

Organismus voneinander gesetzmäßig abhängig sind. Von dem Begriffe der Lage, der Beziehungen und der gegenseitigen Abhängigkeit, ferner von den „affinités électives“ und dem „balancement des organs“ muss dies nicht erst besonders bewiesen werden; was die Theorie der Analogien betrifft, so ist an derselben das Korrelationsprinzip schwieriger zu sehen; wie diese beiden Begriffe zusammenhängen, habe ich aber bei Cuvier gezeigt, und es soll dies noch in dem letzten Abschnitte erörtert werden.

Auch bei Geoffroy bedeuten diese Gesetze keine Wirkungen; es wird nicht behauptet, dass das größer gewordene Organ die Verkleinerung eines anderen hervorruft, sondern nur, dass, wenn sich das eine vergrößert, das andere verkleinert wird. Auch wird nicht behauptet, dass das Organ bestimmte andere Organe anzieht, auf dass dieselben gesetzmäßig gruppiert seien, sondern nur, dass das Organ immer seine bestimmte Lage gegenüber anderen behält. Wie es kommt, dass es diese Lage behält, wird nicht gesagt, oder es wird dies als eine ganz andere Frage betrachtet.

Die Einheit, welche Geoffroy lehrt, ist also nur eine Einheit im Begriffe, weder eine Einheit in der natürlichen Entstehung, noch eine solche in der gleichzeitigen Erschaffung durch einen Gott.

J. W. Goethe.

Ueber Goethe's Naturphilosophie ist viel geschrieben worden, aber wie ich finde, vorwiegend von zwei Standpunkten aus: die einen, dem Gedanken Häckel's folgend, haben es versucht, in Goethe einen Vorläufer der Evolutionsphilosophie, wenn nicht sogar einen ausgesprochenen Evolutionisten zu entdecken, wobei sie ihm als besonderes Verdienst zuschreiben, einige Ideen Darwin's anticipiert zu haben; die anderen, wie J. Sachs, streiten ihm dieses Verdienst ab und erklären schon deshalb seine Ideen für unrichtig; ich will im folgenden Goethe's Naturphilosophie unabhängig von dem Evolutionismus betrachten.

Nachdem ich die hierhergehörigen Abhandlungen Goethe's durchgelesen habe, kann ich der Anschauung von O. Schmidt¹⁾ beipflichten, dass Häckel in dieser Hinsicht die Ansichten Goethe's unrichtig auf-

1) War Goethe ein Darwinianer? Graz 1871. — O. Schmidt hat sich noch einmal über Goethe ausgesprochen („Die Anschauungen der Encyklopädisten über die organische Natur. Deutsche Rundschau 1876“); und hat dort seine Meinung über Goethe insofern verändert, als Goethe nach ihm „die faktische Artumwandlung und die Abstammung des Menschen von tierischen Vorfahren wenigstens bedacht und erwogen, aber nicht als eine annehmbare und unabweisbare Lehrmeinung hingestellt habe“. O. Schmidt scheint in dieser Abhandlung deutlich zu erkennen, dass die Zeitrichtung, in der Goethe lebte, nicht evolutionistisch war; indem er aber übersieht, dass man ein Leibnitzianer sein und als untergeordnetes Faktum doch die Entwicklung annehmen kann, vermag er Goethe nicht zu verstehen.

gefasst hat. Häckel hat aus seinem Standpunkte des Evolutionismus die etwas unklaren Aussagen von Goethe in seinem evolutionistischen Sinne gedeutet und die auf ganz anderen Grundlagen aufgebaute Naturphilosophie Goethe's nicht beachtet¹⁾.

Goethe ist nicht ein anderer in der Poesie als in der Wissenschaft gewesen. Er charakterisiert selbst sehr gut seine Auffassungsweise, indem er sie ein²⁾ „Hinstarren auf die Natur“ nennt. Er stand nicht aktiv, als selbstbewusster Beobachter der Natur gegenüber, sondern ließ dieselbe auf sich wirken und achtete dabei auf die Gedanken, welche in ihm die Natur hervorrief; indem er sie dann mitzuteilen suchte, bemühte er sich mehr, den Zustand auszudrücken, in welchem sich seine Gedanken befanden, als die objektiven Verhältnisse der Thatsachen gegen einander; der Grundlage jeder Wissenschaft, einer klaren Begriffsbildung, ist Goethe immer fern geblieben. Daher kommt seine symbolisierende Ausdrucksweise, daher seine Unklarheit und die Widersprüche, welche sich in seinen Abhandlungen auffinden lassen, daher seine Hochachtung des mystischen Spinoza und sein bewusster Gegensatz gegen den alles in Begriffe auflösenden Linné oder gegen Cuvier. Als Beispiel des Mangels an klaren Begriffen sei angeführt, dass er zwar über die sogenannte Metamorphose der Pflanzen viel geschrieben hat, dass man aber vergebens in seinen diesbezüglichen Abhandlungen nach einer klaren Definition dessen, was „Metamorphose“ eigentlich bedeuten soll, suchen wird. Er nennt sie³⁾: „die geheime Verwandtschaft der verschiedenen äußeren Pflanzenteile, als der Blätter, des Kelches, der Krone, der Staubfäden, welche sich nacheinander und gleichsam auseinander entwickeln . . . und man hat die Wirkung, wodurch ein und dasselbe Organ sich uns mannigfaltig verändert sehen lässt, die Metamorphose der Pflanzen genannt.“ Ein anderes Mal sagt er wieder⁴⁾, dass der eigentliche Begriff der Metamorphose enthält, „dass das Pflanzenleben, in den Boden gewurzelt, gegen Luft und Licht strebend, sich immer auf sich selbst erhöhe und in stufenweiser Entwicklung den letzten abgesonderten Samen aus eigener Macht und Gewalt umherstreue“ . . ., welche „Definition“ nicht nur schwer auf die erstere zurückzuführen ist, sondern ihrer Unklarheit nach vielen Gedanken von Schelling gleichgestellt werden kann.

1) Außer den angeführten habe ich folgende Abhandlungen über Goethe's Naturphilosophie gelesen: R. Virchow: Goethe als Naturforscher, Berlin 1861. Carus, Geschichte der Zoologie, München. — J. Sachs, Geschichte der Botanik, 1875. — Am ausführlichsten ist Goethe's Naturphilosophie in der Hempel'schen Ausgabe seiner Werke (Bd. 33) von S. Kalischer behandelt worden; leider ist gerade diese Abhandlung zu naiv darwinistisch. — H. Helmholtz, Ueber Goethe's naturw. Arbeiten. Vorträge und Reden, I. 1884.

2) § 4 der Met. d. Pflanzen.

3) S. 83 der ern. Ausgabe (Bd. 33).

4) S. 113 (der G. Hempel'schen Ausgabe, Bd. 33).

Durch diese Art der Naturbetrachtung, durch die zwar tief und originell geschöpften aber nicht durch den Verstand gereinigten Ideen, durch das Hervorheben der symbolischen Ausdrucksweise ist Goethe einer der Vorläufer der deutschen Naturphilosophie geworden und teilt alle guten und schlechten Eigenschaften derselben. In der That lassen sich aus Goethe eine Menge von Stellen anführen, welche ganz im Geiste der späteren Naturphilosophie lauten, so z. B. seine durch gar nichts begründete Ansicht, dass alles Lebendige eine Hülle haben muss, oder der Glaube an die verfeinerten Säfte, welche zur Bildung der schönen Krone Anlass geben, während die grünen Blätter durch die Wirkung roher Säfte hervorgebracht werden, oder wenn er die „Begattung“ der Pflanzen eine „Anastomose“ nennt, ohne aber irgendwelche Definition der Begattung oder der Anastomose anzuführen. Ganz naturphilosophisch ist auch Goethe's Gedanke von dem wahren Wesen der Metamorphose der Pflanzen. Die Lehre, dass die verschiedenen Blattgebilde (Blätter, Kelch, Krone, Staubfäden etc.) einander morphologisch gleichwertig sind, bildet nur einen Teil der Goethe'schen Metamorphosenlehre. Er schreibt der Pflanze eine periodische Zusammenziehung und Ausdehnung zu und glaubt, dass die Verschiedenheit der Blattgebilde eben als Resultat dieser Zusammenziehungen und Ausdehnungen (Blatt breit, Kelch eng, Krone breit, Staubfaden eng) zu betrachten sind und legt auf diesen seinen Gedanken so großes Gewicht, dass er gerne zugesteht¹⁾, die morphologische Verwandtschaft der Blattgebilde sei schon von C. F. Wolff gelehrt worden, aber betont, dass dieser Forscher die Periodicität der Zusammenziehungen und Ausdehnungen übersehen habe, welche zu beobachten erst Goethe vorbehalten gewesen sei. Was Goethe endlich über die Spiraltendenz und Vertikaltendenz der Pflanzen sagt, dessen würde sich der extremste Schwärmer aus der Schelling'schen Schule nicht schämen. Es sind da²⁾ Sätze zu lesen wie: die vertikale Tendenz „ist anzusehen wie ein geistiger Stab, welcher das Dasein begründet und solches auf lange Zeit zu erhalten fähig ist“. Die Spiraltendenz soll nach Goethe männlich, die Vertikaltendenz weiblich sein u. s. w.

Das Prinzip der Naturphilosophie von Goethe besteht darin, dass alle Erscheinungen in stetiger Veränderung begriffen sind (worunter aber nicht Fortschritt gemeint wird, viel eher das *πάντα ῥεῖ* des Heraklit), ferner dass unsere Begriffe, indem sie sich nur auf fixierte Zustände beziehen, nur Ideen sind, denen nichts in der Natur entspricht, deren Abbild aber die Veränderungen in der Natur sind. Auch der Begriff der organischen Gestalt ist nur eine Idee, da auch die Gestalt sich thatsächlich fortwährend verändert. Wieder aber hat es Goethe vergessen, den Begriff der Idee näher zu

1) S. 89.

2) S. 166.

präzisieren, oder ihn nur eindeutig anzuwenden; bald deckt sich bei ihm die „Idee“ mit dem „Begriff“, bald sagt er wieder, dass die Teile eines Organismus einander in der Erscheinung ungleich, der Idee nach gleich sind, wobei ich die Bedeutung der Idee kaum zu definieren vermag; etwas derselben ähnliches ist etwa das, was wir „Typus“ oder „spezifische Eigenschaften“ nennen.

Auch die jetzige Naturphilosophie baut auf dem Grundbegriffe der stetigen Veränderung, sie befindet sich aber in vollständigem Gegensatze zu Goethe, indem sie diese Veränderung selbst zu ihrem Beobachtungsobjekte zu machen sucht, während Goethe die metaphysischen unbeweglichen Ideen hinter den Veränderungen suchte und diese Ideen aufzusuchen für die Aufgabe der Wissenschaft hielt. Die Veränderung spielt aber in der Naturphilosophie von Goethe eine andere Rolle als heute. Wenn daher S. Kalischer¹⁾ sagt, dass „die Naturwissenschaft allezeit als eins der unsterblichen Verdienste Goethe's wird anerkennen müssen, den Begriff der Entwicklung in die Wissenschaft hineingetragen und ihr damit den mächtigen Anstoß gegeben zu haben, durch welchen sie sich zu ihrer gegenwärtigen Höhe emporgeschwungen hat“, so liegt darin ein zwar wohlgemeintes aber gänzlich Missverständnis wie der Anschauungen Goethe's, so derjenigen der Evolutionisten. Ungeachtet dessen, dass es sich höchstens darum handeln kann, wie Goethe das besagte Problem aufgefasst hat, da seine direkte Wirkung auf die Entstehung resp. Verbreitung des naturwissenschaftlichen Evolutionismus mehr als problematisch ist, ungeachtet also seiner Verdienste um die Förderung der Wissenschaft handelt es sich bei Goethe nicht um die Entwicklung, sondern um das Beständige, was hinter den Veränderungen feststeht.

Dass Goethe kein philosophischer Evolutionist war, das heisst, dass er nicht versucht hat, systematisch die genetische oder historische Erklärungsweise anzuwenden, dies erhellt schon aus dem, was ich angeführt habe. Da nämlich Goethe das Hauptgewicht auf die Ideen gelegt hat, welche zeitlos sind, so muss bei ihm die Zeitfolge der Erscheinungen eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Es kann sich also bei ihm nur um gelegentliche Aussagen von der Möglichkeit oder Thatsächlichkeit einer geschichtlichen Entwicklung der Organismen handeln. Es wäre möglich, dass er z. B. an die Entstehung einer Art aus einer anderen geglaubt hat, ohne aber deshalb schon die naturwissenschaftlichen Thatsachen historisch erklären zu wollen. In der That ist das letztere der Fall. Goethe hat keine einzige von seinen zahlreichen — wohl kurzen und nur allgemeine Probleme behandelnden — Abhandlungen der Frage nach der geschichtlichen (phylogenetischen) Entwicklung gewidmet, was er doch gewiss gethan hätte, wenn er diesem Problem eine prinzipielle Wichtigkeit zugeschrieben hätte. Dass er über die Geschichte der Organismen überhaupt nachgedacht hat,

1) l. c.

dafür sprechen mehrere unzweideutige Stellen aus seinen Schriften. Er erzählt z. B.¹⁾, dass ihm Herder's Ideen zur Geschichte der Menschheit die Nachforschung nach dem Urtypus (= Idee) des Säugetieres erleichtert haben. Er hat mit Herder die Uranfänge der Erde und der darauf von alters her sich entwickelnden Geschöpfe besprochen. „Der Uranfang und dessen unabhängiges Fortbilden ward immer besprochen . . .“ An einem anderen Orte²⁾ sagt er: „. . . wo das Ganze³⁾ sich in Familien, Familien sich in Geschlechter, Geschlechter in Sippen und diese wieder in andere Mannigfaltigkeiten bis zur Individualität scheiden, sondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieses Geschäft der Natur; sie kann nicht ruhen noch beharren, aber auch nicht alles, was sie hervorbrachte, bewahren und erhalten. Haben wir doch von organischen Geschöpfen, die sich in lebendiger Fortpflanzung nicht vereinigen konnten, die entschiedensten Reste. Dagegen entwickeln sich aus dem Samen immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Teile zu einander verändert bestimmende Pflanzen, wovon uns treue, sorgfältige Beobachter schon manches mitgeteilt, gewiss nach und nach mehr zur Kenntnis bringen werden.“ Ein anderes Mal⁴⁾ sagt Goethe wieder: „Wir glauben auch an die ewige Mobilität aller Formen in der Erscheinung.“ In derselben Abhandlung⁵⁾ erklärt er seine Ansichten über die Beziehungen der Tiere zu ihrer Umgebung auf folgende, wie er es nennt, poetische Weise: wenn ein Walfisch in den Tropen aufs trockene Land geraten würde, so würde er infolge der veränderten Umgebung auch eine andere Gestalt annehmen, welche die Grundzüge der Walfischform behalten würde, aber an das Leben in der Luft angepasst wäre; dieses Bestehen der ursprünglichen Charaktere neben den neu erworbenen nennt Goethe eine „Sklaverei, das innere Unvermögen, sich den äußeren Verhältnissen gleichzustellen“.

Wie zu sehen, hat sich Goethe in der Frage nach der Blutverwandtschaft der Arten nicht gerade klar ausgedrückt, gewiss aber hat er hin und wieder über dieselbe nachgedacht; der Gedanke von der Entstehung einer Art aus einer anderen ist ihm nicht fremd gewesen. Von einem solchen gelegentlichen Gedanken ist aber noch weit zu dem Glauben, dass sämtliche Organismen eines einheitlichen Ursprungs sind, und noch weiter zu der Philosophie, dass die Organismen nur als solche betrachtet werden müssen. Einen solchen Glauben konnte Goethe nicht hegen, da derselbe die Grundlage einer anderen Weltanschauung bildet, als diejenige war, welcher Goethe gehuldigt hat.

1) S. 13, Bd. 34.

2) S. 110, Bd. 33.

3) Man beachte, dass Goethe nicht sagt, der Urahne!

4) S. 275.

5) *ibid.*

In: Bd. XXI. Nr. 17.

Manche Stellen, welche als Beweise angeführt werden, dass Goethe an die Entwicklung geglaubt hat, müssen anders erklärt werden.

Goethe war von dem Gedanken durchdrungen, dass die Organismenwelt die Realisierung einer Idee zu werden strebt; die Organismen streben dieser Idee sich zu nähern, und jedes Organ hat darum etwas von dieser Idee an sich. Deshalb entsprach es seiner Auffassung¹⁾, „. . . die Natur . . . wirkend und lebendig aus dem Ganzen in die Teile strebend darzuthun.“ Das Wort „wirkend“ scheint ganz modern zu sein und man könnte es bei oberflächlichem Lesen so verstehen, dass Goethe dabei an eine Kausalverknüpfung der Erscheinungen gedacht hat. Wie aber aus dem ganzen Satze zu erlesen ist, bedeutet hier das Wort gar keine Wirkung im modernen Sinne, sondern ein Streben, eine fortwährende Veränderlichkeit der Organismen, hat also einen metaphysischen Sinn. Der Sinn jenes Satzes, in nüchternen Worten ausgedrückt, ist also: Unter aller Mannigfaltigkeit in der Erscheinung der Organismenwelt ist eine Gesetzmäßigkeit zu konstatieren.

Es wird ferner für Goethe's Vorahnung des Darwinismus angeführt, dass er von den Eckzähnen des Schweins sagt, dass man künftig nicht mehr fragen wird, wozu dienen sie, sondern woher entspringen sie; dass man nicht mehr behaupten wird, dass dem Stier die Hörner gegeben sind, dass er stöße, sondern man wird untersuchen, wie er Hörner haben könne, um zu stoßen. Auch in diese Sätze wird der Evolutionismus nur künstlich hineingedeutet. Im Zusammenhange mit der angeführten Stelle sagt Goethe, dass ein jedes Tier ein in sich abgeschlossenes Ganzes bildet und dass jedes Organ von sämtlichen anderen abhängig ist; durch jene Beispiele wird dann gesagt, dass man nach der Korrelation der Eckzähne resp. der Hörner mit dem Gesamtkörper jener Tiere fragen soll — oder in der Terminologie Goethe's, man soll künftighin untersuchen, wie die Eckzähne resp. die Hörner der Idee der sie tragenden Tiere entsprechen³⁾. Dass diese Deutung richtig ist, folgt auch aus einem anderen ähnlichen Ausspruch Goethe's: „Solche Nützlichkeitslehrer sagen wohl: Der Ochse habe Hörner, um sich damit zu wehren. Nun frage ich aber: Warum hat das Schaf keine? und wenn es welche hat, warum sind sie ihm um die Ohren gewickelt, so dass sie ihm zu nichts dienen? Etwas anderes aber ist es, wenn ich sage: der Ochse wehrt sich mit seinen Hörnern, weil er sie hat⁴⁾.“ Es ist mir unbegreiflich, wie Kalischer in diesen Worten einen Beweis für Goethe's Darwinismus sehen kann, da doch dadurch nichts anderes gesagt wird, als dass der Zweck nicht das

1) S. 93, Bd. 33.

2) S. 196.

3) In dem Gedichte *Αθροισμος* antwortet Goethe auf die Frage, warum der Löwe keine Hörner hat, dass es das Gleichgewicht verlangt; die Natur hat nicht Masse genug, um zugleich Zähne und Hörner stark auszubilden. Siehe weiter unten S. 555.

4) S. 191, Bd. 2.

Organ bestimmt, sondern umgekehrt — also eben das Gegenteil von dem, was die natürliche Zuchtwahl lehrt.

Man liest in Goethe oft von einer Urpflanze oder von einem Urtier. Es wird dieser Terminus unrichtig als Urvater der Pflanzen oder Tiere gedeutet, wie man aus Goethe's Worten erkennt¹⁾: „Im Angesicht so vielerlei neuen und erneuten Gebilde fiel mir die alte Grille wieder ein: ob ich nicht unter dieser Schau (der italienischen Gewächse) die Urpflanze entdecken könnte? Eine solche muss es denn doch geben! Woran würde ich sonst erkennen, dass dieses oder jenes Gebilde eine Pflanze sei, wenn sie nicht alle nach einem Muster gebildet wären?“

Dass durch diese Worte nicht die Urpflanze im Sinne der Darwinianer verstanden wird, ist klar; aber auch Virchow²⁾ hat diese Stelle missverstanden, wenn er aus derselben herausliest, dass Goethe damals die Urpflanze als thatsächlich irgendwo wachsend, als eine bestimmte Species gesucht hat. Goethe sagt nicht, dass seine Urpflanze irgendwo wachsen muss, sondern dass man sie aus der Form der Pflanzen herauslesen kann; er hat eine unklare Ahnung von dem einheitlichen Bau aller Pflanzen; für diese seine Ahnung sucht er aus der Beobachtung der Pflanzenwelt eine bekannte Form zu abstrahieren; seine Ahnung begründet er mit den Worten, woran würde ich sonst erkennen . . . etc.

Ich fasse das Angeführte zusammen: Goethe war ein Naturphilosoph der Schelling'schen Art, es ist für ihn, wie für diese Philosophie überhaupt der Mangel an klaren Begriffen charakteristisch; er glaubte an die Blutsverwandtschaft der Tiere, aber legte derselben bei weitem nicht die Bedeutung bei, welche sie in dem Evolutionismus hat. Ich habe die Naturphilosophie Goethe's etwas ausführlicher erörtert, weil erstens der Gegenstand sein Interesse hat und zweitens, weil es nötig ist, die Denkart Goethe's zu kennen, wenn wir seine Auffassung der Korrelation der Organe beurteilen wollen; diese soll im Folgenden untersucht werden.

Goethe's Naturphilosophie ist eine Philosophie der Morphologie zu nennen; denn Goethe spekuliert nur über die Gestalt resp. Gestaltung, und nur sehr gelegentlich betrachtet er auch die Funktion der Organe. Zwar ist ihm das Verhältnis der Morphologie und Physiologie nicht klar — selbstverständlich finden wir bei ihm keine Definitionen der einen oder anderen Disziplin — und einige Stellen lassen sich auch so deuten, dass er der Physiologie den Vorrang vor der Morphologie giebt, aber seine Behauptung, dass die Pflanzen Stellen suchen, welche für sie passend sind, dass „die Teile des Tieres, ihre Gestalt untereinander, ihr Verhältnis, ihre besonderen Eigenschaften,

1) S. 264, Bd. 3.

2) l. c., S. 32.

die Lebensweise der Geschöpfe bestimmen¹⁾ u. ä. a. lassen seinen morphologischen Standpunkt erkennen. Doch wäre es nicht passend, anzunehmen, dass er die Physiologie nur als Anhang der Morphologie betrachtet hat. Obwohl sich seine Ansichten darüber kaum definitiv präzisieren lassen, glaube ich doch, dass er am besten seine Ansicht darüber in folgenden Versen ausgedrückt hat²⁾:

„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Tieres,
und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
mächtig zurück“.

Dass dabei unter „Wirkung“ nicht die Wirkung in unserem Sinne zu verstehen ist, ist oben schon bemerkt worden.

Den morphologischen Auseinandersetzungen Goethe's liegt der Gedanke zu Grunde, dass die Organismen nach einem einheitlichen Plan gebaut sind, wobei aber ebensowenig wie bei Geoffroy St. Hilaire erklärt wird, was unter der Einheit des Planes zu verstehen ist. Es zeugt für diesen Grundgedanken Goethe's zuerst das Suchen nach der Urpflanze und nach einem einheitlichen Typus aller Tiere; er spricht von einem „allgemeinen Bilde, worin die Gestalten sämtlicher Tiere der Möglichkeit nach enthalten wären . . .“ und sucht einen Typus, „an welchem alle Säugetiere nach Uebereinstimmung und Verschiedenheit zu prüfen wären, und wie ich früher die Urpflanze aufgesucht, so trachtete ich nunmehr, das Urtier zu finden, das heißt denn doch zuletzt: den Begriff, die Idee des Tieres⁴⁾.“ Auch der Begriff der Metamorphose der Pflanze, d. h. der begrifflichen (ideellen) Aehnlichkeit von verschiedenen Blattgebilden ist bei Goethe unter dem Einfluss der Ueberzeugung von der Einheitlichkeit der Pflanzenorgane aufgestellt. Es ist dies klar aus dem Satze Goethe's zu sehen, dass wir ebensogut sagen können⁵⁾, „ein Staubwerkzeug sei ein zusammengezogenes Blumenblatt, als wir von dem Blumenblatte sagen können, es sei ein Staubgefäß im Zustande der Ausdehnung, ein Kelchblatt sei ein zusammengezogenes, einem gewissen Grad der Verfeinerung sich näherndes Stengelblatt, als wir von einem Stengelblatt sagen können, es sei ein durch Zudringen roherer Säfte ausgedehntes Kelchblatt.“ Auch die Theorie von der Wirbelnatur des Schädels und die Entdeckung des Zwischenkiefers bei dem Menschen (wodurch ein Unterschied zwischen dem Menschen und Tiere aufgehoben wird), ist ein Ausfluss jenes Einheitlichkeitsglaubens.

Von diesem Grundgedanken eines einheitlichen Bauplanes oder, weniger mystisch, einer Aehnlichkeit im Bau der Organismen, ist

1) S. 194, Bd. 33.

2) S. 273, Bd. 33.

3) S. 191, Bd. 33.

4) S. 13, Bd. 33.

5) S. 53, Bd. 33.

Goethe ganz natürlich auf den Gedanken von der Korrelation der Organe gekommen. Denn wenn dem Bau der Tiere ein Plan unterliegt, so ist es nur ein anderer Ausdruck desselben Gedankens, zu sagen, dass zu jedem einzelnen Organ ein bestimmtes anderes gehört, oder dass sich die Organe wechselseitig bedingen, was eben der Sinn des Prinzips der Korrelation ist. Es folgt dies aus folgenden Worten Goethe's¹⁾: „Wir denken uns also das abgeschlossene Tier als eine kleine Welt, die um ihrer selbst willen und durch sich selbst da ist. So ist auch jedes Geschöpf Zweck seiner selbst, und weil alle seine Teile in der unmittelbarsten Wechselwirkung stehen, ein Verhältnis gegen einander haben und dadurch den Kreis des Lebens immer erneuern, so ist auch jedes Tier als physiologisch vollkommen anzusehen.“

Bei den geringen Fachkenntnissen Goethe's wird es nicht auffällig sein, dass er den Gedanken von der Korrelation der Formen bei weitem nicht so weit empirisch angewendet (was bei Goethe gleich ist mit durch Beispiele erläutert) hat wie Cuvier. Ungeachtet der allgemeinen Sätze, wie der angeführte ist, hat sich Goethe die Korrelation nur als Massencorrelation vorgestellt, als Korrelation zwischen der Größe verschiedener Organe, nicht zwischen ihrer Form. Er nennt diese Massencorrelation, oder, wie dieselbe Darwin nennt, Kompensation des Wachstums, das Gesetz „dass keinem Teil etwas zugelegt werden könne, ohne dass einem anderen etwas abgezogen werde und umgekehrt.“ Als Beispiel dieser Korrelation führt er die Schlange an: „Ihr Körper ist gleichsam unendlich und er kann es deswegen sein, weil er weder Materie noch Kraft auf Hilfsorgane zu verwenden hat. Sobald nun diese in einer anderen Bildung hervortreten, wie z. B. bei der Eidechse, nur kurze Arme oder Füße hervorgebracht werden, so muss die unbedingte Länge sogleich sich zusammenziehen und ein kürzerer Körper stattfinden. Die langen Beine des Frosches nötigen den Körper dieser Kreatur in eine sehr kurze Form und die ungestaltete Kröte ist nach ebendiesem Gesetze in die Breite gezogen“²⁾. Ich möchte auch seine Auffassung von dem Verhältnis der Morphologie zur Physiologie, wie sie in den oben angeführten Versen enthalten ist, als Korrelation auffassen. Wie durch ein Organ ein anderes bestimmt wird und umgekehrt, so bestimmen in diesem Falle sich die Form und ihre Funktion gegenseitig.

Goethe's Auffassung der Korrelation der Organe war selbstverständlich keine von ihm induktiv gewonnene Erkenntnis, er hat sie auch nicht für etwas prinzipiell neues und wichtiges ausgegeben, da sie ihm aus seinem Gesichtspunkte ganz natürlich zu folgen schien;

1) S. 195, Bd. 33.

2) S. 273, Bd. 33.

er erörtert deshalb dieses Prinzip nur während der Besprechung anderer Fragen. Es ist aus diesem Grunde kaum anzunehmen, dass er bei der Aufstellung seines Prinzips der Korrelation direkt von Cuvier oder Geoffroy St. Hilaire beeinflusst worden ist; auch aus der begrenzten Fassung, welche er diesem Prinzip giebt, kann dies geschlossen werden. Aus den Beispielen, welche ich angeführt habe, tritt aber deutlich hervor, dass er seine Korrelation niemals als Wechsel-wirkung in dem heutigen Sinne nimmt. Das eine Organ wirkt nicht auf das andere, so dass die Folge dessen eine Veränderung seines Volums sei, sondern die Organe haben ein Verhältnis gegen einander, wird von ihm gesagt; wo ein Organ vergrößert wird, dort wird ein anderes entsprechend verkleinert. Dies interessiert ihn, nicht die Ursache (d. h. das Vorhergehende) dieses Gleichgewichtes. Sehr klar hat sich Goethe über das Gleichgewicht der Organe in folgenden Versen ausgedrückt¹⁾:

Siehst du also dem einen Geschöpf besonderen Vorzug
Irgend gegönnt, so frage nur gleich: wo leidet es etwa
Mangel anderswo? und suche mit forschendem Geiste!

— — — — —
Und daher ist den Löwen gehört der ewigen Mutter
ganz unmöglich zu bilden, und böte sie alle Gewalt auf;
denn sie hat nicht Masse genug, die Reihen der Zähne
völlig zu pflanzen und auch Geweih und Hörner zu treiben.“

Auch die Spuren des Gedankens von Korrelationen verschiedenen Grades, wie wir dieselben bei Cuvier und Geoffroy gefunden haben, sind bei Goethe zu finden. Nachdem er nämlich das Gleichgewicht der Organe erklärt hatte, weist er darauf hin, dass sich die Form der Organismen auch den äußeren Einflüssen verschiedener elementarer Naturkräfte bis auf einen gewissen Grad fügen muss. Das Wasser schwellt die Körper, und so wird das Fleisch der Fische aufgeschwellt, womit das Zusammenziehen der Extremitäten wieder verbunden ist; die Luft trocknet aus und darum sind die Vögel mehr oder weniger mager. Aber derlei Beziehungen zwischen den Eigenschaften des Wassers und der Luft einerseits und den organischen Körpern andererseits gehen nicht so weit, um den Typus zu vernichten; sie bewegen sich nur innerhalb desselben; dieser Gedanke ist namentlich an der schon oben citierten Stelle deutlich ausgesprochen, wo er die Beständigkeit der Charaktere eines Typus der Veränderlichkeit der untergeordneten Eigenschaften gegenüber „eine Sklaverei, das innere Unvermögen, sich den äußeren Verhältnissen gleichzustellen“ nennt. Man muss selbstverständlich Goethe seine naiven Beispiele und seine sehr unklare Ausdrucksweise verzeihen; ich möchte den in den angeführten Worten Goethe's ausgesprochenen Gedanken folgendermaßen formulieren. Zwischen den Organen der Tiere und ihrer Umgebung be-

1) S. 196.

stehen gewisse Beziehungen; wenn die Umgebung eine andere ist, so sind auch die Organe anders gebaut. Doch gehen diese Beziehungen nicht so weit, dass durch dieselben der morphologische Grundplan des Organismus gänzlich verdeckt sei. In der Terminologie der Darwinisten hieße es: die caenogenetischen Eigenschaften verdecken niemals vollständig die ursprünglichen.

In der rein formalistischen oder morphologischen (was doch dasselbe bedeutet) Anwendung des Korrelationsprinzips ist Goethe den französischen Naturforschern Cuvier und Geoffroy St. Hilaire gleichzustellen. Alle drei gehen von dem Grundgedanken aus, dass jedes Tier eine gesetzmäßig gebaute Einheit ist, woraus dann folgt, dass kein Teil dieser Einheit unabhängig von anderen variieren kann, Cuvier hat diese Anschauung am schönsten praktisch ausgeführt, während Geoffroy zwar noch in dem Gebiet der Empirie zu verbleiben sich bemühte, aber doch schon an die metaphysische Seite der Auffassung dieser Einheit durch die unklare Formulierung seiner Ideen heranreicht, und Goethe endlich hat diesen Einheitlichkeitsgedanken in allen seinen biologischen Abhandlungen von verschiedenen Seiten darzustellen versucht, wobei die Empirie ihm nur das Material bot, an welchem er seine Gedanken anschaulich darstellen konnte.

Ch. Darwin.

Darwin ist ein eminent induktiver Geist, welcher sehr wenig auf die logische Seite der Probleme, alles auf die Masse der Thatsachen baut. Ich erinnere mich nicht, irgendwo in seinen Schriften, welche doch auf die Philosophie des 19. Jahrhunderts so großen Einfluss ausgeübt haben, einen Versuch einer scharfen logischen Definition gelesen zu haben, ja, Darwin bemüht sich, jede Definition als etwas der Veränderlichkeit der Thatsachen widersprechendes zu behandeln: er beweist, dass es keine scharf begrenzte Species giebt, dass kein Organ etwas unveränderliches darstelle, dass gar nichts als für sich bestehend betrachtet werden darf, dass es überall Uebergänge giebt. Er fragt ferner nach nichts anderem, als nach dem, woraus die eben untersuchte Erscheinung entstand; für andere Probleme hat er keinen Sinn; darin besteht seine Einseitigkeit.

Die Korrelation der Organe hat Darwin mehreremals erörtert, am ausführlichsten in der Monographie über das Variieren der Tiere etc.¹⁾, wo ein selbständiges Kapitel der „correlativen Variabilität“ gewidmet ist. Er beruft sich, wie alle, welche über die Korrelation nachgedacht haben, auf den gesetzlichen Zusammenhang, in welchem die Teile des Organismus stehen. Charakteristisch ist für seine empiristische Denkart, dass er seinen Vorgängern gegenüber die Tragweite dieses Einheitlichkeitsgedankens durch die Worte „in gewisser Aus-

1) Bd. II, S. 343 sqq. der deutschen Uebersetzung von V. Carus.

dehnung“ beschränkt, und begründet dies dadurch, dass ein Teil ganz unterdrückt oder monströs geworden sein kann, ohne dass irgend ein anderer Teil des Körpers afficiert worden ist. Man sieht schon daraus, dass er das Problem ganz anders aufgefasst hat als seine Vorläufer. Ihm handelt es sich nicht um Relationen, um das Verhältnis der Organe, welches für alle Organe eines Körpers gesetzmäßig ist, wenn man den Körper als eine organische Einheit betrachtet, sondern um Wirkungen, um die in der Zeitfolge vorkommenden Erscheinungen; darum sagt er korrelative Variation anstatt der Korrelation der Formen von Cuvier und lässt sie nur insofern gelten, als sie sich in den Wirkungen eines Organs auf das andere offenbart; weder bei Cuvier, noch bei Geoffroy, noch bei Goethe bedeutet die Korrelation eine Wirkung eines Organs auf das andere.

Er führt zuerst Beispiele an, welche als Korrelation im weiteren Sinne genannt werden können. Dieser Art sind: der ganze Körper ist für eine bestimmte Lebensweise angepasst, es müssen also auch seine Teile gegeneinander in Bezug auf diese Lebensweise angepasst sein; das erstere ist die Korrelation zwischen dem Bau und der Lebensweise, das zweite die zwischen den Organen in Bezug auf die Lebensweise. In diese zweite Kategorie gehört z. B. der Fall, dass der Bau des Magens und die Beschaffenheit der Zähne in einem bestimmten Zusammenhange sind. Diese Korrelationen können aber als solche nur im übertragenen Sinne betrachtet werden, da derlei Organe nicht im notwendigen ursächlichen Zusammenhange stehen, „denn wir wissen nicht, dass die ursprünglichen oder primären Variationen der verschiedenen Teile in irgend welcher Weise in Beziehung standen“ — d. h. der Magen und die Zähne haben nicht ursprünglich in Bezug auf die Lebensweise einander korrelativ angepasst sein müssen, sondern ihre jetzige Form kann durch unabhängige Variation des Magens einerseits, der Zähne andererseits entstanden sein. Im Sinne Cuvier's wäre darauf zu antworten: es ist nebensächlich (d. h. für die Aufstellung der Korrelationsbeziehungen nebensächlich) wie die Korrelation entstanden ist; sie ist da und um ihre Analyse oder Beschreibung handelt es sich.

Ich mache hier auf eine Seite der Betrachtungsart Darwin's aufmerksam. Er weist mit der größten Aufrichtigkeit und Sachkenntnis auf die Korrelationen hin, welche von anderen Autoren (Cuvier, Goethe, Geoffroy) erwähnt worden sind, so dass er scheinbar allen That-sachen gleich gerecht wird, und dass ihm kein Vorwurf gemacht werden kann, dass er diese oder jene Ansicht unberücksichtigt gelassen hat. Aber die Beachtung der fremden Anschauungen wird von ihm ganz sonderbar praktisch durchgeführt. Nachdem er nämlich die offenbar nicht nach dem Schema der Ursache und Wirkung gebauten Korrelationen (Magen — Zähne u. ä.) angeführt hat, bemüht er sich nicht,

denselben durch seine Theorie gerecht zu werden, sondern übergeht sie mit der Bemerkung, dass dies Korrelationen nur „im gewissen Sinne“ sind und ohne dieselben weiter zu berücksichtigen, führt er ausführlich nur solche Thatsachen an, welche in sein evolutionistisches System passen. Da er die rein formalen Korrelationen ohne jede Diskussion ihrer Berechtigung, ohne sich zu bemühen, in die Bedeutung derselben, in die Art, wie sie Cuvier etwa aufgefasst hat, einzudringen, übergeht, so hätte er sie auch ganz gut vollständig mit Schweigen übergehen können, ohne dass dadurch die nachfolgenden Untersuchungen der „korrelativen Variabilität“ etwas an Klarheit der Auffassung eingebüßt hätten. Die gleichmäßige Berücksichtigung aller Thatsachen ist, wie zu sehen, in diesem Falle (und anderen ähnlichen) nur scheinbar.

Darwin betrachtet also in jenem Kapitel etwas von den Korrelationen der früheren Autoren ganz verschiedenes, nämlich die von ihm sogenannte „korrelative Variation“, welche in der durch eine gemeinsame Ursache hervorgerufenen gleichzeitigen Veränderung mehrerer Teile¹⁾ eines Organismus besteht. Er unterscheidet folgende Arten der korrelativen Variation:

1. Ein (embryonal) jüngerer Organ bestimmt den Bau eines später erscheinenden.

2. Vergrößert oder verkleinert sich der Körper, so verändert sich nicht nur die Größe, sondern auch die Anzahl gewisser Teile (z. B. der Wirbel).

3. Homologe Teile desselben Tieres variieren oft in derselben Art.

4. Oft ist die Art des Zusammenhanges der variierenden Teile dunkel, d. h. die Ursache desselben unbekannt.

5. Oft ist die Farbe in Korrelation mit innerer Konstitution des Tieres.

Alle diese Fälle haben für Darwin nur Bedeutung, insofern sich die Korrelation in einer Abweichung vom normalen Typus offenbart. Dass auch in der normalen Entwicklung eines Tieres Korrelationen zu konstatieren sind, danach fragt Darwin nicht.

In dem nachfolgenden Kapitel²⁾ behandelt Darwin andere „Gesetze der Variation“, welche aber ganz offenbar nur besondere Fälle der korrelativen Veränderungen darstellen. Es sind dies:

1. Die oft beobachtete Verschmelzung homologer Teile (schon von Geoffroy St. Hilaire erkannt).

2. Die Variabilität vielfacher und homologer Teile (von Isidor Geoffroy aufgestellt), wonach, wenn irgend ein Teil oder Organ an demselben Tier vielmals wiederholt wird, es besonders geneigt ist, sowohl an Zahl, als in der Bildung zu variieren.

1) Diese Definition habe ich gebildet, um in kurzen Ausdrücken die Ansicht Darwin's zusammenzufassen; leider passt in dieselbe etwas weniger, was Darwin als die einfachste Art der Korrelation nennt, d. h. die sub 1) angeführten Fälle.

2) Kap. 26, S. 366 l. c.

3. Die Kompensation des Wachstums.

4. Mechanischer Druck als Ursache von Modifikationen. Als Beispiel wird angeführt, dass die Form der Nieren bei verschiedenen Vögeln durch die Form des Beckens beeinflusst wird.

5. Relative Stellung der Blüten in Bezug auf die Axe und der Samen im Fruchtknoten als Ursache von Variationen.

Alle diese „Gesetze der Variation“ sind bloße empirische Beobachtungen von Veränderungen im Bau der Organismen, welche von anderen strukturellen Eigentümlichkeiten abhängig sind. Es sind dies keine Gesetze, da sie der logisch klaren Formulierung entbehren; keines dieser „Gesetze“ (die Kompensation des Wachstums etwa ausgenommen) kann in der Weise wie ein Gesetz formuliert werden, nämlich: „wenn diese und jene Bedingungen erfüllt sind, so tritt Folgendes ein“.

Auch an vielen anderen Stellen erwähnt Darwin die Korrelationserscheinungen. So führt er in der Entstehung der Arten¹⁾ die Korrelation des „Abänderns“ an; an einer anderen Stelle²⁾ definiert er die korrelative Abänderung, „dass die ganze Organisation während ihrer Entwicklung und ihres Wachstums so unter sich verkettet ist, dass, wenn in irgend einem Teile geringe Abänderungen erfolgen und von der natürlichen Zuchtwahl gehäuft werden, auch andere Teile geändert werden“. In demselben Abschnitte³⁾ bespricht er auch die Kompensation und Oekonomie des Wachstums. In den späteren Angaben hat Darwin, namentlich infolge der Einwände Nägeli's, den „korrelativen Veränderungen“ eine größere Rolle, als er es anfangs gethan hat, zugeschrieben. Er erklärt durch dieselben die Entstehung der offenbar nutzlosen Eigenschaften der Organismen: wir beobachten, sagt er, dass, wenn ein Teil sich verändert, auch andere Teile, wegen kaum bekannter Ursachen, verändert werden. In der „Abstammung des Menschen“⁴⁾ dient als Beispiel der korrelativen Veränderungen die Angabe von Meckel, dass, wenn die Armmuskeln von ihrem eigentlichen Typus abweichen, sie fast immer die Verhältnisse der Muskeln des Beins wiederholen, und so umgekehrt auch die Beinmuskeln. Er reiht hierher auch die sogen. spontanen Variationen, bei welchen die Ursache der Variation unbekannt ist, welche aber von der Konstitution des Organismus abhängen.

Darwin hat also die „Korrelation der Formen“, wie sie Cuvier aufgestellt hat, ihrem Inhalte nach zwar gekannt, aber dieselbe ganz schief aufgefasst, er hat dieselbe als Erscheinung betrachtet, welche, wie man heute sagen würde, ursächlich erklärt werden muss. Dafür spricht, dass er erstens nicht von der Korrelation der Formen, sondern den Korrelationen in

1) S. 32.

2) S. 168.

3) S. 171.

4) S. 55.

der Veränderung spricht, dass er ferner die „Ursachen“ der Korrelationen zu finden sich bemüht, wie z. B. die Veränderungen im Zufluss der Nahrung, des mechanischen Drucks, Beziehungen zwischen homologen Teilen u. s. w., wobei aber wohl fraglich bleibt, ob er die richtigen Ursachen gefunden hat und namentlich ob diejenigen, welche er annimmt, die Bedeutung der Frage nur annähernd erschöpfen. Endlich hat er dieselbe nur empiristisch behandelt, d. h. ohne das Problem in klaren Begriffen darzustellen, sondern er suchte demselben nur durch eine Masse von Thatsachen, welche nicht ihrem Inhalte nach, sondern nur der Bequemlichkeit wegen in einigen Abschnitten abgehandelt werden.

In einer Hinsicht erinnert Darwin an Goethe und an die deutsche Naturphilosophie, nämlich in der Geringschätzung streng formulierter Begriffe. Goethe hat das Wesen eines klaren Begriffes durch die Metaphysik, Darwin durch die Empirie aufheben wollen.

III. Der Begriff der Korrelation bei einigen neueren Autoren.

Ich habe im vorhergehenden einige Auffassungsweisen des Prinzips von der Korrelation der Organe angeführt, wobei ich nur einige typische Repräsentanten herausgriff, denn zu einer erschöpfenden Darstellung der historischen Seite dieses Problems fehlt es mir wie an Quellen, so an der nötigen Zeit; es würde aber sehr verdienstlich sein, die Schicksale dieses Problems in der Geschichte der Biologie gründlicher zu verfolgen; eine solche Untersuchung würde nicht nur ihren litterarischen Wert haben, sondern sie müsste auch von Einfluss sein auf unser Urteil über die Bedeutung, welche wir diesem Prinzip zuschreiben wollen. Es müsste dann untersucht werden, inwiefern schon Aristoteles unter dem Einfluss des Prinzips der Korrelation — wohl unbewusst — die biologischen Thatsachen behandelt hat, indem er Beobachtungen anführt wie diejenige, dass die Insekten mit 2 Flügeln die Stachel vorne, diejenigen mit 4 Flügeln denselben hinten haben, oder dass alle Tiere, welche höchstens 4 Füße besitzen, Blut, alle diejenigen, welche deren mehr als vier besitzen, Lymphe haben, u. s. w.¹⁾ Ich bin nicht über die Philosophie von Aristoteles so orientiert, um beurteilen zu können, ob seine Andeutungen der Korrelationsbeziehungen von seiner Philosophie etwa abhängig sind, oder ob er durch die Thatsachen selbst auf diese Art ihrer Zusammenfassung geleitet worden ist.

1) Ich habe diese Beispiele der Schrift von E. Perrier „La philosophie zoologique avant Darwin“ (S. 3) entnommen. E. Perrier sagt a. a. O., dass Aristoteles nicht fremd demjenigen war, was Cuvier später die *Corrélation des formes* genannt hat; das ist, glaube ich, nur so zu verstehen, dass Aristoteles dieses Prinzip zwar angewendet hat, ohne aber dasselbe formuliert zu haben.

In: Bd. XXI. Nr. 18.

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

Dass Cuvier bei der Aufstellung seines Prinzips von der Philosophie beeinflusst worden ist, halte ich für gewiss, da dieses Prinzip gar zu gut in die damalige allgemeine morphologische Richtung der biologischen Forschung passt. Dieselbe ist vielleicht zuerst von Felix Vicq d'Azyr (1748—1794) gegenüber der früheren physiologischen angebahnt worden, denn dieser Naturforscher hat zuerst auf die Idee der Einheit des Baues der Tiere Nachdruck gelegt. Auch die nachfolgenden Bonnet-Buffon'schen Ideen von der Einheit des Bauplanes der Tiere zielen auf den einseitig morphologischen Standpunkt hin. In Cuvier und Geoffroy St. Hilaire hat dann diese Richtung ihre besten Repräsentanten gefunden, wogegen Goethe schon den Verfall in das metaphysische Extrem derselben anzeigt. Der gänzliche Verfall dieser Richtung hat, glaube ich, innerhalb der Schelling'schen Naturphilosophie stattgefunden, wo er auch auf irgend eine Weise aus der formalistischen in die mystisch-dynamische umgeschlagen hat, welche Umwandlung dann durch Hegel in seinem transcendentalen Historismus vollführt wurde. Ich will auf diese Weise den Zusammenhang nur im allgemeinen charakterisieren; es muss einer speziellen Untersuchung vorbehalten bleiben, denselben in seinen Details nachzuweisen.

Es sei noch kurz die nachdarwinische Zeit, sofern deren Betrachtung hierher gehört, charakterisiert. In direkter Verfolgung der ausschließlichen Kausalforschung hat sich noch weiter als Darwin von der Betrachtung der Korrelationen A. Weismann mit seiner Allmacht der Naturzüchtung und seiner Determinantenlehre entfernt. In seinen Anschauungen ist für die Korrelationsbeziehungen kein Platz mehr; die Annahme, dass die Organe durch spezielle Determinanten repräsentiert werden können, und dass die Variationen in der Ausbildung der Organe von den Variationen innerhalb der bezüglichen Determinanten abhängig sind, ist mit der Lehre von der gesetzmäßigen Abhängigkeit der Organe unvereinbar, da durch diese Theorie die absolut unabhängige Variation eines Organs und damit auch gerade die Unmöglichkeit der Beeinflussung der Form eines Organs durch die Ausbildung eines anderen behauptet wird, da, wo dies der Fall ist, unmöglich die Form durch einen unabhängigen Determinanten im Ei determiniert werden kann.

Auch die Richtung von W. Roux als Erforschung der gesetzmäßigen Folge der biologischen Erscheinungen (oder der Art des Geschehens derselben, was auf dasselbe hinauskommt, da „das Geschehen“ und die „Aufeinanderfolge der Erscheinungen“ dasselbe ist), steht durch ihre zu enge Fassung der Aufgabe der exakten Biologie der Auffassung der biologischen Erscheinungen als Korrelationen fremd. Thatsächlich hat die Erforschung der Ursachen, welche als Wirkungen resp. Wirkungsweisen betrachtet werden, nichts mit der Erforschung der Korrelationen gemein, wie noch weiter unten gezeigt werden soll. Das, was Roux z. B. als Massenkorrelationen bezeichnet, sind seiner Auffassung nach keine Korrelationen, da es sich dabei um Druck-, Zug- u. a. Wirkungen, nicht um Beziehungen handelt. Ich kann der Richtung von Roux keineswegs die theoretische Berechtigung absprechen, obwohl mir seine Auffassung der Ursachen, der Wirkungen und Wirkungsweisen unklar ist. Ich habe sein „Programm“¹⁾ mehreremals durchgelesen, ohne aber ins Klare zu kommen. Man darf sich gar nicht dadurch beirren lassen, dass das Wort Korrelation bei Roux so oft vorkommt. Denn schon sein Gedanke, dass man eine Korrelation durch Wirkungen „erklären“ kann, zeugt dafür, dass er sich der logischen Seite des Problems nicht bewusst ist. Da die Auffassungen von Roux nur negativ das hier erörterte Thema berühren, werde ich nur kurz auf zweierlei aus seinen Erörterungen hinweisen. Die Begriffe Ursache, Kraft, Wirkung, Wirkungsweise sind bei Roux nicht aus der Betrachtung biologischer Erscheinungen abstrahiert worden, sondern angeblich aus der Physik und Philosophie.

1) Programm und Forschungsmethoden der Entwicklungsmechanik der Organismen 1897.

Da aber weder die Physiker noch die Philosophen über die Bedeutung und das Verhältnis dieser Begriffe einig sind, so wäre es viel vorsichtiger gewesen, diese Begriffe für die Biologie auf der Grundlage ausschließlich der biologischen Thatsachen zu definieren; denn dass ihnen innerhalb der biologischen Wissenschaft eine Rolle zuzuschreiben ist, ist kaum bezweifelt worden, nur um die spezielle Anwendung derselben handelt es sich. Der große Fehler von Roux ist aber, dass er die theoretische Physik, resp. nur die Mechanik als ein Musterbild aller Wissenschaft betrachtet, welche allen übrigen Wissenschaften ihre logischen Formen vorzuschreiben hat.

Damit hängt auch ein anderer Fehler von Roux zusammen, dass er nämlich Kirchhoff's Definition der Mechanik, sie sei eine beschreibende Wissenschaft, ohne Bedenken für seine Entwicklungsmechanik annimmt. Die Mechanik, wie sie Kirchhoff aufgefasst hat, handelt bloß von den Verhältnissen, in welchen gewisse Erscheinungen stehen, und drückt diese Verhältnisse durch Gleichungen (Gesetze) aus, gar nicht aber von den Wirkungen. Die theoretische Mechanik behauptet nicht, dass dieses Buch über den Rand dieses Tisches gestoßen, herabfallen wird, sondern dass, wenn es fällt, es nach den Gesetzen des freien Falles fällt. Die Gesetze von den Bewegungen der Himmelskörper werden durch Gleichungen angegeben, welche ein Verhältnis mehrerer Variablen angeben, von welchen nur eine die Zeit ist; erst wenn diese Zeit als unabhängig variabel betrachtet wird und ihr bestimmte Werte gegeben werden, lösen sich die Gleichungen nach Zahlen, welche als die nacheinanderfolgenden Stadien eines Systems (eines Planeten) betrachtet werden können.

Ich bin weit entfernt davon, die Berechtigung der ursächlichen Forschung als Erforschung der Wirkungen zu bezweifeln; nur wird man, um diese Berechtigung nicht nur ahnen zu lassen, sondern um sie auch zu beweisen, in ihrer theoretischen Begründung einen selbstständigeren Weg betreten müssen, als es Roux gethan hat. Der Begriff der Wirkung hat ganz bestimmt ein subjektives Element in sich, eine dunkle Vorstellung davon, dass ich (das Subjekt) Kraft habe, dass ich wirke. Es scheint, dass Roux von dieser Vorstellung der Wirkung in seiner Begründung der Entwicklungsmechanik ausgegangen ist. Als er sich aber dessen bewusst wurde, dass dieser Vorstellung ein subjektives Element anhaftet, wendete er statt derselben Wirkungsweise an, wodurch er sowohl der Lehre von der Ursache als dem Wirkenden, Treibenden gerecht zu werden suchte, wie dem physikalischen Begriff der Ursache als dem Begriffe, unter welchen eine Gruppe von Erscheinungen subsumiert wird (statt Begriff kann man auch Gesetz sagen). Es blieb also auch in seiner Auffassung der Ursache als Wirkungsweise das subjektive Element enthalten.

Roux scheint mit den Physikern anzunehmen, dass die subjektive Empfindung des Wirkens auf die Erforschung der objektiven Welt unübertragbar ist. Wenn es unmöglich ist, dann ist auch die Erforschung von Wirkungen resp. Wirkungsweisen unmöglich; es kommt aber darauf an, ob es unmöglich ist. In diesem Problem liegt, glaube ich, der Kernpunkt der Roux'schen Auffassung der Entwicklungsmechanik.

Wie schon oben erwähnt, verhält sich Roux dem Prinzip der Korrelation gegenüber vollständig negativ.

H. Driesch hat die nach den Ursachen forschende Richtung der Biologie in ihre letzten Konsequenzen getrieben und schon auch erkannt, dass dieselbe nicht hinreicht, um die biologischen Probleme allseitig zu bewältigen. Gegenüber anderen Naturforschern, welche die Theoreme der Physik und Chemie als Grundlage der biologischen Forschung betrachten, steht er insofern höher, als er nur die Methode der Physik und Chemie in der Biologie anzuwenden strebt und gewiss mit Recht, da man aus den Methoden dieser Wissenschaften viel lernen kann; dass diese Anwendung auch ihre Grenzen hat und dass die Biologie sich ihre besondere Methode (d. h. Logik) ausbilden muss, davon ist er, scheint es, auch überzeugt. Die methodologischen Untersuchungen von Driesch würden viel an Klarheit und Gleichmäßigkeit gewinnen, wenn er dieselben nicht in ausschließlicher Betrachtung der embryologischen Probleme entwickeln würde; in der einseitigen Betonung der Ontogenie, anderen biologischen Erscheinungen gegenüber, liegt der größte seiner Fehler. Dies ist am besten in seiner Einteilung und Charakterisierung der biologischen Disziplinen zu sehen. Er unterscheidet¹⁾:

1. Morphologie als Beschreibung des ganzen Entwicklungsganges²⁾ vom Ei bis zum fertigen Tier. Die Embryologie und Histologie wird mit einbegriffen.

2. Entwicklungsmechanik („allgemeine Morphologie“, später „Entwicklungsphysiologie“). Während die Morphologie die Erscheinungen nur beschreibt, sucht diese Wissenschaft experimentell die allgemeinen Prinzipien der Entwicklung aufzustellen.

3. Systematik (hierher auch spezielle und vergleichende Morphologie) fragt nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit der Formen; sie steht in vollem Gegensatze zu der Entwicklungsmechanik, von welcher sie erst die Sicherheit ihrer Urteile erlangt.

4. Physiologie, die Lehre von den Funktionen der Organe; die Organe müssen ihr gegeben sein und daher ist die Physiologie nur ein Appendix der Morphologie³⁾.

1) Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft. S. 3 sq.

2) Ist von mir hervorgehoben worden.

3) S. 50.

Diese Einteilung hat einige sehr empfindliche Mängel. Zuerst den oben erwähnten ontogenetischen Standpunkt: für Driesch ist der fertige Organismus nur ein Ende der Entwicklung, obwohl ihn nicht nur sein Nachdenken über die Teleologie, sondern auch seine eigene Beobachtungen über das von verschiedenen Eingriffen bis zu einem Grade unabhängige Zustandekommen der normalen Larven resp. der fertigen Organismen auf den Gedanken führen sollte, dass man wenigstens auch umgekehrt das fertige Tier als Ausgangspunkt der Beurteilung der Entwicklung nehmen könnte. Aus den Untersuchungen Driesch's selbst lässt sich schließen, dass der fertige Organismus nicht nur ein Endresultat der Entwicklung ist, sondern dass er sozusagen eine Norm ist, nach welcher sich die Vorgänge bei der Entwicklung richten. Die Fragestellung also muss nicht nur lauten, zu erkennen, wie aus dem Ungeformten sich eine Form konstruieren lässt, sondern auch, wie kommt es, dass der Seeigel nicht nur als fertige Form möglich ist, sondern eine Reihe verschiedener Formen durchläuft.

Ich will kurz auf die Möglichkeit einer anderen Auffassung hinweisen, welche vielleicht klar das Charakteristische an dem Standpunkte von Driesch erkennen lässt. Der Körper des Seeigels bildet eine in aller seiner Erscheinungsweise erkennbare Einheit, welche darin besteht, dass alle seine Organe eine ganz charakteristische Lage im Raume einnehmen, wenn sie auf einander bezogen werden; auch viele andere Eigenschaften, wie die Funktionen der einzelnen Teile, die Regenerationserscheinungen u. s. w. zeugen für eine Einheitlichkeit derselben. Dieser Einheit der Eigenschaften des Seeigels entspricht der Begriff desselben, nicht der Begriff, den wir gerade heute von dem Seeigel haben, sondern derjenige, den wir durch fortgesetzte Nachforschungen anstreben. Offenbar ist es sehr charakteristisch für diesen Begriff, obwohl dies nicht sein einziges Merkmal ist, dass die Teile des Seeigelkörpers bestimmte räumliche Anordnung haben. Wenn man nun etwa nur die Schale des Seeigels vor sich hat, so nennt man sie doch Seeigel, da man sich leicht die anderen Körperteile hinzudenken kann. Man kann also die „Seeignatur“ an verhältnismäßig kleinen Bruchstücken seines Körpers erkennen. Ebenso, wie ein Bruchstück der Seeigelart als dem Begriffe des Seeigels angehörig betrachtet werden kann, kann man auch ein Stadium seiner Ontogenese (auch der gestörten) als unter den Begriff Seeigel gehörig betrachten. Aus der Ontogenese kann man ebenso den Begriff des Seeigels abstrahieren, wie aus dem fertigen Tier, nur ist hier das charakteristische Merkmal nicht (nur) Räumlichkeit, sondern auch Zeitlichkeit; wie die Organe des erwachsenen Seeigels nebeneinander, so liegen die Entwicklungsstadien nacheinander. Driesch will nun durch das Studium dieses Nacheinander jenes Nebeneinander der Seeigelmerkmale erkennen, in-

dem er behauptet, dass die Entwicklungsmechanik der vergleichenden Morphologie die Sicherheit ihrer Urteile giebt.

Ich sehe ferner einen Fehler darin, wie Driesch die Morphologie von der Systematik unterscheidet; die erstere ist ihm bloß „Beschreibung“, die letztere eine die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten der Formen erfassende Wissenschaft. Es ist aber gar nicht möglich, zu beschreiben, ohne zu vergleichen, ohne auf die Aehnlichkeiten und Differenzen hinzuweisen; denn jede Beschreibung besteht in dem Hervorheben bestimmter Charaktere durch Worte, welche gewissen auf dem Wege der bewussten oder unbewussten Vergleichung entstandenen Begriffen entsprechen. Ich kann nur dann den Arthropoden die Augen zuschreiben, wenn ich bei ihnen Organe finde, welche ihren wesentlichen Eigenschaften nach dem Begriffe des Auges entsprechen. Der Einwand, dass Driesch durch „beschreiben“ nur eine Beschreibung, wie sie gerade dem Autor einfällt, gemeint hat, ist gewiss nicht stichhaltig, denn ein *pêle-mêle* Beschreiben hat bisher noch niemand für eine Wissenschaft gehalten.

Was das Verhältnis von Driesch zu dem Prinzip von der Korrelation betrifft, so hat er sich dem Gedanken, dass dasselbe eine selbständige von der Kausalität unabhängige Rolle innerhalb der Biologie besitzt, genug genähert, indem er die Unmöglichkeit erkannt hat, gewisse biologische Probleme kausal zu begreifen. Er kämpft fortwährend mit der Frage nach dem Verhältnis der räumlichen Ausdehnung (der Form) und der zeitlichen Ausdehnung (der Veränderung). Da er aber zu stark von der ontogenetischen Richtung beeinflusst ist, kann er sich nicht entscheiden, die Untersuchung der Form und die der Veränderung radikal von einander zu trennen. Er stellt¹⁾ den Begriff der Positionswirkungen auf, welche „aus starren Beziehungen zum Ganzen resultieren“ sollten²⁾, bemerkt aber später³⁾ ganz richtig von dem Positionsbegriff: „Er hat kein eigentlich kausales Gepräge, sondern mehr den unbestimmten Charakter der funktionellen Beziehung $x = f(y)$.“ Darum reicht ihm dies formalistische Prinzip nicht aus, um den Zusammenhang der Veränderungen zu erkennen, denn „wir brauchen wahre, durchsichtige kausale Agentien“. Darum giebt er den Begriff der Position auf, um aber bald wieder zu ihm zurückzukehren⁴⁾. Es wird die Position wieder als „der Einfluss der Lage im Ganzen, das gewisse Richtungen, aber sonst nichts typisches besitzt“ definiert. Ich lasse die gewiss sehr schwierige Frage, ob man von räumlichen Beziehungen sagen kann, dass sie als solche

1) Entwicklungsmechanische Studien X. Mitt. Neapel XI. S. 245 sq.

2) Anal. Theorie. S. 51.

3) *ibid.* S. 53.

4) Die Lokalisation morphogen. Vorgänge. S. 39sq.

wirken können, unberücksichtigt; ich weise nur darauf hin, dass sich Driesch durch seine Auffassung der Position dem Korrelationsbegriff genug angenähert hat.

Driesch fehlt die Erkenntnis, dass es auch eine nichtkausale und nichtteleologische Wissenschaft geben kann; wenn er dies anerkennen und in seinen Theorien verwerten wird, wird er, glaube ich, einen festeren Ausgangspunkt für seine Auseinandersetzungen besitzen, als dies jetzt der Fall ist.

Ich fasse jetzt meine Ansichten über die nachdarwinische Richtung der Biologie zusammen: dieselbe kennt, getreu der Methode Darwin's, nur ein exaktes Problem, die exakte Erkenntnis der Zeitfolge der Erscheinungen; die Auffassung, dass die Kausalität die ausschließliche Form der wissenschaftlichen Erkenntnis ist, gilt als ein apriorisches Dogma, welches namentlich in Roux seinen konsequentesten Vertreter gefunden hat. Zugleich fängt man aber an, an die Grenzen dieser Methode zu stoßen, und namentlich an Driesch sieht man schon die Versuche, diese Grenzen zu durchbrechen.

In: Bd. XXI. Nr. 19.

IV. Ueber das Wesen der Korrelation.

Es sei zuerst das Verhältnis der Entwicklungsgeschichte zur Morphologie kurz charakterisiert. Wir sehen, dass sich die Erscheinungen verändern; die Veränderung ist außerhalb der organischen Natur ebenso wie innerhalb derselben zu konstatieren. Ebenso, wie es eine Mannigfaltigkeit der Erscheinungen im Raume (Körper) giebt, giebt es auch eine solche in der Zeit (Veränderungen). Unter beiden Arten der Mannigfaltigkeit giebt es solche Erscheinungen, welche miteinander kontinuierlich zusammenhängen: im Raume z. B. ein Stein, eine Wolke, in der Zeit die Lagen der sich bewegenden Mücke der Umgebung gegenüber. Dieser Zusammenhang der Erscheinungen kann allgemein nur durch die Kontinuirlichkeit charakterisiert sein; es giebt aber andere Erscheinungen im Raume und in der Zeit, welche neben der Kontinuirlichkeit des Zusammenhanges noch durch andere Eigen-

schaften charakterisiert sind, wie z. B. eine Kugel, deren Punkte alle in Bezug auf den Mittelpunkt regelmäßig angeordnet sind, so dass man diese Regelmäßigkeit z. B. in der analytischen Geometrie durch eine Gleichung ausdrücken kann.

Ebenso ist ein Stück Eisen neben den räumlichen Beziehungen auch durch bestimmte chemische und physikalische Eigenschaften ausgezeichnet. Die nacheinander folgenden Zustände eines frei fallenden Steines sind nicht nur kontinuierlich untereinander verbunden, sondern sie folgen auch den Gesetzen des freien Falles u. s. w. Man kann derlei Erscheinungen, welche neben der räumlichen oder zeitlichen Kontinuität noch durch andere Eigenschaften als eine einheitliche Gruppe bildend charakterisiert sind, allgemein als Einheiten bezeichnen. Es muss darauf ein ganz besonderer Nachdruck gelegt werden, dass derlei Einheiten nur Einheiten im Begriffe sind, nicht thatsächliche Individualitäten. So z. B. bilden die Zustände eines frei fallenden Körpers eine Einheit in Bezug auf den Begriff des freien Falles; wenn man aber Pendelbewegungen studiert, so kann man zwar viele hierher gehörige Erscheinungen als diejenigen des freien Falles betrachten, man bildet aber dabei eine andere Einheit, einen anderen Begriff, den der Pendelbewegung. Auch der aufsteigende Ballon steht selbstverständlich nicht außerhalb dieses Gesetzes, doch wird er unter dem Begriffe des Schwimmens behandelt.

Die Erscheinungen sind in allen drei Fällen teilweise einander gleich, nur werden sie nicht zu einem Begriffe zusammengefasst. Ebenso kann man die gesamten Erscheinungen, welche den Menschen charakterisieren, unter sehr vielen Gesichtspunkten als Einheit betrachten: man kann die Erscheinungen seiner Ontogenie unter einen Begriff zusammenfassen, oder diejenigen seines Körperbaues, seiner Lebensweise u. s. f. In den Begriff der Ontogenie des Menschen werden die Erscheinungen des fertigen Körpers mit aufgenommen, welche teilweise unter den Begriff des Körperbaues gehören u. s. w. Den physikalischen Erscheinungen gegenüber ist in der Biologie die Begriffsbildung insofern erleichtert, als hier der Begriff Mensch nicht erst künstlich konstruiert werden muss (wie z. B. der freie Fall eines Körpers), sondern dass er uns schon gegeben ist, oder um mich konsequenter auszudrücken, die Erscheinungen, welche wir zu dem Begriffe Mensch zusammenfassen, sind so natürlich miteinander verbunden, dass man auf den Begriff des Menschen ohne jede tiefere Abstraktion kommt. Auch andere biologische Begriffe, z. B. der Begriff der Extremität, der Verdauung, des sozialen Lebens sind viel natürlicher als etwa die Begriffe (Gesetze) der Zerstreuung des Lichtes oder der strahlenden Wärme.

Unter den mannigfachen Begriffen, welche alle den Namen Mensch tragen, giebt es auch den Begriff der Ontogenie des Menschen. Diesen Begriff kann man sich bildlich etwa so vorstellen: wie der entwickelte

Mensch viele gleichzeitig vorhandene Organe besitzt, welche eine bestimmte Lage gegeneinander haben, so hat er, sich entwickelnd, Stadien der Entwicklung, welche eine bestimmte zeitliche Lage gegeneinander haben, und wie neben einem bestimmten Organ ein ganz bestimmtes anderes liegt, so folgt nach einem bestimmten Stadium ein anderes ganz bestimmtes; man könnte bildlich sagen, dass die Entwicklung des Menschen eine in die Zeit projicierte Form desselben sei.

Das Charakteristische der sich entwickelnden Organismen ist zuerst, dass die Entwicklungsstadien nicht beharren, dann, dass sie zu einem bestimmten Ziele gerichtet sind; das erstere haben sie mit allen Erscheinungen gemeinsam, das letztere ist speziell für die ontogenetischen Erscheinungen charakteristisch. Wenn man die Frage so formuliert, wie es kommt, dass ein Zustand nicht beharrt, sondern in der Zeit wechselt, so wird man die Beantwortung dieser Frage für ebenso schwierig halten, wie derjenigen, warum es eine Mannigfaltigkeit im Raume giebt. Innerhalb der Biologie bleibt kaum etwas anderes übrig, als die Veränderung als letzte Thatsache hinzunehmen und nur die Entwicklungserscheinungen zu untersuchen. Ich zweifle, ob es gelingen wird, einmal zu begreifen, warum die Entwicklung der Organismen zielbewusst ist; es ist möglich, dass auch hier nichts anderes übrig bleiben wird, als diese Zielstrebigkeit zu nehmen, wie sie ist, und nur ihre Details zu untersuchen.

Neben den ontogenetischen giebt es solche biologische Erscheinungen, welche als zugleich vorhanden betrachtet werden können, wie z. B. die Struktur des erwachsenen Tieres, oder auch eines ganz bestimmten Entwicklungsstadiums. Es sei nochmals bemerkt, dass dieses Zugleichsein nur ein Zugleichsein im Begriffe, nicht immer in der Erscheinung ist; um dies zu erläutern, seien einige Beispiele angeführt. Es ist unmöglich, die Struktur eines Organismus sich vollständig und auf einmal vorzustellen; nicht nur ist es nötig, das Tier Stück für Stück (also nacheinander) zu beobachten, sondern man behält auch nicht die Vorstellungen von allen Teilen des Tieres auf einmal vor den Augen; doch bilden wir den Begriff der Struktur des Organismus als ein Zugleichsein im Raume. Wichtiger ist, dass auch ein Nacheinandersein in der Erscheinung (nicht nur in der Betrachtung desselben) als Zugleichsein im Begriffe aufgefasst werden kann, so z. B., um zuerst ein nichtbiologisches Beispiel anzuführen, wenn man die Pendelbewegungen untersucht, so sieht man Bewegungen, also Veränderungen; aber wenn man zwei Pendelbewegungen an demselben Orte vergleicht, etwa die eine durch die andere misst, so kommt man auf den Begriff der Zeit nicht, es entscheidet nur die Länge des Pendels. Ebenso in der Biologie; aus der Thatsache, dass, wenn von den paarigen Organen das eine zerstört wird, das andere an Größe und Leistung zunimmt, schließen wir weit weniger auf die konstante Nacheinanderfolge dieser

Erscheinungen, als vielmehr auf das Verhältnis (Gleichgewicht), in welchem diese paarigen Organe dem Körper gegenüberstehen. Aus der Thatsache, dass ein Spinalnerv, distal vom Spinalganglion durchschnitten, in seinen peripheren Teilen degeneriert, schließen wir nicht nur darauf, dass diese Degeneration die Folge der Durchschneidung ist, sondern auch auf die Abhängigkeit des Spinalnerven von den Spinalganglien.

Diese Verhältnisse werden fast allgemein übersehen; man glaubt, dass die in der Zeit verlaufenden Erscheinungen auch nur als in der Zeit voneinander abhängig betrachtet werden können, und daraus folgert man, dass die Erscheinungen nur nach dem Kausalverhältnis begriffen werden können, oder was dasselbe heißt, dass wir nur Veränderungen konstatieren können. Dem gegenüber behaupte ich, dass es zwar ein großes Gebiet der Erscheinungen giebt, für welche die Zeitfolge charakteristisch ist, aber auch sehr viele andere, welche zwar auch in der Zeit, vielleicht in ihrer Entwicklung beobachtet werden müssen, welche aber ihrem Begriffe nach als zugleich seiend vorgestellt werden müssen.

Um das Problem noch deutlicher hervortreten zu lassen, führe ich noch einige nichtbiologische Beispiele an. Das Gleichgewicht an einem Hebel wird experimentell, d. h. durch die Beobachtung der Veränderungen in der Lage des Hebels ermittelt; das Endresultat dieser experimentellen Prüfung berichtet nichts über die beobachteten Veränderungen, sondern drückt nur das Verhältnis zwischen der Länge der Arme und der Größe der Kraft aus. Wenn nun ein konkreter Hebel gegeben ist, so kann man nach jenem ermittelten Verhältnis auf die Gesetzmäßigkeit seiner Veränderungen schließen. Erst wenn dieser Hebel und eine bestimmte Lage desselben gegeben ist, kann man auf die Folgeerscheinungen einer Veränderung in der Verteilung der Kräfte auf demselben schließen. — Man untersucht die Brechung des Lichtes an der Grenze zweier durchsichtiger Medien, indem man den Einfallswinkel variiert; nicht nur wird hier das Experiment in der Zeit ausgeführt, sondern das Licht selbst wird als sich bewegend (fortpflanzend) betrachtet, und doch drückt das Endresultat nur ein trigonometrisches Verhältnis $\left(n = \frac{\sin i}{\sin r} \right)$ aus, an welchem gar nichts Zeitliches zu sehen ist. Diese Gleichung oder dieses Gesetz sagt auch nichts von einer Wirkung¹⁾, denn es wird durch dieselbe nicht gesagt, dass es etwa die Medien sind, welche die Lichtbrechung bewirken; sondern nur, dass, wo immer die Lichtbrechung beobachtet wird, sie nach jenem Verhältnis geschieht. Was in jedem einzelnen Falle die Ablenkung des Lichtes von seiner Bahn, ob das erste oder das zweite Medium, verursacht hat, das kann man aus jener Gleichung nicht herauslesen.

1) Wie es Roux darzustellen sucht.