

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 107 (1926)

Artikel: Über Naturkräfte

Autor: Reinke, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-90352>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Über Naturkräfte

Von J. REINKE (Kiel)

Herr Präsident!

Meine Damen und Herren!

Dass die hochberühmte Schweizerische Naturforschende Gesellschaft mich aufforderte, auf ihrer 107. Jahresversammlung zu sprechen, um Gedanken entwickeln zu dürfen, die im Laufe eines langen Lebens gereift sind, habe ich dankbar als hohe Auszeichnung empfunden. Gern kam ich daher vom Strande der Ostsee in Ihre schöne Alpenstadt, um hier, im hehren Tempel der Wissenschaft von der Natur, mit Ihnen geistige Bergluft zu atmen.

* * *

Würde an meiner Stelle ein Anthropologe sprechen, so hätte er nicht nötig, seinen Vortrag mit einer Definition zu beginnen: Der Begriff Mensch steht anschaulich vor uns; es gibt keine Meinungsverschiedenheit über seinen Umfang. Stehen aber die Naturkräfte zur Erörterung, so besteht weitgehende Uneinigkeit sowohl über den Begriff der Natur wie besonders über den der Kraft. — Weil die Philosophen als Meister der Definition gelten, wollen wir wegen des Begriffs der Natur zunächst einmal einen Philosophen hören.

IMMANUEL KANT gab fünf Jahre nach dem Erscheinen der Kritik der reinen Vernunft ein Buch heraus, das den Titel führt: „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ (1786), und das für den Naturforscher von besonderem Interesse ist. In der Vorrede dieses Buches definiert KANT: „Die Natur (gilt) als der Inbegriff aller Dinge, sofern sie Gegenstände unserer Sinne, mithin auch der Erfahrung, sein können, worunter also das Ganze aller Erscheinungen, das ist die Sinnenwelt, mit Ausschliessung aller nicht sinnlichen Objekte, verstanden wird.“ Was KANT unter Sinnenwelt versteht, erläutert er dann mit folgenden Worten: „Die Natur, in dieser Bedeutung des Worts genommen, hat nun, nach der Hauptverschiedenheit unserer Sinne, zwei Hauptteile, deren der eine die Gegenstände äusserer, der andere den Gegenstand

des inneren Sinnes enthält; mithin ist von ihr eine zwiefache Naturlehre, die Körperlehre und Seelenlehre möglich, wovon die erste die ausgedehnte, die zweite die denkende Natur in Erwägung zieht.“ Indem ich mich dieser Definition der Natur durch KANT anschliesse, trete ich dadurch in Gegensatz zu zahlreichen neueren Philosophen, denen die Natur nur als die Gesamtheit der materiellen Gegenstände gilt.

Gewiss bilden Luftarten, Gewässer, Kristalle, Gesteine, Gestirne, Pflanzen und Tiere den ersten Hauptteil der Natur; der Leib der Tiere gehört schon darum hierher, weil er nicht nur aus den Grundstoffen der anorganischen Natur besteht, sondern auch sofern die in ihm ablaufenden Vorgänge physikalischen und chemischen Gesetzen folgen. Von den Anorganismen unterscheiden sich die Organismen aber durch das Leben, und dies Leben setzt sich wenigstens bei den Grosshirntieren und dem Menschen zusammen aus leiblichem Leben und aus Seelenleben; leibliches und seelisches Leben sind zwei Seiten des Lebensprozesses. Uns Menschen ist vom eigenen Leben die Seele das allergewisseste; seelische Erlebnisse sind der Ausgangspunkt aller Erfahrung. Jedes Pferd, jeder Hund, jede Katze gehört also mit Leib und Seele zur Natur in ihrem weitesten Sinne, und ein gleiches gilt vom Menschen. Der tierische Leib ist ein materielles System von spezifischer Konfiguration und spezifischer Bewegung. Die Seele aber, wenn wir unter diesem Worte Verstand, Wille, Gefühl, Vorstellungsvermögen usw. verstehen, ist etwas ganz anderes! Trotzdem gehört auch die Seele zur Natur, denn Leib und Seele stehen in engster Verbindung mit einander. Immerhin bleibt für uns unbegreiflich, wie die Seele in den Wirkungskreis der Atome und der Moleküle einzugreifen vermag. Dass tatsächlich solcher Eingriff unausgesetzt geschieht, wird schon dadurch bewiesen, dass ich zu Ihnen spreche.

Umgekehrt wirkt auch die materielle Welt auf die Seele zurück. Zweifellos ist die Seele, obgleich sie weder räumlich noch materiell gedacht werden kann, funktional abhängig von einem räumlich-materiellen Bezugssystem, dem Gehirn. Auch dies spricht für die Zugehörigkeit der Seele zur Natur. Während im Gehirn sich zunächst molekulare, bzw. elektrodynamische Vorgänge abspielen, sind seelische Vorgänge mit ihnen auf das engste verknüpft. Damit treten seelische Regungen bei Tier und Mensch in den Naturlauf ein, und dieser Zusammenhang bildet ein biologisches Problem.

Diese Auffassung findet eine Stütze in den Vorgängen der Zeugung und der embryonalen Entwicklung. In der Zeugung entsteht und vererbt sich nicht nur der Leib einer Katze, eines Hundes und eines Menschen, sondern es vererben sich auch deren Seelen; es entwickeln sich diese drei so verschiedenen Seelen mit dem zugehörigen Leibe aus der in den väterlichen und den mütterlichen Keimzellen verankerten Mitgift. Weil bereits in einer Keimzelle die Anlage zu Leib und Seele der betreffenden Art gegeben ist, muss dem materiellen System ihres Protoplasmas ein seelischer Erbfaktor zugeordnet sein. Schon Spermie und Ei bilden für sich eine Ganzheit; das befruchtete Ei ist eine zweite Ganzheit; das daraus sich entwickelnde geschlechtsreife und seelisch vollendete Tier eine dritte Ganzheit. Spermie und Ei verknüpfen nicht nur das leibliche, sondern auch das seelische Leben eines Tiers mit dem seiner Eltern.

Somit findet die Seele eines Tiers ihr materielles Bezugssystem nicht lediglich im Gehirn des fertigen Leibes, sondern schon in der Spermie des Vaters, in der Eizelle der Mutter. Spermie und Ei sind darum nicht nur lebendige, sondern auch potentiell beseelte Wesen. Dabei unterliegt die Spermie bei ihrer Bildung einem Einflusse, der von der gesamten leiblichen und seelischen Eigenart des Männchens ausgeht; entsprechend steht es mit der Eizelle des weiblichen Körpers. Das ist die Vererbung. Wollte man ein Bild gebrauchen, so könnte man sagen: Spermie und Ei sind materielle Systeme mit seelischer Ladung. Hält man an diesem Bilde fest in Analogie zur elektrischen Ladung, so wären die Keimzellen geladen nicht nur mit den künftigen leiblichen, sondern auch mit den seelischen Eigenschaften der Eltern. Die Keimzellen bergen somit nicht nur ein Potential leiblicher Gestaltung, sondern auch ein Potential seelischer Auswirkungen. Dies Bildungspotential,¹ wie ich es genannt habe, gehört nicht weniger zur Natur als ein ausgewachsener Hund oder eine Katze; man darf so gut von seelischen wie von leiblichen Erbfaktoren sprechen, die dies Potential ausmachen. Das sich entwickelnde neue Tier ist durch dies Potential bzw. durch jene Erbfaktoren determiniert; in seiner Entwicklung zeigt sich eine Art von Potentialgefälle. —

Dem weiten Rahmen, der somit die Natur umspannt, hat der

¹ Vgl. J. REINKE, Einleitung in die theoretische Biologie, II. Aufl. (Berlin, Paetel 1911) S. 381

Begriff der Kraft sich anzupassen. Am zweckmässigsten ist wohl, im Anschluss an den Philosophen JOHANNES REHMKE die Kraft zu definieren als alles Wirkende und Wirkungsfähige in der Natur. Man könnte auch sagen: Alles, was den in einem Zeitpunkt gegebenen Zustand der Natur verändert, nennt man Kraft. Wenn wir auf die einzelnen Naturgebiete eingehen, so wollen wir neben das anorganische Gebiet als Vertreter des Lebendigen hauptsächlich den Menschen stellen mit Leib und Seele, welche letztere sich im menschlichen Geiste mehr als turmhoch erhebt über Seele und Verstand der Tiere.

Das Wort „Kraft“ geht wohl unstreitig auf unser Muskelgefühl zurück. Wenn die Wissenschaft aber von Muskelkraft spricht und sie in der Pferdekraft gar als Masseinheit verwendet, kann dabei von allen biologischen Beziehungen abgesehen werden, so dass diese Kraft zu einem Gegebenen wird wie die Schwerkraft, deren Wirkungen wir wohl kennen, deren Ursprung uns aber verborgen bleibt. Doch es wird nötig sein, Einzelbeispiele von Kräften zu berücksichtigen.

Nach der Definition von MAXWELL¹ bedeutet Kraft ein Agens, das die Bewegung oder die Konfiguration eines materiellen Systems zu ändern vermag. Diese Definition dürfte auch heute noch passen für die mechanischen oder materiellen Kräfte. Ihnen stehen gegenüber die seelischen Kräfte, wie Urteilskraft, Willenskraft, Einbildungskraft, Denkvermögen, die einer anderen Ebene des Naturgeschehens angehören als die materiellen Kräfte, und die darum erst später betrachtet werden sollen.

Das weite Reich der materiellen Kräfte ist verschiedener Einteilung zugänglich. So zeigen sich beschleunigende Kräfte in den Bewegungen der Körper, während die Explosionsfähigkeit des Dynamits eine ruhende Kraft bedeutet. Druck und Zug sind Grundformen von Kräften; in ihrer Wirkung ergibt sich ein Umsatz von Kraft. Auch der Impuls oder die Bewegungsgrösse weist auf eine Kraft zurück. Der Naturlauf erschöpft sich für uns nicht in einem System von Bewegungen oder Zustandsänderungen; sondern unser Kausalsinn sucht nach dem Agens, das die Bewegungen veranlasst oder verändert, Spannungen hervorruft oder auslöst. Damit wird Begriff und Wort „Kraft“ zum Symbol für ein Etwas, das den

¹ Vgl. MAXWELL, Matter and motion.

gesamten Naturlauf beherrscht. Wenn Materie wirkt, geht jenes Etwas von ihr aus, das wir Kraft nennen, und das andere materielle Systeme, z. B. auch unsere Sinneswerkzeuge, zu beeinflussen vermag. Die Naturvorgänge äussern sich als Entfesselung oder Hemmung von Bewegungen. Auch wenn wir der heutigen Entmechanisierung der Physik folgen, bleibt der Kraftbegriff, z. B. beim Vergleich der mechanischen mit elektromagnetischen Schwingungen, der „Vergleichspunkt“.

HERMANN WEYL sagt: „Die Kraft ist der Ausdruck für eine selbständige, die Körper verknüpfende Potenz, welche die zeitliche Änderung des Impulses verursacht“. ¹ — Ein Naturgeschehen tritt uns entgegen, sobald die es bedingenden Kräfte in Tätigkeit treten. Kraftübertragung aber findet statt durch Ausbreitung von Impuls und von Energie in einem Wirkungsfelde.

Auf zwei Arten von Kraft sei hier noch eingegangen: Es sind die Energie und die Systemkräfte.

Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten, und als Wirkungsvermögen ist sie dem Kraftbegriff unterzuordnen; zugleich bedeutet Energie die numerische Invariante im Naturlauf, weil sie unzerstörbar ist. Der Begriff der Systemkräfte ist der Physik fremdartig. Ich habe ihn wohl zuerst in der Biologie eingeführt; ² doch er ist physikalisch begründet. In der physikalischen Technik ist von Maschinenbedingungen die Rede, die man auch Systembedingungen nennen kann; sofern von diesen Systembedingungen Wirkungen ausgehen, kann man diese als Systemkräfte bezeichnen. Wie die Energie, sind auch die Systemkräfte materielle Kräfte; sie sind aber nichtenergetisch, denn sie sind zerstörbar. Dies hat seinen Grund darin, dass für sie nicht eine Quantität, sondern die Form, also eine Qualität, massgebend ist. Eine Form ist, wie alle Qualitäten, zerstörbar ohne zurückbleibendes Äquivalent. Wenn die Systembedingungen als Transformatoren von Energie wirken, sind sie darum nicht selbst Energie; eine Form kann keine mechanische Arbeit leisten. Ein paar Beispiele mögen diesen Gedankengang erläutern. Eine Taschenuhr und eine Spiel-dose können beim Aufziehen durch das gleiche Quantum von Betriebsenergie in Bewegung versetzt werden; dennoch ist der Effekt

¹ H. WEYL, Was ist Materie? (Berlin, Springer, 1924) S. 28.

² J. REINKE, Einleitung in die theoretische Biologie, II. Aufl. (1911) Seite 184 ff.

ein ganz verschiedener. Und so sehr beide Mechanismen in ihren Rädern, Triebwerken, dem Material einander ähneln mögen, ist es doch eine Verschiedenheit des Gefüges, d. h. an Form, durch welche die verschiedenartige Leistung bedingt wird. Daher kann man statt „Systemkräfte“ auch „Formkräfte“ sagen. An diesem Einfluss der Form wird dadurch nichts geändert, dass die Systemkräfte sich mit energetischen Mitteln durchsetzen, d. h. durch die molekulare Energie des Materials, seine Festigkeit und Elastizität; denn die entscheidende Wirkung geht von der Form aus. Dies lässt sich dadurch beweisen, dass ein Hammerschlag sowohl die Uhr wie die Spieldose als solche für immer vernichten kann, obgleich der Energiegehalt des Materials dabei ungeändert bleibt. Weil solche Formkräfte als materielle Systeme in Wirksamkeit treten, sind sie den materiellen Kräften beizuzählen, obgleich sie nichtenergetischer Natur sind. Ein zweites Beispiel. Eine Konvexlinse kann Lichtstrahlen zu einem Bilde sammeln, eine Konkavlinse kann es nicht: die Form der Linse ist massgebend für die Wirkung. Auch die Konvexlinse können wir durch einen Hammerschlag vernichten, ohne dass die Elastizität der Glassplitter dadurch eine Minderung erführe. Weil es sich um Wirksamkeiten handelt, rechne ich den Einfluss von Systembedingungen zu den Kräften.

Die Kraft als solche ist ein nicht wahrnehmbares Gedanken Ding; nur aus ihrem Wirken kann sie erschlossen werden. Ihre Annahme wird aber nach meiner Auffassung denknotwendig bei jeder wahrgenommenen Veränderung materieller Systeme und Vorgänge. Nun wird allerdings von angesehener physikalischer wie philosophischer Seite der Versuch gemacht, bei Beschreibung des Naturbildes ohne den Kraftbegriff auszukommen. Dieser Versuch steigert sich bis zu einer mehr oder weniger lebhaften Polemik gegen das Wort „Kraft“. Mir scheint es sich hier wesentlich um eine Frage der Zweckmässigkeit zu handeln. Wie der Menschenbegriff steht der Kraftbegriff „über dem Beweise“; doch schon aus Ehrerbietung vor der Sprache sollte man das Wort „Kraft“ stehen lassen. Wie könnte man z. B. das Wort „Molekularkräfte“ durch einen zweckmässigeren Ausdruck ersetzen? Ich glaube, gegenüber der heutigen Ablehnung des Kraftbegriffs würden nicht nur FARADAY, MAXWELL und HELMHOLTZ, sondern auch GALILEI und NEWTON erstaunte Gesichter machen.

Eine Anfechtung des Kraftbegriffs erfolgt u. a. durch den Vorwurf, dass er anthropomorph sei. Dem begegne ich mit der Frage: können wir Menschen überhaupt anders als anthropomorph vorstellen und denken? Und ist nicht z. B. der Begriff des Naturgesetzes genau ebenso anthropomorph, da er zweifellos dem bürgerlichen Gesetzesbegriff nachgebildet wurde? Anscheinend um solchen Anthropomorphismus zu vermeiden, bei dem an den biologischen Ursprung der Muskelkraft gedacht wurde, wird in der neueren Physik das Wort Kraft vielfach ersetzt durch die Worte Potential und Potentialgefälle. Dabei scheint mir übersehen zu werden, dass „Potential“ nur ein Fremdwort ist für Macht, und Macht geht doch auf den Menschen zurück. HELMHOLTZ definierte Kraft als eine Macht, durch die der gesetzliche Ablauf der Naturvorgänge sich geltend macht. So ist denn Potential nicht weniger ein dynamischer Begriff, als Kraft, und man möge jenes Wort gebrauchen, wo es zweckmässig scheint; man braucht darum nicht auf das an anderer Stelle zweckmässigere Wort Kraft zu verzichten. Habe ich doch selbst eine Annäherung an den physikalischen Potentialbegriff gesucht durch Aufstellung des Begriffs Bildungspotential, womit ich die unsichtbaren Anlagen aller Art in den Keimzellen dynamisch zu umschreiben suchte.

Während hier im Grunde nur eine Meinungsverschiedenheit der Nomenklatur bestehen dürfte, zumal man die Worte Kraft und Potential nebeneinander gebrauchen kann, verdient grössere Beachtung der Versuch, die materiellen Vorgänge überhaupt nicht dynamisch, sondern rein kinematisch zu begreifen; dadurch soll der Kraftbegriff überflüssig werden. Man weist darauf hin, dass GALILEI fragte: wie fällt der Stein? doch nicht: wodurch fällt er? Damit gewann GALILEI seine Formel für das Fallgesetz. Gewiss ist eine kinematische Beschreibung der Naturvorgänge neben der dynamischen möglich; doch wird man auch die Frage, wodurch der Stein fällt, nicht verbieten können. Die letzten Probleme der Bewegung werden aber durch die Kinematik nicht gelöst; darum folgt auch in KANT's „Anfangsgründen“ auf den kinematischen Teil, den er Phoronomie nennt, ein dynamischer Teil des Buches.

Auf der Linie, längs der sich eine beschleunigte Bewegung vollzieht, ist wohl das Raumzeitelement B von dem vorausgegangenen Raumzeitelement A funktional abhängig; doch das ist im Grunde nur eine logische Abhängigkeit. Zugleich können wir uns vor-

stellen, dass vom Element A ein reales Etwas auf das Element B einwirkt; das wir Kraft nennen. So haben wir den kinematischen und den dynamischen Begriff der Bewegung nebeneinander; von den Raumzeitelementen können wir Wirkungselemente unterscheiden. Der volle Kausalzusammenhang der Dinge untereinander, auch ihrer Bewegungen und Spannungen, ergibt sich erst aus der dynamischen Betrachtung. Indem GALILEI sein Augenmerk auf Quantitätsbeziehungen und auf Messung der Bewegungen richtete, stellte gerade er die konstante Beziehung zwischen Kraft und Beschleunigung fest. An ihr vermochte er die Kraft zu messen, wenn auch deren metaphysisches Wesen ihm so unbekannt blieb, wie es uns ist. Im Fallgesetz kam es ihm zunächst auf Klärung der Tatsachen, später erst auf deren Ursachen an. Das Parallelogramm der Kräfte verdankt aber GALILEI seine Konstruktion.

NEWTON hat KEPLERS und GALILEIS Sondergesetze zu einem Grundgesetz der Bewegung zusammengezogen, in welchem der Faktor der Kraft nicht vorzukommen braucht. Dieser trat aber als etwas Neues, als Schwerkraft, hinzu in dem Augenblick, wo NEWTON die Anziehung der Massen dynamisch zu begreifen suchte; nunmehr ward ihm die Gravitation zum wirkenden Agens. Man kann diese wie jede Kraft eine Hypothese nennen; doch hat gerade NEWTON sich dagegen verwahrt, Hypothesen zu erfinden, wenn er aus den Bewegungen der schweren Körper eine Beschleunigung durch Massenanziehung erschloss und deren Gesetz feststellte.

Im Hinblick auf GALILEI und NEWTON wurde der Begriff des Naturgesetzes gestreift, der zu dem der Kraft in einem reziproken Verhältnisse steht. Durch den apriorischen Begriff des Gesetzes ordnet der menschliche Verstand seine Wahrnehmungen in der Natur und vermag sie zu verallgemeinern. Die gesetzliche Verknüpfung beobachteter Tatsachen ist eine Sache des Denkens. Der menschliche Verstand entdeckt die Gesetze in den Ereignissen der Umwelt und freut sich der Übereinstimmung mit seiner eigenen Beschaffenheit, da er selbst gesetzlich zu denken gezwungen ist. Weil alle Naturvorgänge nur unter der Voraussetzung einer Geltung des Kausalgesetzes verstanden werden können, wurde der Versuch gemacht, in der Erkenntnis und der Erklärung des Naturlaufs mit dem Gesetzesbegriff unter Ausschaltung des Kraftbegriffs auszukommen. Es fragt sich, ob solche Sparsamkeit zweckmässig ist. Verwunderlich aber klingt es, wenn man hört, dass der im

Kraftbegriff steckende Anthropomorphismus durch das Naturgesetz vermieden werde, also durch einen Begriff, der erst aus den bürgerlichen Verhältnissen der Menschen in die Naturwissenschaft übertragen wurde.

Nach der gewöhnlichen Auffassung soll das Naturgesetz einen unverbrüchlichen Zusammenhang zwischen Veränderungen im Naturlauf beschreiben; durch einen Zustand A soll ein Zustand B unbedingt gegeben sein. Da ist es für den Biologen interessant, dass, während in der Biologie von jeher unterschieden wurde zwischen Gesetzen, die ausnahmslos gelten, und Regeln, die, wenn auch nur in seltenen Fällen, eine Ausnahme zulassen: neuerdings seitens der Physiker eine analoge Unterscheidung getroffen wurde zwischen absoluten oder „dynamischen“ Gesetzen einerseits und statistischen Gesetzen anderseits, welch' letztere nur relative Geltung besitzen, also Ausnahmen zulassende Regeln sind. Zunächst wurde bei dieser Unterscheidung angenommen, dass die umkehrbaren Vorgänge in der Natur einer absoluten Gesetzlichkeit unterstehen, während für die nicht umkehrbaren Vorgänge statistische Gesetzlichkeit Geltung habe. Man erkannte zugleich als Aufgabe, die Fälle statistischer Gesetzlichkeit auf solche absoluter Gesetzlichkeit zurückzuführen. In neuster Zeit ist bei Physikern sogar die Hypothese aufgetaucht, dass es in der Natur überhaupt nur statistische Gesetzmässigkeit gebe; sogar das Gravitationsgesetz und das Kausalgesetz sollen lediglich statistische Geltung haben. Hierzu sei beiläufig bemerkt, dass schon KANT in der Vorrede der „Anfangsgründe“ erklärt: Wenn die Gesetze, aus denen die gegebenen Fakta durch die Vernunft erklärt werden, bloss Erfahrungsgesetze sind, so sind sie nicht apodiktisch gewiss.

Ich möchte zu diesem Gegenstande zwei Beispiele aus der Biologie anführen. Das Gesetz: Alle Menschen müssen sterben, wird wohl jedermann als ein solches von absoluter Gültigkeit anerkennen. Über ein anderes Gesetz, welches lautet: *Omne vivum ex vivo*, d. h. jedes Lebewesen ist von einem andern geboren worden, kann Meinungsverschiedenheit bestehen. Lässt man nur die Tatsachen reden, so ist auch dieses Gesetz ein absolutes. Glaubt man indes an die Möglichkeit einer, der Erfahrung sich allerdings hartnäckig entziehenden, aber doch gelegentlich vorgekommenen *Generatio spontanea*, einer Entstehung von Organismen aus einem leblosen, anorganischen Stoffgemenge, so würde

dies Gesetz dadurch zu einem statistischen, zu einer blossen Regel.

Nach dieser Abschweifung wenden wir uns dem Verhältnis zwischen Gesetz und Kraft zu. Kein geringerer als HELMHOLTZ ist immer wieder für die Wechselbeziehung beider Begriffe eingetreten. Die Kräfte sollen ursächlich wirken nach unveränderlichen Gesetzen; mit Hilfe des Kraftbegriffs lasse sich die ganze theoretische Physik aufbauen. „Häufig kommt der Fall vor“, sagt er wörtlich, „dass wir die Anwesenheit einer Kraft anzunehmen Grund haben, ohne dass wir ihre Wirkung als Beschleunigung auftreten sehen.“¹ An anderer Stelle sagt HELMHOLTZ: „Indem wir das Gesetz als ein unsre Wahrnehmung Zwingendes, als Macht anerkennen, nennen wir es Kraft.“² Nach dieser Auffassung werden Gesetze nur wirksam durch Kräfte, die ihre Geltung erzwingen; andererseits wirken Kräfte nur gesetzmässig. Also kein Gesetz ohne Kraft — keine Kraft ohne Gesetz! Ich möchte hinzufügen, dass mir z. B. OHMS Gesetz und das Gesetz der kleinsten Wirkung, das vielen als das umfassendste aller Naturgesetze gilt, nicht anwendbar zu sein scheinen ohne den Kraftbegriff, wie ich ihn verstehe. Darum ist nach meiner Meinung eine Überspannung des Gesetzesbegriffs in der Weise, dass dadurch der Kraftbegriff ausgeschaltet wird, dem Gedankenbau der Wissenschaft abträglich. Auch bei der radikalsten Auslegung des Gesetzesbegriffs, ich meine, wenn alle Naturgesetze nur statistische, nur relative Gültigkeit haben sollten, bleibt die Kraft als ein Absolutes in den wechselvollen Erscheinungen des Naturlaufs bestehen. Unter allen Umständen ist nach meiner Ansicht auf dem Gebiet der Materie am Kraftbegriff festzuhalten als einem zweckmässigen Mittel zur naturgetreuen Beschreibung des Geschehens.

Tun wir noch einen kurzen Ausblick auf die Materie! Die Materie erfüllt den Raum und ist einer Ortsänderung im Raume fähig. Für unsere Anschauung ist die Materie scheinbar der gewisseste Teil der Natur, weil man sie sehen und tasten kann. Nach heutiger Auffassung besteht die Materie aus positiver und negativer Elektrizität, und Elektronen nebst Protonen sind für die Physik auf materiellem Gebiet ein letztes Gegebenes, wenn wir die

¹ HELMHOLTZ, Mechanik I. S. 24 ff.

² HELMHOLTZ, Physiologische Optik, II. Aufl. S. 579.

Ätherhypothese einmal auf sich beruhen lassen. Weil aber positive und negative Elektrizität auch Grundkräfte der Natur sind, wird damit das Problem der Materie ein dynamisches. — Schon eine ältere Betrachtung führte zur dynamischen Deutung der Materie. Von jeher war man darüber einig: Wir können von der Materie nur etwas wissen durch die von ihr ausgehenden Kräfte, die unsere Sinnesorgane beeinflussen; ein auf uns nicht wirkendes Stück Materie würde für uns nicht existieren. Weil wir von der Materie nur Wirkungen kennen, also die von ihr ausgehenden Kräfte, so sind Kräfte das eigentlich Wirkliche in der Natur. Die Materie geht in Kraft auf, ohne dass es eines Trägers dieser Kraft bedürfte. Schon KANT sagt in den Anfangsgründen der Naturwissenschaft: „Die Ursache einer Bewegung heisst bewegende Kraft. Also erfüllt die Materie den Raum als bewegende Kraft und nicht durch ihre blosse Existenz.“¹ Und ferner: „Das allgemeine Prinzip der materiellen Natur ist, dass alles Reale der Gegenstände äusserer Sinne als bewegende Kraft angesehen werden müsse.“² Somit besteht auch für KANT das Wesen der Materie in Kraft, ihr Begriff wird auf den Kraftbegriff zurückgeführt; für einen besonderen Stoff als Träger der Kraft bleibt kein Platz übrig. Zwanglos fügt sich diese Auffassung in FARADAYS Feldtheorie ein. Kraft geht von der Materie aus; die Materie erregt dadurch ein Feld, und das Feld wirkt auf die Materie zurück. Die Verbindung von Feld und Materie ist somit eine dynamische. Übertragung von Kraft findet statt durch Ausbreitung von Energie und Impuls im kontinuierlichen Felde. Wenn ich hiermit den Kraftbegriff gleichsam zum Generalnenner machte für die so mannigfaltigen Erscheinungen, die uns zunächst im Gebiet der unbelebten Natur entgegentreten, so brauche ich wohl kaum besonders hervorzuheben, dass dies ein Versuch ist zur Gestaltung oder Formulierung einer Übersicht über die Fülle der uns bekannten Tatsachen aus einheitlichem Gesichtspunkte. Der Versuch einer Lösung von Welträtseln liegt mir ganz fern!

Elektrizität als Grundbestandteil der Materie vermag mechanische Arbeit zu leisten, nicht aber geistige oder seelische, auch nicht in der primitiven Weise, wie der Verstand eines Hundes oder einer Katze sie zeigt. Wir mögen seelische Arbeit analog der

¹ Dynamik, Satz 1.

² Allgemeine Anmerkung zur Dynamik.

mechanischen denken; sie bleibt doch etwas von letzterer gänzlich Verschiedenes. Aber Kräfte sehen wir von der tierischen und der menschlichen Seele ausgehen, und der feinsinnige Mathematiker LEO POCHHAMMER, weiland Professor an der Universität Kiel, hatte den Mut, in seiner kleinen Schrift über Willensfreiheit¹ diese Kräfte von den anorganischen Kräften, die ich materielle Kräfte nenne, unter der Bezeichnung von supermateriellen Kräften zu unterscheiden. POCHHAMMERs Arbeit scheint wenig beachtet worden zu sein; ich fand seine Gedanken in der mir zugänglichen Literatur nirgends erwähnt. Auch als Mathematiker dürfte POCHHAMMER nur den engsten Fachkreisen näher getreten sein. Will man sich aber auf eine Autorität berufen, so muss sie bekannt sein. Ich erlaube mir daher eine kleine Erzählung. Einst begegnete mir auf der Strasse in Kiel mein Jugendfreund, der sicher allgemein bekannte Mathematiker FELIX KLEIN aus Göttingen. „Ich komme von Christiania und bin auf dem Wege zu Dir“, sagte er. Als ich meiner Freude Ausdruck gab, dass er seine Reise zum Behuf unseres Wiedersehens unterbrochen habe, entgegnete er: der eigentliche Zweck seines Aufenthalts in Kiel sei dies nicht, sondern sein Bedürfnis, POCHHAMMER kennen zu lernen. Derselbe komme nicht auf Kongresse und publiziere so wenig; aber was er veröffentlicht habe, sei so bedeutend, dass er sich längst vorgenommen habe, ihn einmal aufzusuchen; er komme jetzt von POCHHAMMER und habe das Bild erfüllt gefunden, das er sich von ihm gemacht. — Während ich selbst POCHHAMMER als geistvollen Kollegen stets hochgeschätzt hatte, erhielt ich hier zum erstenmal ein Urteil über seine mathematischen Leistungen von kompetenter Seite. Dass fortan auch seine kleine psychologische Arbeit mein Interesse in gesteigertem Masse weckte, brauche ich wohl kaum auszusprechen.

POCHHAMMER nennt die von ihm entwickelte Idee der supermateriellen Kräfte bescheiden eine Hypothese, indem er folgendes dazu sagt: „Eine Hypothese erhebt niemals den Anspruch, neue Kenntnis zu bringen; sie will immer nur eine Übersicht über Bekanntes ermöglichen, und sie verfolgt kein höheres Ziel, als scheinbare Widersprüche zu beseitigen.“ Er vertritt die Ansicht, dass auch in der Seele und von der Seele ausgehend sich Kräfte gel-

¹ L. POCHHAMMER, Zum Problem der Willensfreiheit. Eine Betrachtung aus dem Grenzgebiet von Naturwissenschaft und Philosophie. (Stuttgart, Kielmann, 1908.)

tend machen, die nicht unter die materiellen Kräfte¹ eingereiht werden können, weil die Seele ein immaterielles Etwas ist. Obgleich diese seelischen Kräfte auf das materielle System des Leibes einwirken, stehen sie doch gewissermassen über der Materie; darum nennt er sie supermaterielle Kräfte. —

Seelische Kräfte hat der Sprachgebrauch längst unterschieden, wie Urteilskraft, Willenskraft, Denkvermögen usw. Wenn wir diese seelischen Kräfte auch analog zu den materiellen denken dürfen, sind sie doch sicher davon verschieden; nichtsdestoweniger sind sie der Ausdruck für ein erfahrungsmässig, ein tatsächlich Wirk-sames, das wir seiner Wirksamkeit halber unter den Begriff der Kraft stellen können. Ich glaube meinerseits, dass die eigenartige Gesetzmässigkeit des Seelenlebens und seine Ausrüstung mit supermaterielen Kräften nicht als Hypothese bezeichnet zu werden braucht, weil sie für uns gegebene Tatsache und gewisseste Wirklichkeit ist. Dass auch im Verstande der Tiere solche supermaterielle Kräfte wirksam werden, kann keinem Zweifel unterliegen; auch der tierische Verstand arbeitet in den Kategorien von Raum, Zeit und Kausalität.

Der Zusammenhang von Leib und Seele ist uns gegeben; für die Art der Einwirkung der seelischen Kräfte auf die Stoffteilchen des Leibes fehlt uns aber jede Vorstellung. Im Organismus wirken materielle und supermaterielle Kräfte zusammen, auch werden die letzteren durch die ersteren beeinflusst; aber unserer Phantasie fehlt jede Anschauung einer Brücke zwischen dem leiblichen und dem seelischen Bereich, obgleich die Erfahrung uns das Dasein solcher Brücke in jedem Augenblicke zeigt. Wie Denken und Bewusstsein mit Stoffbewegungen zusammenhängen und zusammenwirken, wissen wir nicht und werden es vermutlich niemals wissen. Damit müssen wir uns abfinden. Dass unser menschliches Vorstellungs- und Begriffsvermögen ein unvollkommenes ist, wird bewiesen durch die Unvorstellbarkeit eines seelisch-materiellen Zusammenhangs, an dessen Tatsächlichkeit nicht zu zweifeln ist.² Die Hypothese des sogenannten Hylopsychismus, wonach jedes leblose Stoffteilchen, jeder Salzkristall, jede Flüssigkeit, jedes Atom und jedes Elektron schon beseelt sein soll, und die Zuordnung seelischer zu

¹ Diese werden von POCHHAMMER „Naturkräfte“ genannt.

² Auf die Hypothese des „psychophysischen Parallelismus“ (den ich für widerlegt halte) einzugehen, gebrach es an Zeit.

materiellen Qualitäten eine allgemeine Grunderscheinung des Naturzusammenhangs bilden soll, erscheint wenig einleuchtend, weil dann der Begriff der Seele und des Geistes jeden Sinn verlieren würde. Schon bei der lebendigen Pflanze fahndet man vergeblich nach Spuren von Bewusstsein und Denken. Elektrizität vollends kann schwerlich denken, und die Materie ist doch ein elektrisches System.

Weil Kraftwirkungen sich vom materiellen System des Gehirns auf das immaterielle System der Seele und umgekehrt übertragen, weil also dynamische Wechselbeziehungen zwischen beiden bestehen, wird unsere Einbildungskraft immer wieder nach Analogien zur materiellen Kraftübertragung suchen. Freilich ist durch Gleichnisse allein ein wissenschaftlicher Zusammenhang nicht zu erweisen; doch als Ahnungen eines solchen Zusammenhangs oder als provisorische Vorstellungen sind sie nicht ohne Wert. Dann kann seelische Arbeit analog zur mechanischen gedacht werden, so inkommensurabel beide auch sind. Schon DESCARTES nahm an, dass die Seele, ohne selbst Bewegung zu erzeugen, doch lenkend auf den Leib einwirke, etwa wie der Reiter auf das Ross. Und vom Altmeister der Dynamik, von JULIUS ROBERT MAYER, besitzen wir aus dem Jahre 1845 den Ausspruch: „Dem Willen des Steuermanns und des Maschinisten gehorchen die Bewegungen des Dampfboots. Der geistige Einfluss aber, ohne welchen das Schiff sich nicht in Gang setzen oder am nächsten Riff zerschellen würde, er lenkt, doch er bewegt nicht. Zur Fortbewegung bedarf es einer physischen Kraft, der Steinkohle, und ohne diese bleibt das Schiff auch beim stärksten Willen seiner Lenker tot.“ — Wenn man annimmt, dass innerhalb seelischer Regungen das Kausalgesetz so gut gilt wie für körperliche Bewegungen, wird man auch kausale Wechselbeziehungen zwischen beiden nicht von der Hand weisen.

Ich möchte glauben: wie im Kondensator ein elektrisches Feld zwischen den beiden Metallplatten besteht, so spannt sich ein Feld seelisch-materieller Wechselwirkung zwischen dem Protoplasma der Hirnzellen und dem, was wir unter Seele verstehen. — — —

Ich selbst habe von den seelischen eine zweite Gruppe supermaterieller Kräfte unterschieden und sie diaphysische Kräfte genannt.¹ Sie gelten mir allerdings nur als hypothetischer, als provi-

¹ J. REINKE, Grundlagen einer Biodynamik (Berlin, Bornträger, 1922), S. 5. 146.

sorischer Begriff, als ein X und Y in der Gleichung des Organismus. Mit wenigen Worten sei darauf eingegangen.

Wenn wir vom Bildungspotential der Keimzelle eines Tieres oder einer Pflanze aus deren embryologische Entwicklung verfolgen, so lässt sich letztere zunächst kinematisch auffassen und beschreiben, indem man darauf hinweist, dass die Systembedingungen der Phase B aus denen der Phase A, die der Phase C aus denen der Phase B usw. hervorgehen, dass also eine Veränderung von Form und Gefüge auf eine frühere Veränderung folgt. Befriedigend ist ein Stehenbleiben bei dieser Erklärung indes nicht, und lenkende Kräfte drängen sich unserer Phantasie geradezu auf, welche die Reihen der gestaltlichen Differenziale auf das Integral des erwachsenen Organismus hinsteuern. Nur vermag ich wegen ihrer absoluten Bewusstlosigkeit diese Kräfte nicht als seelische anzuerkennen¹ und habe sie deswegen als diaphysische Kräfte oder Dominanten unterschieden. Ebensowenig scheinen mir die diaphysischen materielle Kräfte zu sein; sie leisten weder mechanische Arbeit, noch besitzen sie, soweit wir bis jetzt wissen, selbst Form, wie die Systembedingungen, obgleich sie gestaltend wirken. So wenig wie materielle Kräfte, als da sind Kristallisation, Lösung, Verdampfung, Quellung, Fällung, chemische Affinität usw. für sich allein ein Haus oder eine Maschine bauen können, so wenig vermögen sie durch ihre blosse Kombination oder gar Summierung den Leib eines Organismus aufzubauen. Auch ein energetisches Potentialgefälle, als Träger des embryologischen Prozesses gedacht, kann uns hierbei nicht weiter bringen; denn niemand wird glauben, dass Elektrizität ein Kunstwerk zu gestalten vermöchte. Im Bildungspotential einer tierischen Keimzelle war aber bereits z. B. das Auge mit Hornhaut, Linse, Netzhaut usw. determiniert; im Bildungspotential einer pflanzlichen Keimzelle waren es Chlorophyllkörper, Wurzelhaare, Geschlechtszellen usw. Man könnte die Vorgänge der leiblichen Vererbung und Entwicklung dahin kennzeichnen, dass man eine Ladung von Spermie und Ei mit organisierenden, d. h. diaphysischen Kräften annimmt, die neben der materiellen, d. h. elektrischen Ladung besteht.² Ein Erbfaktor oder ein sogenanntes Gen kann aufgefasst

¹ Wie das seitens der Psychobiologen geschieht, welche die diaphysischen Kräfte den „psychischen“ beizählen.

² In den Keimzellen der Grosshirntiere und des Menschen besteht daneben noch eine Ladung mit seelischen Kräften; auch die niederen Tiere kommen hier mit in Betracht (z. B. Ameisen).

werden als ein materielles System von spezifischer Konfiguration und spezifischer Bewegung, von dem ein organisierendes Führungsfeld oder ein gestaltendes Wirkungsfeld ausgeht, in welchem diaphysische Kräfte mit materiellen zusammenwirken, um die erforderlichen Systembedingungen und durch sie den Aufbau des Ganzen hervorzubringen. Es müssen Kräfte, die auf Herstellung der Ganzheit des Organismus abzielen, die materiellen physiko-chemischen Vorgänge in ihrer Entwicklung lenken oder zwingen, und solche hypothetischen Kräfte nannte ich diaphysische oder Dominanten. In Explosivkörpern und Giften zeigt sich mit besonderer Deutlichkeit die Bindung der Kraft an den Stoff. So mögen auch die gestaltenden diaphysischen Kräfte an den zu gestaltenden Stoff gebunden sein, vielleicht an unbekannte chemische Verbindungen, wofür ja das Wort Hormon in der Gegenwart beliebt ist. Dass bei Annahme solcher lenkenden diaphysischen Kräfte einer strengen Naturgesetzlichkeit der organischen Entwicklung Abbruch geschähe, wäre ein Fehlschluss. Von den seelischen Kräften dürften sich die diaphysischen Kräfte noch dadurch unterscheiden, dass sie durch den Erbgang feststehende, nicht leicht willkürlich abänderbare Wirksamkeiten sind, worin sie mit den Instinkten der Tiere übereinstimmen. Man könnte auch die Instinkte, z. B. die von einer Spinne ererbte Fähigkeit, ein Netz zu weben, vielleicht den diaphysischen Kräften beizählen.

Ich fasse zusammen. HELMHOLTZ sagt einmal: „Jede physikalische Erklärung muss zu den Kräften aufsteigen, und die können natürlich nie Objekte der sinnlichen Anschauung werden.“ Ich gehe einen Schritt weiter: das Wesen der Naturkräfte mit Einschluss der seelischen Kräfte können wir mit unsern Mitteln der Beobachtung weder erkennen noch definieren; nur an der Wirksamkeit und darum Wirklichkeit der Naturkräfte ist nicht zu zweifeln. Sie bleiben in ihrem weitesten Sinne ein letztes Gegebenes. Um noch einmal ein früher gebrauchtes Bild zu wiederholen: bei allen Organismen besitzen die Keimzellen neben der elektrischen eine diaphysische Ladung; bei den mit einer Seele begabten Tieren tritt eine seelische Ladung hinzu. Den innern Zusammenhang dieser dynamischen Faktoren im Potential der Keimzellen vermögen wir nicht zu durchschauen; wir wissen nur, dass sie auf den späteren Stufen der Entwicklung als Kräfte sich auswirken. Hierbei sei nochmals hervorgehoben, dass die Systembedingungen innerhalb eines Orga-

nismus und die von ihnen ableitbaren Systemkräfte Tatsachen sind, während ich die Dominanten oder diaphysischen Kräfte nur als eine vorläufige Erklärung des Zusammenhangs dieser Tatsachen gelten lasse. Kann man sie durch eine einleuchtendere Erklärung ersetzen, so werde ich dieser gern zustimmen. Wie dem Erkenntnisvermögen eines Hundes und einer Katze Schranken gesetzt sind, bestehen sie auch für den Menschen. Ein die Lösung der ihm zugänglichen wissenschaftlichen Aufgaben beeinträchtigender Hochmut des Menschen macht sich geltend, wenn er sich vermisst, alles begreifen und alles vorstellen zu können, wenn er auch nur glaubt, dass seine Theorien frei von Irrtümern wären.

Von Naturkräften konnte in dem Sinne, wie es hier geschah, nur gesprochen werden unter der Voraussetzung, dass die seelische Seite des Lebens mit zur Natur gehört.¹ Eine gegenteilige Meinung, die streng zu scheiden sucht zwischen dem Reich der Seele und dem der Natur, ist weit verbreitet. Auf ihre Argumente kann hier nicht eingegangen werden; sie sind nicht naturwissenschaftlicher Art. Auch wollte ich meinerseits in dieser Darbietung nur eine These aufstellen, einer persönlichen, subjektiven Überzeugung Ausdruck verleihen. Nach dieser Überzeugung besteht die Natur mit Einschluss von Leib und Seele der Tiere und des Menschen aus einem Gewebe geordnet ineinandergreifender Kräfte. Die Kräfte sind nicht nur Klammern, durch die das All der Natur zusammengehalten wird, sie sind die „letzten Realitäten“, sind die Natur selbst. Wollen wir das Wesentliche aus dem Gesamtbilde der Natur herausheben und es mit einem Worte bezeichnen, so lautet es Kraft. Wir beugen uns damit vor einer erhabenen Weltordnung, deren letzten Grund menschliche Wissenschaft nicht zu enthüllen vermag.

MAX PLANCK² hat kürzlich gesagt, dass auch die Naturwissenschaft ohne eine gewisse Dosis Metaphysik nicht auskommen könne. Wenn es nur eine allgemein gebilligte Definition von Metaphysik gäbe, um ihre Grenzen gegen die Physik, bzw. die Naturwissenschaft feststellen zu können! Gewöhnlich versteht man unter Meta-

¹ Meine in diesem Vortrage skizzierten Anschauungen erfuhren eine ausführlichere Darstellung in dem Büchlein: J. REINKE, Das dynamische Weltbild. Physik und Biologie (Leipzig, Barth, 1926).

² MAX PLANCK, Physikalische Gesetzmäßigkeit im Lichte neuerer Forschung. In „Die Naturwissenschaften“, 1926, S. 261.

physik das Gebiet des Übersinnlichen, für unser Erkenntnisvermögen Transzendenten. Dies Gebiet kommt für die Naturwissenschaft nicht in Betracht. KANT dagegen definiert in der Vorrede zu seinen Anfangsgründen der Naturwissenschaft Metaphysik als reine Vernunft-erkenntnis aus blossen Begriffen. Tun wir auf dieser Bahn einen Schritt vorwärts, und denken wir die ungeheure Kraftsumme, welche die materielle wie die seelische Seite der Natur bildet und erhält, ausstrahlen von einem über alle Begriffe machtvollen, über dem Raume erhabenen Zentrum oder Quell,¹ so würde dieser Gedanke zu einer Theologie der Naturwissenschaft führen.

¹ In seiner geistvollen Studie: „Das Problem Wissenschaft und Religion“ (Braunschweig, Vieweg, 1925) braucht O. D. CHWOLSON das Wort „Quellpunkt“.