

Über ein neues harmonisch-äquipotentielles System und über solche Systeme überhaupt.

Von

Hans Driesch.

Mit 7 Figuren im Text.

Eingegangen am 28. März 1902.

Inhaltsübersicht.

	Seite
1. Die Stolonen von <i>Clavellina lepadiformis</i> als harmonisch-äquipotentielle Systeme	227
2. Die bekannten harmonisch-äquipotentiellen Systeme	235
3. Die Grenzen der harmonischen Äquipotentialität.	237
4. Eine neue Art der Formulirung des Geschehens an harmonisch-äquipotentiellen Systemen	241
5. Über den verschiedenen Werth der Formulirungen für das Differenzirungsgeschehen an harmonisch-äquipotentiellen Systemen und über ihr Verhältnis zu den Begriffen der expliciten und impliciten Potenz	243

1. Die Stolonen von *Clavellina lepadiformis* als harmonisch-äquipotentielle Systeme.

Angesichts der großen theoretischen Bedeutung, welche ich den »harmonisch-äquipotentiellen Systemen«¹⁾ beimesse, musste es mein Bestreben sein, das Studium solcher Systeme sowohl extensiv wie intensiv zu fördern; ersteres durch Aufdeckung neuer Formbildungsphänomene, welche sie zur Basis haben, letzteres durch immer tiefer dringende begriffliche Analyse.

¹⁾ Vgl. meine Schrift »Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge«. Arch. Entw.-Mech. 8. Auch separat Leipzig 1899. Ferner mein Referat »Resultate und Probleme der Entwicklungsphysiologie der Thiere« in »Ergebnisse d. Anat. u. Entw.-Gesch.« für 1898 [citirt als »Ergebnisse für 1898«] pag. 808 ff.

In der zusammengesetzten Ascidie *Amaroecium* glaubte ich für meinen einen Vorsatz ein passendes Objekt gefunden zu haben: das sogenannte Postabdomen gliedert sich hier der Quere nach in eine Reihe von Abschnitten, deren jeder in toto zu einer jungen Knospe wird. Lassen sich etwa jene Abschnitte in ihrer Größe willkürlich bestimmen und künstlich herstellen? Wenn so, dann läge natürlich ein harmonisch-äquipotentiell System vor. Der Versuch gelang nicht wegen ungenügender Lebensfähigkeit des Materials. Schon RITTER¹⁾ hat den gleichen Gedanken und den gleichen Misserfolg gehabt.

Zu den nicht eigentlich »zusammengesetzten«, wohl aber mittels Stolonen koloniebildenden Ascidien gehört *Clavellina lepadiformis*, eine in Neapel außerordentlich häufige, sehr handliche und wegen ihrer Durchsichtigkeit sehr bequem im Leben zu beobachtende, außerdem sehr zählebige Form. Eine große Zahl verschiedenartiger Restitutionsversuche, die ich mit ihr anstellte, lehrte mich *Clavellina* recht eigentlich als Prototyp eines harmonisch-äquipotentiellen Systems kennen: was dieses Thier an Restititionen leistet, übersteigt in der That die Erwartungen selbst der höchsten Einbildungskraft. Für sich und im Zusammenhange sollen alle diese Versuche in einem anderen Aufsätze geschildert werden.

Ich greife hier nur eine Versuchsserie heraus, diejenige, mit der ich das Studium der genannten Form begann. Diese Serie hat den Vortheil, den harmonisch-äquipotentiellen Charakter des zu Grunde liegenden formbildenden Systems frei von allen Nebenerscheinungen, »primär-regulatorisch«, um in meiner Sprache zu reden²⁾, aufzuzeigen; wir haben hier ein richtiges Seitenstück zu den Differenzirungsphänomenen der *Tubularia*³⁾.

Die röhrenförmigen Stolonen der *Clavelliniden* bestehen, wie schon KOWALEWSKY⁴⁾ erkannte, aus einer von Mantelsubstanz umgebenen epithelialen Hautschicht und einem durch die ganze Länge verstreichenden epithelialen Septum, das den Innenraum in zwei Halbrohre theilt; in dem einen Halbrohr fließt die an Mesenchymelementen reiche Körperflüssigkeit distalwärts, in dem anderen proximalwärts; im distalsten Ende des Stolo fehlt nämlich das Septum, so

1) RITTER-Congdon, Proc. Calif. Acad. Sc. II. 1900. pag. 365.

2) »Ergebnisse für 1898«. pag. 718.

3) DRIESCH, Arch. Entw.-Mech. 5. 1897. 9. 1899. 11. 1901. PEEBLES, ebenda 10. 1900. MORGAN, ebenda 11. 1901.

4) Sur le bourgeonnement de *Perophora Listeri*. Rev. Sc. nat. 1874. (Übersetzung von GIARD.)

dass der Strom dort von einem Halbrohr in das andere überfließen kann. Das Septum selbst ist nicht ein-, sondern zweischichtig, beide Schichten liegen eng an einander. Es ist dieses Septum eine Fortsetzung des Pericardiums, mag also als ein zusammengepresstes Rohr ohne Lumen betrachtet werden. Bei der normalen Knospenbildung zeigt sich seine Doppelschichtigkeit deutlich: wie KOWALEWSKY, SEELIGER¹⁾ u. A. zeigten, entstehen neue Knospen als seitliche Ausstülpungen des Stoloepithels, in die hinein sich auch die eine Wand des Septums in Blasenform hineinbuchtet, so dass also die jüngste Knospe aus einer inneren und einer äußeren Blase besteht.

Ich experimentirte mit den Stolonen für sich, unbekümmert um ihr Knospungsvermögen. Sollten vielleicht die Stolonen so, wie sie da sind, nach Isolirung entwicklungsfähig sein? Sollten sie etwa harmonisch-äquipotentielle Systeme darstellen, deren Charakter nur im normalen Verlauf nicht zur Geltung kommt, da eben, wie geschildert, durch Seitenknospenbildung die Koloniebildung der Clavellina geschieht?

Es ist klar, dass sich mit dieser Seitenknospenbildung selbst für unsere Zwecke nicht viel anfangen ließe; denn die Knospen selbst sind zu klein zum Experimentiren, und der sie liefernde Stolo zeigt sich in dieser Eigenschaft weniger als ein harmonisch-äquipotentielles System, als vielmehr als ein äquipotentielles System mit komplexen Potenzen, über welchen Begriff man meine »Organischen Regulationen«²⁾ nachlesen mag.

Die eigentliche Frage für mich war also diese: vermag sich ein beliebig abgetrenntes Stolestück der Clavellina ohne seitliche Knospenbildung, so wie es da ist, derart zu einer kleinen Ascidie auszugestalten, dass dabei jeder seiner Querschnitte eine andere Rolle übernimmt und doch die Leistungen aller zusammen in Harmonie stehen? Wenn dem so wäre, so wäre der Stolo als harmonisch-äquipotentielles System gekennzeichnet, denn bei der Willkürlichkeit der Abtrennungsorte ist es klar, dass, was in Hinsicht der Formbildungsleistung für einen Stoloquerschnitt im einen Experimentalfalle gilt, in einem anderen ebenso für einen anderen Querschnitt hätte gelten können, so dass die Kriterien harmonisch-äquipotentieller Systeme: »Jedes kann Jedes« und »Alles Einzelne steht in Harmonie zu einander«, vollauf erfüllt wären.

¹⁾ Zur Entwicklungsgeschichte der Ascidien. Sitzber. Akad. Wien. Math.-Nat. Klasse. 85. 1882.

²⁾ Leipzig 1901. pag. 161 ff.

Meine erste Versuchsreihe ließ zunächst keine große Hoffnung auf Erfolg aufkommen: ich isolirte mehrere Stolostücke kräftiger Ascidiensexemplare, von etwa 2—3 mm Länge. Die einzige Veränderung, welche in den ersten Tagen eintrat, war ein starkes Zusammenschrumpfen der eigentlich lebenden Substanz, auf mindestens je die Hälfte ihrer ursprünglichen Länge und Breite. Solches geschah in den beiden ersten Tagen nach Vornahme des Experimentes, dann zeigten, etwa 2 Wochen lang, die Objekte keine weitere Veränderung, und, inzwischen mit anderen Dingen beschäftigt, dachte ich schon an Auflösung der Kultur — da zeigte sich doch ein Erfolg.

Eines Tages erschien das eine Ende der lebenden Masse des Stolo besonders hell, etwa in seiner Mitte sah man gleichzeitig Pulsationen. Bald darauf traten an dem hellen Ende zwei kleine gefranste Öffnungen auf, nicht lange nachher weiße Längsstreifen; kurz: der Stolo war in der Umformung zu einer kleinen Ascidie begriffen, deren vollständige Fertigstellung nicht lange mehr auf sich warten ließ.

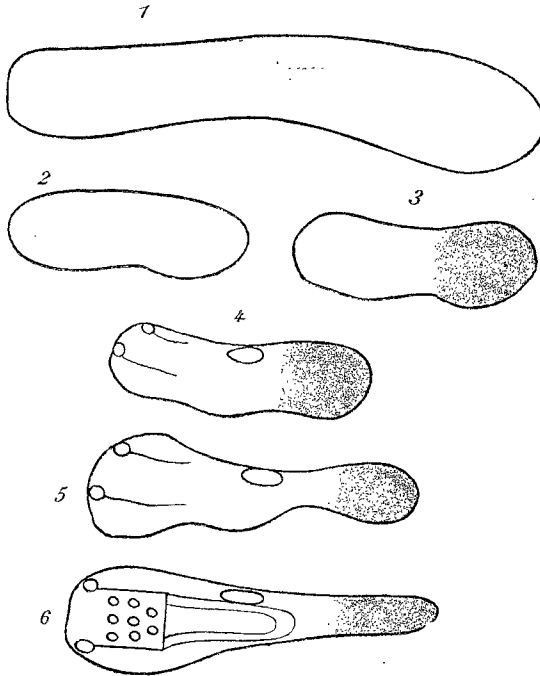
Ich habe 57 Stolonen isolirt und davon an 22 die Umwandlung in kleine Ascidien beobachtet; von den übrigen starb ein Theil, ein anderer war bei dem Schrumpfungsprocess sehr klein geworden und hatte vermuthlich desswegen das Differenzirungsvermögen eingebüßt; vielleicht hätte er auch bei längerer Ausdehnung der Experimente noch Formbildungsprocesse gezeigt.

Ich will nun den Process der Umgestaltung des Stolo in eine kleine Ascidie etwas eingehender an der Hand einfacher Figuren schildern.

Stets tritt am ersten bis dritten Tage nach der Operation eine starke Schrumpfung der lebenden Masse des Stolo, sowohl der Länge wie der Breite nach ein. Fig. 1 zeigt die Dimensionen eines Stolo am Tage nach der Isolirung, Fig. 2 zwei Tage nach derselben. Gleichzeitig verliert das Objekt seine Durchsichtigkeit. Die ersten Anzeichen der beginnenden Differenzirung, zeitlich zwischen 7 und 23 Tagen nach der Operation schwankend, treten stets am proximalen Ende des Stolo auf; er zeigt also eine Polarität, welche mir umzukehren nicht gelang. Jene ersten Differenzirungsanzeichen bestehen in einem Hellwerden des proximalen Theils des Stolo (Fig. 3), sehr bald sieht man an diesem hellen Ende einen terminalen und einen mehr seitlichen, bei auffallendem Lichte weißen, kleinen Kreis, die ersten Anlagen der Aus- und Einströmungsöffnung, auch die charakteristische Zeichnung des Kiemenkorbes giebt sich bei auffallendem Licht als weiße Streifung deutlich kund, von Kiemen-

öffnungen ist in diesem Stadium aber noch nichts sichtbar. Dagegen sieht man etwa in der Mitte oder, bei kleinen Stücken, im letzten Drittel des Stolo deutlich die Pulsationen des Herzens (Fig. 4 und 5), eines Gebildes, das oft sogar schon etwas früher als jene anderen Phänomene zu unterscheiden ist.

Fig. 1—6.



Successive Stadien eines sich zur kleinen Ascidie umwandelnden Stolostücks von *Clavellina*. Alle Figuren stellen dasselbe Individuum dar und sind bei gleicher Vergrößerung gezeichnet. Es ist nur die lebende Masse des Stolo, nicht sein Mantel dargestellt.

Fig. 1: 1 Tag nach der Operation. — Fig. 2: 2 Tage nach der Operation, es ist starke Schrumpfung eingetreten. — Fig. 3: 7 Tage nach der Operation, Beginn der Umbildung, das orale Ende erscheint heller als das aborale. — Fig. 4: 8 Tage nach der Operation; Fig. 5: 9 Tage nach der Operation, die Siphonen und das Herz sind angelegt, gleichzeitig ändert sich die Gesamtform. — Fig. 6: 10 Tage nach der Operation, auch die Darmschlinge und einige Kiemenspalten sind deutlich sichtbar, das aborale Ende ist stoloartig ausgezogen.

Bald erscheint die Ausprägung der jungen Ascidie viel deutlicher: man gewahrt die Darmschlinge, neben und vor dem Herzen, der spätere Kiemendarm hat sich aufgebläht und setzt sich vom übrigen Körper ab, die Öffnungen erscheinen deutlicher. Zuletzt erscheinen auch, nur in 2—3 Reihen geordnet und gering an Zahl, die Kiemenspalten (Fig. 6). Damit ist die junge Ascidie im Wesentlichen fertig, meist dehnt sich der Kiemendarm jetzt erheblich und schiebt sich

aus dem unbrauchbaren alten Stalomantel heraus; in diesem hat sich der neue Organismus einen neuen, noch zarten Mantel gebildet.

Niemals wird, wie schon implicite angedeutet, die ursprüngliche Stolo­masse derart zur Bildung des neuen Wesens aufgebraucht, dass das Herz an das distale Ende des Ganzen zu liegen käme; stets bildet sich vielmehr distal von Darm und Herzen ein organfreier Schlauch aus, wie ihn auch die normale Ascidie besitzt. Er eben ist hier wie dort die Grundlage aller späteren Stolonisation, und so sorgt denn gewissermaßen das sich differenzierende Stolo­stück schon im ersten Anfang für die künftige Koloniebildung.

Es sei nochmals ganz besonders betont, dass der geschilderte Process der Umgestaltung eines beliebig gewählten Stolo­stückes zu einer kleinen Ascidie mit der normalen, seitlich am Stolo geschehenden Knospung der Clavellina nicht das mindeste zu thun hat: in Richtung seiner Längsachse wandelt sich das Stolo­stück zur Ascidie um. Es sind hier Potenzen geweckt, die im normalen Verlauf der Koloniebildung nie Gelegenheit haben sich zu äußern.

Aber gerade diese Potenzen sind für unseren Zweck das Wichtige. Sie eben kennzeichnen den Stolo als harmonisch-äquipotenti­elles System.

Würde sich, wie bei der normalen Koloniebildung, die neue Ascidie als Seitenknospe am Stolo bilden, etwa von sehr wenigen, ja schließlich wohl gar nur von je einer sich stetig theilenden Stelle jedes Epithelblattes aus, so wäre, um das noch einmal zu wiederholen, der Stolo zwar ein äquipotenti­elles System, aber ein solches »mit komplexen Potenzen«. Das heißt, er könnte in jedem seiner Elemente den Grund zu einem komplexen Formbildungsablauf legen.

Wahrscheinlich ist in der That der Stolo ein solches System; die Thatsache der Knospung selbst weist darauf hin, obwohl zu sicherer Aussage die Möglichkeit von örtlich beliebiger Hervorrufung der Knospenbildung nachzuweisen wäre.

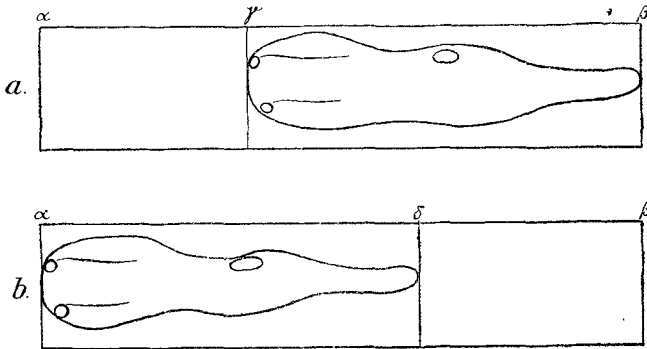
Aber wenn der Stolo auch als ein äquipotenti­ell-komplexes System sich erweisen sollte, auf alle Fälle repräsentirt er noch eine andere Art von Differenzierungssystemen, und das ist es, worauf es uns hier ankommt: der Stolo der Clavellina ist ein harmonisch-äquipotenti­elles System.

Man vergleiche die schematischen Fig. 7; Fig. 7a giebt die in einem Experimentalfall realisirten Örtlichkeitsbeziehungen zwischen einem Stolo­stück und der daraus resultirenden Ascidie wieder, Fig. 7b repräsentirt einen möglichen anderen Experimentalfall an demselben

ursprünglichen Stück: es ist klar, dass im ersten Fall z. B. die Kiemendarmbildung mit allen ihren Adnexen von Stolotheilen ausgegangen ist, welche im zweiten etwa in der Region des Herzens liegen würden, und Entsprechendes gilt von jeder Organbildung.

Die Örtlichkeit jeder einzelnen Differenzirung hängt also ab von der Größe des Systems und, um diesen Ausdruck hier wieder einzuführen, von seiner Entelechie¹⁾. Das Schicksal jedes einzelnen Querschnitts hängt von seinem durchaus zufälligen — (denn die Örtlichkeit der Operation war beliebig!) — Abstand vom proximalen Ende ab; sie ist eine »Funktion seiner Lage im Ganzen«.

Fig. 7.



Zwei Schemata zur Erläuterung der Potenzenvertheilung im Clavellinastolo. Im Experimentalfall (a) besaß das Versuchsobjekt die Länge $\gamma\beta$; es hätte aber ebenso gut (b) die Länge $\alpha\delta$ besitzen können, dann hätte jeder Querschnitt des ursprünglichen Stolo ($\alpha\beta$) eine andere Leistung zu erfüllen gehabt.

Mit diesen Nachweisen aber ist der Stolo der Clavellina als harmonisch-äquipotentielles System nachgewiesen. —

Histologische Forschungen liegen nicht in der Absicht dieser Studie. Es ist selbstverständlich, dass auf Basis solcher die schematische Ausdrucksweise des Vorstehenden näher zu präzisiren wäre. Es wäre wohl anstatt allgemein von »Querschnitten« eines harmonisch-äquipotentiellen Systems, von den Örtlichkeiten mehrerer solcher Einzelsysteme zu reden. Wenigstens dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, dass die drei Bestandtheile des Stolo, Hautepithel, Septum, Mesenchym, je feste gesonderte Rollen im Entwicklungstrieb spielen, wie das etwa beim Ektoderm, Entoderm und Mesenchym der Echinodermengastrula der Fall ist²⁾. Es wäre dann eben

¹⁾ »Organische Regulationen«. pag. 178 f.

²⁾ DRIESCH, Arch. Entw.-Mech. 2. 1895. pag. 169.

jedes einzelne »Primitivorgan« in sich ein harmonisch-äquipotentielles System, und wir hätten deren wohl drei oder doch mindestens zwei, je von gesonderter, beschränkter prospektiver Potenz.

Was ich histologisch ermittelt habe, ist nur dieses: am frisch abgeschnittenen Stolo sieht man an Querschnitten eine weite dem Mantel eng anliegende Röhre, durch das oben erwähnte doppelwandige Septum in zwei Hohlräume zertheilt, in denen nicht sehr zahlreiche Zellen indifferenten Charakters umhertreiben. Mikrotomirt man dagegen einen Stolo etwa am 6. Tage nach der Operation, nach eingetretener Schrumpfung, so hat man ein ganz anderes Bild vor Augen: Hohlräume sah ich jetzt überhaupt nicht und eben so wenig vermochte ich das Septum zu unterscheiden, vielmehr sah ich den ganzen Stolo erfüllt von einer dichten Zellenmasse, die etwa an das sogenannte Parenchym einer Planaria erinnerte.

Es wird zu ermitteln sein, wie dieses Stadium aus dem vorhergehenden entsteht, und namentlich auch, wie sich aus ihm die späteren Organanlagen gestalten. Trotz sehr zahlreicher Arbeiten — ich nenne nur die Namen ¹⁾ SEELIGER, VAN BENEDEN-JULIN, HJORT, RITTER, LEFEVRE — sind in der normalen Knospungsentwicklung der Ascidien noch sehr viele Punkte im Dunkel. Ziemlich sicher scheint zu sein, dass das ektodermale Epithel sich nur in sehr geringem Grade an ihr beteiligt und dass die parenchymatösen Elemente andererseits eine sehr große Rolle spielen und sich sogar an der Bildung epithelialer Organe (Herz, Gehirn?) beteiligen. Beide Punkte scheinen bei unserer abnormen Ausgestaltung der Clavellinastolonen zuzutreffen. Wenigstens sah ich an Schnitten durch frühe Differenzierungsstadien keine mit Sicherheit vom ektodermalen Epithel, etwa durch Faltung, ausgehende Differenzirung, und die starke Beteiligung des Parenchyms erscheint durch die große Zahl seiner Elemente wahrscheinlich gemacht; ob allerdings die sämtlichen bei beginnender Ausgestaltung im Stoloinneren zur Beobachtung gelangenden sich faltenden Epithelien von Parenchymelementen herrühren, derart, dass auch das Septum anfänglich zu Parenchym aufgelöst worden wäre, oder ob jenes Septum doch seine Integrität wahrt und nur meiner Beobachtung entging, das wage ich nicht im mindesten zu entscheiden; von der Entscheidung dieser Frage dürfte es abhängen, ob wir von zwei oder von drei Aequipotentialsystemen zu reden hätten.

¹⁾ SEELIGER s. Citat pag. 229, Anm. 1. — VAN BENEDEN et JULIN, Arch. Biol. 6. 1886. — HJORT, Mitth. Zool. Station Neapel. 10. 1893. — RITTER, Journ. Morph. 12. 1896. — LEFEVRE, ebenda. 14. 1898.

Auf alle Fälle scheint es mir, als hätten wir in dem Parenchym des Clavellinastolo, ähnlich wie nach N. M. STEVENS in demjenigen der Planaria¹⁾, ein typisches Reserveorgan für Restitutionen vor uns, als sei eben dieses Parenchym das harmonisch-äquipotentielle System par excellence. Doch können hier nur eingehende histologisch-genetische Forschungen, die nicht gerade sehr einfach sein dürften, zu wirklicher Sicherheit führen. Eine besondere Schwierigkeit solcher Untersuchungen wird in der individuell äußerst verschiedenen Geschwindigkeit der Entwicklung zu überwinden sein, welche, verbunden mit der Undurchsichtigkeit der geschrumpften Objekte, durchaus kein Urtheil darüber gestattet, was für ein Stadium man an einem bestimmten Objekt zu einer bestimmten Zeit wohl vor sich haben möchte.

2. Die bekannten harmonisch-äquipotentiellen Systeme.

Der Stolo der Clavellina stellt sich nach vorstehender Schilderung ohne Einschränkung als ein typisches harmonisch-äquipotentielles System dar. Dabei ist er als ein Ganzes betrachtet. Näherer Einblick in die Histogenese wird dazu führen, die eigentlich harmonisch-äquipotentiellen Elemente mit bestimmten Zellarten des Objectes zu identificiren und vielleicht mehrere Arten harmonisch-äquipotentieller Systeme an ihm unterscheiden lassen. An der allgemeinen Aussage, dass wir hier ein neues Beispiel für den von uns geschaffenen Begriff vor uns haben, wird das nichts ändern.

Die harmonische Äquipotentialität zeigt sich am Clavellinastolo in Hinsicht reiner Differenzirungsphänomene, nicht verbunden mit dem, was ich sekundäre Regulationen nenne, also etwa mit Formreduktionen, Umlagerungen etc. Es liegt also primäre oder implicite Regulation, d. h. Formgestaltung mit an und für sich regulatorischem Charakter in den von uns studirten Phänomenen vor²⁾.

Damit tritt der Clavellinastolo an die Seite gewisser anderer Objekte, die sich in Hinsicht primärer Differenzirung als harmonisch-äquipotentielle Systeme erwiesen haben, und es wird von Nutzen sein, das Sichere, was wir über das Vorkommen solcher Systeme zur Zeit überhaupt wissen, hier kurz aufzuzählen:

Das Ektoderm und das Entoderm der Echiniden- und

¹⁾ Arch. Entw.-Mech. 13. 1901. pag. 396.

²⁾ Vgl. »Organische Regulationen«. pag. 74 ff.

Asteridenlarven sind mit Sicherheit solche Systeme; gerade aus ihrem Studium erwuchs mir dieser Begriff¹⁾.

Der Stamm der Tubularia²⁾ reiht sich diesen Objekten an; auch er kann, wie der Clavellinastolo, nur schematisch als Ganzes betrachtet werden; thatsächlich setzt er sich aus mehreren Äquipotentialsystemen von je gesonderter Leistung (analog dem Ektoderm und dem Entoderm der genannten Larven) zusammen, wie neuerdings zumal durch N. M. STEVENS³⁾ gezeigt ist.

Es mag am Platze sein, hier die Bemerkung einzuflechten, dass in solcher realen Mehrheit gleichsam mit einander arbeitender, von einander unmittelbar unabhängiger Äquipotentialsysteme die ursprüngliche Kompositionsharmonie der sich differenzirenden Gebilde deutlich vor Augen geführt wird, woraus folgt, dass autonom-vitale Causalität, wie sie in der Differenzirung jedes einzelnen harmonischen Äquipotentialsystems sich äußert, die Annahme statischer Teleologie nicht überflüssig macht⁴⁾.

An letzter Stelle erst nenne ich als harmonisch-äquipotentielles System den abgefurchten Keim, resp. die Blastula des Echinidencies: um die Achse herum ist hier die Äquipotentialität sicher vorhanden, aber in Richtung der Achse, wie deskriptive und experimentelle Befunde von BOVERI⁵⁾ und mir⁶⁾ zeigten, nur mit Einschränkungen oder überhaupt nicht. Ich gedenke auf diese Fragen in einer gesonderten Arbeit zurückzukommen.

Um die Achse dürfte auch der Ascidien- und der Amphioxuskeim und wohl manche andere Keime äquipotentuell sein. Der Medusenkeim ist nach ZOJA⁷⁾ und MAAS⁸⁾ wohl ganz ohne Einschränkung als harmonisch-äquipotentielles System anzuspreehen.

Reihen wir diesen bis jetzt bekannten Beispielen von harmonischen Äquipotentialsystemen für primäre Differenzirung wenigstens die drei wichtigsten Fälle sekundärer Differenzirungsphänomene an, die sich auf solcher Basis abspielen, so wären Hydra⁹⁾, Planaria⁹⁾

¹⁾ Arch. Entw.-Mech. 2. pag. 169.

²⁾ S. Citate pag. 228, Anm. 3.

³⁾ Arch. Entw.-Mech. 13. 1901. pag. 410.

⁴⁾ Hierzu »Ergebnisse für 1898«. pag. 841. Ferner meine »Analytische Theorie«. Leipzig 1894. pag. 94 u. 130.

⁵⁾ Verh. phys.-med. Ges. Würzburg. N.F. 34. 1901. pag. 145, und Zool. Jahrb. Anat. Abth. 14. 1901. pag. 630.

⁶⁾ Arch. Entw.-Mech. 10. 1900. pag. 361.

⁷⁾ Arch. Entw.-Mech. 1 u. 2. 1895.

⁸⁾ Sitzber. Ges. Morph. Phys. München. 1901.

⁹⁾ Näheres in meinen »Organ. Regul.«, zumal pag. 70 ff., 79 ff.

und Stentor zu nennen. Die beiden ersten Formen zwingen bei näherer Analyse wieder zu einer Auftheilung in gesonderte Äquipotentialsysteme; bei Planaria ist zumal das Parenchym ein solches. Stentor ist zumal desshalb von Interesse, weil er zeigt, dass die Einheiten eines harmonisch-äquipotentiellen Systems nicht Zellen zu sein brauchen. Nach MORGAN'S Befunden¹⁾ leistet der einzellige Stentor an Formrestitutionen nahezu dasselbe wie die vielzellige Planaria.

3. Grenzen der harmonischen Äquipotentialität.

Ich will hier einen Punkt aus der Analyse unserer Systeme allgemein zur Sprache bringen, den ich bisher zwar wiederholt, aber nur nebenbei und im Einzelnen berührt habe, einen Punkt, der Berührungen mit anderen Ergebnissen der experimentellen Morphologie zeigt.

Wenn ein System vorliegt, dass seiner Potenz nach, unter Voraussetzung des Erfülltseins gewisser Bedingungen, harmonisch-äqual ist, so wird trotzdem keine oder unrichtige Differenzirung eintreten, sobald jene gewissen Bedingungen ganz oder theilweise unerfüllt sind. Von besonderer aktueller Wichtigkeit wird diese Einsicht, sobald innere Bedingungen, oder Faktoren, oder wie wir es nennen wollen, in Frage kommen.

a.

Gesetzt, es sei zur richtigen Differenzirung die Anwesenheit eines bestimmten Quantum's einer gewissen vom System selbst oder von anderen Theilen früher gebildeten Substanz erforderlich, es fehle aber diese Substanz oder sei doch nur in sehr geringer Quantität vorhanden, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn Differenzirung ganz oder theilweise ausbleibt.

Die Gesetze der harmonisch-äquipotentiellen Differenzirung selbst beeinträchtigt diese Sachlage natürlich nicht im mindesten, ebensowenig wie es das Brechungsgesetz beeinträchtigt, dass unter Umständen totale Reflexion, dass bei vielen Substanzen anstatt Brechung Absorption eintritt; aber jene Gesetze können durch das skizzirte Phänomen an ihrer Aktualität gehindert werden.

Der Seeigelkeim dürfte nach den schon erwähnten Forschungen von BOVERI und mir in die Reihe solcher Systeme gehören, deren harmonische Äquipotentialität wegen gewisser Stoffvertheilungen eine Grenze hat. Wie schon gesagt, sollen dieser Frage in Bälde, z. Th.

¹⁾ Biol. Bull. 2. 1901. pag. 311.

auf Grund neuer Versuche, Sonderbetrachtungen gewidmet werden. Hier daher nur dieses Wenige: dass von stofflich bestimmt gekennzeichneten Orten (Zellen) die Mesenchym- und Entodermbildung im Normalen ausgeht, hat BOVERI deskriptiv gezeigt; dass sie auch von anderen Orten ausgehen kann, zeigen meine Versuche; diese zeigen aber auch, dass sie immer unsicherer, in einer immer kleineren Procentzahl und langsamer vor sich geht, je weiter diese anderen Orte vom Normalorte entfernt sind, bis sie schließlich vielleicht überhaupt ausbleibt. Ich denke, wir werden nicht sehr fehlgehen, wenn wir hier dem System eine besondere Stofflichkeit zuschreiben, welche in ihrer Intensität in der Achse nach bestimmtem, noch unbekanntem Gesetz abnimmt; unterschreitet sie einen gewissen Werth, so ist damit ein nothwendiger Faktor zur Differenzirung trotz aller Potenzen aufgehoben.

Bei Tubularia liegen die Verhältnisse in gewissen Fällen ähnlich, obschon nicht identisch: kleine Stammstücke, die aber durchaus nicht an der Grenze der wegen ihrer Kleinheit selbst entwicklungsunfähigen Objekte liegen, liefern oft nur eine Partialdifferenzirung, nämlich nur einen Rüssel, und zwar dann, wenn sie sehr weit oral entnommen sind. Hier muss es auch gewisse Verhältnisse geben, die als nothwendige Differenzirungsbedingungen durch den Stamm hin neben seiner Äquipotentialität gegeben sind; dafür, dass sie in oralwärts steigender Intensität sich finden, spricht außer dem Gesagten auch der Umstand, dass weiter oralwärts entnommene größere Stammenden sich stets rascher und ergiebiger entwickeln als weiter aboralwärts herstammende; ihre Intensität scheint am alleroralsten Ende derart zur Rüsselbildung hinzuneigen, dass sie das Interesse des Ganzen geradezu übertäubt¹⁾.

Was für »Bedingungen« das seien, bleibt gänzlich dahingestellt. Dem viel diskutirten »rothen Stoff«, mit dem man sehr viel meines Erachtens nie anfangen konnte, dem ich früher aber wenigstens gerade die hier diskutirten Quantitätsverhältnisse aufbürden zu können glaubte, ist durch N. M. STEVENS²⁾ wohl jede bestimmende Beteiligung an den erörterten Verhältnissen genommen worden. An irgend etwas »Stoffliches« werden wir immerhin denken müssen, an gewisse in ihrer Intensität oralwärts allmählich, nach noch unbekanntem Gesetz, steigende Zustände der Elemente, die man, wenn

¹⁾ Vgl. hierzu vor Allem DRIESCH, Arch. Entw.-Mech. 9. 1899. pag. 103.

²⁾ Arch. Entw.-Mech. 13. 1901. pag. 410.

man gern ein Wort haben will, als eine Art Reife- oder Alterszustand bezeichnen kann. Im Gegensatz zum Seeigelkeim liegen hier die Verhältnisse aber so, dass die Intensität dieser Zustände nie quantitativ zu gering, wohl dagegen zu groß werden kann. (MORGAN's soeben erschienene Arbeit giebt hier vielleicht gewisse Aufklärung — s. Arch. Entw.-Mech. 13. pag. 528.)

b.

Eine andere Grenze harmonischer Äquipotentialität scheint in der Kleinheit der Objekte gelegen sein zu können: schon die $\frac{1}{8}$ -Blastomeren der Echiniden, selbst wenn sie gut gastruliren und Mesenchym bilden, bekommen kein vollständiges Skelet mehr fertig; von einer gewissen Größe an abwärts unterbleibt, wie ich demnächst schildern werde, selbst bei (wahrhaft¹⁾ vegetativen Bruchstücken die Gastrulation, sehr kleine Tubulariaendchen leisten keine Differenzierung mehr, auch an sehr kleinen Clavellinastolonen sah ich nach sechs Wochen, obwohl der Tod nicht eingetreten war, keinerlei Formgestaltung.

Hier scheint also durch eben die Kleinheit ein nothwendiger Entwicklungsfaktor ausgeschaltet.

Ich denke, wir können hier auf Grund gewisser von mir an kleinen Echinidenlarven gemachten Befunde eine gewisse Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen gewinnen: ich wies darauf hin²⁾, dass bei den kleinen, aus isolirten Blastomeren gezogenen Larven der Echinodermen und Ascidien die Zellen der einzelnen Organe doch immer die normale Größe bewahren, dass ihre Zahl es ist, die vermindert wird; Entsprechendes galt bei längsgespaltenen Tubularien selbst von höheren Einheiten als den Zellen, von den Tentakeln³⁾, und ich vermuthete einen noch größeren Geltungsbereich des Ausgeführten.

Gewisse Fundamentalbestimmungen des Lebens überhaupt oder der gerade vorliegenden spezifischen Form scheinen es also zu sein, die auf alle Fälle bei der Differenzierung gewahrt werden müssen. Können sie nicht gewahrt werden, so nützt den Systemen ihre Äquipotentialität nichts.

1) Ich setze dieses Wort dazu, da nach BOVERI's und meinen Befunden der früher als animal bezeichnete Pol des Seeigeleies gerade der vegetative (darnliefernde) ist und umgekehrt.

2) Arch. Entw.-Mech. 10. 1900. pag. 382f. u. 399, auch 6. 1898. pag. 211 ff.

3) Ebenda. 11. 1901. pag. 205 f.

Es scheint mir nun, als ob bei allzu kleinen, gar keine Organbildung mehr liefernden Ei-, oder Stolo- oder Stammbruchstücken dieser Fall auch eintrete; an bestimmte Minimalzellengrößen gebunden, steht, wie die Verhältnisse liegen, dem System nur eine sehr kleine Zellenzahl überhaupt zur Verfügung; da sie nicht genügt, muss jede Differenzierung ausbleiben.

c.

Es wird, denke ich, auf unsere Betrachtung über Grenzen der Äquipotentialität ein besonderes klares Licht werfen, wenn wir uns im Gebiete des Anorganischen nach Analogien umsehen, d. h. nach Fällen, in denen gewisse Gesetze plötzlich, bei Herstellung gewisser Umstände, nicht mehr gelten. Ein solcher Fall mindestens sei dem Leser vorgeführt:

Die allgemeinen Verhältnisse über die Beziehung von Druck und Volumen bei Gasen sind ausgedrückt in dem Gesetz von BOYLE: $pv = C$. Geht man aber zu sehr großen Drucken und daher zu sehr kleinen Voluminibus über, so gilt das Gesetz nicht mehr, und an seine Stelle tritt die Formel von VAN DER WAALS

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right) \cdot (v - b) = 1,$$

wo a und b , ebenso wie oben C , bestimmte für die in Rede stehende Gasart charakteristische Konstanten sind. Das BOYLE'sche Gesetz hat also von einem gewissen p , resp. v an seine »Grenze«, eben sie wird durch a und b gekennzeichnet, zwei konstante Größen, bei denen man durchaus nicht an Moleküle zu denken braucht, obschon sie bei Erdichtung der Molekülfiktion eine große Rolle spielen. Die a und b sind hier Faktoren, an die das Gas in seinem Verhalten auf alle Fälle gebunden ist und die sein Beeinflusstwerden durch den Druck überwinden: ganz ebenso scheinen in den fixen Zellgrößen oder in den fixen Größen höherer Einheiten für manche, wenn nicht für alle Organismen Faktoren gegeben zu sein, an die sie wenigstens unter bestimmten Bedingungen¹⁾ fester als an alles Andere gebunden sind, zu Gunsten deren sie selbst auf die Äußerung ihrer Differenzierungspotenzen verzichten müssen. —

Wir stehen entwicklungsphysiologisch durchaus im Anfange

¹⁾ Ich wähle diesen vorsichtigen Ausdruck, da es nicht sicher ist, ob der Satz der festen Zellgröße für Echinidenlarven gilt, die aus sich ganz furchenden Eibruchstücken gezogen worden. Auch für kleine Geryonidenlarven gilt er nach ZOJA vielleicht nicht. Näheres »Ergebnisse für 1898«, pag. 826 ff.

unseres selbständigen Wissens. Daher der aphoristische Charakter dieses Abschnittes, wie zur Zeit jeden biologischen Theoretisirens. Dieses aber scheint mir, kann man trotz unseres geringen zeitigen Wissens als wahrscheinlich behaupten, dass der Begriff der Grenze der Äquipotentialität und ihrer Gründe einst einen weit reicheren, tiefere Einsicht verheißenden Inhalt erhalten wird, als heute, dass er also ein fruchtbarer Begriff ist. —

4. Eine neue Art der Formulierung des Geschehens an harmonisch-äquipotentiellen Systemen.

In meiner »Lokalisation« habe ich vier Formulierungen der Fundamentalthatsache der Differenzirung harmonisch-äquipotentieller Systeme gegeben; zwei davon waren causal, zwei beantworten in allgemein funktioneller Fassung die Frage: Was lässt sich über den Ort aussagen, an dem im gegebenen Falle eine gegebene Differenzirung eintritt, wodurch, durch welche Faktoren ist dieser Ort gekennzeichnet, von welchen Faktoren ist er abhängig?

Es ist klar, dass man auch umgekehrt fragen kann: von welchen Faktoren ist im gegebenen Fall die Differenzirungsart, also das Schicksal eines gegebenen Systemortes abhängig? Solches soll im Folgenden beantwortet werden. Eine einfache Erwägung führt hier zum Ziele:

Daraus, dass, zum mindesten von einer gewissen Größe des Systems an abwärts, die Differenzirungsproportionen mit abnehmender Systemgröße abnehmen, gewinnen wir die Abhängigkeit des Schicksals (S) eines bestimmten Ortes von der absoluten Größe des Systems (G)¹⁾. Bei Beziehung aller Differenzirungen auf mindestens eine feste Achse des Systems, erhalten wir ebenso aus der Thatsache, dass bei verschieden gelegten Operationsflächen derselbe absolute Ort Verschiedenes leistet, die Abhängigkeit des Schicksals jenes Ortes von seinem Abstand von einem der Endpunkte dieser Achse (a). Endlich hängt jenes Schicksal naturgemäß von der prospektiven Potenz des Systems ab, also von einer Konstanten (p).

Wir erhalten also $S = \varphi (G \cdot a \cdot p)$.

¹⁾ Ganz streng gesprochen, hängt das Differenzirungsschicksal eines gegebenen Systemortes nicht unmittelbar von dieser Größe G ab, sondern von den ihr entsprechenden absoluten Maßen der fertig gedachten Endform. Da aber diese Maße selbst unmittelbar von G abhängen, so können wir in unserer Gleichung ohne Fehler G als unabhängige Variable setzen. Zum Rechnen sind unsere Formeln in dieser Fassung ja überhaupt nicht da.

Diese Formel hat vor den für die Örtlichkeit einer bestimmten Differenzirung aufgestellten¹⁾ den Vortheil, dass sie Entnahme- und Verlagerungsversuche gleichermaßen ausdrücklich umfasst, während die Ergebnisse der letzteren in jenen zwar implicite, aber nicht ausgesprochenermaßen zum Ausdruck gelangen. Aber wenn z. B. nach F. PEBBLES²⁾ sich das oberste Stammendchen der Tubularia verkehrt wieder aufpfropfen lässt, und dann, ohne jede Rücksicht auf Wunde und auf Verdrehung, eine normale, durch den ganzen Operationsbezirk streichende Anlage entsteht, so scheint solche Ermittlung wichtig genug, einen besonderen Ausdruck zu verdienen. Wird doch auch in den einfacheren, nicht mit »sehr kleinen« Objekten operirenden Versuchsserien an Tubularia, und in allen an Clavellina, die harmonische Äquipotentialität weniger in den mit schwankender Systemgröße schwankenden Differenzirungsproportionen zum Ausdruck gebracht, als vielmehr darin, dass mit wechselndem Operationsort der Differenzirungsort einer bestimmten Bildung wechselt. Unsere neue Formel umfasst wirklich ausdrücklich jeden Versuch, mag die Systemgröße oder nur die Operationsörtlichkeit oder mögen beide wechseln.

In der Abhängigkeit des S von der Größe a kommt zum Ausdruck, dass das Schicksal eines beliebigen Systemortes eine Funktion seiner Lage im Ganzen sei. Ich habe dieses Wort schon ganz im Anfang meiner Thätigkeit rein als Ausdruck meiner Versuchsergebnisse und ohne tiefere analytische Gedanken gebraucht³⁾ und darf hier zu betonen nicht unterlassen, dass es als Wortumschreibung unserer analytischen Formel etwas Anderes, nämlich Engeres bedeutet, als in jenem älteren deskriptiven Sinne.

Früher nämlich war unbestimmt gelassen, von was für Faktoren Differenzirung abhängt. In diesem unbestimmten Sinne »Funktion der Lage« wäre das Schicksal der Elemente eines Systems auch dann, wenn es von außen, etwa durch Licht oder Berührung, inducirt würde, auch dann nämlich würde es von der »Lage« der Elemente zur Lage des Reizes abhängen, ob sie von ihm getroffen würden oder nicht.

Jetzt aber, im Anschluss an unsere analytische Formel, handelt es sich ausdrücklich um Differenzirung harmonisch-äquipotentieller Systeme bei Ausschluss äußerer, ja überhaupt bekannter, anorganischer Faktoren. Dass diese Differenzirung sich nicht chemisch-

1) Siehe »Lokalisation«, pag. 90 u. 93 des Archivs.

2) Arch. Entw.-Mech. 10. 1900. pag. 469 f.

3) Entwicklungsmech. Studien. VI. Zeitschr. wiss. Zool. 55. 1892. pag. 39.

physikalisch fassen lässt, glaube ich ja eben bewiesen zu haben; und eben für dieses anorganisch durchaus Unfassbare soll ja die Formel den elementaren analytischen Ausdruck schaffen.

Aus der Formel abgelesen besagt also der Ausdruck »Funktion der Lage« etwas viel Tieferes als äußerliche Description: er besagt ein Letztes.

5. Über den verschiedenen Werth der Formulierungen für das Differenzirungsgeschehen an harmonisch-äquipotentiellen Systemen und über ihr Verhältnis zu den Begriffen der explíciten und implíciten Potenz.

Meine vier, beziehungsweise jetzt fünf, Formulierungen der Gesetzlichkeit unserer Systeme sehen den Beweis für die Autonomie dieser Gesetzlichkeit als vorausgegangen¹⁾ an. Sie selbst wollen ihn nicht liefern, sondern er ist in der Form: »nur eine Maschine könnte es hier geben, aber eine solche ist unmöglich« vorher geliefert worden. Gleichwohl war es mein Bestreben, auch im Anschluss an jede einzelne Formulirung zu zeigen, dass ähnlich formulirtes Geschehen sich im Anorganischen nicht fände.

In Hinsicht dieses Nachweises nun, sowie überhaupt in Hinsicht ihrer Schärfe, scheinen mir meine verschiedenen Formulierungen verschiedenen Werthes zu sein, und es soll hier Einiges über eben diese ihre Verschiedenheit ausgeführt werden.

Meine erste Formulirung²⁾ führt Fernkräfte ein, die das leisten, was eben auf Grund der Thatsache zu leisten ist. Das war eine Erdichtung und ist auch als solche bezeichnet; in sich ist es folgerichtig. Es sollte mit dieser ersten Formulirung dem Geschmack und damit dem Verständnis einer großen Leserklassse entgegengekommen werden. Ausdrücklich war sie (pag. 78) als »kritisch nicht gerade geläuterte, gleichsam populäre Redeweise« bezeichnet. Dass Autonomes vorliegt, wenn ausdrücklich ganz Neues eingeführt ward, ist selbstverständlich; des näheren Nachweises der Autonomie der Formulirung waren wir also hier überhoben.

Die zweite, ebenso wie die erste, causale Formulirungsart³⁾ setzt zuerst die Operation als Ursache, die örtliche Totalität des Effektes als Wirkung, dann korrespondiren sich Ursache und Wirkung in jedes Mal typisch zugeordneter und zwar teleologischer Weise; solche

¹⁾ Er findet sich »Lokalisation«, pag. 38—55. »Ergebn. f. 1898«, pag. 810—812.

²⁾ »Lokalisation«, pag. 77.

³⁾ Ebenda. pag. 84.

Art der Verkettung wird Antwortgeschehen genannt, und es wird gezeigt, dass sie sich anorganisch nicht finde. — Mir erscheint diese Art der Auffassung zwar nach wie vor als richtig, aber als gar zu allgemein, sie hält sich zu sehr im Rahmen allgemeiner Teleologie, geht nicht genügend auf das letzte Geschehen selbst. Dass eben dieses selbst in seinen letzten Elementen autonom sei, wird eigentlich nicht dargethan, sondern nur, dass der ganze Geschehenskomplex eine organische Eigenheit ausmache, was ja auch bei Annahme einer nur statischen Teleologie der Fall wäre.

Als Unterabtheilung der zweiten Formulirungsart wird dann¹⁾ jedes einzelne Element der Systeme in Betracht gezogen; da aus jedem Jedes werden kann, so wird gesagt, so kann jedes von unbestimmt vielen Differenzirungsfaktoren, gleichgültig wie deren Art sei, erfolgreich getroffen werden; also liegt auch ganz im Einzelnen Antwortgeschehen vor. — Mir erscheint jetzt diese Formulirungsart als die schwächste; sie übersieht den Unterschied der expliciten und impliciten Potenz²⁾: die explicite ist doch die eigentlich aktuelle, real in Betracht kommende; aber sie gerade weist immer nur wenige Mannigfaltigkeiten auf; ist sie in Aktion getreten, so sind eben neue Systeme mit neuen expliciten Potenzen geschaffen, an denen sich nun freilich Alles wiederholen kann. Nur implicit also kann für ein beliebiges Element eine unbestimmt große Mannigfaltigkeit von Schicksalsmöglichkeiten in Betracht kommen, aber im Impliciten liegt nicht das einzelne letzte Geschehen an sich. So ist also auch die Antwort unserer zweiten Formulirung zu allgemein-teleologisch.

Der Begriff der »Antwortsreaktion«, obwohl ein streng analytisch gewonnener Begriff, ist überhaupt in seiner Anwendung äußerst heikel. Hierin liegt auch begründet, dass ich in meiner Analyse der »Organischen Regulationen« mit der nichtmorphologischen Regulatorik, für deren Erfassung mir nur dieser eine analytische Begriff zur Verfügung stand, nicht sehr viel anfangen und dass ich aus ihrer Diskussion keinen Beweis für die Lebensautonomie gewinnen konnte³⁾.

An explicite Potenzen also müsste ein mit dem Antwortsreaktionsbegriff operirender Autonomiebeweis anknüpfen in jedem

¹⁾ Ebenda. pag. 86.

²⁾ Siehe über diese Begriffe »Analyt. Theorie«. pag. 85; Arch. Entw.-Mech. 2. pag. 197; »Ergebnisse f. 1898«. pag. 771 f.; »Organ. Regulationen«. pag. 161 f.

³⁾ »Organ. Regulationen«. pag. 139.

Falle, handle es sich um Morphologisches oder nicht; eine solche Anknüpfung aber war gerade in unserem morphologischen Falle nicht möglich.

Ist also die Form meiner zweiten Formulirung als nicht genügend streng anzugeben, so lässt sich inhaltlich das dort Gesagte trotzdem halten, aber auf ganz anderem Wege, als dort versucht wurde, und unter strikter Anerkennung des Unterschiedes der Begriffe explicite und implicite Potenz. Es müssen diejenigen Gedankengänge eintreten, die in meinen »Organischen Regulationen« für meinen zweiten Autonomiebeweis verwendet sind¹⁾: wie in der Unterart meiner ursprünglichen zweiten Formulirung, betrachten wir die einzelnen Elemente eines äquipotentiellen Systems, aber nun nicht, wie früher, das was auf sie wirkt, sondern das, was aus ihnen wird; sowie nun — und das wird bei den Systemen früher Stadien meist der Fall sein²⁾ — die Elemente eines Systems je zu Ausgangspunkten komplicirter Geschehensabläufe werden, haben wir das Problem der »explíciten komplexen Potenz« mit Allem, was daran hängt, vor uns und der Gedankengang des zweiten Autonomiebeweises aus unseren »Organischen Regulationen« tritt in seine Rechte. Es ist somit der erste Autonomiefall auf den zweiten zurückgeführt worden. Doch mag hier diese skizzenhafte Andeutung einer Sache, die nur logisches Interesse hat, genügen. —

Meine dritte und vierte Formulirung, beide in rein funktionalem Gewande, sind diejenigen, die ich früher am höchsten einschätzte, und an denen ich auch jetzt nichts zu ändern habe. Wir können sie mit der ihnen formal ähnlichen neuen, fünften, Art der Auffassung vereint betrachten.

Alle drei Formulirungsarten halten sich streng an das reale, aktuelle Geschehen; sie reden nur von der expliciten Potenz, und nur solches darf geschehen.

Das Regulatorische, was an einem System geschieht, so wird ausgeführt, hängt nur von ihm selbst ab, nicht von Anderem, Äußerem. Das System trägt seine Regulatorik immer in sich; es ist eine konstante Größe, seine »Entelechie«. Mag aber betrachtet werden, was überhaupt eintritt im gegebenen Falle (Form 3)³⁾, oder wo

¹⁾ »Organ. Regul.« pag. 161 ff. u. 183 ff.

²⁾ Ein besonders deutliches Beispiel solcher Systeme bieten z. B. bei Anneliden, Hirudineen etc. die aus einer »Polzelle« hervorgehenden, für komplexe sich wiederholende Organbildungen bestimmten Zellenbänder dar.

³⁾ »Lokalisation.« pag. 87—91.

Bestimmtes eintritt (Form 4)¹⁾, oder was aus Bestimmtem wird (Form 5), immer zeigt sich das betrachtete Geschehen abhängig von Faktoren, die im System selbst gegeben sind, abhängig von seiner Größe, von seinen Innenmaßen, von seiner Konstanten. Solche Art der Regulatorik kennt man an Maschinen nicht, sie ist dem Begriff der Maschine fremd²⁾. Damit ergibt die Formulirung des Geschehens an und für sich den Beweis seiner Autonomie, obschon der formelle Beweis dafür, dass hier Autonomes vorliege, unabhängig von der Formulirung und an weit früherer Stelle des Gedankenganges schon geführt war.

Napoli, 23. III. 1902.

¹⁾ »Lokalisation.« pag. 91—94.

²⁾ Ebenda. pag. 91.