



Staats- und
Universitätsbibliothek
Bremen

Staats- und Universitätsbibliothek Bremen

DFG Projekt Die Grenzboten

Die Grenzboten

Berlin u.a., 1841 - 1922

Von der neusten Physik

urn:nbn:de:gbv:46:1-908

Rastlos arbeitet die deutsche Gesetzgebung, um der Vielgestaltigkeit des modernen Lebens gerecht zu werden. Möchte sie auch der eben dargelegten Aufgaben nicht vergessen! Es sind Aufgaben, die ihrem äußern Umfange nach zwar klein, aber, wie ich meine, bedeutungsvoll und dringend sind. Ihre Lösung wird dazu beitragen, die deutsche Strafrechtspflege ihrer Bestimmung näher zu bringen, nämlich dem Dienste der Gerechtigkeit. G. E.



Don der neusten Physik

Auf Exaktheit, haben wir bei verschiedenen Gelegenheiten ausgeführt, können die Naturwissenschaften nur Anspruch machen, soweit sie sich entweder auf die Beschreibung der Erscheinungen beschränken, oder die Richtigkeit ihrer sich immer auf Hypothesen stützenden Erklärungen durch Rechnung, namentlich durch Vorausberechnung des Endergebnisses einer Reihe von Veränderungen, beweisen. Man kann also sagen: Naturwissenschaft ist exakt, soweit sie beschreibend oder mathematisch ist. Deshalb ist die Biologie keine exakte Wissenschaft und kann niemals eine solche werden. Exakt sind außer den beschreibenden Zweigen nur die Chemie und die Physik, und die allereinste bleibt die Astronomie, die mit einer einzigen Hypothese: der Gravitation, auskommt. Das Wort Erklärung bedeutet nur: Aufdeckung der ursächlichen Verkettung einzelner Reihen oder Gruppen von Veränderungen. Die Ursache selbst bleibt unbekannt. Der Name, den ihr die Wissenschaft giebt, wie Gravitation, chemische Verwandtschaft, ist eben nur der Name für die unbekannte Ursache einer Gruppe von Erscheinungen. Für manche Ursachen, wie für die der elektrischen und der Lichtwellen, haben wir noch nicht einmal einen Namen, denn die Worte Elektrizität und Licht bezeichnen nicht die Ursache, sondern die vom Menschen wahrgenommene Wirkung dieser Wellen. Nur die Ursachen der mechanischen Bewegung sind bekannt; es sind Ortsbewegungen von Massen, die ihre Bewegungen durch Druck, Zug oder Stoß andern Massen mitteilen. Einige der zur Zeit in Deutschland maßgebenden Physiker gehn nun in der Besorgnis, ihre Wissenschaft möchte durch Verwendung von Hypothesen inexact werden, so weit, daß sie den Begriff der Ursache ganz ausschalten und die Physik zu einer nur beschreibenden Wissenschaft machen wollen. Nachdem schon der Mitbegründer der Spektralanalyse, Kirchhoff, gelegentlich einmal die Physik als eine beschreibende Wissenschaft bezeichnet hatte, schreibt in neuerer Zeit Mach: „Fast muß man sagen, daß die mit einem Anflug von Herablassung so genannten beschreibenden Naturwissenschaften an Wissenschaftlichkeit die noch kürzlich sehr üblichen physikalischen Darstellungen überholt haben. Die imposantesten Sätze der Physik, lösen wir sie in ihre Elemente auf, unterscheiden sich in nichts von den beschreibenden Sätzen des Naturhistorikers. Was wir Ursache und Wirkung nennen,

sind hervorstechende Merkmale einer Erfahrung, die für unsre Gedankenbildung wichtig sind. Ihre Bedeutung blaßt ab und geht auf andre Merkmale über, sobald eine Erfahrung geläufig wird. Die sinnlichen Elemente erweisen sich als abhängig voneinander. Man denkt sich diese Abhängigkeit am besten so wie die gegenseitige Abhängigkeit der Seiten und Winkel eines Dreiecks, nur weitaus mannigfaltiger und verwickelter. Wir wollen die Begriffe Ursache und Wirkung ihrer Verschkommenheit und Vieldeutigkeit wegen vermeiden.“ (Ich entnehme dieses Zitat der Abhandlung „Mechanik und Biologie“ von J. Reinke im Oktober-Novemberheft 1901 der Deutschen Rundschau.)

Gegen diese Entthronung der Kausalität, die ein paar Jahrzehnte lang die Alleinherrschaft in den Naturwissenschaften behauptet hatte, wendet sich E. von Hartmann in seinem neuesten Werke: Die Weltanschauung der modernen Physik. (Leipzig, Hermann Haacke, 1902.) Im letzten Kapitel spricht er sich über die Methode der modernen Physik und über den erkenntnistheoretischen Standpunkt ihrer Vertreter folgendermaßen aus. Die theoretische Physik strebt gleich der Naturphilosophie Schellings und seiner Zeitgenossen danach, die Natur aus Grundbegriffen zu konstruieren; die Erfahrung dient ihr nur zur Auffindung dieser Grundbegriffe, und das Experiment zur Bestätigung der daraus abgeleiteten Konstruktionen. Von der Naturphilosophie des vorigen Jahrhunderts unterscheidet sie sich dadurch, daß sie bei ihren Deduktionen streng mathematisch verfährt und so zu exakten, d. h. meßbaren Ergebnissen gelangt, und daß ihre Deduktionen auf einem viel reichern und genauer ermittelten Erfahrungsmaterial ruhn. Sie ist aber auch ebenso wie die Naturphilosophie der Täuschung verfallen, daß sie Gewißheit zu gewähren vermöge. Sie bildet sich ein, auf Hypothesen verzichten zu können. Das vermöchte sie aber auch dann nicht, wenn sie sich wirklich auf bloße Beschreibung beschränken könnte, wofern man darunter nicht die Beschreibung von lauter einzelnen Gegenständen oder Erscheinungen versteht. Denn kein Ding ist einem andern vollkommen gleich. Umfaßt demnach die Beschreibung eine ganze Gruppe von Dingen, so muß sie zur Begriffsbildung ihre Zuflucht nehmen; sie muß das allen Einzeldingen oder Einzelvorgängen Gemeinsame angeben und die unwesentlichen Unterschiede unberücksichtigt lassen. Weil aber der Beschreibende niemals sicher ist, ob die von ihm angegebenen Merkmale wirklich alle wesentlich sind und ob er kein wesentliches ausgelassen hat, darum haftet jeder solchen Abstraktion der mehr oder weniger hypothetische Charakter an. Die letzten Grundbegriffe der Physik wie Energie, Stoff, Kraft, Naturgesetz sind völlig hypothetisch. Dasselbe gilt von jedem einzelnen Naturgesetz. Naturgesetze, d. h. Regeln des Geschehns, können nur durch Deduktion gefunden werden: daraus, daß in allen beobachteten Fällen die Körper im luftleeren Raume mit derselben Geschwindigkeit und Beschleunigung fallen, schließt man, daß es in allen Fällen geschehe. Aber da es eben nicht möglich ist, alle Fälle zu beobachten, man also nicht unbedingt weiß, ob die gefundene Regel in allen Fällen zutrifft, so bleibt sie hypothetisch; man nimmt eben an, daß was unter denselben Bedingungen in tausend Fällen geschehn ist, unter denselben Bedingungen in allen Fällen geschehe.

Der Chemiker Ostwald meint, wenn alle in der Formel, die ein Gesetz darstellt, vorkommenden Größen meßbar sind, dann sei dieses Gesetz nicht mehr hypothetisch. Hartmann wendet dagegen ein, im strengen Sinne des Wortes meßbar seien nur räumliche Strecken; alles andre werde indirekt gemessen, z. B. die Temperatur an der Ausdehnung eines erwärmten Körpers. Jede solche indirekte Messung beruhe aber auf Voraussetzungen, in die sich Irrtümer einschleichen können; so z. B. das Messen mit dem Thermometer auf der Voraussetzung, daß sich der zum Messen benutzte Körper gleichmäßig ausdehnt. Es gehe deshalb nicht an, den Begriff der Hypothese auf die Ursachenhypothesen zu beschränken, und man entfliehe der Unentbehrlichkeit der Hypothese nicht dadurch, daß man auf die Ergründung der Ursachen verzichte. Sei es ja schon eine Hypothese, daß die Natur, die wir uns vorstellen, wirklich vorhanden sei, da wir in Wirklichkeit nichts wahrnehmen als die Zustände unsrer eignen Seele. Und eine Hypothese ist es, fahren wir mit Hartmann fort, daß den von uns vorgestellten Bewegungen wirkliche Bewegungen im Raum entsprechen. Die reine Bewegungslehre (Phoronomie) ist noch keine Physik. Daß die Länge und die Richtung des Weges, die ein von zwei Seiten gestoßener Körper zurücklegt, durch die Diagonale eines Parallelogramms ausgedrückt werden kann, das finden wir mit unserm gesetzmäßigen Denken. Daß aber so etwas in der Natur wirklich vorgeht, ist eine Hypothese, und erst durch diese Hypothese wird die Phoronomie zur Mechanik.

Demnach giebt es keine Naturwissenschaft, die Gewißheit zu gewähren vermöchte; aber die wohlbegründeten Hypothesen der modernen Physik gewähren einen so hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, daß sich damit sowohl theoretisch wie praktisch auskommen läßt. Die Wissenschaftlichkeit eines Verfahrens ist also nicht davon abhängig, ob dabei Hypothesen verwandt werden oder nicht, sondern davon, ob sich der Forscher des hypothetischen Charakters seines Verfahrens bewußt bleibt oder nicht. Erkennt er an, daß er mit Hypothesen arbeitet, so verfährt er wissenschaftlich, mögen auch die Hypothesen, deren er sich bedient, nur einen geringen Wahrscheinlichkeitswert haben. Dagegen wird das Verfahren auch bei einem hohen Wahrscheinlichkeitswert unwissenschaftlich, wenn sich der Forscher vortäuscht, er könne absolut gewisse Erkenntnis bieten. Das gilt auch von solchen Forschern, die alle Hypothesen verschmähen, bei denen sich diese Selbsttäuschung nicht aufrecht erhalten läßt, dafür sich aber die hypothetische Natur der Begriffe und Gesetze, die sie behalten, verbergen. Sollte es in Zukunft gelingen, den Wahrscheinlichkeitskoeffizienten jeder Hypothese zu berechnen [wie man jetzt die Wahrscheinlichkeitskoeffizienten von Lebenslängen berechnet], also die Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsgrade exakt zu machen, so würde sich diese zukünftige Physik von der heutigen so unterscheiden wie diese von einer frühern Physik, die noch gar keine Mathematik verwandte. Daß die Physik ihren hypothetischen Charakter anerkenne, meint Hartmann, sei eine Lebensfrage für sie. Die Philosophie habe ihr Ansehen eingebüßt, weil sie in der Hegelschen Periode den Anspruch auf Unfehlbarkeit erhob. Denselben Anspruch habe dann ein paar Jahrzehnte hindurch die Naturwissenschaft erhoben. Jetzt richte derselbe Skeptizismus, der im Bunde mit

den Naturwissenschaften die Philosophie entthront hat, seine Angriffe gegen den Bundesgenossen, und es könne diesem, dessen Lehren ziemlich allgemein als Dogmen geglaubt worden seien, so ergehen wie der Philosophie: die Naturwissenschaften könnten eine Zeit lang unterschätzt werden.

Wir scheint, daß diese Gefahr nur der Physiologie und der Biologie droht, nicht der Physik und der Chemie. Denn einmal leisten diese beiden Wissenschaften der Praxis so große Dienste, daß sie keinen Augenblick entbehrt werden können, und daß über ihrem praktischen Nutzen etwaige Sünden rein theoretischer Natur bereitwillig verzeihen, wo nicht ganz übersehen werden dürften. Dann aber sind die Physiker, wie Hartmann selbst Seite 113 bemerkt, im allgemeinen immer bescheiden geblieben. Nicht sie, sondern die Biologen haben die Geltung der physikalischen Gesetze auf Gebiete ausgedehnt, auf denen Physik und Chemie versagen, und eben der Verzicht auf die Ergründung der Ursachen, den ihnen der Philosoph zum Vorwurf macht, ist ja ein neues Zeugnis für ihre Bescheidenheit. Hartmann erklärt nun freilich diese seltne Tugend im vorliegenden Falle für übel angebracht. Nicht bloß deswegen, weil der Physiker mit diesem Verzicht um die gefürchteten Hypothesen nicht herum kommt, auch nicht bloß deswegen, weil der Kausalitätstrieb zur Natur des Menschen gehört, und der Verzicht auf seine Befriedigung Selbstverstümmelung sein würde, sondern hauptsächlich darum, weil der Verzicht unwissenschaftlich ist und die Physik unmöglich macht. Es geht nicht an, mit Mach alle Abhängigkeiten für funktionelle anzusehen. Diese lassen sich umkehren; es ist gleichgiltig, ob ich sage: die Größe des Winkels α im Dreieck wächst mit der Seite a , oder die Länge der Seite a wächst mit dem Winkel α , ob ich durch Verlängerung der Seite den Winkel oder durch Vergrößerung des Winkels die Seite wachsen lasse. Wenn dagegen die abgeschossene Kugel ein Loch ins Brett reißt, kann ich nicht sagen: die fortfliegenden Holzteilchen haben die Kugel herbeigezogen und durch das Loch gelenkt. Der Weltlauf läßt sich nicht umkehren, und zwei aufeinanderfolgende Veränderungen, deren eine aus der andern hervorgeht, verhalten sich nicht wie mathematische Funktionen, sondern wie Ursache und Wirkung zu einander, Begriffe, die also beide keine leere Einbildung sind. Dem Kausalitätsgedanken entspricht ein wirkliches Geschehn, und dieses Geschehn ist eben der Gegenstand der Physik, die ohne ihn gegenstandslos sein und zu einer auf physikalische Vorstellungen angewandten Geometrie verblasen würde. Und woher sollte die Geometrie diese Vorstellungen nehmen, wenn nichts geschähe? Der Mathematiker kann den Ansatz nur ausrechnen; aufstellen muß ihn der Physiker ohne Hilfe der Mathematik. Ohne Naturgeschehn giebt es keine Physik, und ohne Ursache geschieht nichts in der Natur. Darum sind Ursachenhypothesen nicht zu entbehren. „Die Hypotheseophobie ist eine ebensolche Kinderkrankheit der Physik, wie der Glaube an die absolute Gewißheit ihrer Lehren.“

Diesen methodologischen Betrachtungen ist also der letzte Abschnitt des Buches gewidmet. In den zehn vorangehenden Kapiteln behandelt Hartmann die Hauptprobleme der Physik. Da er in dieser Wissenschaft nicht Dilettant sondern Fachmann ist, man sich also auf ihn verlassen kann, benutzen wir sein Buch dazu, die Leser über einige Hauptergebnisse zu orientieren. Was von

jeder künstlichen Maschinerie gilt, daß sie kein perpetuum mobile sein kann, weil die ihr zugeführte Energie allmählich durch Reibung und auf andre Weise verloren geht, das gilt auch vom Weltganzen. Dieses muß nach Hartmann begrenzt gedacht werden. (Vorstellbar ist eine begrenzte Welt so wenig wie eine unendliche.) In einer unendlichen Welt würde das Gesetz von der Konstanz der Energie fürs Ganze keinen Sinn haben, für die Teile nur annähernd richtig sein. Zu dem Gesetze von der Konstanz der Energie kommt nun noch die Erfahrung, daß bei jeder geleisteten Arbeit ein Teil der Energie in Wärme umgesetzt wird, die sich zerstreut und nicht mehr in eine andre Energieform, nicht mehr in Arbeit zurückverwandelt werden kann. Aus dieser Erfahrung hat Clausius das Gesetz abgeleitet: Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu, wobei das Wort Entropie die Menge von Wärme bedeutet, die nicht mehr in Arbeit zurückverwandelt werden kann. Wenn alle Bewegungsenergie in Wärme verwandelt und die Temperatur in allen Teilen des Weltalls ausgeglichen sein wird, dann ist die Welt ein starrer Körper, denn nur wo Intensitätsdifferenzen vorkommen, die nach Ausgleich streben, geschieht etwas. In diesem starren Körper ist nichts mehr vorhanden, was zum Beginn eines neuen Weltprozesses den Anstoß geben könnte. Das physikalisch ausgerechnete Weltende sieht also anders aus als die mancherlei Weltenden, die man sich sonst vorphantasiert. Als Glaubensartikel brauchen wir es uns nicht aufdrängen zu lassen, weil ja kein Forscher alle im Weltall vorhandenen Kräfte und Möglichkeiten aufzuspüren vermag.

Nachdem Heinrich Hertz die elektrischen Erscheinungen auf Ätherwellen zurückgeführt hat, weiß man, daß es sich mit der Erzeugung, Fortpflanzung und Wahrnehmung der elektrischen, thermischen und Lichterscheinungen genau so verhält wie mit dem Schall. Stehende Schwingungen eines Körpers: eines Metall- oder Holzstücks oder einer Saite, erzeugen fortschreitende Luftwellen, und diese setzen sich an den getroffenen Stellen eines menschlichen Körpers wieder in stehende Schwingungen um. Ob diese als bloße Erschütterung oder als Schall oder als Ton empfunden werden, das hängt einerseits von der Länge und Zahl der Luftwellen, andererseits von der Beschaffenheit der getroffenen Nervenenden ab: wo kein Gehörnerv, da kein Schall oder Ton. So hängt es von der Länge und Zahl der Ätherschwingungen ab und von der Art des Gegenstandes, den sie treffen und erzittern machen, ob sie als Licht, Wärme oder Elektrizität zum Vorschein kommen. — Wenn man die Einwirkung eines Gegenstandes auf andre Gegenstände, die ihm nach menschlichem Maße nahe liegen, Nahwirkung nennt, so sind alle Wirkungen mit Ausnahme der Gravitation Nahwirkungen, denn so weit auch die Gestirne von uns entfernt sind, ihr Licht erreicht uns doch nur in der Weise, daß immer eins von den dazwischen liegenden Ätherteilchen seine Schwingungen dem benachbarten mitteilt. Alle Versuche großer Physiker, auch die Gravitation in eine Nahwirkung aufzulösen, sind bisher mißlungen. Hartmann hält solche Versuche für überflüssig, weil es nach ihm gar keine Nahwirkung giebt, vielmehr alle Wirkungen, sowohl die mechanischen wie die verschiedenen Arten der molekularen und Ätherwirkungen, Fernwirkungen sind. Denn weder Körper- noch Äther-

atome berühren sich jemals. Daß die Hand den Hebel berührt, mit dem sie eine Maschine in Bewegung setzt, ist nur Schein. Aber auch die Atome einer Molekel, auch Ätheratome, die einander in Schwingungen versetzen, berühren einander nicht. Ob aber die beiden Dinge, die aufeinander wirken, um molare, d. h. mit dem Auge und mit einem körperlichen Maße meßbare, oder nur um molekulare Strecken voneinander entfernt sind, das ändert nichts an dem Wesen der Sache; Gegenstände, die einander nicht berühren, sind entfernt voneinander; jede Wirkung wird auf einen vom wirkenden Gegenstand entfernten ausgeübt, ist deshalb Fernwirkung, und wenn Fernwirkung etwas unbegreifliches sein soll, so ist die Fortpflanzung des Lichts, die Erwärmung des Ofens und das Heben eines Steins nicht begreiflicher, als daß die Erde von der Sonne angezogen wird.

Die Berechtigung dieser Auffassung wird erst durch die Darstellung der Konstitution der Materie vollkommen klar. Namentlich die genauere Untersuchung des Verhaltens der Gase gegeneinander, des Durchschlüpfens des einen Gases durchs andre wie durch einen leeren Raum hat die Erkenntnis erschlossen, daß die materielle Raumerfüllung etwas ganz andres ist als substantielle, stoffliche Ausfüllung des Raumes. Ausführlich zeigt Hartmann, daß sich weder die Annahme einer den Raum stetig erfüllenden Substanz halten läßt noch die Korpuskularhypothese, nach der zwar die sinnlich wahrnehmbaren Körper aus unverbundenen Atomen bestehn, diese aber raumausfüllende Stoffteilchen sind. Die Atome müssen deshalb als mathematische Punkte aufgefaßt werden, was zuerst der Jesuit Boscovich in seinem 1759 erschienenen Werke über die Einheit der Naturkräfte gelehrt hat. Es ist interessant, den Nachweis der Stofflosigkeit der Materie bei Hartmann, besonders auf Seite 177 bis 180, mit dem bei Loze zu vergleichen. Loze schließt den Beweis, der im ersten Bande des Mikrokosmos geführt wird (Seite 37 bis 38 und Seite 387 bis 390), mit dem Satze: „So werden wir genötigt, die ausgedehnte Materie als ein System unausgedehnter Wesen zu fassen, die durch ihre Kräfte sich ihre gegenseitige Lage im Raume vorzeichnen, und indem sie der Verschiebung untereinander wie dem Eindringen eines Fremden Widerstand leisten, jene Erscheinungen der Undurchdringlichkeit und der stetigen Raumerfüllung hervorbringen.“ Die Raumerfüllung, schreibt Hartmann Seite 173, „ist eine Folge von Abstoßungskräften der Teilchen untereinander und gegen die Körper, die denselben Raum einzunehmen versuchen. Denkt man sich einen Raum stofflich erfüllt, so liegt in dieser Vorstellung nichts, was logisch nötigen könnte, den Begriff der Undurchdringlichkeit damit zu verbinden; nur die sinnliche Erfahrung, daß feste und flüssige Körper den eroberten Raum verteidigen, hat zur Gewöhnung an diese Vorstellungsverknüpfung geführt und sie so fest eingeprägt, daß sie zu einem schwer zu überwindenden sinnlichen Vorurteil geworden ist. Es ist nichts im Begriff des Stoffes, was hindern könnte, daß beliebig viele Stoffe gleichzeitig denselben Raum einnehmen; Undurchdringlichkeit ist erst etwas zum Begriff des Stoffes hinzukommendes, das aus Widerstandsentsaltung, d. h. aus Kraftäußerung entspringt. Der Stoff an sich ist kraftlos, und die Kräfte zum Widerstande müssen ebensogut wie irgendwelche

andre Kräfte erst zu ihm hinzukommen. Mit dieser Einsicht hört jedes Interesse der Physik an der Existenz des Stoffes auf und geht auf die Kräfte über, die der Undurchdringlichkeit zu Grunde liegen.“ Boscovich und Fechner haben das verkannt und sich in den Widerspruch verwickelt, die Atome trotz ihrer Ausdehnungslosigkeit immer noch für etwas Stoffliches zu halten.

Außerdem findet es Hartmann fehlerhaft, daß Boscovich nur eine Art von Atomen kennt und ihr Spiel daraus erklärt, daß sie sich auf molare Entfernungen anziehen, auf kleinste Entfernungen abstoßen, und daß die Anziehung mit der Entfernung abnimmt, die Abstoßung mit der Annäherung wächst. Hartmann nimmt mit der Mehrzahl der heutigen Physiker zwei Arten von Atomen an, Körper- und Ätheratome. Körperatome ziehn alle Atome an, Ätheratome stoßen alle Atome ab. Körper- und Ätheratome stoßen sich auf Molekularentfernungen ab, während sie sich auf molare Entfernungen anziehen. Das ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob sie mit der Entfernung ihr Verhalten änderten; was sich ändert, das ist nur die Wirkung ihres sich immer gleichbleibenden Verhaltens. In unmittelbarer Nähe überwiegt die abstoßende Kraft der Ätheratome, bei weiter Entfernung die anziehende Kraft der Körperatome. Körperatome und Körperatome ziehn einander immer an, Äther- und Ätheratome stoßen einander immer ab. Zwei Körperatome können nie in einen Punkt zusammengedrückt werden, weil die sie auseinanderhaltende Abstoßung der zwischen ihnen liegenden Ätheratome, die man sich wie eine auseinanderhaltende Feder denken mag, unüberwindlich stark ist; darauf beruht die Ausdehnung der Materie. Das Atom ist nach Hartmanns Beschreibung ein höchst wunderbares Wesen. „Wirken kann das Atom im gesamten Raum bis ins Unendliche außer in seinem Ausgangspunkt, dem jeweiligen Ort seine Kraftzentrum. Dies ist der einzige Punkt des ganzen Raumes, in dem es schlechthin wirkungsunfähig ist.“ Denn denken wir uns, das Anziehungsstreben zweier Körperatome sei erfüllt, sie seien in einem Punkt zusammengefallen, so kann an diesem Punkte weiter nichts vorgehn. „Nennt man diesen Ort den Sitz des Atoms, so hat es in seinem Sitz nur ein imaginäres oder fiktives Dasein, aber kein wirkliches, weder ein aktuelles noch ein potentiell.“ Wirklich wird es außerhalb seines Sitzes nach allen Richtungen hin, in denen es andre Atome treffen kann, und der Durchschnittspunkt dieser Richtungen ist eben sein Sitz. Als ein Wesen, von dem Kraftwirkungen ausgehn, nennt es Hartmann eine Dynamide. Diese beweglichen Dynamiden sind das einzige Reale in der unorganischen Natur. Die Kraft selbst, als die hypothetische Ursache der Kraftwirkungen, ist unräumlich zu denken. Und nun kommt das Wunderbare! „Da die potentielle Realität der Dynamiden den ganzen Raum erfüllt, so sind alle Dynamiden ineinander, obgleich ihre homologen Punkte [warum er die oben bezeichneten Durchschnittspunkte, die doch ohne Zweifel gemeint sind, homologe Punkte nennt, ist mir nicht deutlich] sich nicht decken. Die Fernwirkung verliert damit alles Auffallende, weil die Entfernung zweier Dynamiden nur zwischen ihren homologen Punkten gemessen wird, sie in toto aber ineinanderfallen und denselben Raum einnehmen.“

Hartmann nennt diese Konstruktion der Materie Dynamismus und setzt

ihm die Energetik Ostwalds und Machs und die von Herz ausgebildete Hylokinetik entgegen. Die drei Ausdrücke besagen, daß bei der Messung und Berechnung physikalischer Erscheinungen zu den beiden Größen Weglänge und Zeitdauer als dritte hinzugenommen wird entweder die Kraftäußerung, oder die Energie, oder die Masse. Energie wird das halbe Produkt aus der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit genannt, Kraftäußerung das Produkt aus Masse und Beschleunigung. Je nachdem die eine oder die andre dieser drei Größen bevorzugt wird, werden die andern beiden als abgeleitete behandelt. „Faßt man mit den Energetikern die Energie als den ursprünglichen Begriff auf, so sind Masse und Kraftäußerung abgeleitete Begriffe, nämlich Masse das Verhältnis der Energie zum halben Geschwindigkeitsquadrat, und Kraftäußerung das Verhältnis [der Energie] zu der Raumstrecke, die durchlaufen werden muß, um dieses Quantum Energie zu entfalten, beziehungsweise zu vernichten.“ Der Unterschied ist also zunächst nur ein Unterschied von Rechenmethoden, und die Wahl der drei Methoden hängt davon ab, welche von ihnen zur Lösung einer vorliegenden Aufgabe am bequemsten erscheint. Aber diese verschiedenen Methoden neigen verschiedenen Hypothesen zu, und die Unterschiede machen Miene, sich ins Metaphysische auszuwachsen. Die atomistische Naturerklärung hat alle Veränderungen auf Ortsveränderungen der Atome zurückgeführt, die Mechanik zu einer Molekularmechanik erweitert und so die Umwandlung einer Energieform in die andre begreiflich gemacht, indem sie z. B. lehrt, daß, wenn der fliegende Stein ein Hindernis trifft, sich seine molare Raumbewegung in sehr kleine räumliche Bewegungen der getroffenen Holz- oder Eisenteile umsetzen, in räumliche Bewegungen, Schwingungen, die wir als Wärmeempfindung wahrnehmen können. Die Energetiker dagegen betrachten die Energie als etwas Substantielles, und die verschiedenen Energieformen als qualitativ verschiedene Dinge, die nicht auf Molekularmechanik zurückgeführt werden können. Damit sind sie die atomistische Hypothese los — wollen sie sich doch, wie oben bemerkt wurde, auf Hypothesen womöglich gar nicht einlassen —, haben dafür aber die substantielle Energie eingetauscht, die doch wohl auch eine Hypothese genannt werden muß, und die man sich nicht einmal vorstellen kann, während die Molekularbewegungen wenigstens vorstellbar sind. Hartmann wirft den Energetikern vor, daß sie die Energie für einen metaphysischen Erklärungsgrund halten, während doch die verschiedenen Energieformen nur Gruppen von Erscheinungen sind. Die Hylokinetik endlich ist, auch wenn sie rechnerisch richtige Resultate ergibt, nach Hartmann deswegen unhaltbar, weil sie in den überwundenen Begriff der Stofflichkeit der Materie zurückfällt. Die Sache scheint so zu liegen, daß, nachdem die Gesetze für die chemischen, elektrischen, optischen und Wärmeerscheinungen gefunden sind, die atomistische Hypothese entbehrt werden kann, daß aber ohne sie jene Gesetze nicht hätten gefunden werden können. Den Vorzug der Vorstellbarkeit behält sie vorläufig, solange nicht eine neue brauchbare von gleicher Vorstellbarkeit gefunden wird. Gewiß ist mit ihr noch nicht das letzte Wort gesprochen. Sie wird noch von einer andern Seite her bedroht. Chemiker haben entdeckt, daß die Trennstücke aufgelöster Molekeln elektrisch geladen sind. Man nennt solche elektrische Molekel-

teile Zonen, und nach Reine werden von manchen diese Zonen für Verbindungen von Atomen chemischer Elemente mit elektrischen Atomen gehalten, sodaß also positive und negative Elektrizität als chemische Elemente behandelt werden, und die Meinung, die längst für überwunden galt, wieder auftaucht, positive und negative Elektrizität seien zwei Flüssigkeiten. Hartmann hält es für möglich, daß man sich durch weitere solche Entdeckungen genötigt sehen werde, auch in der Optik zu Newtons Emissionstheorie zurückzukehren, also das Licht für ein Element zu halten, glaubt aber, daß in diesem Falle die Undulationstheorie nicht preisgegeben, sondern mit jener verbunden werden werde. Es mag zum Schluß noch daran erinnert werden, daß es Kant ist, der die dynamische Konstruktion der Materie begründet hat. Liebmann faßt (Gedanken und Thatfachen II, S. 129) Kants Lehre in folgenden Sätzen zusammen. „Alles Materielle ist undurchdringlich; Undurchdringlichkeit aber beruht auf dem Widerstand oder der Repulsion, die ein Körper oder Körperteilchen oder punktuell Kraftzentrum auf andre Körper oder Körperteilchen oder punktuell Kraftzentra ausübt. Wäre nun diese Repulsion die einzige der Materie zu Grunde liegende Kraft, so würde das Materielle, da sich die Monaden abstoßen, im unendlichen Raume zu unendlich geringer Dichtigkeit verflüchtigen müssen, und es würde also leerer, nicht erfüllter Raum zustande kommen. Darum bedarf es einer zweiten, die Abstoßung einschränkenden Grundkraft, der Attraktion, die die Verflüchtigung hindert. Wirkte die Attraktion allein, so würde sich das Materielle in einem einzigen Punkte zusammenziehen, folglich, ebenso wie bei alleiniger Wirksamkeit der Repulsion, ein leerer Raum, aber kein Körper zustande kommen. Wenn aber Attraktionskraft und Repulsionskraft, sich gegenseitig einschränkend, in gesetzlich bestimmter Weise zusammenwirken, dann entsteht das, was man einen Körper nennt. Die Körper sind krafterfüllte Räume voll raumerfüllender Kräfte.“ Liebmann bemerkt zu dem letzten Satze: „Das ist ein Pleonasmus, aber er ist beabsichtigt.“

(Schluß folgt)



Griechische Reiseskizzen

3. Attische Tage



Während die Südländer vorwiegend Stadtmenschen sind und ihr Hauptvergnügen darin finden, abends auf der Piazza ihrer Stadt zusammenzustehn, oder in den Straßen zu flanieren, oder auf dem Trottoir vor einem Café stundenlang bei einem einzigen Getränk zu konversieren und Zigaretten zu rauchen, treibt es uns Nordländer, wo wir auch hinkommen, in die Weite. Wir können keinen Berg sehen, ohne von heißer Sehnsucht, ihn zu besteigen, ergriffen zu werden, keinen Wald,