

## Werk

**Titel:** Die Physik als phänomenologische Wissenschaft

**Untertitel:** Schluß

**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\_0253

## 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.

27. Juni 1907.

Nr. 26.

## Die Physik als phänomenologische Wissenschaft.

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

(Originalmitteilung.)

(Schluß.)

Der „Löwe von Luzern“ ist der gewisse Zusammenhang von Elementen, die seit der Schöpfung durch Thorwaldsen einer Unzahl von Menschen angehört haben. Dieses ungeheure Elementenbündel zeigt gewisse Gesetzmäßigkeiten der Anordnung, indem sich bestimmte Teile desselben häufig wiederholen. Es wiederholen sich auch häufig einzelne Elemente, was die gewöhnliche Sprache als „Eigenschaften“ bezeichnet. Man sagt, der Löwe „ist weiß“, d. h. das Element „weiß“ tritt sehr häufig auf, allerdings nicht immer, der Löwe „ist weiß“ nur in einer gewissen Abhängigkeit von anderen Elementen (bei Sonnenbeleuchtung). In anderen Abhängigkeiten dagegen ist der Löwe nicht weiß. Bei bengalischer Beleuchtung „ist er rot“, bei Abwesenheit einer Lichtquelle „ist er schwarz“.

„Der Löwe von Luzern“ ist eine äußerst komplizierte Verknüpfung der Elemente, an der sich vielerlei mehr oder minder weitgehende Gesetzmäßigkeiten aufzeigen lassen. Gewisse Elementenkomplexe in diesem Gesamtbündel treten sehr häufig auf. Sich gleichende Elementenkomplexe gehören nacheinander wiederholt einem „Ich“ an, und ebenso treten sich gleichende Elementenkomplexe nebeneinander an verschiedenen „Ichs“ auf. Ein derartiger sich wiederholender Komplex von Elementen kann als Körper im engeren Sinne bezeichnet werden. Solche Körper im engeren Sinne sind vor allem Gegenstand der physikalischen und chemischen Forschung.

Bei erster Betrachtung scheint es dem Physiker oder Chemiker allerdings manchmal, daß er eigentlich mit den Elementen, oder gar den Elementen als Empfindungen nichts zu tun hat. Bei näherem Zusehen verschwindet aber dieser Eindruck. Alle Reaktionen, die wir beobachten, alle Messungen, die wir vornehmen, bestehen nur in der Feststellung gewisser Empfindungen und der Abhängigkeit, in der sie voneinander stehen.

Die Beschreibung der Körper nimmt einen breiten Raum in verschiedenen Wissenschaften, so in der Mineralogie und Chemie, ein. In der Chemie werden die „reinen“ Körper beschrieben, d. h. solche, die auch nach Teilungen in gewissen Eigenschaften gleich

sind. Worin besteht nun diese Beschreibung? Es wird gesagt, wie der Körper sich anfühlt, welche Farbe, welcher Geruch, welcher Geschmack usw. auftritt, kurz, es werden die Elemente als Empfindungen angeführt. Auch die Physik ist zum Teil in dieser Art beschreibende Wissenschaft, sie hebt die Körper, bei denen ein gewisses Element besonders charakteristisch ist, hervor, sie beschreibt die tönenden in der Akustik, die leuchtenden in der Optik usw. Die Wissenschaft begnügt sich aber nicht mit dem Körper als relativ stabilem Komplex von Elementen, sie untersucht, wie sich die Körper zu einander verhalten, oder genauer gesprochen, in welcher Abhängigkeit verschiedene derartige Empfindungskomplexe voneinander stehen. Eine geänderte räumliche Anordnung der Körper — also eine Änderung der Komplexe in bezug der Raumempfindungen — ist sehr oft begleitet von der Änderung der ganzen Komplexe, die die Körper bilden, wir sagen, aus zwei Körpern entsteht ein neuer. Die analytische Chemie besteht darin, daß wir Körper zueinander — z. B. in eine Epruvette — bringen, also ihre räumliche Anordnung ändern und wieder beobachten, welche Farbe, welcher Geruch, welcher Geschmack sich konstatieren läßt, ob der neue Körper sich hart oder seifig, ob er sich wärmer anfaßt als die Körper, die früher bestanden. Zwei Körper, die uns durch nichts anderes gegeben sind als durch einen Komplex von Empfindungen, bedingen, wenn sie zusammengebracht werden, einen anderen Komplex von Empfindungen, das ist der Tatbestand der chemischen Untersuchung. Aber auch die Messungen des Physikers bestehen nur in der Feststellung der Abhängigkeit gewisser Sinnesempfindungen. Die Zeitmessung findet häufig mit dem Gehör durch Beobachtung der Pendelschläge statt, die Einstellungen an der Wheatstoneschen Brücke bestehen in der Beobachtung der Geräusche in einem Telephon, die Einstellungen im Polarisationsapparat beruhen auf der Feststellung einer Farbenempfindung usw. Alles, was der Physiker oder Chemiker als experimentierender Forscher tut, besteht in der Feststellung gewisser Sinnesempfindungen. Wie kann man sagen, daß das, was seine ganze Lebensarbeit ausmacht, ihm etwas Fremdes, Unvertrautes sein soll?

Die Elemente sind also, wie wir konstatieren, die unmittelbar gegebenen Erfahrungen, die letzten Ausgangspunkte der Erkenntnis, die keiner weiteren

Erklärung mehr bedürfen. Hier tritt die Bedeutung der Machschen Untersuchungen deutlich hervor. Alle Forschung ist, wie wir gesehen, rein subjektiv, besteht in der Feststellung der Elemente als Empfindungen eines „Ich“, und doch erhalten wir Resultate über die Objekte. Dies wird sofort verständlich, wenn wir erkennen, daß die Empfindungen Elemente sind, die gleichzeitig die Körper bilden.

Die von der Mechanistik erstrebten Erklärungen einer Farbe, eines Tones, einer Wärme usw. als Bewegungen der Atome und des Äthers sind für eine phänomenologische Physik nicht nötig, sie betont vielmehr die Gleichwertigkeit aller Arten von Empfindungen als unmittelbar gegebene Erfahrungen. Auch die phänomenologische Physik sucht alle Zusammenhänge von Bewegungserscheinungen mit Tönen, Farben usw., soweit sie sich irgendwie aufweisen lassen, festzustellen. Sie tut es aber nicht, um etwa zu sagen, die Schwingungszahl 435 sei eine Erklärung für den Ton *a*, sondern um die Abhängigkeit aufzuzeigen, in der die mit dem Auge beobachtbare Bewegung und der mit dem Ohr hörbare Ton miteinander stehen.

Indem die phänomenologische Physik die Gleichwertigkeit aller Arten von Empfindungen als unmittelbar gegebene Erfahrungen betont, behauptet sie aber keineswegs, daß für sie alle Arten von Empfindungen überhaupt gleichwertig sind. Als unmittelbar gegeben sind sie alle gleichwertig, sie sind aber nicht alle für jedes Gebiet der Forschung gleich wichtig, und nicht jede Art von Sinnesempfindungen erfordert gleich großen Arbeitsaufwand zur Erforschung aller Beziehungen, in denen sie auftritt. Süß, sauer, bitter, salzig und die wenigen anderen Bezeichnungen von Geschmacksempfindungen bilden eine sehr beschränkte Skala von Beobachtungswerten. Dagegen ist die Abstufung der Tonempfindungen schon eine weit ausgedehntere, noch weiter geht die der Farben, am weitesten die der Formen. Je ausgedehnter der Abstufungsbereich einer Sinnesempfindung ist, um so vielfachere Beziehungen lassen sich feststellen. Die weitaus häufigsten und genauesten Messungen bestehen daher in der Physik in der Feststellung von Formempfindungen. Solche sind unter anderen alle Ablesungen an Zeigerapparaten, z. B. Ampèremetern; die Konfiguration des Apparates, die Stellung, die der Zeiger einnimmt, ist die festzustellende Beobachtungstatsache. Die allergegenauesten Messungen macht man, wenn als Kriterium der Beobachtung die Herstellung einer früher vorhandenen Konfiguration dient, also bei den sog. Nullmethoden, z. B. bei der Wage.

An dem Elementenkomplex, der den Körper bildet, treten Änderungen verschiedener Arten von Elementen gemeinsam auf, die Elemente sind voneinander abhängig. Fühlt sich das Eisen wärmer an, so vergrößert sich sein Volumen, wird es sehr heiß, so kommt es zum Glühen. Soweit diese Abhängigkeit der Elemente voneinander besteht, kann man die weniger abgestuften Arten von Elementen durch die

mehr abgestuften ersetzen. Das geschieht z. B. bei den Wärmeempfindungen, die durch Volumbeobachtungen ersetzt werden.

Alle diese Umstände bedingen, daß die räumlichen Beobachtungen in der Physik weitaus die häufigsten und wichtigsten sind. Das scheint auf den ersten Blick ein Resultat zu sein, von dem die mechanistische Physik ausgeht, sie hat es im wesentlichen mit dem Raume zu tun. Sehen wir aber näher zu, so zeigt sich der gewaltige Unterschied zwischen Mechanistik und Phänomenologie. Die Phänomenologie hat es mit den wirklichen Beobachtungen an den Apparaten zu tun, sie bestimmt die Abhängigkeit dieser Beobachtungen voneinander. Für die Mechanistik liegen die wirklichen Beobachtungen und deren Zusammenhang ganz außerhalb ihres Gesichtskreises.

Man wird nun vielleicht zugeben, daß die Elemente für den Physiker von grundlegender Bedeutung sind, wird aber einwenden, daß damit das Gebiet der erkannten Realität noch nicht erschöpft sei. Dies ist für die Phänomenologie auch keineswegs der Fall, sie betont ausdrücklich die Bedeutung der Abhängigkeit, in der die Elemente voneinander stehen, die Bedeutung der Ordnung, in der sie auftreten.

Und hierin liegt der zweite wichtige Punkt, in bezug dessen Mach das Ziel, dem die Physik tatsächlich zustrebt, klargelegt hat. Früher sagte man: Die Physik hat die Ursachen der Erscheinungen aufzufinden. In dieser Auffassung kam die alte hergebrachte Vorstellung von der Kausalität: „Einer Dosis Ursache folgt eine Dosis Wirkung“ zum Ausdruck. Mach hat gezeigt, daß die Darstellung der Ergebnisse der Physik diese Vorstellung, in der sich „eine Art primitiver, pharmazeutischer Weltanschauung ausspricht“, als überwunden erscheinen läßt. Er hat klargestellt, daß in den Differentialgleichungen, die die Resultate der Physik darstellen, der ungelenkige Ursachenbegriff keine Rolle spielt, daß derselbe durch den mathematischen Funktionsbegriff ersetzt werden muß, welcher allen Erfordernissen der Wissenschaft Genüge leistet.

Die Aufgabe der Wissenschaft ist die Feststellung der Abhängigkeit der Elemente voneinander. Diese Aufgabe besteht, genauer betrachtet, aus zweien: Erstens in der Beobachtung der Abhängigkeiten der Elemente, zweitens in der möglichst ökonomischen Darstellung dieser beobachteten Abhängigkeiten. Die letztere Aufgabe wird durch die Auffindung der für jedes einzelne Gebiet geeignetsten Funktionen erfüllt. In erster Linie treten solche Funktionen als Parameter in Gleichungen auf, deren Variable die Elemente sind, sodann werden aber auch weitere Abhängigkeiten der Parameter untereinander zu bestimmen gesucht. Die wichtigsten Parameter, zu denen die Physik gelangt, sind solche, die in Gleichungen auftreten, die für sich bestehen, d. h. nicht an Bedingungsgleichungen gebunden sind. Beispiele von derartigen Parametern wären die Masse, die elektrostatische Kapazität, der Ohmsche Widerstand.

Man hat bei der Beurteilung der Physik als