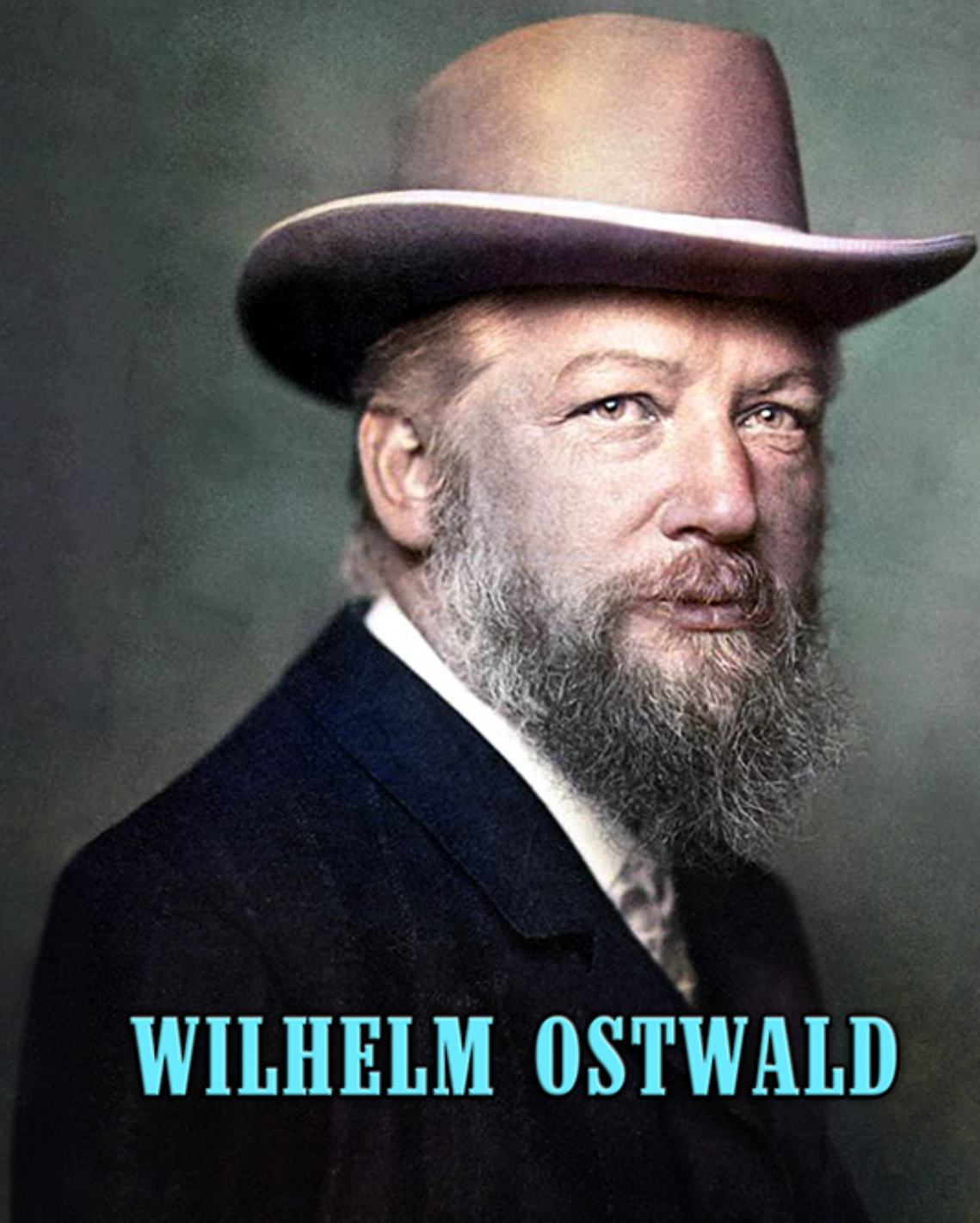


**CLASSICS TO GO**

**GRUNDRISS  
DER NATURPHILOSOPHIE**



**WILHELM OSTWALD**

**Grundriss**  
**Der Naturphilosophie**  
**Wilhelm Ostwald**

# **Vorworte**

## **Vorwort des Herausgebers zur ersten Auflage**

Die vorliegende, durch das Werkchen des Herrn Geh. Hofrats Dr. Ostwald eingeleitete Sammlung hegt die Absicht, ihre Leser in das Gesamtgebiet der Naturwissenschaften einzuführen. Jeder Band ist dazu bestimmt, ein abgeschlossenes Gebiet in gemeinverständlicher Darstellung zu behandeln. Irgendwelche besondere Vorkenntnisse werden dabei nicht vorausgesetzt, sondern jeder einzelne Gegenstand soll in der Weise zur Erledigung gelangen, daß jeder Leser dem Faden der Entwicklung ohne Schwierigkeit zu folgen vermag.

Der nächste Band wird aus der Feder des Unterzeichneten eine »Geschichtliche Übersicht über den Werdegang der Naturwissenschaften« bringen. Es soll dadurch zugleich eine Orientierung über die Gesamtheit der in dieser Sammlung enthaltenen Einzelschriften, über die großen Probleme der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft angestrebt werden.

*München, Frühjahr 1908.*

S. Günther.

## **Vorwort zur ersten bis dritten Auflage.**

Mit dem Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts ist ein plötzlicher Aufschwung des philosophischen Interesses eingetreten, der sich insbesondere an dem enormen Anwachsen der entsprechenden Literatur erkennen läßt. Bemerkenswerterweise handelt es sich hierbei keineswegs um eine Belebung, die von der Schulphilosophie, wie sie

herkömmlicherweise an den Universitäten vertreten ist, ausgegangen wäre. Vielmehr hat die gegenwärtige philosophische Bewegung einen ausgesprochen *naturphilosophischen* Charakter. Sie rührt daher, daß nach der Spezialforschung des letzten halben Jahrhunderts die *synthetischen* Faktoren der Wissenschaft sich wieder mit aller Energie zur Geltung bringen. Das Bedürfnis, all die zahllosen Einzelarbeiten endlich einmal unter gemeinsamen Gesichtspunkten zu betrachten und für die eigene Tätigkeit den Zusammenhang mit der Gesamtarbeit der Menschheit zu finden, muß als ausgiebigste Quelle der gegenwärtigen philosophischen Bewegung betrachtet werden, wie es die Quelle der naturphilosophischen Bestrebungen vor hundert Jahren war.

Während aber jene alte Naturphilosophie bald in uferloser Spekulation endete, dürfen wir für die gegenwärtige auf dauerndere Ergebnisse hoffen. Denn die heutige Naturphilosophie baut sich auf breitester erfahrungsmäßiger Unterlage auf. Die Gesetze der Energie in der anorganischen, und die der Entwicklung in der organischen Welt gewähren für die begriffliche Bearbeitung des wissenschaftlichen Materials Denkmittel, welche nicht nur das gegenwärtige Wissen zu vereinheitlichen, sondern auch das kommende hervorzurufen vermögen. Ist es auch nicht zulässig, diese Vereinheitlichungen als erschöpfend und für alle Zeit zureichend anzusehen, so hat doch unsere Zeit noch so viel in der Bearbeitung des Vorhandenen unter den erwähnten Gesichtspunkten nachzuholen, daß zunächst das Bedürfnis der Ordnung befriedigt sein muß, bevor man mit Erfolg den Blick nach weiteren Fernen richten mag.

Das vorliegende Schriftchen ist dazu bestimmt, als erste Hilfe und Führung bei der Gewinnung solcher zusammenfassender Gedanken gegenüber der äußeren Welt und dem inneren Erleben zu dienen. Ein »System der

Philosophie« soll es nicht entwickeln und vertreten. Hat sich der Verfasser doch in ausgiebiger Lehrerfahrung davon überzeugt, daß die besten Schüler die sind, welche bald ihre eigenen Wege gehen. Wohl aber soll das Büchlein eine bestimmte *Methode* vertreten, nämlich die wissenschaftliche (oder wenn man will, naturwissenschaftliche), welche ihre Probleme aus der Erfahrung und für die Erfahrung nimmt und zu lösen versucht. Ergeben sich hierbei auch mancherlei Gesichtspunkte, welche von denen des heutigen Tages abweichen, und daher auch ein abweichendes Verhalten in wichtigen Dingen für die nächste Zukunft fordern, so liegt gerade hierin der Nachweis, daß die heutige Naturphilosophie nicht vom Leben abführt, sondern einen Teil unseres Lebens selbst zu bilden das Bestreben, ja das Recht hat.

*Groß-Bothen*, 1908, 1913 und 1919.

Wilhelm Ostwald.



## Einleitung

Naturwissenschaft und Naturphilosophie sind nicht zwei Gebiete, die sich gegenseitig ausschließen, sondern sie gehören zusammen, wie zwei Wege, die zu dem gleichen Ziel führen. Dieses Ziel ist: die Beherrschung der Natur durch den Menschen. Es wird durch die verschiedenen Naturwissenschaften erreicht, indem in diesen alle einzelnen tatsächlichen Verhältnisse zwischen den Naturerscheinungen gesammelt, zusammengestellt und in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit erforscht werden, auf Grund deren man die eine Erscheinung mit mehr oder weniger Bestimmtheit aus der anderen vorhersagen kann. Die Naturphilosophie begleitet diese einzelnen Arbeiten und Zusammenfassungen mit gleichen Arbeiten und Zusammenfassungen, nur von allgemeinerer Art. Während beispielsweise die Elektrik als ein Teil der Physik den Zusammenhang der elektrischen Erscheinungen unter sich und mit Erscheinungen aus anderen Gebieten der Physik zum Gegenstande hat, befaßt sich der Naturphilosoph mit der Frage nicht nur nach den gegenseitigen Beziehungen *aller* physikalischen Verhältnisse untereinander, sondern er bestrebt sich, auch die chemischen, die biologischen, die astronomischen Erscheinungen, kurze alle, von denen wir Kenntnis haben, in den Kreis solcher Betrachtungen einzuschließen. Es ist mit anderen Worten die *Naturphilosophie der allgemeinste Teil der Naturwissenschaft..*

Zwei Fragen pflegen hier alsbald gestellt zu werden. Zuerst: Wie man denn die Naturphilosophie gegen die einzelnen Wissenschaften abgrenzen könne, da bei einer solchen Bestimmung offenbar scharfe Grenzen überhaupt nicht nachzuweisen sind. Und die andere: Wie man überhaupt Naturphilosophie forschen und lehren könne, da

doch die vollständige Beherrschung aller Naturwissenschaften durch einen einzelnen Menschen unmöglich ist, und daher niemals ein einzelner die Gesamtheit der allgemeinen Beziehungen zwischen allen verschiedenen Wissensgebieten auf einmal übersehen könne. Insbesondere für den Anfänger, der solche Kenntnisse erst erwerben muß, erscheint es ganz hoffnungslos, sich einer Wissenschaft hinzugeben, welche die Verfügung über solche noch nicht vorhandene Kenntnisse zur Voraussetzung hat.

Da die Erörterung dieser beiden Fragen uns gleichzeitig eine gute erste Übersicht der vorzunehmenden Arbeit bietet, so soll sie ausführlich durchgeführt werden.

*Zunächst ist der Mangel ganz vollständiger und eindeutiger Grenzen eine ganz allgemeine Erscheinung bei allen natürlichen Dingen*, wie die Wissenschaft auch eines ist. Wenn man beispielsweise versucht, die Physik ganz scharf gegen die Chemie abzugrenzen, so gerät man in die gleichen Schwierigkeiten, und ebenso geht es, wenn man etwa in der Biologie das Reich der Pflanzen gegen das der Tiere in einer keinen Zweifel mehr zulassenden Weise abgrenzen will.

Wenn trotz dieser wohlbekanntem Unmöglichkeit die Einteilung der natürlichen Dinge in Klassen und Ordnungen keineswegs als unnütz aufgegeben, sondern als wichtige wissenschaftliche Arbeit angesehen wird, so ist dies zunächst ein praktischer Beweis dafür, daß derartige Einteilungen ihren wesentlichen Nutzen auch dann noch beibehalten, wenn eine ideale Abgrenzung durch sie nicht erreicht wird. Denn ihren Zweck, in die zunächst unübersehbare Mannigfaltigkeit der Erscheinungen Übersicht und dadurch Herrschaft zu bringen, erreichen sie trotz solcher Unvollkommenheiten. Bei der überwältigenden Mehrheit der Lebewesen liegt z.B. kein Zweifel vor, ob sie zu den Tieren oder Pflanzen gehören,



ebenso wie die meisten Erscheinungen der unbelebten Natur alsbald als physikalische oder als chemische gekennzeichnet werden können. Für alle diese Fälle also ist die Einteilung gut und brauchbar. Die wenigen Fälle, wo sie Schwierigkeiten macht, können ganz wohl für sich bearbeitet werden, wo sie vorkommen, und brauchen nur hier berücksichtigt zu werden. Hieraus geht allerdings gleichzeitig hervor, daß eine Einteilung um so *zweckmäßiger* sein wird, je *seltener* solche Fälle sind, und daß daher auch ein Interesse daran besteht, vorhandene Einteilungen immer wieder daraufhin zu prüfen, ob sie nicht durch angemessenere ersetzt werden können.

Es verhält sich mit diesen Dingen so, wie mit den Wogen auf der Oberfläche eines großen Wassers. Der erste Blick belehrt uns darüber, daß dort verschiedene Wellen dahinziehen, und von einem Standpunkte aus, der uns eine genügende Übersicht gestattet, können wir sie zählen und ihre Breite messen. Aber wo ist die Grenze zwischen einer Welle und der nächsten? So unzweifelhaft wir erkennen, daß da zwei Wellen auf einander folgen, so unmöglich ist es für uns, genau zu bezeichnen, wo die erste Welle aufhört und die andere anfängt. Ist es darum überflüssig oder unausführbar, die Wellen als verschiedene zu bezeichnen? Keineswegs; sondern wenn es sich um genaue wissenschaftliche Arbeit handelt, so wird man irgendeine angemessene Definition für die Grenze zweier aufeinanderfolgender Wellen, zu finden suchen. Sie mag dann als willkürlich bezeichnet werden und wird es gewiß auch in einem bestimmten Grade sein. Für den Forscher aber kommt es nicht hierauf an, sondern nur darauf, ob man mit Hilfe dieser Definition wirklich die Wellenlänge eindeutig bestimmen kann, und wenn dies möglich ist, so wird er die Definition als wissenschaftlich angemessen benutzen, ohne den Gedanken aus dem Auge zu verlieren, daß möglicherweise eine andere Definition eine noch

leichtere oder schärfere Bestimmung gestattet. Eine solche würde er dann der alten alsbald vorziehen.

So haben wir erkannt, daß derartige Einteilungsfragen nicht etwa Fragen nach dem sogenannten »Wesen« der Sache sind, *sondern daß es sich um rein praktische Einrichtungen zur leichteren und erfolgreicheren Bewältigung der wissenschaftlichen Aufgaben handelt.* Dies ist ein äußerst wichtiger Gesichtspunkt, dessen Tragweite sehr viel weiter geht, als hier bei seiner ersten Anwendung zutage treten will.

Was den zweiten Einwand anlangt, so ist seine Berechtigung von vornherein zuzugeben. Aber auch hier handelt es sich um eine Erscheinung, die allen Teilen und Formen der Wissenschaft zukommt und mit der wir uns deshalb gleichfalls von vornherein vertraut machen müssen. Die Wissenschaft ist von Menschen und für menschliche Zwecke geschaffen worden und teilt daher mit allem Menschenwerk die unvertilgbare Beschaffenheit der Unvollkommenheit. Aber die bloße Tatsache, daß eine wirksame und erfolgreiche Wissenschaft besteht, mit deren Hilfe das menschliche Leben von Grund aus umgestaltet worden ist, bedeutet, *daß die unvollendete Beschaffenheit des menschlichen Wissens kein Hindernis seiner Wirksamkeit ist.* Denn das, was die Wissenschaft einmal erarbeitet hat, enthält immer einen Teil Wahrheit und daher Wirksamkeit. Die alte optische Theorie von den Kügelchen des Lichtstoffes, die uns jetzt so kindlich unvollkommen vorkommt, war dennoch vollständig ausreichend, von den Erscheinungen der Spiegelung und Brechung eine genügende Auskunft zu geben, und die feinsten astronomischen Fernrohre wurden mit ihrer Hilfe gebaut. Dies gelang durch die *richtigen Bestandteile*, die sie enthielt, indem sie den Weg der Lichtstrahlen bei der Reflexion und Refraktion richtig vorausberechnen lehrte. Das übrige war willkürliches Beiwerk und mußte fallen, als

weitere Tatsachen bekannt wurden, welche bei der Aufstellung jener Theorie nicht hatten berücksichtigt werden können, weil sie nicht bekannt gewesen waren. Aber als die Theorie vom Lichtstoff durch die Theorie der Schwingungen des elastischen Äthers ersetzt worden war, blieb die geometrische Optik zunächst ganz unverändert, denn aus den neuen Anschauungen ließen sich ebenso die geradlinigen Lichtstrahlen ableiten (wenn auch nicht gerade ganz leicht und glatt), und für die geometrische Optik kam es eben nur auf diese geraden Strahlen an, nicht darauf, wie ihr Zustandekommen gedacht wird. In neuerer Zeit endlich ist die Unvollkommenheit jener Vorstellung von den geradlinigen Lichtstrahlen zutage getreten, die zwar eine erste Annäherung in der Darstellung der wirklichen Erscheinungen gestattet, aber versagt, wenn von Lichtbündeln endlicher Öffnung das Verhalten gekennzeichnet werden soll. Hier ist also der linienförmige »Strahl« der alten Optik durch ein verwickelteres Gebilde mit mannigfaltigeren Eigenschaften, die Wellenfläche, ersetzt worden, und diese größere Mannigfaltigkeit ist gerade von der Beschaffenheit, welche die Darstellung der größeren Mannigfaltigkeit der erwähnten optischen Erscheinungen ermöglicht. Hierauf beruhen denn auch die sehr bedeutenden Fortschritte, welche seitdem die optischen Instrumente, insbesondere das Mikroskop und das photographische Objektiv gemacht haben, deren Zwecke Lichtbündel von großem Öffnungswinkel erfordern, während das astronomische Objektiv mit seinem kleinen Öffnungswinkel seitdem keine besonders erhebliche Vervollkommnung erfahren hat.

Ebenso wie dies Gebiet der Wissenschaft verhält sich ein jedes andere. Die Wissenschaft ist nicht wie eine Kette, welche zerreißt, wenn nur eines ihrer Glieder sich als unhaltbar erweist, sondern wie ein Baum, oder vielleicht noch besser, wie ein Wald, an dem allerlei Zerstörung oder

Veränderung vor sich gehen kann, ohne daß doch das Gesamtgebilde darum aufhört, zu bestehen und wirksam zu sein. Die Beziehungen zwischen den verschiedenen Erscheinungen, die einmal erkannt worden sind, bleiben als unzerstörbare Bestandteile aller künftigen Wissenschaft bestehen. Es kann vorkommen, und kommt sogar sehr häufig vor, daß die Form, in welcher jene Beziehungen zuerst ausgesprochen worden waren, sich als unvollkommen erweist, daß die Beziehungen nicht ganz allgemein aufrechtzuerhalten sind, sondern sich anderen Einflüssen, die sie ändern, unterworfen erweisen, an die man bei ihrer Entdeckung und ersten Formulierung nicht hat denken können, weil sie unbekannt waren. Aber wie sich die Wissenschaft auch umgestalten möge, ein bestimmter, unverlierbarer Rest jener ersten Erkenntnis bleibt bestehen und eine einmal von der Wissenschaft erworbene Wahrheit hat in solchem Sinne ein ewiges Leben, d. h. sie besteht so lange, als menschliche Wissenschaft bestehen wird.

Auf unseren besonderen Fall angewendet, ergibt diese allgemeine Erkenntnis folgendes. Von dem Stande der Einzelkenntnis wird es zu einer jeden bestimmten Zeit abhängen, wie weit und allgemein die Beziehungen zwischen den verschiedenen Erscheinungen in feste Formen, d. h. Naturgesetze, gefaßt werden können. Aber seit die Wissenschaft besteht, hat es einen gewissen Betrag solcher allgemeinen Gesetze gegeben, die zwar in Form und Ausdruck vielfach gefeilt und bezüglich der Grenzen ihrer Geltung vielfach berichtigt worden sind, die aber dennoch ihren wesentlichen Bestand beibehalten haben, seitdem sie ihr Dasein in den Köpfen der menschlichen Forscher begonnen hatten. Das Netz dieser Beziehungen erweitert und vermannigfaltigt sich unaufhörlich, seine Hauptzüge bleiben bestehen. Ebenso geht es nun auch mit den einzelnen Menschen. Wenn der Kreis seines Wissens

auch noch so beschränkt ist, *es ist immer ein Teil jenes großen Netzes und hat daher die Beschaffenheit, daß sich die anderen Teile ohne weiteres anschließen lassen, sobald sie in das Bewußtsein und die Kenntnis des einzelnen gelangen.* Wer einmal auf solche Weise in den Kreis der Wissenschaft eingetreten ist, gewinnt ähnliche Vorteile, wie der, der den Anschluß an das Telephonnetz seines Wohnortes hat. Er kann sich, wenn er will, mit jedem anderen verbinden lassen, wenn er auch von dieser Freiheit nur einen äußerst eingeschränkten Gebrauch machen wird, denn er wird Verbindung nur mit denen beanspruchen, mit denen er irgendwelche persönlichen Beziehungen hat. Aber wenn solche Beziehungen eintreten, so tritt auch gleichzeitig und automatisch jene Möglichkeit des Verkehrs ein. So wird jedes neue Stück Wissen, das sich der einzelne aneignet, sich als ein regelmäßiger Teil jener Zentralorganisation erweisen, deren vollen Umfang er zwar nie erschöpfen kann, von dem ihm aber jeder einzelne Teil grundsätzlich zugänglich gemacht ist, falls er nur von ihnen Kenntnis nehmen will.

So hat denn auch der Anfänger in der Wissenschaft bereits mit dem elementarsten Unterricht, den er in der Schule, von seinen Eltern, ja vielleicht nur durch persönliche Erfahrungen in seiner Umgebung aufgenommen hat, einen oder einige Fäden jenes gewaltigen Netzes erfaßt und kann sich an ihnen weitertasten, um einen immer größeren und größeren Umfang desselben in sein Leben und seine Betätigung einbeziehen zu können. *Und dies Netz hat die wertvolle, ja köstliche Beschaffenheit, daß es dasselbe ist, welches die größten und umfassendsten Geister der Menschheit untereinander verbindet.* Die Wahrheiten, die er einmal erfaßt hat, braucht er nie mehr umzulernen, was ihren tatsächlichen Inhalt anlangt, wenn er auch nicht selten, namentlich in neueren Wissenschaften, genötigt ist, die

Form ihrer Darstellung und Zusammenfassung sich ändern zu sehen. Daher ist es denn auch für einen jeden so besonders wichtig, jene unveränderlichen Tatsächlichkeiten von vornherein als solche aufzufassen und sie von ihren veränderlichen Darstellungsformen unterscheiden zu lernen. Gerade hier zeigt sich die Unvollkommenheit des menschlichen Wissens am deutlichsten, und immer wieder in der Geschichte der Wissenschaft ist die Form für den Inhalt genommen worden, und man hat die notwendigen Änderungen der ersteren (die stets nur eine praktische Frage ist) mit grundstürzenden Umgestaltungen des Inhaltes verwechselt.

So enthält denn eine jede Darstellung der Wissenschaft ihren naturphilosophischen Bestandteil. In den Lehrbüchern, sei es der untersten wie der obersten Stufe, findet sich das naturphilosophische Kapitel meist am Anfange, oft auch am Ende des Buches, in Gestalt einer »allgemeinen Einleitung« oder einer »allgemeinen Zusammenfassung«. Bei den Einzelarbeiten, durch welche neue Fortschritte der Wissenschaft von den Forschern mitgeteilt werden, sind die naturphilosophischen Bestandteile gewöhnlich in der Form von Voraussetzungen vorhanden, von Sätzen, die nicht erörtert, ja oft nicht einmal ausdrücklich erwähnt werden, auf deren Annahme aber alle die besonderen Schlüsse beruhen, welche in dem vorliegenden Falle aus den mitgeteilten neuen Tatsachen oder Gedanken gezogen worden sind. In dem einen wie dem anderen Falle aber nehmen jene allgemeinsten Sätze nicht so recht die Stelle ein, die ihnen gebührt. Stehen sie in der Einleitung des Lehrbuches, so sind sie praktisch inhaltlos, denn der Tatsacheninhalt, den sie zusammenzufassen bestimmt sind, soll ja erst im Verlaufe der Darstellung entwickelt werden. Stehen sie am Schlusse, so kommen sie zu spät, denn sachlich sind sie bereits früher in zahlreichen Fällen angewendet worden,

nur ohne den Hinweis auf ihre allgemeine Beschaffenheit. Am besten ist es, und dies geschieht auch stets seitens eines guten Lehrers, ob mit dem gedruckten oder dem gesprochenen Wort, daß man die Verallgemeinerungen entstehen läßt in dem Maße, wie die mitgeteilten Einzeltatsachen dies erfordern und rechtfertigen.

So ist denn ein jeder Unterricht in den Naturwissenschaften notwendig durchsetzt von Naturphilosophie, guter, wie schlechter, je nach der eigenen Klarheit des Lehrers. Aber wie man erst den rechten Überblick über ein verwickeltes Gebilde, z. B. das Straßengewimmel einer Großstadt, gewinnt, wenn man neben der Kenntnis der einzelnen Straßen sich auch die ihrer gegenseitigen allgemeinen Beziehungen durch das Studium eines Gesamtplanes erwirbt, so tut man auch beim Studium einer Sonderwissenschaft gut, sich diesen Gesamtplan anzusehen, schon um sich nicht zu verirren, wenn einmal der Weg durch ein bisher unbekannt gebliebenes Viertel führt. Hierzu soll das gegenwärtige Buch dienen.

# Erster Teil

## Allgemeine Erkenntnistheorie

### 1. Die Bildung der Begriffe.

Dem menschlichen Geiste, wie er langsam in jedem Kinde erwacht, erscheint zunächst die Welt als ein Chaos, das aus lauter einzelnen Erlebnissen besteht. Der einzige Zusammenhang zwischen ihnen beschränkt sich darauf, daß sie aufeinander folgen. Aus diesen Erlebnissen, die zunächst alle voneinander verschieden sind, heben sich dann gewisse Anteile dadurch hervor, daß sie sich häufiger wiederholen und dadurch einen besonderen Charakter, den des *Bekanntseins*, erhalten. Dieser rührt daher, daß wir uns des früheren ähnlichen Erlebnisses *erinnern*, d. h. daß wir eine Ähnlichkeit zwischen dem gegenwärtigen Erlebnis und gewissen früheren fühlen. Die Ursache dieser für alles geistige Leben grundlegenden Erscheinung liegt in einer überaus allgemeinen Eigenschaft der Lebewesen, die in allen ihren Funktionen zutage tritt, während sie in der anorganischen Natur nur ausnahmsweise oder zufällig vorkommt. Dies ist die Tatsache, *daß gleiche Vorgänge sich an einem Lebewesen um so leichter wiederholen, je häufiger sie vor sich gegangen sind*. Es ist hier noch nicht der Ort, nachzuweisen, wie durch diese besondere Eigentümlichkeit so gut wie alle Kennzeichen der Lebewesen, von der Erhaltung der Art bis zu den höchsten geistigen Leistungen, bedingt werden. Hier genügt es, darauf hinzuweisen, daß vermöge dieser Eigenschaft selbsttätig, d.h. aus physiologischen Gründen, die häufig sich wiederholenden Vorgänge aller Art an einem bestimmten Lebewesen eine Beschaffenheit annehmen, die