

der experimentellen Erkenntnis der Struktur der Welt zu gelangen; das scheint uns weniger willkürlich und mehr objektiv zu sein als die Behauptung, die Welt sei ein euklidisches Kontinuum in einer absoluten Zeit.“ — **R. Feys, La transcription logistique du raisonnement. p. 299, 417.** Es wird gezeigt, wie sich die Logistik zuerst in ihrer extensiven Form als Klassenkalkül entwickelt hat (von Boole bis Schröder) und wie sie dann durch Peano und Russel weitgehend vervollkommen worden ist. — **Baron Descamps, Le génie des langues et le problème de la parenté linguistique. p. 389.** 1) Die Natur der Sprache und die moderne Linguistik. 2) Die allgemeine Dynamik der Sprache. 3) Die geographische und historische Entwicklung der Sprache. Die Typologie der Sprachen. 4) Die Verwandtschaft der Sprachen. **Comptes rendus p. 111, 235, 370, 480. Chronique p. 124, 239, 378, 490.**

---

## Miscellen und Nachrichten.

---

### Vom Relativen zum Absoluten.

Am 14. Januar 1925 hat M. Planck, der berühmte Begründer der Quantentheorie, gelegentlich der Feier der Vollendung des 8. Jahrzehnts der *Physikalischen Gesellschaft* zu Berlin einen Vortrag<sup>1)</sup> gehalten, der den Nachweis erbringt, dass der Weg des physikalischen Denkens trotz der Relativitätstheorie vom Relativen zum Absoluten führt.

Zunächst zeigt Planck, wie man in der Chemie vom *Aequivalentgewicht*, das sich immer auf eine bestimmte Verbindung des betreffenden Elementes bezieht, mit Hilfe des Avogadroschen Satzes zum *Molekulargewicht* und *Atomgewicht* fortgeschritten ist, Begriffe, die von der Frage nach den Verbindungen des Elementes mit anderen Elementen abgelöst sind und in dieser Hinsicht absoluten Charakter tragen.

Da aber auch das *Atomgewicht* nur eine Verhältniszahl bedeutet, so war das Bestreben zahlreicher Forscher trotz des Widerspruchs der „Puristen“, die jeder Erweiterung der vorliegenden Axiome durch neue Ideen widerstreben, darauf gerichtet, den Begriff des Atomgewichtes in einem noch weiteren Sinne absolut zu machen. Heute ist der Streit entschieden. Heute wird kein Physiker Einspruch erheben gegen die Behauptung, dass das Gewicht eines Atoms Wasserstoff 1,649 Quadrillionstel Gramm beträgt, eine Zahl, deren Bedeutung unabhängig ist von den Atomgewichten anderer chemischer Elemente und die darum als eine absolute Grösse bezeichnet werden kann.

<sup>1)</sup> S. *Naturwissenschaften* 1925, S. 53 ff.

Aehnlich verhält es sich mit dem Begriff der *Energie*. Da in der Formulierung des Energieprinzips nur von Energiedifferenzen die Rede ist, so konnten die Puristen in gewissem Sinne mit Recht sagen, dass der Begriff der Energie sich nicht auf den Zustand, sondern auf die Zustandsänderung eines Systems beziehe und dass darum in dem Werte der Energie eines Systems eine additive Konstante unbestimmt bleibe, nach deren Grösse zu fragen gar keinen physikalischen Sinn habe. Trotzdem war man bemüht, der Energie eine absolute Bedeutung zu geben, indem man sie durch den augenblicklichen Zustand als vollkommen bestimmt ansah. Diese Auffassung, die den Begriff der Energie und die Anwendung des Energieprinzips vereinfacht, ist heute vollkommen zur Durchführung gelangt: Was die elektromagnetische Energie angeht, so wird ihr Absolutwert festgelegt durch den Satz, dass die Energie des elektromagnetisch neutralen Feldes gleich Null ist. Für die Energie der Materie kommen wir zum Absolutwert, wenn wir die Energie eines ruhenden Körpers nicht etwa gleich Null, sondern gleich dem Produkt seiner Masse und des Quadrates der Lichtgeschwindigkeit setzen. Diese eigenartige Anschauung ist natürlich nicht aus dem Energieprinzip herausgewachsen; sie wurzelt vielmehr in der speziellen Relativitätstheorie (56).

„Es muss“, sagt Planck, „ein merkwürdiges Zusammentreffen genannt werden, dass gerade eine Theorie der Relativität zur Bestimmung des Absolutwertes der Energie eines physikalischen Gebildes geführt hat. Das scheinbar Paradoxe dieser Gegenüberstellung erklärt sich einfach daraus, dass es sich in der Relativitätstheorie um die Abhängigkeit von dem gewählten Bezugssystem, hier dagegen um die Abhängigkeit von dem physikalischen Zustand des betrachteten Gebildes handelt“ (56).

Wie bei der elektromagnetischen und bei der kinetischen Energie, so ist man auch auf allen anderen Gebieten der Physik von der Betrachtung der Energiedifferenzen, welche unmittelbar durch Messung gewonnen werden, zur Betrachtung der Absolutwerte geleitet worden. Stets wurde dadurch, wie Planck näher darlegt, ein merklicher Fortschritt der Theorie erzielt.

Von besonderem Interesse sind die Ausführungen Plancks über den Begriff der *Entropie*? Auch hier finden wir den Fortschritt vom Relativen zum Absoluten. Nach der ursprünglichen Definition von R. Clausius bezieht sich auch der Entropiebegriff nicht auf einen Zustand, sondern eine Zustandsänderung. Aber durch die scharfsinnigen Untersuchungen von L. Boltzmann wurde eine bedeutsame Wendung herbeigeführt. Nach Boltzmann ist die Entropie nichts anderes als das Maß der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit. Es ist darum die Entropie eines in thermodynamischem Gleichgewicht befindlichen physikalischen Gebildes von vielen Freiheitsgraden, welches mit einer bestimmten Energie ausgestattet ist, identisch mit der Anzahl der verschiedenartigen Zustände, die ein solches

Gebilde unter den gegebenen Bedingungen annehmen kann. Wenn nun die Entropie einen absoluten Wert besitzt, so bedeutet das, dass die Anzahl der unter den gegebenen Bedingungen möglichen Zustände eine ganz bestimmte, endliche ist (57).

Was ist von dieser Konsequenz zu halten? Planck erklärt, dass sie zu den Zeiten von Clausius, Helmholtz und Boltzmann unzweifelhaft auf der Stelle als unannehmbar abgewiesen worden wäre. Denn so lange man in den Differenzialgleichungen der klassischen Dynamik die einzige Grundlage der Physik erblickte; musste man notgedrungen die Zustände als stetig veränderlich und daher die Anzahl der bei gegebenen äusseren Bedingungen möglichen Zustände als unendlich gross betrachten. Seit der Einführung der Quantentheorie ist das aber anders geworden, und angesichts der grossen, täglich wachsenden Erfolge dieser Theorie kann es nach Plancks Ueberzeugung nicht mehr lange dauern, bis die Behauptung, dass man in einem ganz bestimmten Sinne von einer diskreten Anzahl möglicher Zustände und dementsprechend von der absoluten Grösse der Entropie reden kann, den Widerspruch überwunden haben wird, der ihr gegenwärtig von seiten angesehener Physiker noch entgegengesetzt wird (57).

Aber könnte man nicht mit demselben Rechte den Satz aufstellen, der Weg der Wissenschaft führe vom Absoluten zum Relativen? Genügt nicht ein Hinweis auf die Relativitätstheorie, um jeden Versuch, bei den Begriffen „Raum“ und „Zeit“ noch von etwas Absolutem zu reden, als antiquiert und rückständig erscheinen zu lassen? Planck erwidert auf diese Einrede, man solle sich wohl hüten, aus Worten und Bezeichnungen sachliche Folgerungen abzuleiten. Es sei gewiss häufig in der Geschichte der Wissenschaft vorgekommen, dass gewisse Begriffe, denen man eine Zeitlang absolute Bedeutung beilegte, sich als nur relativ gültig erwiesen. „Aber damit war“, fährt er weiter fort, „das Absolute nicht eliminiert, sondern nur zurückgeschoben . . . Man kann ebensowenig alles relativieren, wie man alles definieren oder alles beweisen kann. Denn wie bei jeder Begriffsbildung von mindestens einem Begriff ausgegangen werden muss, der keiner besonderen Definition bedarf, und wie jede Beweisführung von einem Obersatz Gebrauch machen muss, der ohne Beweis als zutreffend anerkannt wird, so knüpft jedes Relative in letztem Grunde an etwas selbständiges Absolutes an. Sonst schwebte der Begriff oder der Beweis oder das Relative in der Luft, ähnlich wie ein Rock, für den kein Nagel zum Aufhängen da ist. Das Absolute stellt den notwendigen festen Ausgangspunkt dar; derselbe muss nur an der richtigen Stelle gesucht werden“ (58).

Was die Relativitätstheorie betrifft, so erklärt Planck: „Die von Albert Einstein erarbeitete Erkenntnis, dass unsere Begriffe von Raum und Zeit, wie sie Newton und ebenso Kant als die absolut gegebenen Formen unserer Anschauung ihren Gedankengängen zu Grunde legten, wegen der Willkür, die in der Wahl des Bezugssystems und des Messungsverfahrens

liegt, in gewissem Sinne eine relative Bedeutung besitzen, greift vielleicht am allertiefsten an die Wurzeln unseres physikalischen Denkens. Aber wenn dem Raum und der Zeit der Charakter des Absoluten abgesprochen worden ist, so ist derselbe nicht aus der Welt geschafft, sondern er ist nur weiter rückwärts verlegt worden, und zwar in die Metrik der vierdimensionalen Mannigfaltigkeit, welche daraus entsteht, dass Raum und Zeit mittels der Lichtgeschwindigkeit zu einem einheitlichen Kontinuum zusammengeschweisst werden. Diese Metrik stellt etwas von jeglicher Willkür abgelöstes Selbständiges und daher Absolutes dar. So ist auch in der vielfach missverstandenen Relativitätstheorie das Absolute nicht aufgehoben, sondern es ist im Gegenteil durch sie nur noch schärfer zum Ausdruck gekommen, dass und inwiefern die Physik sich allenthalben auf ein in der Aussenwelt liegendes Absolutes gründet“ (59). Ja, Planck sieht gerade darin, dass die Relativitätstheorie uns lehrt, die Naturgesetze in kovarianter Form auszusprechen, d. h. so, dass sie für alle denkbaren Beobachter die nämliche Form besitzen, den Beweis, dass es eine vom Erleben des Subjektes unabhängige Aussenwelt gibt. „Wenn das Absolute“, so sagt er, „wie manche Erkenntnistheoretiker annehmen, nur im eigenen Erleben zu finden wäre, so müsste es grundsätzlich so viele Arten von Physik geben, wie es Physiker gibt, und wir würden der Tatsache vollständig verständnislos gegenüberstehen, dass es wenigstens bis zum heutigen Tage möglich ist, eine physikalische Wissenschaft aufzubauen und zu pflegen, deren Inhalt für alle forschenden Intelligenzen, bei aller Verschiedenheit ihrer einzelnen Erlebnisse, sich als der nämliche erweist. Indem wir bei jeglichem Naturgeschehen von dem Einzelnen, Konventionellen und Zufälligen, dem Allgemeinen, Sachlichen und Notwendigen zustreben, suchen wir hinter dem Abhängigen das Unabhängige, hinter dem Relativen das Absolute, hinter dem Vergänglichen das Unvergängliche. Und so weit ich sehe, zeigt sich diese Tendenz nicht nur in der Physik, sondern in jeglicher Wissenschaft, ja nicht nur auf dem Gebiete des Wissens, sondern auch auf dem des Guten und dem des Schönen“ (59).

Wenn Planck zum Schlusse betont, dass die Wissenschaft das schlechthin Absolute niemals erreichen werde, so ist das von der Wissenschaft, die Planck an erster Stelle im Auge hat, nämlich der Naturwissenschaft, zuzugeben. Aber damit wird die Existenz des Absoluten nicht in Frage gestellt. Das Relative setzt ja, wie Planck so nachdrücklich erklärt, das Absolute voraus. Wenn darum Relatives existiert, so muss auch Absolutes existieren. Es ist darum das Absolute nicht ein blosser Grenzbegriff, nicht ein rein ideales Ziel des menschlichen Erkenntnisstrebens, sondern es kommt ihm reale Existenz in vollem Sinne zu.

Fulda.

Dr. Ed. Hartmann.