Über den Werth des biologischen Experiments.

Von

Hans Driesch.

Eingegangen am 5. Februar 1897.

Wer meine Schriften kennt, weiß, dass ich mit sehr vielen der Erörterungen, welche im zweiten Heft von OSCAR HERTWIG's »Zeit- und Streitfragen der Biologie« enthalten sind, durchaus einverstanden bin. Er weiß, dass ich z. B. den gegen die Specialarbeiten ROUX's gerichteten »Anhang« (pag. 98 bis Ende) im Großen und Ganzen unterschreiben würde, dass auch ich das Wort »Entwickelungsmechanik« beanstande. Wende ich dieses Wort doch schon seit geraumer Zeit nicht mehr an, sondern gebrauche, um das Studium der Entwicklung, des Sich-Entwickelns um seiner selbst willen, nicht zum Zwecke der Vergleichung, zu bezeichnen, die Worte Entwicklungsphysiologie oder Entwicklungsanalytik, ebenso wie man von einer Verdauungsphysiologie, einer Nervenphysiologie, aber nicht von einer Verdauungsmechanik, einer Nervenmechanik zu reden pflegt. Denn es ist außer Zweifel, dass das Wort Mechanik hier zu viel präjudicirt, wenn es eng gefasst wird, und dass sein Inhalt sich verflüssigt und nichts besagt, wenn man ihn weit fasst: »der Causalität unterstehendes Geschehen« (ROUX) nämlich würden die Lebensphänomene auch dann sein, wenn es sich als nöthig erweisen sollte, an Stelle der »Maschinentheorie des Lebens«¹⁾ eine Theorie des Vitalismus zu begründen. Solche, die in diesem Falle von Metaphysik reden würden, würden dadurch kund thun, dass sie die Bedeutung der Worte Causalität und Metaphysik nicht klar erfasst haben.

Herrscht somit in vielen Dingen zwischen OSCAR HERTWIG und mir eine erfreuliche Harmonie der wissenschaftlichen Ansichten, so

¹⁾ Biol. Centralbl. XVI.

ist das doch in einem Punkte nicht der Fall, nämlich in der Werthschätzung des Experiments, und hier meine Abweichung der Meinung auszusprechen, kann ich um so weniger unterlassen, als mir die Gefahr vorzuliegen scheint, dass eine gewisse nicht kleine Gruppe von Biologen durch die HERTWIG'schen Ausführungen in einem sehr unberechtigten Selbstgefühl bestärkt werden und in ihnen gleichsam einen Freibrief für die eigne Urtheilslosigkeit erblicken wird.

Gegen Solche also, die sich mit HERTWIG's Angriffen werden decken wollen, schreibe ich hier, weniger gegen HERTWIG selbst; denn er hat, trotz seiner Angriffe auf den hohen Werth des Versuchs, durch die That zu wiederholten Malen gezeigt, dass er das Experiment zu schätzen versteht — vielleicht sogar mehr, als er in seiner polemischen Schrift zugiebt.

Um die HERTWIG'schen Angriffe gegen das Experiment als ein Mittel zur Erforschung der Lebensvorgänge, das die einfache Beobachtung an Rang überragt, zu entkräften, müssen wir zunächst nach einer klaren Definition des Begriffs des Experiments suchen oder, noch besser, erst betrachten, welche Definition dieses Begriffs HERTWIG aufstellt.

Da erfahren wir denn auf pag. 65 seiner Schrift, dass das Experiment seine eigentliche Bedeutung im Anorganischen habe: die anorganischen Körper seien »verhältnismäßig unveränderlich«, durch das Experiment zwänge der Mensch »die Stoffe, sich zu verändern« und mache sie dadurch erst der Forschung zugänglich; denn es sei »klar, dass nur Dinge, so weit sie sich verändern, Gegenstand causaler Erkenntnis sein können«.

Sehen wir einmal davon ab, dass es doch recht bedenklich ist, zu sagen, die unorganischen Körper seien »verhältnismäßig unveränderlich« (das Erleben eines tüchtigen Regens oder Sturmes kann diese Aussage in einfachster Weise widerlegen): also ein Mittel um Veränderungen herbeizuführen ist nach HERTWIG der Versuch.

Wir halten dafür, dass diese Definition gerade das Wesentliche am Begriff des Versuchs nicht trifft: das Experiment will nicht allgemein Veränderungen herbeiführen, sondern will Veränderungen (Vorgänge) nach Belieben isoliren oder variiren und isolirte Vorgänge bewusst kombiniren.

Nicht weil die anorganische Natur »verhältnismäßig unveränderlich« ist, haben der Physiker und der Chemiker den Versuch erfunden, sondern weil sie sich in so ungeheuer mannigfacher und verwobener Art, wenn auch oft langsam, verändert, dass aus Beobach-

tung des Gegebenen nie und nimmer Causalzusammenhänge mit Sicherheit ermittelt werden können. Erst dadurch, dass Vorgänge *A*, *B*, *C* etc. bewusst zu bestimmter Zeit und an bestimmtem Ort isolirt hervorgerufen sind, ist man in der Lage anzugeben, welche Vorgänge *A'*, *B'*, *C'* etc. im Causalverhältnis mit ihnen stehen.

Ganz dasselbe, was den Werth des Versuchs in den anorganischen Disciplinen ausmacht, trifft nun auch vom biologischen Versuch zu. Bevor wir aber daran gehen, den Werth des Experimentalverfahrens in der Biologie und speciell in der Entwicklungsphysiologie zu erforschen, haben wir uns mit HERTWIG über die Begriffe »Kraft« und »Causalität« aus einander zu setzen. Es wird sich nämlich zeigen, dass sein Urtheil über das Experiment ganz wesentlich von der Art und Weise abhängt, in der er diese Begriffe, zumal den der Causalität, praktisch anwendet.

Im Anschluss an LOTZE und Andere eifert HERTWIG dagegen, Körpern, von denen eine Wirkung ausgeht, d. h. an denen eine Veränderung eine andere Veränderung an anderen Körpern zur Folge hat, eine wirkende »Kraft« beizulegen; es sei, so sagt er, damit nur eine Scheineinsicht gewonnen; klarer und sachentsprechender sei es, einfach zu sagen: hier geht ein abhängiges Veränderungsgeschehen nach dieser oder jener Regel, d. h. eine bestimmte Art causalen Geschehens vor sich. Wer, nach dem Vorbild des ARISTOTELES¹⁾, dem sich verändernden Körper *A* eine »Veränderungsfähigkeit«, eine »Kraft« (*δύναμις*) in Hinsicht auf Körper *B* beilegt, der macht jene ein Verhältniss betreffende Regel, jene »Wirkungsweise«, zu einer Eigenschaft und glaubt fälschlich, damit mehr als ein neues Wort gewonnen zu haben.

Wir wollen dieses in letzter Zeit oft²⁾ dargelegte Raisonement hier nicht auf seine Richtigkeit prüfen, dieselbe sei vielmehr zum Zwecke des Folgenden als erwiesen vorausgesetzt.

Gut, also wir vermeiden den Begriff der »wirkenden Kraft«; mich dünkt aber, sehr häufig, wenn ein Autor ohne nähere Erläuterung von »Kräften« redete, hat er dieses Wort gar nicht im Sinne der einem Körper beigelegten »wirkenden Kraft« gethan, sondern im

¹⁾ Metaphys. Buch IX. KIRCHMANN'sche Übers. 1871. Bd. II. pag. 28 ff.

²⁾ In DREYER's »Studien zu Methodenlehre und Erkenntniskritik« findet sich z. B. auf pag. 90 ff., 109, 146 ganz Ähnliches. HERTWIG polemisiert gegen DREYER auf Grund von dessen älterer theoretischer Schrift, offenbar ohne die neuere zu kennen, die überhaupt unter Biologen viel zu wenig bekannt geworden zu sein scheint.

Sinne des alten und in der Verwendung recht bequemen Wortes Naturkraft, das auch von HERTWIG (z. B. pag. 45) gutgeheißen wird. In diesem Sinne ist z. B. auch von mir bisweilen von Kräften geredet worden, von Kräften = Naturkräften = Wirkungsweisen = Naturgesetzen = Energiearten, meist freilich, indem einer der letztgenannten Ausdrücke erläuternd in Klammern beigelegt wurde; in diesem Sinne, dünkt mich, könnte man auch das Wort »Kraft«, wo es bei Roux vorkommt, ohne gewaltsame Interpretation verstehen¹⁾. Solche Naturkräfte, solche elementare Naturwirkungsweisen würden Wärme, Elektrizität, Schwer»kraft« sein.

Lässt man das Wort Kraft in diesem, wie gesagt, auch von HERTWIG theoretisch gebilligten Sinne, also als Naturgesetz, demgemäß ein Geschehen verläuft, zu, so gewinnt man einen bequemen Ausdruck für ein wichtiges Element der Naturerforschung, für ein Element, das bei HERTWIG praktisch nicht genügend in seine Rechte tritt.

Damit gehen wir zu einer Erörterung des Begriffs »Causalität« bei HERTWIG über, welche uns zur Frage nach der Werthschätzung des biologischen Experiments wiederum überleiten wird:

»Alles, was geschieht (anhebt zu sein), setzt etwas voraus, worauf es nach einer Regel folge«, so lesen wir in der »Kritik der reinen Vernunft«. Dieser Satz involvirt KANT's Definition der Ursache und Wirkung, der Causalität.

»Jede Veränderung kann nur eintreten dadurch, dass eine andere, nach einer Regel bestimmte, ihr vorhergegangen ist, durch welche sie aber dann als nothwendig herbeigeführt eintritt: diese Nothwendigkeit ist der Causalnexus.« »Ein Naturgesetz ist die der Natur abgemerkte Regel, nach der sie, unter bestimmten Umständen, sobald diese eintreten, jedes Mal verfährt.« So bei SCHOPENHAUER; HERTWIG citirt seine Sätze unter Beistimmung.

Also Abhängigkeitsveränderung nach Regeln ist »Causalität«; Ermittlung der Veränderungsregeln der Natur ist also die Aufgabe der »causalen« Forschung.

Uns scheint, dass HERTWIG trotz seiner Citate und dem Beifall, den er ihrem Inhalt zollt, diesen in ihnen liegenden Begriff prak-

¹⁾ Wenn man in diesem Sinne die von HERTWIG auf pag. 55 bekämpfte Ausführung DREYER's versteht, so wüsste ich (abgesehen vielleicht von dem etwas seltsamen Symbiosevergleich) nichts gegen sie einzuwenden. Sie besagt dann: »manche Veränderungen in Organismen gehen nach anorganischen Naturgesetzen vor sich«.

tisch nicht gewürdigt hat; er wendet nämlich später wiederholt den Begriff des »Causalen« in einem Sinne an, der gerade sein Wesentliches: die Regel, nach der eine Folge verläuft, außer Acht lässt. Da weiterhin gerade in diesem Mangel seine Angriffe gegen den höheren Werth des Versuchs im Vergleich zur bloßen Beobachtung begründet sind, müssen wir hier etwas eingehender werden.

HERTWIG meint, wenn man die Entwicklung einer Thierart beobachte, erhalte man causale Resultate; das vorausgehende und das folgende Stadium stünden hier allemal im Verhältnis von Ursache und Wirkung. Wer diesem Satze beistimmen würde, der würde vielmehr, so dünkt uns, auf wirklich »causale« Einsicht Verzicht leisten. Wo bleibt hier die »Regel«, nach der die Veränderungsfolge verläuft, wo das Naturgesetz, demgemäß sie sich abspielt? Man müsste denn geneigt sein, so viel »Naturgesetze« zu stabiliren, wie es Paare auf einander folgender, unterscheidbarer Stadien in der Entwicklung aller einzelnen Lebensformen gäbe; damit würde man den Begriff »Naturgesetz« aber verflüssigen. Denn nicht weiter analysirbare einfache oder doch wenigstens auf Einfachheit zustrebende Regeln des Geschehens pflegen die anorganischen Wissenschaften als Naturgesetze zu bezeichnen, nicht aber etwa die Art der Folge komplexer geologischer Zustände.

Wenn wir also wissen, dass in der Entwicklung des Frosches der »Blastula« die »Gastrula« und dieser die »Neurula« folgt, so haben wir nie und nimmer »causale« Einsicht gewonnen; uns fehlen dazu die analysirten Regeln des Geschehens. Wir haben nicht viel mehr als eine Geschehensfolge in der Zeit gewonnen, wobei wir gern zugeben wollen, dass Kenntniss dieser Geschehensfolge Vorbedingung causaler Einsicht ist, und wobei wir HERTWIG sogar das Zugeständnis zu machen geneigt sind, dass uns bloße Beobachtung hier den Anhaltspunkt dafür geben kann, wo wir wirklich analysirte ursächliche Verhältnisse zu suchen haben. Denn dass in der »Blastula« die Ursachen der »Gastrula« gegeben sind, das wollen wir nicht bestreiten; was wir leugnen ist nur, dass wir mit der durch Beobachtung gewonnenen Kenntniss des temporalen Verhältnisses »Blastula«-»Gastrula« zugleich ein im KANT-SCHOPENHAUER'schen Sinne causales Verhältnis eruiert hätten.

Zur Ermittlung wahrer Causalität im Morphologischen vielmehr, zur Erledigung dieser Aufgabe, welche klar formulirt und mit größter Beharrlichkeit verfolgt zu haben für immer, mag man über seine speciellen Leistungen und Theorien denken wie man will, ein hervor-

ragendes Verdienst von Roux und seinen wenigen Vorgängern¹⁾ (His etc.) bleiben wird, dazu bedürfen wir des Experiments. Wir bedürfen dazu des Versuchs, weil die Erscheinungen der Entwicklung der Organismen, welche die Beobachtung uns lehrt, ebenso wie die Veränderungen in der anorganischen Natur, so vielfach kombiniert und verwoben sind, dass auch hier nur Isolirung, Variirung und bewusste Kombination von Vorgängen — welche eben das Wesen des Experiments ausmachen — uns darüber belehren können, welche Veränderungen zu einander in unabänderlichen Beziehungen stehen und nach welchen Regeln das geschieht. Freilich ist es zu dieser Einsicht in die komplicirte Verwobenheit der ontogenetischen Erscheinungen nothwendig, sich klar zu machen, dass sich die Entwicklung einer organischen Form für die vertiefte und analysirte Erkenntnis nicht aus »Stadien«, sondern aus relativ und vorläufig wenigstens einfachen elementaren Processen, für die ich vor einigen Jahren den Ausdruck »morphogene Elementarprocesse« einführte, zusammensetzt. Von diesen Processen kann der eine noch im Verlaufe sein, während der andere bereits beendet und ein dritter eben erst inscenirt ist und so fort; obwohl in gegenseitiger Auslösungsabhängigkeit stehend, sind diese Vorgänge doch in ihrem Verlaufe, wie z. B. für die Ausbildung des Ektoderms der Echiniden von mir bewiesen wurde, in hohem Maße unabhängig von einander: eben zu erweisen, was hier von einander abhängt und was nicht, das ist die uns gestellte komplicirte Aufgabe, eine Aufgabe, die so verwickelt ist, dass wir zunächst schon froh sein müssen, wenigstens nur rein lokale Abhängigkeiten dieser Art zu ermitteln, und dass selbst zu dieser bloßen Vorarbeit für »causale« Erkenntnis, also für eine Erkenntnis der allgemeinen »Regeln« des Geschehens¹⁾, bereits das Experiment einzusetzen hat.

Stützen wir den allgemein gewonnenen Standpunkt nunmehr im Einzelnen; vergleichen wir in besonderen Fällen, was Beobachtung und was Versuch leisten können oder geleistet haben, auf dass der

¹⁾ Trotz der hier zugegebenen Möglichkeit, dass man die allgemeine Gesetzlichkeit des gestaltlichen Geschehens, sei sie nun chemisch-physikalisch oder vitalistisch, einst ermitteln könne, bleiben natürlich die »spezifischen Lebensformen« in ihrer typischen Kombination gegebene hinzunehmende Data, wie ich oft ausführte. Haben wir doch auch die allgemeine Gesetzlichkeit des Geschehens im Anorganischen, also z. B. des thermischen, des elektrischen Geschehens ermitteln können, obwohl uns die spezifischen anorganischen Stoffe mit ihren thermischen und elektrischen Konstanten gegebene Data bleiben.

Rangunterschied dieser Forschungsmittel um so deutlicher hervortrete. Obwohl wir unser Augenmerk besonders auf die entwicklungsphysiologische Forschung richten werden, sollen doch auch andere Gebiete der Biologie kurz in den Kreis der Betrachtung gezogen sein.

Um an eben Gesagtes anzuknüpfen, so konnte z. B. nur der Versuch die Unabhängigkeit der Mundbildung bei Echiniden von der Anwesenheit des Darmes darthun, und aus bloßer Beobachtung hätte man hier wegen des »normalen« Zusammenpassens von Mund und Darm wohl »schließen« können, dass etwa ein vom Darm ausgehender Berührungsreiz im Ektoderm die Mundbildung auslöse.

Um uns sodann einem gerade jetzt viel diskutirten Thema zuzuwenden, so haben die Versuche über die prospektive Potenz der Blastomeren gezeigt, dass im Gebiet der Entwicklungsphysiologie nicht nur zur Ermittlung wahrer Causalität, sondern, wie gesagt, sogar schon zur Ermittlung bloß funktioneller Abhängigkeitsverhältnisse, ohne Kenntnis der »Regel«, nach welcher Abhängigkeit statt hat, das Experiment nicht als Hilfsmittel zu entbehren ist. Aus reiner Beobachtung hätte man auf unbedingte »Spezifikation der Furchungszellen« schließen müssen, manche Forscher (ZUR STRASSEN, JENNINGS) haben das in gewisser Weise ja noch neuerdings, wie ich denke mit Unrecht, gethan. Der Versuch lehrte hier das Falsche dieser Lehre als allgemeiner Doktrin, er lehrte zugleich eine gewisse beschränkte Beziehung der plasmatischen Eiorganisation zur späteren Organbildung kennen, damit allerdings, wie gesagt, zunächst noch weniger ein causales, als vielmehr ein bloß lokales Verhältnis ermittelnd.

Bezüglich der Entwicklung von Nerven und Muskeln beruhigt sich der deskriptive Forscher dabei, dass diese beiden eben so entstehen, dass sie immer zusammen passen; will er etwas Besonderes sagen, so sagt er wohl, das sei »Vererbung«. Wenn nun HERBST¹⁾ glaubt, hier einen Fall von »Tropismus« vermuthen zu dürfen, das heißt einen Fall der allgemein bekannten Erscheinung, dass wachsende Organismen oder Organismentheile auf eine »Reizquelle« zuwachsen, so ist mit dieser Vermuthung einer »causalen« Auffassung die Hand gewiesen. Denn wenn durch den Versuch oder das Studium von Missbildungen diese Vermuthung einmal zur Sicherheit werden würde, so wird es wohl von Keinem geleugnet werden, dass man hier mehr gewonnen hätte, als durch eine auch noch so genaue Schilderung einer sich bietenden reinen Beobachtung.

¹⁾ Biolog. Centralbl. XIV. pag. 800 ff.

Für die Mesenchymzellen von Echinus wies ich¹⁾ eine solche Bewegung auf eine Reizquelle (hier eine »Taxis«) durch Versuch nach: ganz unserer Definition des Experiments entsprechend variierte ich hier bewusst ein Element der zu studirenden Vorgänge, erst durch diese bewusste Isolirung war ein causaler Schluss möglich. Wo ist der Forscher, welcher leugnen möchte, dass meine Versuche mehr lehren als die bloße Schilderung: »die Mesenchymzellen begeben sich an bestimmte Stellen des Ektoderms«. Nach welcher Regel sie sich bewegen, das eben gab ich an, womit nicht gesagt sein soll, dass meine Versuche etwa etwas endgültig Definitives geleistet hätten; aber etwas provisorisch Definitives haben sie geleistet, ebenso wie die LOEB'schen Versuche über Heliotaxis.

HERTWIG meint, im Gebiet der Lehre von der Circulation sei es gezeigt worden, dass reine Beobachtung sogar mehr leisten könne als der Versuch; die einfache Beobachtung einer Froeschlarve unter dem Mikroskop belehre über die Richtung der Blutbewegung besser als die complicirten Versuche früherer Autoren. Es ist aber zu erwägen, dass »causales« Verständnis hier überhaupt nicht in Frage kommt, vielmehr nur die Konstatirung einer unanalysirten Thatsächlichkeit. Überhaupt ist es ja klar, dass vor jedem Versuch das Versuchsobjekt hinreichend deskriptiv bekannt sein muss und wir wollen nichts weniger, als hier die große Bedeutung guter Beobachtung als Vorarbeit für causale Forschung herabsetzen. — Ob andererseits für ein causales Verständnis der Blutbewegung reine Beobachtung ausreichen möchte, für eine Ermittelung der Regeln, der Naturgesetze, nach denen sie verläuft, das dürfte wohl HERTWIG selbst bezweifeln. —

Oft kann eine bloß beobachtete, rein temporale oder lokale Funktionalabhängigkeit allerdings zugleich causale Erkenntnis erwirken, nämlich dann, wenn sich das Beobachtete im Einzelnen mit Experimentalergebnissen deckt, und hinreichender Grund vorliegt, in der Beobachtung und im Experiment gleiche Umstände zu vermuthen. So sind die astronomischen Gesetze allerdings, wie HERTWIG sagt, durch bloße Beobachtung gewonnen, aber er vergisst hinzuzufügen, dass diese Beobachtung mit den Ergebnissen der Experimentalmechanik mathematische Identificirung gestattete. Darauf allein beruht die Sicherheit des Schlusses hier. — BERTHOLD und seine Nachfolger haben die Kenntnis des Antheils der Oberflächenspannung

¹⁾ Dieses Archiv. III. 3.

am organischen Gestalten ebenfalls auf Grund solcher Analogie mit anders gewonnenen Experimentalergebnissen gewonnen. —

Die Lehre von der Befruchtung ist nach HERTWIG besonders geeignet, den Werth bloßer Beobachtung für Ergebnisse allgemeiner Bedeutung darzuthun: dass ein Samenfaden ins Ei eindringt, dass sein Kopf sich zum Kern gestaltet etc. etc. hat Alles reine oder doch vergleichende Beobachtung gelehrt. Die Sachlage zugegeben und alle Achtung vor den Männern, die solches ermittelten: aber war hier nicht doch eine gewisse experimentelle Komponente in der Methode, indem man doch »künstliche« Befruchtung ausgeführt hatte?

Oder, als Kontrast, wenn man das nicht zugeben wollte: hat man in der Befruchtungsthatfache denn mehr als eine sehr allgemeine »Thatsache«, hat man überhaupt in ihr eine causale Aufhellung? Nach welcher Regel verläuft das Geschehen? Man könnte wohl nur sagen: nach der »Befruchtungsregel«. Solche Erfindung von »Naturgesetzen« für einen einzigen Fall von Abhängigkeitsart verwirft aber HERTWIG selbst mit Recht.

Sobald man ein wenig ins Detail der Befruchtungsvorgänge eintritt, zeigt es sich deutlich, dass man schon der komplexen Natur des hier waltenden Abhängigkeitsverhältnisses wegen durch die Beobachtung nur eine sehr allgemeine Thatsächlichkeit ermittelte.

Was bedingt die Strahlung und weiter die Spindelbildung im befruchteten Ei? so fragte man sich; warum theilt sich das unbefruchtete Ei nicht? etc.

Hier bei Beginn analytischer und wahrhaft causaler Betrachtung zeigte es sich nun gleich, dass man durch das Experiment allein weiter kam. So konnte aus bloßer Beobachtung des Normalen wohl vermuthet, aber nicht bewiesen werden, dass vom Centrosom Strahlung und Spindelbildung ausging: BOVERI's Beobachtung der »partiellen Befruchtung« (eines »Naturexperiments« — ROUX) und die bekannten Zellenversuche der Gebrüder HERTWIG bewiesen aber diese Vermuthung; auch hier also war schon zu bloßer Konstatirung des analysirten Thatsächlichen der Versuch nöthig, gerade wie bei den Versuchen über die Prospektivität der Blastomeren: auch hier brauchte man schon ihn bei bloßer analytischer Vorarbeit zu causaler Forschung. —

Wir halten also dafür, dass für die Zwecke einer causalen Biologie und speciell Morphologie das Experiment das einzige universelle technische Hilfsmittel ist; Beobachtung muss ihm vorhergegangen sein, denn wer Versuche anstellt, muss sein Versuchsobject kennen. Das

Experiment ist das unschätzbare Hilfsmittel der Entwicklungsphysiologie desshalb, weil uns die Entwicklungsphänomene noch mehr als die Phänomene in der anorganischen Natur in einer außerordentlich complicirten Verbindung und Verflochtenheit elementarer oder vorläufig elementarer Größen entgegentreten: wir müssen die Elemente bewusst variiren, isoliren und kombiniren können, um über ihren Causalzusammenhang Kenntniss zu erhalten, ja schon zu bloßer analytischer Vorbereitung zu solcher zukünftigen Kenntniss kann, wie wir sahen, der Versuch unentbehrlich sein.

In Hinsicht der Bedeutung des Experiments kann ich mich also nicht mit den Erörterungen in HERTWIG's neuer Schrift einverstanden erklären, so sehr ich deren übrigen Inhalte beistimme; er würdigte, so denke ich, das Experiment nicht genügend, d. h. nicht höher als die bloße Beobachtung, weil er den Begriff des Causalen zwar richtig definirte, aber nicht sachgemäß anwandte¹⁾. —

Neben der klaren Verfolgung der Entwicklungsphysiologie als einer selbständigen Disciplin schätze ich eben dieses als großes Verdienst ROUX's, dass er zuerst, neben PFLÜGER, bewusstermaßen den Versuch in der thierischen Morphologie anwandte und in systematischer Weise mit Hilfe desselben vordrang. Wenn ich leider die Mehrzahl der ROUX'schen Schlussfolgerungen und Theorien für hinfällig halten muss, so kann das an meiner Würdigung dieser seiner Verdienste nichts ändern.

Neapel, den 1. Februar 1897.

¹⁾ Es soll hier am Schlusse besonders betont sein, dass HERTWIG sich dagegen verwahrt, das Experiment gering zu achten; er zählt vielmehr eine große Zahl von ihm »als glänzende Entdeckungen geschätzter« Experimentaluntersuchungen auf und hat sich ja bekanntlich, wie wir Eingangs bereits betonten, selbst wiederholt experimentell bethätigt; nur als ein im Range höheres Forschungsmittel im Vergleich zur Beobachtung will er den Versuch nicht gelten lassen. Sollte er nicht vielleicht uns beigestimmt haben, wenn er eine Analyse der von ihm »geschätzten« auf pag. 79 und 80 namhaft gemachten Experimentalresultate versucht hätte? Wenn er sich gefragt hätte, warum er gerade sie »schätzt« und ähnliche selbst ausführte? Leider hat er das unterlassen; er hätte sonst, dünkt mich, erkennen müssen, dass es sich gerade bei diesen Resultaten um Ermittlungen handelt, die nur mit Hilfe des Versuchs überhaupt zu gewinnen waren, weil — sie im KANT-SCHOPENHAUER'schen Sinne causale oder doch auf Causalitätserkenntnis hinzielende Ermittlungen sind. Durch solche Analyse hätte er dann wohl auch selbst eingesehen, dass er, wie oben bemerkt, den Causalbegriff zwar auf pag. 41 und 50 mit SCHOPENHAUER's Worten zutreffend definirt, aber auf pag. 67 unzutreffend anwendet. —