

Professor Dr. Moritz Schlick

Naturphilosophie und Naturwissenschaft



Das Wesen der Naturgesetze

Professor Dr. Moritz Schlick

NATURPHILOSOPHIE UND NATURWISSENSCHAFT

DAS WESEN DER NATURGESETZE

TOPPBOOK WISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK BD.
10

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek:
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Über den Autor

Der Physiker MORITZ SCHLICK studierte Naturwissenschaften und Mathematik an den Universitäten Heidelberg, Lausanne und Berlin. Er habilitierte sich mit der Schrift "Das Wesen der Wahrheit nach der modernen Logik". Aufgrund seiner freundschaftlichen Beziehung zu Albert Einstein setzte er sich als einer der Ersten mit der Relativitätstheorie auseinander und untersuchte diese auf ihre philosophischen Konsequenzen. In seinem Hauptwerk über die "Allgemeine Erkenntnislehre" verteidigt er einen erkenntnistheoretischen Realismus gegen positivistische und neukantische Positionen.

Inhaltsverzeichnis

Titel

Über den Autor

Buch

Naturphilosophie und Naturwissenschaft

Die Aufgabe der Naturphilosophie

Gliederung der Naturphilosophie

Die Naturerkenntnis

Die Substanz

Das Naturgesetz

Das Wesen der Substanz

Die mechanische Atomtheorie

Die dynamische Atomtheorie

Die Kontinuitätshypothese (Wirbelatome)

Die Energetik

Die Elektronentheorie

Die Auflösung des Substanzbegriffes

Sind die Atome wirklich?

Das Wesen der Naturgesetze

Das Kausalprinzip. Makro- und Mikrogesetze

Notwendigkeit und Kraft

Die Relativität der Zeit und der Bewegung

Die vierdimensionale Welt

Die Relativität des Raumes und die Gravitation

Bau und Entwicklung des Kosmos

Statistische und ontologische Gesetze.

Quantentheorie

Wie sich das Leben erklärt

Die Grundfrage der Biologie

Ansichten über die Entstehung des Lebens

Kriterien des Lebens

Leben und Bewusstsein

Organische Zweckmäßigkeit und „Finalität“

Der naive Vitalismus

Der kritische Vitalismus

Literatur

Buchtipps

Impressum

-

BUCH

Naturphilosophie und Naturwissenschaft

Die Aufgabe der Naturphilosophie

Die Naturphilosophie verhält sich zur Naturwissenschaft wie die Philosophie im Allgemeinen zur Wissenschaft überhaupt. Wie die allgemeine Philosophie die Grundlagen aller menschlichen Erkenntnis aufsucht und die Grundsätze erforscht, mit deren Hilfe das Gesamtgebäude der Erkenntnis errichtet und zusammengehalten wird, so ist es die Aufgabe der Naturphilosophie, eben diese Arbeit für das Sondergebiet der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zu leisten.

Dass eine solche Arbeit nicht nur möglich, sondern auch notwendig ist, wird in unserer Zeit wieder allgemein anerkannt. Und so erfreuen sich naturphilosophische Bestrebungen heute gerechter Würdigung, nachdem es einige Jahrzehnte hindurchgeschienen hatte, als ob die Naturforscher jede Philosophie aus den Grenzen ihrer Wissenschaft verbannen wollten. Dies ablehnende Verhalten war wirklich so lange berechtigt, als die Naturphilosophie (etwa bei Hegel und Schelling) mit dem Anspruch auftrat, durch bloßes, kühn spekulierendes Denken Naturerkenntnisse zu gewinnen, zu denen in Wahrheit nur experimentelle Forschung in geduldiger Gewissenhaftigkeit vordringen kann. Es gäbe in der Tat keine Naturphilosophie, wenn man darunter eine Disziplin verstünde, die unabhängig von den Naturwissenschaften die Welt mit eigenen Methoden zu ergründen hätte; es gibt aber eine, wenn ihre Aufgabe darin erblickt wird, in Gemeinschaft mit

der Naturforschung deren eigene letzte Prinzipien aufzusuchen und zu den höchsten Fragen menschlicher Erkenntnis überhaupt in Beziehung zu setzen. Es gibt nicht nur eine, sondern sie ist von vornherein in jeder Naturwissenschaft enthalten, so wahr jede Wissenschaft auf irgendwelchen Voraussetzungen ruhen muss und irgendwelcher Prinzipien zu ihrem Aufbau bedarf. Solche Voraussetzungen und Prinzipien bilden den innersten Kern jeder Wissenschaft, und so sind denn alle Wissenschaften, wie sie einst dem Schoße der einen Universalwissenschaft Philosophie entsprossen, auch heute noch ihrem innersten Wesen nach philosophisch.

Das philosophische Wesen der Naturwissenschaften ist heute, wie gesagt, von ihren Vertretern anerkannt, denn die moderne Entwicklung der Forschung ist an einem Punkt angelangt, an dem ihre innersten Triebkräfte sich enthüllen mussten. Man sieht allenthalben ein — was den wahrhaft großen Naturforschern immer klar gewesen ist —, dass ohne Besinnung auf den philosophischen Kern der Naturwissenschaft auch ihr letztes Verständnis sich nicht erschließt und ihre wesentlichsten Fragen unbeantwortet bleiben müssten. Es sind jene Fragen, die auf die Klärung oberster Begriffe zielen, wie Materie, Kraft, Raum und Zeit, Gesetz, Leben: Begriffe, die beinahe in jede Aussage über Naturdinge und Naturgeschehen irgendwie eingehen. Diese wesentlichsten Probleme bilden für den Naturforscher selber stets das Ziel, auf das sein Auge gerichtet bleibt, und für den Laien sind sie gar fast das Einzige, was ihn als Suchenden interessiert; und so ist für den Forscher wie für den Laien die Naturphilosophie wiederum ein Zentrum nicht nur unseres Wissens von der Natur, sondern auch unserer Weltanschauung.

Gliederung der Naturphilosophie

In die Erforschung der Natur teilen sich zahlreiche Wissenschaften: Physik, Chemie, Astronomie, Botanik, Geologie, Meteorologie, Physiologie und manche andere. Sind alle diese in gleichem Sinne und Maße philosophisch? Dienen sie alle in gleicher Weise als Stütz- und Ausgangspunkte der Naturphilosophie?

Offenbar nicht. Vielmehr ist leicht zu sehen, dass einzelne von diesen Disziplinen den prinzipiellen, allgemeinsten Problemen der Natur viel ferner stehen als die andern; ja, einige schließen das Fortschreiten zu umfassenderen Fragen ganz von ihrer Arbeit aus und setzen sich selbst gar keine andere Aufgabe als die Beherrschung eines bestimmten Bezirkes von Naturerscheinungen mithilfe der von anderen Wissenschaften fertig gelieferten Prinzipien. So untersucht z. B. die Meteorologie die Vorgänge im Luftmeer der Erde und erklärt sie durch physikalische Gesetze; wer die Erkenntnis nach oben weitertreiben will und sich diesen Gesetzen selbst kritisch zuwendet, verlässt damit die meteorologische Betrachtungsweise und begibt sich in das Reich der Physik. In derselben Weise entnehmen etwa Geologie und Astronomie alle ihre theoretischen Grundlagen gleichfalls der Physik; dasselbe gilt auch von der Chemie, welche ja die Gesetze erforscht, nach denen die Stoffe sich miteinander verbinden, und diese Gesetze sind letzten Endes zweifellos keine anderen als die in der Physik bereits wohlbekanntes und von ihr weiter zu erforschenden.

Geht man diesergestalt den Abhängigkeiten nach, die zwischen den einzelnen Naturwissenschaften bestehen, so findet man, dass ein großer Teil von ihnen restlos in die Physik mündet, d. h., alle in diesen Disziplinen auftretenden Begriffe lassen sich schließlich in solche auflösen, deren letzte Klärung Sache der Physik ist. Es sind dies von vornherein alle Wissenschaften der „leblosen“, der anorganischen Natur; von ihnen gilt sicher, dass alle ihre Prinzipien letztlich physikalischer Natur sind, dass sie also

eigentlich nichts anderes darstellen als Anwendungen der Physik auf abgegrenzte Gebiete der Naturerscheinungen, die nur aus methodisch-praktischen Gründen herausgehoben und zu Gegenständen besonderer Wissenschaften gemacht werden. Die Mächte, die einen Vulkan aufwerfen und Kontinente verschieben, sind im Grunde desselben physikalischen Wesens wie die Kräfte, welche die Atome in einem Molekül Salz zusammenhalten, den Kolben der Dampfmaschine bewegen oder den Blitz aus den Wolken schleudern — aber die Wissenschaften, die sich mit Vulkanen oder Gewittern oder Dampfmaschinen beschäftigen, lassen sich bis zu einem gewissen Grade unabhängig voneinander betreiben, weil es für ihre besonderen Zwecke nicht nötig ist, die Erscheinungen bis auf ihren letzten Grund zu verfolgen.

Während also dieser letzte Grund für die Wissenschaften von der anorganischen Welt zweifellos in der Physik liegt und folglich die Philosophie der unbelebten Natur nichts anderes sein kann als eine Philosophie der Physik, lassen sich die organischen Wissenschaften — Zoologie, Botanik, Physiologie — zunächst zu der umfassenden Disziplin der Biologie (der Wissenschaft vom Leben) vereinigen. Ob dann noch eine weitere Reduktion möglich ist, ob nämlich auch die Biologie schließlich auf rein physikalischen Grundlagen sich aufbauen lasse, darüber sind die Meinungen geteilt. Die Erörterung dieser Möglichkeit bildet vielmehr selbst einen wichtigen Gegenstand naturphilosophischer Betrachtungen. Mindestens solange die Frage nicht endgültig entschieden ist, wird jedenfalls das Gebiet der Naturphilosophie sich in zwei Teile sondern: in die Theorie der anorganischen Natur oder die Philosophie der Physik und die Theorie der lebendigen Natur oder die Philosophie der Biologie. Jedoch selbst dann, wenn diese Teilung sich nicht als schlechthin endgültig herausstellt, wird sie eine gewisse Berechtigung und Bedeutung behalten; denn wenn auch belebte und

unbelebte Natur letzten Endes etwa nicht wesensverschieden sind, so fallen damit doch die Methoden und Begriffsbildungen der organischen und der anorganischen Naturwissenschaften noch nicht ohne Weiteres zusammen, gerade so, wie ein chemisches Laboratorium stets anders eingerichtet sein wird als ein physikalisches, obwohl wir wissen, dass es schließlich dieselben Naturkräfte sind, die in beiden erforscht werden.

So gliedert sich denn unser Gebiet sachgemäß in die Philosophie der Physik und die Philosophie der Biologie. Da die organische Natur bekanntlich durchweg sehr verwickelte Gebilde aufweist, und da es für ein systematisches Verfahren zweckmäßig erscheint, die einfacheren Verhältnisse vor den komplizierteren zu untersuchen, so müssen sich unsere Betrachtungen zuerst der leblosen und dann erst der belebten Natur zuwenden. Es sind jedoch einige Erwägungen vorzuschicken, die für beide Gebiete wichtig sind.

Die Naturerkenntnis

Was bedeutet Naturerkenntnis, und wie kommt sie zustande? Was meinen wir, wenn wir sagen, es sei irgendein Naturvorgang erkannt worden?

Man versteht unter dem Worte Erkennen oder Erklären in den Naturwissenschaften im Grunde nichts anderes als in allen übrigen Wissenschaften und auch im alltäglichen Leben. Indem ein Naturgegenstand (ein Ding, eine Eigenschaft oder ein Vorgang) erkannt wird, wird er immer als etwas erkannt; indem er erklärt wird, wird er durch etwas erklärt. Jedes Erkennen stiftet eine Beziehung zwischen zwei Gliedern, nämlich dem Gegenstande, der da erkannt wird, und demjenigen, als welcher er erkannt wird. Man pflegt zu sagen, der zu erkennende Gegenstand sei durch die Erklärung auf etwas anderes „zurückgeführt“. Dies geschieht stets so, dass in der fraglichen

Naturerscheinung die gleichen Eigenschaften oder Merkmale entdeckt werden, die man auch an einer anderen Erscheinung wiederfindet; beide erscheinen jetzt nicht mehr als etwas Verschiedenes, sondern die eine darf als besonderer Fall der anderen aufgefasst werden und wird eben hierdurch auf diese zurückgeführt. Nachdem man z. B. fand, dass elektrische Wellen (wie sie in der drahtlosen Telegrafie Verwendung finden) genau dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzen wie das Licht, dass sie gebrochen und gespiegelt werden können wie dieses, da durfte man die Annahme machen: Das Licht besteht aus elektrischen Wellen, es ist nichts als ein besonderer Fall von solchen. Und als dann festgestellt wurde, dass auch alle weiteren Eigenschaften der elektrischen Wellen mit denen des Lichtes genau übereinstimmen (mit Ausnahme der Wahrnehmbarkeit durch das menschliche Auge), da konnte das Wesen des Lichtes als richtig erklärt, seine Zurückführung auf elektrische Wellen als feststehende Erkenntnis betrachtet werden. Ein anderes Beispiel: Wir wissen heute mit großer Bestimmtheit, dass die sogenannten chemischen Valenzkräfte (also jene Kräfte, welche die Vereinigung der chemischen Elemente zu Verbindungen bewirken) elektrischer Natur sind; die chemischen Prozesse sind also als eine spezielle Art elektrischer Vorgänge wiedererkannt. Die zwischen positiver und negativer Elektrizität wirkenden Anziehungskräfte sind das Allgemeinere; wo sie zwischen Atomen unter ganz bestimmten Umständen auftreten, heißen sie eben chemische Kräfte. Der Grund für diese Erkenntnis liegt wieder darin, dass die chemischen Vorgänge bei genauestem Eindringen das gleiche Verhalten zeigen, das wir von elektrischen Vorgängen her kennen. So wird es möglich, jene als Spezialfall der umfassenderen Klasse der elektrischen Erscheinungen zu behandeln.

Jeder Erkenntnisprozess setzt also voraus, dass in verschiedenen Naturvorgängen oder -dingen Gleichheiten aufgefunden werden; und er läuft stets hinaus auf eine Einordnung der erkannten Naturerscheinung in eine allgemeinere Klasse, in welcher sie nun als besonderer Fall erscheint. So ist etwa der Schall ein Spezialfall von elastischen Schwingungen, die Kohlensäure ist der allgemeineren Klasse der Verbindungen von Kohlenstoff und Sauerstoff eingeordnet, und so weiter. Zu jeder Erkenntnis bedarf es also durchaus der Kenntnis einer allgemeineren (höheren, oberen, umfassenderen) Klasse, die als „Erklärungsprinzip“ dient. Es folgt hieraus, dass es in jedem Stadium der Erkenntnis, so weit sie auch vordringen mag, stets letzte Prinzipien gibt, die selbst nicht mehr erklärt werden können, sondern aller Erkenntnis zugrunde liegen. Je geringer aber die Zahl der letzten Prinzipien, desto vollkommener die Erkenntnis.

Die Substanz

Die allereinfachste und nächstliegende Möglichkeit, im Naturgeschehen Gleichheiten festzustellen, liegt dort vor, wo bereits die schlichte sinnliche Wahrnehmung ohne weiteres Nachdenken uns das Vorhandensein von Übereinstimmungen lehrt; und hierbei ist wiederum der einfachste Fall der, dass wir mit unsern Sinnen an einem einzelnen Vorgange unmittelbar gewahren, wie trotz der vor unseren Augen sich abspielenden Veränderung etwas mit sich selbst gleich bleibt.

Das typische Beispiel für einen solchen Vorgang ist die Bewegung eines Körpers. Sie ist ein Prozess, eine Veränderung (nämlich eine Veränderung der Lage, des Ortes), und doch sehen wir, dass das Bewegte selber mit sich identisch bleibt, gleichsam sein Wesen nicht ändert. Form, Farbe, Härte usw. eines bewegten Steines bleiben nach dem Zeugnis unserer Sinne von der Änderung seiner

Lage und Geschwindigkeit unberührt. In der Tat ist die Bewegung der einzige Naturvorgang, bei dem die Forderung alles Erkennens: "Auffindung des Gleichen in einer Veränderung", bereits für unsere Anschauung, unser Wahrnehmen und Vorstellen, vollkommen erfüllt erscheint. Wir begreifen daher schon jetzt, warum der Mensch, solange er von der Naturerklärung nicht nur Zurückführung der Vorgänge aufeinander, sondern auch auf anschaulich vorstellbare Vorgänge erwartete, stets bemüht war, alle Veränderungen in der Natur auf Bewegungen zurückzuführen. Da die Lehre von der Bewegung die Mechanik ist, so ist uns damit die Vorliebe des Menschen für mechanische Naturerklärung verständlich geworden.

Dasjenige nun, was mit sich identisch bleibt, während es zugleich Veränderung durchmacht (die also im Fall der Bewegung Änderungen des Ortes oder der Lage sind), heißt von alters her die Substanz. So ist der Begriff der Substanz das erste Werkzeug, das sich der Erkenntniswille zum Zwecke der Naturerklärung schuf. Das Urbild der Substanzidee ist der sinnlich wahrnehmbare Körper, der dem aufmerksamen Auge, dem tastenden Finger, der wägenden Hand immer die gleichen Sinneseindrücke liefert. Auch auf Vorgänge, die sich den Sinnen nicht als Bewegungen, sondern als qualitative Veränderungen darstellen, ließ der Begriff sich ausdehnen. Wenn das Wasser in der Kälte in Eis übergeht, so wurde dieser Prozess nicht als Umwandlung eines Stoffes in einen anderen aufgefasst, sondern man nahm an, dass die Wassermenge identisch dieselbe Substanz wie die Eismenge sei, und dass nur ihr Zustand, ihre Erscheinungsform, oder wie man es nun nennen will, ein anderes geworden sei. Hiermit ließ sich der Erkenntnistrieb vorläufig genügen, obwohl er auf diese Art im Grunde mehr beschwichtigt als wirklich befriedigt wurde.

Die Substanzidee in der geschilderten Form ist ein erstes, primitives, aber doch sehr leistungsfähiges Denkmittel, von dem bei den ersten Versuchen wissenschaftlicher Naturerklärung (im alten Hellas) der ausschweifendste Gebrauch gemacht wurde. Man brauchte nur anzunehmen, dass bei allen Naturprozessen, die scheinbar in qualitativen Wesensänderungen betroffenen Körper bestehen, in Wahrheit doch ein unseren Sinnen verborgenes Etwas trotz des Wechsels seiner Eigenschaften mit sich selbst identisch bleibt; und es war nur noch ein Schritt zu der weiteren Annahme, dass es überhaupt in allen Naturvorgängen derselbe Stoff sei, der allem Flusse des Geschehens als unwandelbares Substrat zugrunde liege. Damit ist man bei dem Begriff des einen Urstoffes angelangt, aus dem alle Dinge bestehen sollen. Es gibt nur eine Substanz, und alle Körper der Welt sind nur Abwandlungen dieser einzigen, so lautet eine der ältesten Behauptungen der Naturphilosophie, für die freilich zuerst jeder wissenschaftliche Beweis mangelte und die deshalb leicht durch die bescheidenere Annahme verdrängt werden konnte, dass es vier verschiedene Grundstoffe gebe, aus deren Mischung alle Dinge beständen, nämlich die vier Elemente Feuer, Wasser, Luft und Erde. Die wissenschaftliche Chemie setzte später an die Stelle dieser vier Grundstoffe das System der zahlreichen chemischen Elemente, aber immer blieb der Gedanke lebendig, dass diese qualitative Mannigfaltigkeit der Substanzen nicht als letzte Tatsache hinzunehmen sei, sondern dass alle diese „Elemente“ sich schließlich aus der gleichen Ursubstanz aufbauen — ein Gedanke, der dann in der modernen Theorie der Materie mit dem größten Erfolg durchgeführt wurde.

Der Begriff der Substanz — in der Physik meist mit dem Namen Materie bezeichnet — spielt also in der Naturerklärung eine grundlegende Rolle. Dies sei hier nur

als Tatsache konstatiert; ob es gerechtfertigt ist, wird sich uns später herausstellen.

Das Naturgesetz

Die zentrale Bedeutung des Substanzbegriffes in der Naturphilosophie hat es oft so scheinen lassen, als ob die Aufgabe der Physik und Chemie sich darin erschöpfe, diesen Begriff immer vollkommener zu klären und die Art seiner Anwendung auf die Naturdinge immer genauer festzustellen. Aber dies wäre ein Irrtum. Die Substanz mag ein wichtiges Mittel der Naturerklärung sein, reicht aber für sich allein in keinem Fall aus, eine vollgültige Erkenntnis zu geben.

Wenn nämlich auf irgendeinen Naturvorgang, wie etwa das Gefrieren des Wassers, der Substanzbegriff angewendet wurde, indem man den Vorgang als Zustandsänderung eines und desselben Stoffes auffasste, so war doch damit so lange überhaupt noch nichts erklärt, als man nicht einsah, wie es denn zugehe, dass ein und dieselbe Substanz verschiedene Zustände haben und aus dem einen in den anderen übergeführt werden könne. Es genügt nicht, zu wissen, dass jeder Veränderung etwas Beharrliches zugrunde liegt, sondern die Veränderung, der Wechsel selbst muss noch begriffen, erklärt werden, d. h., es muss in ihm selber noch etwas Unveränderliches, Konstantes, Beharrliches, mit sich selbst Identisches aufgedeckt werden. Das Beharrliche eines Wechsels nennt man sein Gesetz. Damit eine Veränderung erklärt werde, muss das Gesetz bekannt sein, nach dem sie stattfindet. Sage ich in unserem Beispiel, Eis und Wasser seien dieselbe Substanz, so ist damit im Grunde nur eine Behauptung aufgestellt, keine Erkenntnis begründet. Eine solche entsteht erst, wenn ich etwa zeige, wie das Gesetz, dem die kleinen Teilchen des Wassers gehorchen, sie bei niedrigerer Temperatur zu festem Eis zusammenschließt, bei höherer aber in der freien Beweglichkeit erhält, die für den