stellen.

* * *

Wir wollen einen beliebigen Körper für eine Weile zum Gegenstande unserer Erfahrung machen, indem wir ihn betrachten, berühren, auf seinen Geschmack und Geruch prüfen, kurz, auf unsere Sinne einwirken, also eine bestimmte Mannigfaltigkeit von Sinnesempfindungen über die Schwelle unseres Bewußtseins treten lassen, — und uns dann wieder von ihm abwenden.

Nach einiger Zeit, während welcher unsere Sinnesorgane sowohl als auch unser Bewußtsein anderweitig in Anspruch genommen sein mögen, wollen wir den betreffenden Körper neuer-

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

dings zum Objekte unserer Erfahrung wählen, indem wir ihn in gleicher Weise wie früher betrachten, berühren u. s. f.

Ich setze nun den Fall, daß wir ganz dieselbe Mannigfaltigkeit von Sinneswahrnehmungen empfangen.

Denkt man sich daraufhin die Frage aufgeworfen: Ist der Körper wieder da — oder ist er noch da?, so werden wohl die meisten Menschen unbedenklich und mit größerer oder geringerer Heiterkeit erwidern, daß der Körper, wenn man ihn nicht etwa inzwischen hinwegeskamotiert und ebenso unbemerkt wieder zurückbefördert habe, natürlich noch da sei. Wird man sie aber darauf aufmerksam machen, daß das »Ist da« in der Frage doch auch im Sinne von »Existiert« gemeint sein könne, so wird ihre Antwort umsomehr »Noch da« lauten und die ganze Fragestellung zumeist für mehr weniger absurd gehalten werden.

Schon der Umstand, daß die Frage zunächst in dem ersterwähnten Sinne aufgefaßt wird, ist ganz charakteristisch und spricht deutlich dafür, wie fest die Ueberzeugung eingewurzelt ist, aus der heraus die zweite Antwort gegeben wird. Und doch darf nicht übersehen werden, daß man mit dieser eine der bedeutungsvollsten Hypothesen ausspricht und sich mit einer gewissen Selbstverständlichkeit über Dinge hinwegsetzt, die Kluft überbrückt, welche die unbewußte Naivität des praktischen Denkens von der bewußten Kritik theoretischer Spekulation scheidet; denn diese Fragestellung ist, wenn auch in gedanklich höher stehender Form, je nach ihrer Beantwortung, der Ausgangspunkt ganzer Denksysteme geworden.

Sieht man vorläufig selbst von den Wörtchen »noch« und »wieder« in der Antwort ganz ab, fällt doch die Feststellung an sich ganz nicht leicht, was denn überhaupt mit dem Satze: der Körper ist da, beantwortet oder bejaht wird. Versucht man, sich zunächst auf den Standpunkt eines zwar denkfähigen, im übrigen aber jeglicher Naturerfahrung ermangelnden Menschen zu stellen, für den etwa die gedachte Wahrnehmung eines Körpers überhaupt die erste Erfahrung der Außenwelt bedeutet, so wird man mit Rücksicht auf die Art des als ersten Versuch gewählten Falles als sicher gegeben wohl nur die Tatsache konstatieren können, daß eine gewisse Mannigfaltigkeit von Sinneswahrnehmungen auf gewisse Reaktionen, wie das Hinblicken, Anrühren usw. hin, in das Bewußtsein des Beobachters eintritt.

Der Behauptung andererseits, der Körper sei wieder da, kann unter den gleichen Voraussetzungen, wie sie eben gegeben wurden, wohl nur der Sinn unterlegt werden: der Beobachter konstatiere zunächst ebenfalls, daß er auf gewisse, von ihm vorgenommene Reaktionen hin eine bestimmte Mannigfaltigkeit von Sinneseindrücken appercipiere, außerdem aber, daß er dieselbe

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

schon einmal in seinem Bewußtsein gehabt habe, was zur Voraussetzung hat, — daß er sich an den erstmalig gegebenen Bewußtseinsinhalt zu erinnern und die erinnerte Mannigfaltigkeit mit der momentan gegebenen zu vergleichen vermag.

Die beiden eben entwickelten Konstatierungen sind nun wohl die nächstliegenden, vielleicht auch einzig möglichen, zu denen man unter den angenommenen Voraussetzungen gelangen kann — ohne mehr in die Sache hineinzutragen, als eben diesen Voraussetzungen entspricht — und richtig. Trotzdem sind sie nicht erschöpfend; ihr Inhalt ist zwar wesentlich, aber nicht hinreichend, um ihnen dies Kriterium geben zu können.

Dies werden wir alsbald erkennen, wenn wir nunmehr den von uns mit dem fingierten Beobachter provisorisch eingenommenen Standpunkt verlassen und ihn, respektive uns sukzessive mit immer reicheren Erfahrungen ausgerüstet denken.

Angenommen, wir betätigten dem Körper gegenüber nur unseren Tastsinn und hätten ihn bei einer länger ausgeübten Berührung, deren Dauer jedoch gar nicht beachtet wurde, zuerst kalt gefunden, würden ihn dann aber zufällig nur momentan antasten und keine Kälte-Empfindung, überhaupt keine ausgesprochene Wärme-Empfindung wahrnehmen, so müßten wir daraufhin eigentlich erklären, es sei nicht wieder derselbe Körper da; wiederholte Tastversuche variabler Dauer würden schließlich auch die Kältenempfindung wieder zeitigen und nun erst die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß auch die Dauer der Berührung eine Rolle spiele. Wenn wir den Körper berührten, nachdem wir zuvor heiße Gegenstände befühlt hatten, und kalt fanden, ihn gelegentlich der zweiten Beobachtung aber als warm erfahren, nachdem wir uns unmittelbar zuvor in einem kalten Raum aufgehalten, werden wir in ähnlicher Art dazu gelangen, uns vorzuhalten, daß wir, um die Kälte-Empfindung am Körper zu reproduzieren, vorher auch wieder hätten Wärme fühlen sollen.

Es ist wohl nicht nötig, Beispiele dieser Art zu mehren, da sie sich leicht als typisch erkennen lassen.

Soviel wird nämlich wohl bereits aus ihnen zu entnehmen sein: daß einerseits das Wiedererkennen, außer an das Vorhandensein gewisser psychischer Grundlagen, also ausschließlich dem erkennenden Subjekt eigentümlicher Bedingungen, auch an die Wiederherstellung gewisser weiterer Bedingungen bezüglich seiner Sinnesorgane geknüpft ist, als da sind: eine gewisse Dauer der Wahrnehmung, eine bestimmte Vorgeschichte der Sinnesempfindungen, — daß also mit den Antworten: »der Körper ist da« und »er ist wieder da« auch der Bestand und Wiederbestand der genannten Bedingungen implicite mitbejaht wird.

In dem bisher behandelten Erfahrungsgebiete, das sich vielleicht als ein solches charakterisieren läßt, innerhalb dessen

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

die Erfahrungen lediglich dadurch wechseln, daß die Sinnesorgane in veränderter Weise betätigt werden — oder als ein solches, innerhalb dessen sich die gleichen Wahrnehmungen schon dadurch stets wiedererhalten lassen, daß die Sinnesorgane des Beobachters wieder in genau vergleichbarer Weise in Funktion treten, finden sich bereits die Wurzeln zu einer merkwürdigen Tendenz.

Die Erfahrung nämlich, daß aus dem Komplex von sinnlichen Wahrnehmungen, welcher aus der Relation zum Objekt entspringt, einerseits jede einzelne ohne merkliche Störung der anderen fortgelassen werden kann, wenn der Beobachter seine Sinnesorgane sukzessive von der Wahrnehmung ausschaltet, andererseits — falls er sie nacheinander oder in den verschiedensten Kombinationen wieder einschaltet — immer wieder der gleiche Wahrnehmungskomplex in seinem Bewußtsein erscheint, — verbunden mit der weiteren Erfahrung, daß auch dann, wenn hiebei einmal ein veränderter Wahrnehmungskomplex erhalten wird, der ursprüngliche bei Berücksichtigung gewisser Bedingungen wiederhergestellt werden kann, die Bedingtheit der Sinnesempfindungen in der früher erwähnten Art also allein schon für das Nicht-Wiedererkennen oder Wiedererkennnen maßgeblich ist, führt den Beobachter dazu: nicht das Objekt als nicht existierend aufzufassen, sobald es nicht mehr als Komplex von Sinneswahrnehmungen in seinem Bewußtsein vorliegt, nicht das Objekt als verändert zu betrachten, wenn es nicht mehr als derselbe vollzählige Komplex von Sinneswahrnehmungen oder zwar als vollzähliger, aber in seinen Komponenten veränderter, oder in beiden Hinsichten veränderter Komplex in seinem Bewußtsein erscheint, sondern das nicht Vorhandensein oder Veränderte in den nicht erfüllten oder veränderten Bedingungen zu erblicken.

Sie führt also zur Auffassung des Körpers als eines unveränderlich Bleibenden, dem der naive Beobachter sogar noch die seinen Sinnesempfindungen entnommenen Qualitäten beilegt, indem er beispielsweise annimmt, der Körper sei kalt, auch wenn er ihn nicht mehr berührt, da er sich überzeugt hat, daß er nur hin zu tasten braucht, um kalt zu empfinden, — und dies umsomehr, als auch die Empfindung warm, welche er bei wiederholten Versuchen, sich von der Reaktion zwischen dem Körper und seinem Wärmesinn zu vergewissern, möglicherweise einmal erhält, von der Vorgeschichte der Sinnesempfindungen herrühren kann.

Aus einer solchen intellektuellen Situation heraus erfolgt die Antwort: »Der Körper ist noch da«.

Mit dieser Antwort, welche ihn also zu etwas unveränderlich Bleibendem stempelt, das auch dann vorhanden ist, wenn es nicht mit dem Beobachter durch Vermittelung seiner Sinnes-

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

organe in Relation tritt, ist der Körper zu einer Substanz erhoben, substanziiert.

Es ist nun eigenartig, welche Wandlungen der Begriff der Substanz des Körpers erfährt, während sich das Gebiet, auf welchem sich die Erfahrungen des Beobachters abspielen sollen, erweitert, indem wir von den Relationen zwischen uns und dem Körper zu solchen zwischen uns, dem Körper und anderen Körpern, endlich zwischen uns und einer Vielheit und sich immer mehr vergrößernden Mannigfaltigkeit von Objekten fortschreiten.

Nehmen wir beispielsweise an, daß bei der Wiederholung unserer Erfahrung von dem Objekte eine Verschiedenheit, und zwar zunächst einer Sinnesempfindung auftrete, von der sich herausstellen möge, daß sie auch bei genauester Wiederherstellung der ursprünglichen Wahrnehmungsbedingungen in dem bisher betrachteten Umfange nicht zu beseitigen, also nicht durch einen Faktor wie z. B. die Vorgeschichte des Sinnesorgans bedingt ist.

Während wir nun, solange wir uns innerhalb des früher umschriebenen Erfahrungsgebietes bewegten, immer wieder feststellen konnten, daß wir bei völlig vergleichbarer Anwendung unserer Sinnesapparate stets die gleichen Wahrnehmungen erhielten, und so dazu kamen, anzunehmen, (wie sich das auch ausdrücken läßt) daß nur wir unseren Standpunkt als Beobachter veränderten, der Körper aber unverändert blieb, sehen wir uns hier einem neuen Erfahrungsgebiete gegenüber, innerhalb dessen der Körper auch bei Wiederherstellung aller unmittelbar von uns selbst abhängigen, unser Verhalten als Beobachter betreffenden Bedingungen doch verändert erscheint. Dies führt sofort zu dem Schlusse, daß der Körper doch nicht das unveränderlich Beständige ist, für das wir ihn unter den früher gegebenen Voraussetzungen halten konnten und mußten. Wenn wir nun an demselben festhalten, werden wir durch die Erfahrung, daß auch jetzt auf die Wiederherstellung gewisser neuartiger Bedingungen hin die gleichen Wahrnehmungen wieder erhalten werden können, nicht analog wie früher zur Ansicht gelangen, daß der Körper eigentlich unverändert sei, und nur diese Bedingungen sich verändert hätten, sondern zu den folgenden Konsequenzen.

Angenommen, der früher kalte Körper besitze jetzt eine höhere Temperatur und wir empfingen auch bei vollkommen analoger Betätigung unseres Wärmesinnes die neue Empfindung »Heiß«, im übrigen aber noch die gleichen Sinneswahrnehmungen. Wenn wir wieder den erinnerten Bewußtseinsinhalt mit dem neu gegebenen vergleichen, finden wir von N Merkmalen nur mehr $N-1$ unverändert wieder, eines ist durch ein anderes ersetzt. Dennoch wird auch jetzt die Neigung bestehen, zu behaupten, der Körper sei noch da; der so Antwortende wird be-

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

deuten, daß die noch gleich verbliebenen *N—1* Merkmale zur Charakteristik des Körpers ausreichen, die Temperatur als etwas Nebensächliches, Akzidentelles anzusprechen sei, da es nur gewisser Maßnahmen bedürfe, um ihn wieder als heiß empfinden zu lassen. Damit hat er aber, indem er so aus den beiden Bewußtseinsinhalten das Gemeinsame, durch *N—1* Merkmale Charakterisierte, herausgreift, einen neuen Begriff gebildet, der eben diese *N—1* Merkmale enthält, und seine Antwort auf die Frage, ob der Körper noch da sei, bezieht sich nun auch nur mehr auf das, was dem Inhalt dieses Begriffes mit *N—1* Merkmalen entspricht.

Denken wir uns den geschilderten Vorgang mit allen Möglichkeiten von Sinneswahrnehmungen durchgeführt, so werden der Charakteristika für die Substanz immer weniger, indem diese mehr und mehr als in der Erfüllung gewisser, zur Wiedererfahrung der ersten Erfahrung erforderlicher Bedingungen gegeben erkannt werden.

Auf diese Art wird also immer mehr von dem, was ursprünglich mit der Substanz als unveränderlich bleibend erschien, unter das Veränderliche, das Akzidentelle verwiesen. Haben so schließlich alle Merkmale der Substanz diese Wandlung durchgemacht, so können wir nun die eingangs aufgeworfene Frage so formulieren: gibt es ein etwas, das, auch wenn es nicht zum Beobachter in Relation tritt, eine von der Apperzeption desselben unabhängige selbständige Existenz führt und zum Beobachter in einem derartigen Verhältnis steht, daß das Vorhandensein von Erfahrung an seine Relation zu ihm geknüpft ist?

Kant hat sie bejaht, indem er das »Ding an sich« supponierte; sie wurde auch dahin beantwortet, daß den Dingen eine Existenz als Ding an sich zukomme, aber nur solange sie in unserem Bewußtsein, dem damit gewissermaßen eine schöpferische Kraft zuerteilt wurde, sind; sie wurde endlich auch in verschiedenen Formen gänzlich verneint.

Aber wie dem nun auch sei: als Hypothese mindestens kann die Annahme eines solchen Dinges an sich wohl eingeführt werden, die Naturwissenschaft wenigstens hat sie seit jeher akzeptiert und wird ihrer auch schwerlich entraten können. Bis zum Ding an sich in der Fassung Kants ist sie dabei freilich nie vorgedrungen. Auch ihren einfachsten, allgemeinsten Substanzbegriffen ist stets noch eine kleinste Anzahl von Merkmalen eigentümlich, die den Beziehungen des Objektes zum erkennenden Subjekt entnommen sind, die Substanzbegriffe aber, wie sie in verschiedenen aufeinander folgenden historischen Epochen gebildet wurden, zeigen eine deutliche Entwicklungstendenz von

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

dem Substanzbegriff des naiven Beobachters in der Richtung auf das Ding an sich hin.

Aristoteles befand sich in seiner Elementenlehre noch ganz auf dem Standpunkte des naiven Beobachters. Noch die meisten Merkmale, die lediglich der Relation zwischen dem erkennenden Subjekt und dem Objekt zukommen, führten für ihn eine vom Subjekt unabhängige Existenz.

Die Erfahrung, daß wir für den Fall, als wir »Wasser« sehen, auch den Tasteindruck »feucht« und die Wärme-Empfindung »kalt« erhalten können, begriff ihm nicht nur ein, daß auf die Verknüpfung gewisser Reaktionen mit dem Gesichtseindruck, oder auf die Herstellung gewisser Bedingungen hin, wie das Eintauchen der Hand in die Flüssigkeit, die betreffenden Sinnesempfindungen erhalten werden können, für ihn war vielmehr das Wasser auch ohne die Erfüllung dieser Bedingungen kalt und feucht. Seine Erfahrung reichte eben noch nicht soweit, um ihn nicht übersehen zu lassen, daß seine Behauptung: das Wasser ist kalt und feucht, auch noch das Erfülltsein einer Reihe anderer Bedingungen betraf, die wir nach unserem heutigen Wissen z. B. in dem Vorhandensein gewisser Temperaturverhältnisse in den das Wasser umgebenden Körpern etc. erkennen — und er vermochte noch nicht zu bemerken, daß er also eigentlich aussagte: ich empfange den Sinneseindruck »kalt« bei Erfüllung der Bedingung des Hintastens, die Erfüllung gewisser weiterer Bedingungen vorausgesetzt —; daß er ferner, auch wenn er sich bei wiederholter Anwendung seines Sinnesorganes davon überzeugte, daß er dieselben Wahrnehmungen immer wieder erhielt, korrekt nur hätte erklären können: ich komme zu dem Schlusse, es liege ein unabhängig von mir existierendes Etwas vor, das sich unter Bedingungen, die sich ebenso wie es selbst von mir unabhängig konstant zu erhalten vermögen, bei Betätigung meines Sinnesorganes mit der Qualität »kalt« offenbart. Diese Fähigkeit oder Eigenschaft des Dinges, in Relation mit mir zum Anlasse dieser Sinnesempfindung zu werden, ist aber nicht ein Merkmal der Substanz, welches mit derselben unveränderlich existiert, sondern — und auch dann, wenn es sich selbst sehr lange zu erhalten vermag — nur ein solches, sich eben gegebenenfalls sehr lange konstant erhaltender Bedingungen.

Von seinem Standpunkte aus kam Aristoteles nun außer zu einer Substanz mit den Merkmalen »feucht« und »kalt«, sich anderen Objekten der Erfahrung gegenüber ähnlich verhaltend, zu den Substanzen: »Trocken und kalt«, »Feucht und warm«, »Trocken und warm«, die er als Elemente bezeichnete und mit den Namen jener Gegenstände der Erfahrung belegte, an denen

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

die betreffenden Qualitäten besonders auffällig bemerkt werden, also mit den Bezeichnungen Erde, Luft und Feuer.

Diese Elementenlehre bildet ganz unverkennbar die Grundlage für die Ideenkreise, in welchen sich die arabischen und später die christlichen Alchemisten bewegten.

Wenn wir eine Reihe von Körpern etwa als brennbar charakterisieren, also — ganz allgemein — beiläufig aussagen, daß die Körper, gewissen Bedingungen unterworfen, ein gleiches Verhalten zeigen, oder daß mit der Herstellung dieser Bedingungen stets gewisse, zahlreiche gemeinsame Merkmale tragende Erfahrungen verknüpft sind, wissen wir, daß diese Eigenschaft an das Vorhandensein bestimmter anderer Eigenschaften gebunden ist, also z. B. dort beobachtet werden kann, wo wir die Reaktionen bestimmter Elemente, so des Kohlenstoffes, sowie gewisser Verbindungen derselben erhalten können etc. — daß also die Brennbarkeit nicht ein unveränderliches Charakteristikum des hinter den Körpern angenommenen, unabhängig von uns Existierenden ist, sondern ein solches des Bestandes einer Anzahl gleicher Bedingungen, unter welchen sich dasselbe in den beregten Körpern befindet.

Für den naiven Beobachter jedoch, der letztere Bedingungen noch nicht kennt, liegt es nahe, die beobachtete Eigenschaft einer in den betreffenden Körpern vorliegenden Substanz zuzuweisen und mit dieser als unveränderlich anzusehen. Es ist klar, daß mit zunehmender Bereicherung der Erfahrung solcher Substanzen immer mehr und mehr aufgestellt werden können; und dies geschah auch. Interessanter Weise wußten sich hiebei lange Zeit hindurch Substanzbegriffe, welche verschiedenen Stufen kritischer Entwicklung entsprachen, nebeneinander zu behaupten. So finden wir neben den Elementen des Aristoteles Sulphur und Sal als das brennbare, flüchtige und lösliche Prinzip. Diesen gesellte sich noch der Mercurius philosophorum hinzu, als indifferenter Träger der Prinzipien.

Gleichwie also der naive Beobachter ursprünglich geneigt ist, sämtliche Merkmale des Objektes, die in der Relation des Objektes zum erkennenden Subjekt gegeben und an die Erfüllung bestimmter, außerhalb des letzteren liegender Bedingungen geknüpft sind, eine von diesen Bedingungen, ja selbst eine von dieser Relation unabhängige Existenz zuzuschreiben, daher eigentlich so oft eine Substanziierung vorzunehmen, als Relationen vorliegen, — die Gesamtheit der einander zugeordneten Substanzen aber unter einem allgemeinen Substanzbegriff zu vereinen, der als Merkmale alle einzelnen substanziierten Relationen (Kälte, Wärme, Farbe, Geschmack, Geruch usw.) enthält — so ist er auch weiterhin geneigt, alle Merkmale eines Objektes, die in der Relation zu anderen Objekten gegeben und an die Er-

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

füllung bestimmter, auf das Objekt gerichteter Bedingungen geknüpft sind, ebenso mit einer von diesen Bedingungen unabhängigen Existenz auszustatten, auch hier die Substanziierung ebenso oft vorzunehmen, als Relationen vorliegen und wiederum die Gesamtheit der einander zugeordneten Relationen unter einem allgemeinen Substanzbegriff zu subsummieren, der als Merkmale wieder die einzelnen substanziierten Relationen, diesmal zu anderen Objekten, enthält.

In diesem Sinne ist der Mercurius philosophorum der indifferente allgemeine Substanzbegriff, dem nur die unabhängige Existenz zu eigen ist, der aber die Merkmale des Sal, des Sulphur und der Elemente des Aristoteles aufzuweisen vermag, wobei die entsprechenden Namen wieder nur nach jenen Körpern gewählt wurden, bei welchen sich die den Substanzen zugeschriebenen Merkmale am ausgeprägtesten finden.

Die Unvollkommenheit dieser Anschauungsweise mußte sich in der Nicht-Realisierbarkeit der Konsequenzen, zu denen sie notwendig hindrängt, zeigen. Nichts lag näher als der Gedanke, dem indifferenten Mercurius philosophorum die substanziierten Merkmale in willkürlicher Weise zuzuordnen und so zu Substanzen mit neuen Merkmalen zu gelangen, bezw. durch Vertauschung der Merkmale mit anderen, Substanzen in andere zu verwandeln.

Nun kann man aber wohl zwei Begriffe mit den Merkmalen a, b, c; a', b', c', zu einem Begriffe mit den Merkmalen a, a', b, b', c, c' vereinen; wenn aber die allgemeinste, letzte Substanz im Falle A unter den Bedingungen α, β, γ stehend, die Substanz A mit den Merkmalen a, b, c, im Falle B unter den Bedingungen α', β', γ' die Substanz B mit den Merkmalen a', b', c' bildet, so kann nicht a priori für die Vereinigung von A und B eine Substanz C mit den Merkmalen a, b, c, $+$ a', b', c' als ein Fall C erwartet werden, in welchem die allgemeinste Substanz den Bedingungen α, β, γ, α', β', γ' unterworfen ist.

Substanzen A und B nämlich mit den von Bedingungen unabhängigen, also mit den Substanzen unveränderlich existierenden Merkmalen a, b, c, a', b', c', könnten allerdings zu einer Substanz C mit der Summe der Merkmale von A und B addiert werden, da sie den Charakter von Quantitäten (eben infolge der Unveränderlichkeit ihrer Merkmale) tragen. Beruhen die Merkmale jedoch in der Beständigkeit gewisser Bedingungen, so führen die Substanzen ihren Namen eigentlich zu Unrecht, oder es darf ihnen dieser Name wenigstens nur solange beigelegt werden, als man sich innerhalb des Erfahrungsgebietes bewegt, in welchem ihr Begriff gewonnen wurde, — solange also, als die Bedingungen erhalten sind. Die früher ausgesprochene Erwartung wäre somit nur statthaft, wenn die Merkmale der Substanzen

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

A und *B* nach Erschöpfung aller tatsächlich möglichen Erfahrungen als unveränderlich bleibende und unbedingte erkannt worden wären; — solange dies nicht der Fall, unterliegen sie eben noch der Umbildung durch Erfahrung, und es kann nichts unbedingt Zuverlässiges darüber verlautbart werden, ob sich z. B. bei einer Vereinigung der Substanzen die Merkmale als unveränderlich, als addierbar erweisen werden.

Die Erfahrung lehrt denn auch, daß bei Vereinigung der gedachten Substanzen eine Substanz *C* mit den Merkmalen z. B. *b*, *d*, *e*, *f* resultiert, und führt so vielmehr zur Bildung eines neuen Substanzbegriffes mit dem Merkmale *b*, das innerhalb des nunmehr erweiterten Erfahrungsgebietes unverändert geblieben ist, aber eben zunächst auch wieder nur als innerhalb dieses Erfahrungsgebietes unveränderlich angesehen werden darf.

Wichtig ist, daß die Anzahl der Substanzen auf diesem Wege späterhin nach Bedürfnis noch vermehrt wurde, und sie selbst dabei unseren chemischen Elementen immer näher kamen. Schon Paracelsus befolgte den Gedanken, ideelle Abbilder jener stofflichen Produkte, zu welchen die chemische Analyse stets hinführt, als Substanzen namhaft zu machen und bei Van Helmont finden sich Gedanken dieser Art wieder.

Aber auch dieser Elementbegriff, sei es nun in der Form, in der er den Genannten vorschwebte, oder in seiner im Laufe der weiteren Entwicklung vollendeten Gestalt, vermag bei seiner Analyse weder seine Herkunft noch auch seinen provisorischen Charakter zu verleugnen.

Man denke sich den folgenden Versuch ausgeführt: Wir bringen 2 *l* Wasserstoff und 1 *l* Sauerstoff, durch Scheidewände zunächst getrennt, in einem Gefäße unter, entfernen dann die trennende Wand, lassen beide Gase sich vermischen und führen hierauf ihre Explosion herbei; wir erhalten so Wasser. Die direkt in die Sinne fallenden Eigenschaften des *H* und *O* sind fast sämmtlich verschwunden; an die Stelle der Gesammtheit derselben ist eine Summe anderer getreten. Das gebildete Wasser werde nun einer Elektrolyse unterworfen, durch die wir als bekannten Effekt des elektrischen Stromes die ursprünglichen Mengen *O* und *H* wiedererhalten, womit wir dann eine Operation ausgeführt haben, welche die Wiederherstellung der ursprünglich vorhandenen Bedingungen, und damit den ursprünglichen Wahrnehmungskomplex wieder herbeiführt. Kein naiver Beobachter wird nun annehmen wollen, daß zuerst *H* und *O* verschwunden sind, sodann eine neue Substanz — Wasser — entstand, diese wieder verschwand und wiederum die Substanzen *H* und *O* erschienen; — er wird weit eher zu glauben geneigt sein, daß *H* und *O* auch im Wasser vorhanden waren.

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

Ganz im Sinne des eingangs erörterten Beispieles würde er wohl antworten: *H* und *O* sind noch da, nicht »wieder« da, wenn man ihm das erwähnte Experiment zum erstenmale vordemonstrierte, — hiemit also aussagen, daß *H* und *O* Substanzen also mit ihren Merkmalen unabhängige, unveränderliche Existenzen sind. Freilich würde er in dem vorliegenden Falle sehr rasch dazu gelangen, gewisse an dem Gasgemische vor der Explosion und nach der Elektrolyse wahrgenommene Merkmale als akzidentell, als nicht mit den Substanzen unveränderlich bestehend, zu erklären, sondern als Merkmale der Bedingungen, unter denen sich das Gasgemisch, oder dessen Substanzen, sowie die Substanzen im Wasser befinden, — etwa den gasförmigen und flüssigen Aggregatzustand . . . ; auf Grund eines immer weiter gehenden Vergleiches aber würde er dann erkennen, daß von den Eigenschaften des *H* und *O* im Wasser eigentlich nur mehr sehr wenig vorhanden und die Wiedergewinnung von *H* und *O* mit den ursprünglichen Eigenschaften an die Erfüllung gewisser Bedingungen gebunden ist, die somit auch schon vor der Explosion erfüllt waren, — diese Eigenschaften sonach Merkmale dieser Bedingungen nicht aber der Substanzen sind. Er könnte so schließlich soweit gelangen, als einzig unverändert gebliebenes Merkmal die Eigenschaft des *H*, *O* und H_2O, wägbar zu sein, ihr Gewicht zu erfassen, daraufhin einen Substanzbegriff mit dem Merkmal ponderabel zu bilden und seine Ansicht nunmehr dahin zu formulieren, daß eine ponderable Substanz, im *H* und *O* je unter bestimmten Bedingungen stehend, sich im Wasser unter bestimmten anderen Bedingungen vorfindet, und bei Wiederherstellung der ursprünglichen Bedingungen auch wieder mit den Reaktionen des *H* und *O* aufzutreten vermag; — einen Schritt weiter wird er vielleicht erkennen, daß das Gewicht an das Vorhandensein der Erde geknüpft ist, wovon er sich mit Hilfe einer Federwage überzeugen kann, sodaß er nun auch das Gewicht nicht mehr als unveränderliches Merkmal der Substanz ansehen wird, wohl aber schließlich die Masse als Substanz u. s. f.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts nun hatte man sich auf diesem Wege, wenn man auch noch nicht ganz soweit auf ihm fortgeschritten war, doch immerhin, um noch einmal an Paracelsus, Van Helmont, Sennert zu erinnern, von der ursprünglichen Elementenlehre des Aristoteles schon ziemlich entfernt.

Es erwachte nun den zahlreichen, die damalige wissenschaftliche Begriffswelt beherrschenden Substanzbegriffen gegenüber das theoretische Bedürfnis, auf dem dem Beobachter durch die Erfahrung selbst aufgedrängten Wege der Erfahrung vorauszueilen, jenseits derselben das den verschiedenen Substanzen Gemeinsame zu substanziieren, und das sie Unterscheidende als Merkmale veränderlicher, wechselnder Bedingungen darzustellen.

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

Daß der bei diesem Vorgange resultierende allgemeinere Substanzbegriff einmal von dem allgemeinen Stande der Erfahrung während der betreffenden geschichtlichen Epoche, ein andermal von dem Teil derselben, welchen der betreffende, die Substanziierung vollziehende Intellekt jeweils übersah, abhängig sein mußte, liegt im Wesen der Sache.

Für einen Beobachter also, dessen Erfahrungen hauptsächlich physikalischer Natur waren, konnte wohl die Tastbarkeit, als eine an die bloße Erreichbarkeit gebundene, jederzeit leicht herzustellende, und daher als Relation auch leicht vernachlässigte Bedingung, — der Widerstand, der sich erfahrungsgemäß bei dem Versuche, einen Körper zu heben, bemerkbar macht, — wobei ja die Relation der Lage eigentlich auch zunächst meist unbemerkt bleibt, — der Widerstand, den ein Körper entgegensetzt, wenn man in den von ihm erfüllten Raum eindringen will, — wobei wieder die Relation der Teile des Körpers zu einander außer acht gelassen wird —, eine nächste Etappe auf dem Wege der Bildung des Substanzbegriffes darstellen; für einen anderen, dessen Erfahrungen vorwiegend chemischer Natur waren, der Elementbegriff in jener oder einer etwas dezidierteren Fassung, in der wir ihn zuletzt bei Paracelsus und anderen kennen gelernt haben.

War nun aber auf diese oder jene Art einmal die Bildung eines allgemeineren Substanzbegriffes erfolgt, so mußte nun jedenfalls für den Erkennenden die Notwendigkeit erwachsen, darzutun, auf welche Weise eine oder mehrere an sich so wenige Eigenschaften aufweisende Substanzen mit so ungeheuerer Mannigfaltigkeit in der Erfahrung aufzutreten vermögen.

Zu dem Versuche einer solchen Darstellung ermutigt innerhalb bescheidener Grenzen schon frühzeitig die Erfahrung selbst in einer ganz bestimmten Richtung, indem sich konstatieren läßt, daß bei Betätigung der Sinnesorgane behufs Gewinnung von Erfahrungen in immer kleineren räumlichen und zeitlichen Dimensionen, ein Versagen derselben von gewissen Grenzen an eintritt, die aber für verschiedene Sinnesorgane verschieden sind und jenseits deren außerdem noch gewisse Relationen beobachtet werden können, die schon vor dem Versagen des einzelnen Sinnesorganes seinen Aeußerungen parallel liefen.

So geht die Tastempfindung einem körnigen Material gegenüber mit zunehmender Verringerung der Korngröße schließlich in eine Tastempfindung ähnlicher Art, wie wir sie einem Kontinuum gegenüber empfangen, über, während der Gesichtssinn noch ganz wohl Diskontinuität wahrnimmt. So wird man die Bewegung einer sich zunächst langsam drehenden Sirene zuerst mit dem Auge verfolgen können, dann wird man, während das Gesichtsbild bei rascherer Drehung immer undeutlicher wird,

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

die raschere Bewegung an der Zunahme der Tonhöhe zu erkennen, und über die Grenzen der Gehörsempfindung hinaus eine noch schnellere Rotation durch Beobachtungen an einer Uebersetzung zu verfolgen vermögen.

Wie nun auf einem bestimmten, eingangs erwähnten primitiven Erfahrungsgebiete die Tatsache, daß die Merkmale einer ersten Wahrnehmung bei der Wiederholung dieser Wahrnehmung verändert sein können, diese Veränderung aber an die veränderte Vorgeschichte der Sinnesempfindungen z. B. geknüpft ist, den Schluß nach sich zieht, daß das wahrgenommene Objekt selbst unverändert geblieben sei, ebenso kann auf dem zuletzt beiläufig skizzierten erweiterten Erfahrungsgebiete die Tatsache, daß ein Ding, welches n Merkmale, geknüpft an m von dem erkennenden Subjekt behufs Erfahrung der Merkmale zu erfüllende und m' außerhalb desselben liegende Bedingungen, — oder N Relationen zu anderen, etwa als Beobachter gedachten Objekten, geknüpft an M von diesen Objekten behufs Herstellung der Relation zu erfüllende und an M' von diesen unabhängige, auf das Ding selbst gerichtete Bedingungen, aufweist, einer neuen Bedingung B unterworfen, innerhalb gewisser Grenzen die Merkmale n und die Relationen N unverändert behält, sobald sich aber die Bedingung innerhalb sehr kleiner raumzeitlicher Dimensionen betätigt, dieselben verliert, zu dem Schluße führen:

Daß sich die Bedingungen m' und M' erhalten haben, das Ding also den Charakter einer Substanz mit den Merkmalen m' und M' besitzt, die Nicht-Beobachtung der n Merkmale und N Relationen nur eine Folge der Unfähigkeit des erkennenden Subjektes, bezw. des als Beobachter gedachten erfahrenden Objektes ist, in so kleinen raumzeitlichen Dimensionen die ursprünglichen, ihrerseits zu erfüllenden Bedingungen m, bezw. M zur Wiedergewinnung der Erfahrung herstellen zu können.

An dieser Stelle möchte ich als wesentlich noch einmal betonen, daß bei dem geschilderten Vorgang die Bedingung B eine solche sein muß, welche in den Dimensionen der gewöhnlichen Erfahrung, die wir im Gegensatze zu sehr kleinen raum-zeitlichen Dimensionen endlich nennen können, auf das Ding gerichtet, dessen Merkmale n und Relationen N nicht alteriert.

Nachdem ich nun im Früheren ausgeführt, daß sich bei dem theoretischen Versuche, aus einer Reihe vorhandener Substanzbegriffe einen allgemeineren Substanzbegriff A mit den unveränderlich bleibenden Merkmalen a, b, c z. B. herzuleiten, die Notwendigkeit ergab, darzustellen, wie diese, so wenige Merkmale aufweisende Substanz, mit einer so gewaltigen Mannigfaltigkeit von Eigenschaften in unsere Erfahrung einzutreten vermöge, und mich weiterhin am speziellen Beispiele sowohl wie auch in allgemeiner Form zu erörtern bemüht habe, daß die Erfahrung selbst den Weg zu einer solchen Darstellung weist, läßt sich nunmehr aus dieser Erörterung

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

folgern, worin die Methode einer solchen Darstellung bestehen wird. Sie wird darauf hinauslaufen, daß man die theoretisch gewonnene Substanz in raum-zeitlich sehr kleinen Dimensionen Bedingungen unterwirft, unter denen sie dann je nach deren Verknüpfung dem endlichen Beobachter (erkennendes Subjekt oder erfahrendes Objekt) mit verschiedenen Eigenschaften erscheinen soll, wobei als Bedingungen solche gewählt werden müssen, die zu dem betreffenden historischen Zeitpunkte noch nicht als Bedingungen der Wahrnehmung in endlichen Dimensionen erkannt wurden, von denen man also zu wissen glaubt, daß sie, — zu den Objekten der gewöhnlichen Erfahrung, welche ja sämtlich die Merkmale der theoretisch als allgemeinste supponierten Substanz aufweisen, — hinzutretend, diese Merkmale nicht tangieren.

Als solche Bedingungen konnten im gegebenen Zeitpunkte die Bewegung, ferner die geometrische Konfiguration erscheinen.

Ein Versuch in dieser Richtung lag schon in der Atomistik Leukipp Demokrit's vor — vor Aristoteles bereits. Ich habe diese Tatsache bisher geflissentlich übergangen; denn Leukipp's und seiner Schüler Anschauungen gehören vielleicht zu jenen Ideen, welche ihrer Zeit zu weit vorauseilen, als daß sie sich durchzusetzen vermöchten, somit für die weitere Entwicklung eigentlich unausgesprochen bleiben und erst auf dem Wege langsamer Gedankenarbeit späteren Zeiten wieder zufallen — was seine innere Notwendigkeit darin haben mag, daß solche Ideen meist an einem unzulänglichen Erfahrungsmaterial entwickelt sind und sich daher, während sie einer komplizierteren Erfahrung gegenüber als einfache Darstellung erscheinen würden, der zeitgenössischen geringen gegenüber als eine zu komplizierte Auffassung darstellen, mehr bringen zu wollen scheinen, als erforderlich ist.

Leukipp nahm als Substanz ein unveränderlich Bleibendes an, das er sich in einem leeren Raum in einzelnen, undurchdringlichen Kernen bestehend dachte; diese sollten durch vollkommen durchdringliche Zwischenräume von einander getrennt sein. Er nannte diese Kerne Atome.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts nun traten Gassendi, Descartes und Boyle mit ähnlichen Anschauungen hervor, die ich in Anlehnung an die bezüglichen Stellen aus Ehrenfeld's Geschichte der Atomistik hier wiedergeben möchte.

Auch für Gassendi ist die Annahme eines leeren Raumes oberste Voraussetzung seines Systems. In diesem nahm er einzelne, unzerstörbare, und unveränderliche Atome an, unterschieden durch Größe, Gestalt und Schwere. Vorerst sollten sie sich zu den feinsten und kleinsten Konkretionen (den Molekeln) und alsbald zu immer größeren Körpern verknüpfen, sich mit ihren Häckchen und Hervorragungen aller Art in verschiedenen Gruppierungen zusammenzufügen vermögen.

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

Für Descartes gab es keinen leeren Raum, und zweitens keine unteilbaren Stoffteile; er nahm nichts an als eine und dieselbe Substanz, die allein an ihrer Ausdehnung erkannt werden sollte. Sie differenziert sich nach ihm zu den einzelnen Körpern dadurch, daß sie teilbar, in ihren Teilen beweglich und deshalb aller Zustände fähig ist, welche aus der Bewegung ihrer Teile folgern. Ist auch diese Bewegung nur ein Zustand an der bewegten Materie, so bildet sie dennoch eine feste und bestimmte Menge, welche durchaus in der ganzen Welt zusammen die gleiche zu bleiben vermag, wenngleich sie sich auch bei den einzelnen Teilen ändert. Um nun über die Komplikationen, die sich aus der Verwerfung des leeren Raumes und der Unteilbarkeit der Atome ergeben, hinwegzukommen, schlägt Descartes folgenden Weg ein: er zerlegt die gesammte körperliche Ausdehnung in Teile, welche gegeneinander abgegrenzt sind, indem sie sich bewegen; denn nur die Bewegung, die Verschiebung von Raumteilen, bestimmt nach ihm die Körpergrenzen. Zwei gleichartig bewegte Raumteile bilden einen einzigen ruhenden Teil des Stoffes, sie sind von einander nicht unterschieden und müssen zusammenfließen. Die Einführung der Bewegung als des Mittels zur Differenzierung der Stoffe soll die Schwierigkeit der Vorstellung aus dem Wege räumen, daß eine korpuskular geteilte Materie den Raum stetig erfüllen könne; denn sind die Teilchen in Ruhe und von einerlei Art, dann können sie nur solche Gestalt besitzen, daß ihre Figuren den Raum völlig ausfüllen. Descartes erteilte aber weiter den Korpuskeln sofort eine Wirbelbewegung, in deren Verlaufe sie sich durch gegenseitige Reibung nicht nur abrunden, sondern auch äußerst feine Teilchen absplittern, welche sich mit ungeheuerer Geschwindigkeit bewegen und in jedem Augenblick ihre Gestalt verändern können, womit er sich eine Substanz schuf, deren Teile bei äußerster Feinheit die schnellste Bewegung haben und geeignet sind, alle Poren in jedem Moment vollkommen auszufüllen. Im weiteren Verlaufe seiner Darstellung gelangte er zu drei Arten von Substanzen: dem Feuer-, Luft- und Erd-Element.

In gleicher Weise besaßen die Korpuskeln Boyles einen unerschöpflichen Reichtum an Gestalten. Auch er nahm eine einzige Substanz an, welche eine ursprüngliche, in unzähligen Variationen verlaufende Bewegung in Partikeln verschiedenster Gestalt und Größe teilen sollte, durch deren Zusammenlagerung er sich die primären Konkretionen, identisch mit Gassendis' Molekülen, entstehend dachte. Diesen sollte ebenfalls eine außerordentliche Vielgestaltigkeit zukommen; mit ihren Zacken, Haken, Aesten u. s. f. lieferten sie ihm das Substrat zu einer konsequent mechanischen Auffassung der Affinität, sowie bestimmter chemischer Erscheinungen, nämlich der Auflösung und Fällung. So sollten die Korpuskeln jener Stoffe, deren Verwandtschaft zu

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

einander eine bedeutende ist, nach Boyle durch die Besonderheit ihrer Bildung derart ausgezeichnet sein, daß ein engerer Anschluß sowie ein fester Zusammenhalt ermöglicht wird. Den kleinsten Teilchen der Säuren wurden spitzige Formen zuerteilt, welche ihr Eindringen in andere Körper erleichtern und den Lösungsvorgang dem Verständnis näher rücken sollten.

Wieviel diesen Atomen Gassendis', Descartes' und Boyles' noch von der endlichen Erfahrung anhängt, erkannte schon Newton, als er den Satz aussprach:

»Die Teile aller homogenen harten Körper, die sich vollkommen berühren, hängen mit stärkster Kraft aneinander. Um zu erklären, wie dies möglich ist, haben einige mit Häkchen versehene Atome erfunden, womit sie aus dem, was sie erst beweisen wollen, einen Schluß ziehen (das richtet sich gegen Boyle); andere sagen, die Körper seien durch die Ruhe fest verbunden, d. h. durch eine verborgene Eigenschaft, oder eigentlich durch gar nichts; wieder andere, sie hingen zusammen durch zusammenwirkende Bewegung, d. h. gleichfals durch relative Ruhe (das richtet sich gegen Descartes). Ich ziehe es vor, aus ihrer Cohäsion zu schließen, daß ihre Teilchen einander mit einer gewissen Kraft anziehen, welche bei unmittelbarer Berührung außerordentlich stark ist, bei geringen Abständen chemische Vorgänge verursacht, deren Wirkung sich aber nicht weit von den Teilchen forterstreckt.«

Schon von dieser Zeitperiode an lassen sich eigentlich drei Methoden verfolgen, welche die naturwissenschaftliche Naturbetrachtung weiterhin nebeneinander geübt hat, wenn diese auch bei ihrer Anwendung keineswegs streng auseinander gehalten wurden.

Wir sehen einmal, daß in dem Maße, als sich die Erfahrung erweitert, immer mehr von den Merkmalen, welche der Substanz jeweils zugewiesen wurden, als veränderlich erkannt, aber neue Merkmale gefunden werden, welche für weitere Gebiete als Invarianten angesehen und daher substanziiert werden können. Schon bei Descartes findet sich ein Ansatz dazu mit der Annahme einer unveränderlichen Bewegungsmenge. Die Bewegung, welche zunächst als eine, den substanziellen Charakter bei ihrer Aenderung am wenigsten tangierende Relation angesehen wird, wird einer außerordentlich bereicherten Erfahrung gegenüber doch durch Merkmale charakterisierbar, die sich zahlenmäßig erfassen lassen, und kann schließlich durch Auffindung sie betreffender Invarianten, substanziierbaren Charakter erhalten. Diese Entwicklung führt schließlich zu jenem Standpunkt, den schon Rankine, dann Maxwell, später Helm einnahmen; daß nämlich alles, was wir erfahren, in der Erkenntnis von Energieverhältnissen besteht, und von dem aus Ostwald in der dritten allgemeinen Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zu Lübeck (am 20. Sept. 1895) erklärte:

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

»Ist nicht das, was wir von der Materie wissen und aussagen, schon im Begriffe der Energie enthalten, sodaß wir mit dieser einen Größe die Gesammtheit der Erscheinungen darstellen können? Nach meiner Ueberzeugung kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Was in dem Begriffe der Materie steckt, ist erstens die Masse, d. h. die Kapazität für Bewegungsenergie, ferner die Raumerfüllung oder die Volumenergie, weiter das Gewicht oder die in der allgemeinen Schwere zu Tage tretende besondere Art von Lagenenergie, und endlich die chemischen Eigenschaften, d. h. die chemische Energie. Es handelt sich immer nur um Energieen, und denken wir uns deren verschiedene Arten von der Materie fort, so bleibt nichts übrig, nicht einmal der Raum, den sie einnahm, denn auch dieser ist nur durch den Energieaufwand kenntlich, welcher erforderlich ist, um in ihn einzudringen. Somit ist die Materie nichts, als eine räumlich-zusammengeordnete Gruppe verschiedener Energieen, und alles, was wir von ihr aussagen wollen, sagen wir nur von diesen Energieen aus.«

Auch der Energiebegriff vermag seine Abstammung nicht zu verleugnen. Auch er hat substanziellen Charakter angenommen, wie sofort fühlbar wird, wenn wir diese Bezeichnung, wie es ja eigentlich statthaft sein sollte, mit der Bezeichnung »Arbeitsfähigkeit« zu vertauschen versuchen. Denn wenn wir von einem System aussagen, daß es Energie enthält, so sagen wir streng genommen nichts anderes aus, als daß es auf die Erfüllung gewisser Bedingungen hin, Arbeit leistet. Noch deutlicher wird uns dies, wenn wir an die Wärme denken, welche bei einem Kreisprozeß nicht wieder in mechanische Energie zurückverwandelt werden kann, — die entropische Wärme —, welche ja eigentlich, da sie nicht mehr arbeitsfähig ist, keine Arbeitsfähigkeit mehr darstellt und dennoch als Energie bezeichnet wird.

Ferner ist nicht zu vergessen, daß die allgemeinste Definition der Energie jene eines Produktes aus einer Intensität und einer Menge ist. Nachdem die Intensitäten und die Mengen verschiedener Energieen zunächst verschieden voneinander sind, so stellen die verschiedenen Energiearten ebensoviele verschiedene Substanzen vor. Da nun nach Ostwald die Materie nichts anderes ist als eine räumlich zusammengeordnete Gruppe verschiedener Energieen, und weiterhin natürlich jeder Körper, so werden wir unschwer darin die Tendenz wieder erkennen, die wir bei den Alchemysten antrafen, die körperliche Existenz in der gleichzeitigen und gleichräumlichen Anwesenheit gewisser Substanzen, die Veränderungen der Körper in dem Wegfall der einen oder Hinzutritt anderer Substanzen, oder in der Verwandlung solcher Substanzen zu erblicken.

(Schluß folgt.)

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 211-227