

## Werk

**Titel:** Die Physik als phänomenologische Wissenschaft

**Untertitel:** [1. Teil]

**Autor:** Adler , Friedrich W.

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1907

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0022](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022) | LOG\_0243

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

20. Juni 1907.

Nr. 25.

## Die Physik als phänomenologische Wissenschaft<sup>1)</sup>.

Von Privatdozent Dr. Friedrich W. Adler (Zürich).

(Originalmitteilung.)

Eines der wichtigsten Probleme der Physik besteht in der Frage nach der mechanischen Konstitution der Körper. Die Untersuchung der Erscheinungen der Elastizität, der Kohäsion und Adhäsion sind noch nicht bis zu jenem Punkte gediehen, der der Physik als Ziel vorschwebt. Zwar erweitern ihre Hilfsmittel, vor allem das Mikroskop, in immer steigendem Maße den Bereich des Wissens, die Teilbarkeit der Körper scheint aber eine noch viel genauere Kenntnis der mechanischen Konstitution in Aussicht zu stellen, als sie heute besteht. Dem Teilen ist vorläufig subjektiv eine Grenze durch die Grenzen des Sehens kleiner Körper gesetzt. Die Frage, ob die Teilbarkeit auch objektiv eine Grenze habe, d. h. ob man schließlich auf Körper kommt, die jedem beliebig großen Druck Widerstand leisten, ist dagegen noch offen. Wenn man wirklich zu solchen unteilbaren Körpern gelangen würde, wäre wohl eine bedeutende Vereinfachung in der Darstellung der Gesetze der mechanischen Konstitution zu erwarten.

Diese immer weiter gehende Erforschung der mechanischen Konstitution der Körper, ist wie gesagt, eines der wichtigsten Probleme der Physik, aber es muß betont werden, daß es nur eines ihrer Probleme ist, nicht aber das einzige. Die Hervorhebung dieser Unterscheidung ist nötig gegenüber einer bestimmten Richtung in der Physik, der Mechanistik.

Die Mechanistik stellt als Ziel der Physik die Erklärung aller Erscheinungen als Bewegungen der Atome und des Äthers auf. Sie will einen Ton, eine Farbe, eine Wärme usw. als derartige Bewegung erklären, sie sieht somit in der Erforschung der mechanischen Konstitution der Körper das eigentliche Ziel der Physik. Indem die Mechanistik dieses Teilproblem zum Problem schlechthin macht, verlieren die wichtigen Ergebnisse der Physik auf anderen Gebieten für sie alle Bedeutung. Die großartigen Gesetze, die die Physik aufgestellt hat, wie z. B. das Ohmsche, kommen in der Mechanistik als solche

<sup>1)</sup> Mit einigen Erweiterungen nach der an der Universität Zürich am 16. Februar 1907 als Dozent der Physik gehaltenen Antrittsvorlesung.

gar nicht zur Geltung, werden nur betrachtet als Mittel zum Zweck und als einer mechanistischen Deutung bedürftig.

Durch die mechanistische Definition des Zieles der Physik kommen weite Gebiete und gerade jene, die sie bisher mit dem größten Erfolge bearbeitete, aus ihrem Bereich. Das Ziel, das die Mechanistik angibt, ist ein ganz anderes als das, dem die Erfolge der physikalischen Arbeit sich immer mehr nähern.

Dieser Zwiespalt mußte endlich zum Bewußtsein kommen. Es ist die große Tat von Ernst Mach, festgestellt zu haben, auf welches Ziel die Physik tatsächlich hinsteuert, es bildete einen wesentlichen Teil seiner Lebensarbeit, zu zeigen, daß sie im Gange der historischen Entwicklung immer auf dasselbe hinsteuerte, kritisch alles das aufzuhellen, was diesem Ziele zu widersprechen schien.

Mach zeigte, daß die Physik, wie wir sie kennen, deren Erfolge wir bewundern, eine phänomenologische Wissenschaft sei, eine Wissenschaft, die sich als Ziel setzt die Feststellung der Abhängigkeit der Erscheinungen von einander.

Bei der Frage des Zieles der Physik handelt es sich keineswegs bloß um ein allgemein erkenntnistheoretisches Problem, sondern vor allem um die Vermeidung falscher Problemstellungen — nutzloser Arbeit — in der Physik selbst. Aber auch die allgemeineren Probleme sind für den Physiker nicht ganz müßig, besonders wenn es sich um die Beziehungen der Physik zu den anderen Wissenschaften handelt. Bei der Behandlung eines speziellen Gebietes kann man eine Zeitlang von der Beachtung dieser Beziehungen absehen, kann man gewisse Voraussetzungen ununtersucht lassen, im allgemeinen wird man sich jedoch nicht mit einer Wissenschaft zufrieden geben, die man als dauernd isoliert erkannt hat. Man wird vielmehr Ernst Mach beipflichten, wenn er sagt: „Ich wünsche in der Physik einen Standpunkt einzunehmen, den man nicht sofort verlassen muß, wenn man in das Gebiet einer anderen Wissenschaft hinüberblickt, da schließlich doch alle ein Ganzes bilden.“ Eine solche zur dauernden Isoliertheit verurteilte Wissenschaft ist aber die Mechanistik, und darin besteht ein weiterer Einwand gegen sie.

Die Physik als Mechanistik wurde lange als Ausgangspunkt, als Grundlage für die anderen

Wissenschaften angesehen. Der mechanistische Materialismus übertrug die Erklärung der Erscheinungen als Bewegungen der Atome und des Äthers als Ziel auf alle Wissenschaften. Die Un erreichbarkeit dieses Zieles geht bereits mit aller Klarheit aus jener berühmten Rede hervor, die du Bois-Reymond auf der deutschen Naturforscherversammlung im Jahre 1872 hielt. Er setzte in meisterhafter Weise auseinander, daß der mechanistische Materialismus niemals verständlich machen könne, was Materie und Kraft sei, und ebensowenig wie aus ihnen Sinnesempfindungen und Denken entstehen können. Da diese Probleme für den mechanistischen Materialismus unlösbar sind, schienen sie ihm überhaupt unlösbar, als außerhalb der „Grenzen des Naturerkennens“. Für du Bois-Reymond war die Konsequenz seiner Überlegungen die Begrenztheit des Wissens überhaupt. Betrachtet man aber die anderen Wissenschaften, denen gerade die Sinnesempfindungen und die Begriffe, das Naheliegende, Bekannte sind, so ergibt sich nicht die Begrenztheit des Wissens überhaupt, sondern eine scheinbar unüberbrückbare Kluft zwischen der Physik im mechanistischen Sinne und den anderen Wissenschaften.

Als in Leipzig von du Bois-Reymond in aller Feierlichkeit das „Ignorabimus“ — wir werden niemals wissen — verkündet wurde, war aber bereits seit einem Jahre, allerdings nur in der Stille der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften mit aller Klarheit der Physik ein Weg aufgezeigt worden, auf dem sich keine Isolierung von den anderen Wissenschaften ergibt, auf dem keine Probleme auftreten, die zu dem Ausruf drängen: „Ignorabimus!“ Bereits im Jahre 1871 hielt und veröffentlichte Ernst Mach jenen Vortrag über „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit“, der schon alle Grundlagen seines Lebenswerkes, wenn auch in manchen Fragen nur andeutungsweise enthält.

Den hauptsächlichsten Stützpunkt der Mechanistik bildet die kinetische Gastheorie. Dieselbe beruht im wesentlichen auf der Verknüpfung der Erfahrungen über den elastischen Stoß mit jenen über die Gase. Die grundlegenden Gesetze über die Gase sind, wie bekannt, das Boyle-Mariottesche, das aussagt, daß der Druck dem Volumen eines Gases indirekt proportional ist bei konstanter Temperatur, und das Gay-Lussacsche, das aussagt, daß der Druck der Temperatur proportional ist bei konstantem Volumen. Auf analoge Beziehungen, wie sie bei den Gasen zwischen Druck, Volumen und Temperatur bestehen, wird man geführt, wenn man Theorien über Systeme vollkommen elastischer Kugeln, die Geschwindigkeiten nach verschiedenen Richtungen besitzen und einen gewissen Raum im wesentlichen homogen erfüllen, aufstellen will. Die Gesetze des elastischen Stoßes vorausgesetzt, können wir annehmen, daß ein derartiges System von Kugeln auf die Wände des Gefäßes, in das es eingeschlossen ist, einen Druck ausüben wird, der umgekehrt proportional dem Volumen des Gefäßes ist. Vergrößert man die

mittlere Geschwindigkeit der elastischen Kugeln, so wird der Druck auf die Gefäßwände proportional dem Quadrat dieser Geschwindigkeit wachsen. Es würden also für solche Systeme elastischer Kugeln, die wirklich zu beobachten allerdings bisher nicht gelungen ist, analoge Gesetze wie für die idealen Gase gelten, wenn man das Quadrat der mittleren Geschwindigkeit der Kugeln analog der Temperatur setzt.

Die kinetische Gastheorie sagt nun: Ein Gas ist ein derartiges System vollkommen elastischer Kugeln, und die Temperatur ist das Quadrat der mittleren Geschwindigkeit derselben. Wenn man sagt, die idealen Gase verhalten sich ebenso wie Systeme elastischer Kugeln, stellt man eine sehr fruchtbare Analogie auf. Man kann auch darüber hinausgehen und die Hypothese aufstellen, daß an der Grenze der Teilbarkeit es sich zeigen wird, daß die Gase tatsächlich derartige Systeme elastischer Kugeln sind, und daß die Temperatur von der mittleren Geschwindigkeit derselben abhängig ist. Es würde dann möglich sein, die Temperatur durch die mittlere Geschwindigkeit der Moleküle des Gases zu messen, ebenso wie man sie heute durch das Volumen oder den Druck des Gases mißt. Eine prinzipiell tiefere Einsicht wäre aber damit keineswegs gegeben.

Geht man über die genannte Hypothese hinaus, indem man die Behauptung aufstellt: die Wärme ist die Bewegung der Moleküle, so verlieren große Gebiete gesicherten Wissens ihre Bedeutung, und man wird zu im wesentlichen unfruchtbaren Bemühungen gedrängt. Denn die notwendige Konsequenz dieser Behauptung wäre, daß man auch alle anderen Eigenschaften der wirklichen Gase, der Flüssigkeiten und festen Körper als in mechanischen Eigenschaften mehr oder minder elastischer Kugeln bestehend aufzufinden sucht. Es ist nun nicht einmal nötig, die genannte Hypothese und um so weniger natürlich die Behauptung, daß „die Wärme Bewegung sei“, anzunehmen, um die großartigen Errungenschaften der kinetischen Gastheorie, insbesondere das Maxwell'sche Gesetz über die Verteilung der Geschwindigkeiten akzeptieren zu können. Man braucht nur die kinetische Gastheorie als das aufzufassen, was sie in erster Linie wirklich ist: Als eine Theorie der Systeme elastischer Kugeln. Als solche wird sie ihren bleibenden Wert behalten und zur Verfolgung von Analogien nützlich sein. Daß alle Erscheinungen in der Welt in den mechanischen Eigenschaften solcher Systeme von mehr oder minder elastischen Kugeln bestehen, ist dagegen eine in den Tatsachen keineswegs begründete Behauptung.

Durch die kinetische Gastheorie wird die Darstellung des Verhaltens der Körper auf die Parameter der Mechanik reduziert; es treten nur potentielle und kinetische Energie auf, während eine Betrachtung, die auch die anderen Energiearten berücksichtigt, viel mehr Erfolg zu versprechen scheint. Dies war der Gesichtspunkt, von dem aus die sogenannte energetische Richtung, die besonders von