

JUN 25 1903

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

**Dr. K. Goebel** und **Dr. R. Hertwig**

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**XXIII. Bd.**

**1. Juni 1903.**

*N<sup>o</sup>* 11 u. 12.

---

**Inhalt:** Noll, Beobachtungen und Betrachtungen über embryonale Substanz (Schluss). — Moszkowski, Hans Driesch's Organische Regulationen. — Ziegler, Ueber die Einwirkung des Alkohols auf die Entwicklung der Seeigel. — Garke, Illustrierte Flora von Deutschland. — Anerbach, Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. — Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit.

---

## Beobachtungen und Betrachtungen über embryonale Substanz.

Von F. Noll.

(Schluss.)

Nun zeigt aber die Beobachtung, dass bei plasmaarmen Siphoneen die Stetigkeit der Akrogenese nicht die mindeste Einbuße erleidet durch die Beweglichkeit, ja geradezu durch den Wechsel des in embryonalen Zustand versetzten Plasmas an dem Neubildungs-herde. Wenn aber auch diese Stetigkeit selbst mit einem Wechsel der substantiellen Unterlage zur Not noch vereinbar wäre, indem die Annahme noch offen bliebe, dass mit dem Embryonalwerden des somatischen Plasmas am Scheitel zeitweilig auch eine bestimmt gerichtete morphogene Thätigkeit lokal einsetze, bzw. mit dem Somatischwerden wieder aussetze, so erweist sich diese Annahme doch als völlig unhaltbar, wenn es sich um die Erklärung der Rhythmik der Gestaltungsprozesse<sup>1)</sup> und der Reaktion gegen gewisse äußere Reize handelt. Diese fordern gebieterisch eine Stetigkeit, eine Permanenz der rhythmisch sich ändernden, oder nach einer gewissen Induktionsdauer lokal in bestimmtem Sinne reagierenden substantiellen

---

1) d. i. der abwechselnden Ausbildung von Seitensprossen und nackter Stammabschnitte u. dergl. m.

Grundlage, wie sie die samt ihren Kernen wandernde embryonale Plasmamasse nicht bietet. Es giebt außer der Membran, die als nicht lebendiges Ausscheidungsprodukt des Plasmas für morphogene Thätigkeit direkt nicht in Betracht kommen kann, nur ein lebendiges Formelement, welches jener unumgänglichen Forderung an örtliche Persistenz entspricht, und das ist die Hautschicht. Für die Rhythmik der morphogenen Thätigkeit, für die Beziehungen der letzteren zu äußeren und inneren Einwirkungen, also wohl für den ganzen Verlauf der Akrogenese, kann demnach nur die ruhende Hautschicht des Scheitels maßgebend sein. Ihr allein nur kann die entscheidende Rolle in den Gestaltungsvorgängen am Vegetationspunkt zufallen; das gegebenenfalls stetig wechselnde embryonale Körperplasma kann nur unter ihrer Führung sich an der morphogenen Thätigkeit beteiligen, es kann ihm also nur eine sekundäre Rolle, eine gewisse Hilfeleistung in dem gestaltenden Geschehen zukommen.

Als ausschlaggebend für die Gestaltungsvorgänge erweist sich also nicht die dichte embryonale Plasmamasse mit ihren Kernen, sondern lediglich die Hautschicht, so dass als embryonale Substanz im eigentlichsten Sinne die Hautschicht im Zustande morphogener Thätigkeit anzusehen ist.

Dieses Ergebnis ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Einmal kommt die oben kurz berührte maßgebende Bedeutung der Hautschicht, die bei früheren Beobachtungen dem somatischen Plasma gegenüber festgestellt worden war<sup>1)</sup>, nun auch gegenüber dem embryonalen Plasma zur Geltung. Sodann fügt sich dieses Ergebnis aber auch in bemerkenswerter Weise in die Kette der Schlussfolgerungen ein, die von mir seinerzeit aus der Entstehung, Anordnung und Richtung der Seitenwurzeln an gekrümmten Mutterwurzeln<sup>2)</sup> und aus dem Auftreten des Keimwulstes an den gekrümmten Keimstengeln von Cucurbitaceen<sup>3)</sup> abgeleitet wurden. Als einzig in Betracht kommendes Moment für den Ort, bzw. die Richtung der genannten Seitenorgane stellte sich dabei die Form des Mutterorgans als solche heraus. Damit ist aber zugleich festgestellt, dass der pflanzliche Organismus ein bestimmtes Wahrnehmungsvermögen für seine Formverhältnisse besitzen muss. Dieses, natürlich nicht subjektive, Empfindungsvermögen bezeichnete

---

1) Vergl. Anm. 4 auf S. 329.

2) Ueber den bestimmenden Einfluss von Wurzelkrümmungen auf Entstehung und Anordnung der Seitenwurzeln. Landw. Jahrbücher herausgeg. von Dr. H. Thiel, 29. Bd., 1900, S. 361 ff.

3) Zur Keimungsphysiologie der Cucurbitaceen. Landw. Jahrbücher, herausgegeben von Dr. H. Thiel, Ergänzungsband I, 1901, S. 145.

ich als Morphästhesie<sup>1)</sup>. Ueber die Art der Vermittelung jener Formempfindung konnte ich mir damals noch kaum eine Rechenschaft geben. Nun ist es zwar für die Feststellung einer naturwissenschaftlichen Thatsache oder einer entdeckten gesetzmäßigen Beziehung durchaus nicht notwendig, dass man sie in ihrem Zusammenhange mit bekannten Thatsachen und Vorgängen verstehen und erklären kann, wofür ein Hinweis einerseits auf die Gravitation, andererseits auf psychische Vorgänge genügt. Immerhin wird ein unvorhergesehenes Faktum einleuchtender und sein Bestehen zweifelsfreier, wenn es mit bekannten Erscheinungen in einem möglichen oder notwendigen Zusammenhang steht, oder an sich logisch notwendig erscheint zum Verständnis bekannter Verhältnisse und Beziehungen. Für diese logische Notwendigkeit wie auch für jenen Zusammenhang glaube ich jetzt gewisse Anhaltspunkte gefunden zu haben und will vorgreifend<sup>2)</sup> hier erwähnen, dass der letztere in Oberflächenkräften in so vollkommener Weise gegeben sein kann, dass er in sehr vielen Fällen zur Vermittelung der Morphästhesie vollkommen ausreichen wird. Der Natur der Sache nach sind nackte und behäutete Organismen hier auseinander zu halten. Am klarsten und physikalisch am einleuchtendsten liegen die Verhältnisse bei den nackten Protoblasten<sup>3)</sup>.

Unter der Voraussetzung gleichen Substrates hängen jene Oberflächenkräfte von der jeweiligen Größe des Krümmungsradius der Oberflächenkurve ab. Bei einem Körper mit überall gleichem Krümmungsradius, wie der Kugel, werden sie an jedem Punkte gleich groß sein; bei Körpern mit ungleich gekrümmter Oberfläche werden sie je nach der stärkeren oder schwächeren Krümmung der verschiedenen Kurvenstrecken relativ größer oder geringer sein müssen. Verschieden große Kugeln, wie verschieden große andere, untereinander sonst ähnliche Körper, werden sich aber durch abweichende absolute Größe, wie der Krümmungsradius, so der Oberflächenkräfte unterscheiden, wie denn auch konvexe und konkave Rundungen durch ein umgekehrtes Vorzeichen der Spannungsverhältnisse (Zug- oder Druckspannung) voneinander verschieden zur Geltung kommen. Es variieren die Oberflächenkräfte also nicht nur mit der jeweiligen Gestalt, sondern bei gleicher Form auch mit der absoluten Größe derselben, so dass alle Form-

1) Ueber die Körperform als Ursache von formativen und Orientierungsreizen. Sitzber. Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Bonn, 15. Jan. 1900.

2) Eine eingehendere Darstellung über die hier nur berührten Verhältnisse soll in dieser Zeitschrift folgen.

3) „Protoblast“ im Sinne v. Kölliker's etwa gleichbedeutend mit Sachs' „Energiden“. (Vergl. v. Kölliker, Die Energiden von v. Sachs im Lichte der Gewebelehre d. Tiere. Verh. Phys.-med. Ges. zu Würzburg, N.F., XXXI. Bd., 1897, Nr. 5.)



und Größenverhältnisse eines solchen Organismus in bestimmten Oberflächenspannungen zum Ausdruck kommen müssen, die man als „morphostatische Oberflächenspannung“ oder kurz als „Formspannung“ bezeichnen kann. Wenn man annimmt, dass diese Spannungsverhältnisse vom Plasma (der Hautschicht) perzipiert, empfunden werden — was bei der bekannten Empfindlichkeit desselben gegen mechanische Einwirkungen durchaus plausibel erscheint —, so wäre in der Empfindungsfähigkeit für die obwaltenden Oberflächenspannungen zugleich die genaueste und untrüglichsste Empfindung für die Form und Größe des Organismus und seiner Glieder gegeben.

Anders liegen die Verhältnisse bei behäuteten Organismen, wie beispielsweise bei der Mehrzahl der Pflanzen. Hier fällt, mit dem Fehlen der freien, d. h. an ein weniger dichtes Medium (Wasser oder Luft) grenzenden Oberfläche der auf Druck- oder Zugleistungen gerichtete kapillare Druck fort. Unter der Voraussetzung, dass die Hautschicht keine vollkommene Flüssigkeit (mit unbegrenzter, leichtester Verschiebbarkeit ihrer Teilchen) ist<sup>1)</sup>, wird aber auch hier eine Formempfindung möglich sein durch Vermittelung der mit verschiedenem Krümmungsradius wechselnden Kohäsionsspannung innerhalb der Hautschicht selbst.

Sobald es nur für das Leben der Pflanze nützlich oder gar notwendig ist, diese Spannungen zu perzipieren und als regulierenden Reiz nutzbar zu machen — was alsbald noch gezeigt werden soll — wird das Plasma mit der entsprechenden Empfindlichkeit, wie in vielen analogen Fällen, auch ausgerüstet sein; ja, es können für diese Perzeption spezifische Einrichtungen bestehen, wie für die Perzeption anderer wichtiger Reize, so den des Lichtes und der Schwerkraft.

Mit der Formempfindung ist zugleich aber auch die Möglichkeit für das Bestehen von Formreizen gegeben, insofern die Empfindung eben als Reiz wirkt. Solche, aus den Formverhältnissen und Gestaltungsvorgängen entspringende Reize können dann aber zu den verschiedenartigsten Auslösungen nutzbar gemacht werden. An gekrümmten Mutterwurzeln<sup>2)</sup>, aber auch an Pilzmycelien und Moosrhizoiden sieht man sie, wie erwähnt, nicht nur den Entstehungsort, die Anordnung der Seitenorgane, sondern intensiv auch deren Wuchsrichtung beeinflussen. Sie werden auch auf Gestaltveränderungen hinwirken können so lange bis die Formspannung, d. h. die Körperform, einem gewissen Ruhe-

1) Zu dieser Voraussetzung ist man aber wohl nach allem, was man von der Konsistenz der Hautschicht weiß, berechtigt. Sie ist (nach Haberlandt, Sinnesorgane im Pflanzenreich) auch Bedingung für die Wirkungsweise mechanischer Reize.

2) Kurven von dem Radius = 16 cm werden, wie ich zeigte, von Wurzeln noch mit Sicherheit perzipiert und durch einseitige Reaktionen ausgezeichnet.

zustand entspricht, womit ihre Reizwirkung erlischt, ähnlich wie heliotropische oder geotropische Reize mittels heliotropischer oder geotropischer Bewegungen zu heliotropischer oder geotropischer Ruhelage bzw. Gleichgewichtslage führen<sup>1)</sup>. Wie in den letztgenannten Vorgängen die Richtungen von Licht und Schwerkraft mittels spezifischer Reizbarkeiten, Reaktionen und Ruhezustände zu einem Regulativ für die Richtung der Pflanzenorgane werden, so würden demnach die Gestaltungsvorgänge ihr Regulativ in den „Formspannungen“, also in der Gestaltung selbst finden. Eine derartige Selbstregulation — und damit berühren wir die logische Notwendigkeit —, die für die Form ausschließlich aus der Formempfindung und Formreizen abgeleitet werden kann, ist aber eine so selbstverständliche und zwingende Forderung, dass es der erwähnten experimentellen Befunde und Hinweise gar nicht erst bedurft hätte, um sie zu fordern<sup>2)</sup>. Ohne die Mitwirkung solcher in den Formverhältnissen selbst gegebener Regulative lassen sich auf ein gewisses Ziel hinarbeitende und mit

---

1) Oberflächenspannungen sind bekanntlich wiederholt und seit langem von verschiedenen Autoren, Physikern und Biologen, so von Leidenfrost (1756), Bütschli (1876), Berthold (1886), Errera (1886 und 1887), Fuchs, Leblanc (1887), Plateau, Quincke, Mach u. a. als direkte mechanische Ursache für gewisse Pflanzengestalten angesprochen worden und es ist für die Bedeutung der Oberflächenkräfte im allgemeinen von Interesse, dass Tier- und Pflanzenformen den betreffenden mechanischen Forderungen oft vollkommen entsprechen. Hier, wo es sich um Formempfindungen und Formreize, also um physiologische Beziehungen handelt, liegen aber auch bereits, allerdings mehr instinktiv und bildlich geäußerte Parallelvorstellungen vor. In diesem Sinne sprachen Vöchting und Reinke wiederholt vom „morphologischen Gleichgewicht“, ersterer auch von „labilem und stabilem Gleichgewicht“ bei der Entwicklung, und Bütschli spricht zuletzt (Mechanismus und Vitalismus, Verhandl. V. Internat. Zoolog.-Kongresses, Berlin 1901) nicht nur vom „Gleichgewichtszustand“ der organischen Formen, sondern bezeichnet das Endstadium der Entwicklung geradezu als „Ruhezustand“ (S. 8 u. 9, S.-A.). Auch Morgan rechnet („Regeneration“ Newyork und London 1901) mit „some sort of tension“, die hier die Organbildung unterdrückt, dort ihr Hervortreten gestattet. — Nach dem hier vertretenen Standpunkt ist dieser stationäre Gleichgewichtszustand mehr als ein bildlicher Vergleich, er besitzt reale Grundlagen. — Darauf, dass die morphotische Selbstregulation auch nach Erreichung der Endform fortdauern muss, um letztere trotz Wechsels der Körpersubstanz zu erhalten, hat Roux prinzipiell hingewiesen.

2) In dem Grundgedanken, dass die Gestalt das Regulativ, also gleichsam ihr Vorbild, in sich selbst finden müsse, erblicke ich den gesunden Kern der im übrigen durch spekulativ-sophistische Deduktionen transcendental erweiterten Platonischen Ideenlehre. — So weit ich seine Worte richtig verstehe, stellt Driesch (Neue Antworten und neue Fragen der Entwicklungsphysiologie I. c. S. 917) dieselbe logische Forderung in folgender, freilich allgemeinerer Form auf: „Derjenige Faktor, der Restitution oder Regulation überhaupt in ihrer Spezifität auslöst, wird auch immer eine auf eben diese gerichtete Spezifität selbst haben müssen, und beide Spezifitäten können nun wieder keine anderen sein als eben die des Gestörten oder Entnommenen.“

Erreichung desselben zum Abschluss kommende Gestaltungsvorgänge, wie sie die Organismen bieten, überhaupt nicht vorstellen. Die zureichende Vermittelung wird hier aber vornehmlich, wenn auch nicht ausschließlich, in Oberflächenkräften und -Zuständen liegen müssen, wie denn auch die Form als solche nicht anders als durch ihre Abgrenzung, durch Charakter und Größe ihrer Oberflächenkurven, bestimmt wird und deshalb aus jedem beliebigen Material von der erforderlichen Konsistenz nachgeahmt werden kann.

Mit dem Faktor der Formempfindung und der Formreize ist, wie an anderer Stelle noch ausführlicher dargelegt werden soll, natürlich noch keine „Erklärung“ des Gestaltungsproblems gegeben — so wenig wie mit dem Knight'schen experimentellen Nachweis der Gravitationswirkung eine Erklärung des Geotropismus. Auch soll dieser Faktor keineswegs etwa als einziger die äußere Form und die Größe beeinflussender hingestellt werden<sup>1)</sup>. Es ist damit nur ein bisher unbeachtet gebliebenes, meines Erachtens allerdings sehr wesentliches und bestimmendes Moment in den Gestaltungsprozessen erkennbar und damit weiteren eingehenderen Forschungen, Prüfungen und kritischen Erwägungen zugänglich geworden. Jedes tiefere Eindringen in das Studium der Natur, besonders der Physiologie, lässt ja erkennen, dass es in der Verwendung der gebotenen und möglichen Mittel hier keine Beschränkung, keine Einseitigkeit giebt, dass jeder Weg und jede Kombination gegebenenfalls ausgenützt wird, wenn sie zur Erreichung des nützlichen oder notwendigen biologischen Effektes führt. Man wird deshalb wohl stets überzeugt sein dürfen, dass eine Verallgemeinerung eines gerade aufgefundenen Modus nicht dem wirklichen, mannigfaltigen, natürlichen Geschehen entspricht. Gleichwohl sind wir durch die Art unserer Geistesthätigkeit in der exakten Naturerkenntnis darauf angewiesen, die Komponenten der oft verwickelten Bedingungs-komplexe mühsam einzeln zu analysieren, um aus diesen analytisch gewonnenen Elementen durch geeignete geistige Synthese einen Einblick in das überreiche Getriebe der Natur zu gewinnen. — Dass man zunächst meist versucht, die Tragweite einer neu erkannten Komponente an möglichst vielen noch unaufgeklärten Erscheinungen zu messen und sie damit meist überschätzt, ist aber ebenso menschlich verständlich wie methodisch richtig und notwendig.

Wie andere Reizbarkeiten, so wird auch die Morphästhesie sowohl autonomen wie aitonomen<sup>2)</sup> Umstimmungen unterworfen sein. Licht und Schwerkraft, stoffliche und rein mechanische Einwirkungen, traumatische oder nutritive Reize<sup>3)</sup>, überhaupt alle von C. Herbst als „morphogene Reize“ bezeichneten Einflüsse vermögen, soweit nicht auf anderem Wege, so indirekt durch Umstimmung der Formreizbarkeit zu besonderen Ausgestaltungen Anlass zu geben, wie auch Korrelationen durch ihre Vermittelung sich Geltung zu verschaffen vermögen. Das in Formempfindungen und Formreizen gegebene Formregulativ ist demnach kein so starres, unveränderliches wie die aus Gips, Formsand, Stein oder Metall gebildeten Formregulative (die Guss- und Stanzformen) der Technik. Es gestattet auf dem ange deuteten Wege den verschiedensten ökologisch bedeutungsvollen Faktoren maßgebenden Einfluss auf diejenige Organisation der Lebewesen zu nehmen, die wir ihre Form nennen.

Vorwiegend innerer Natur sind die Umstimmungen und Veränderungen, denen die Formreizbarkeit während der individuellen Entwicklung, von Stufe zu Stufe

1) Man denke nur u. a. an die von Herbst näher studierte Einwirkung der Skelettnadeln auf die Gestalt der *Pluteus*-Larven.

2) Im Gegensatz zu autonom; vergl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Aufl.

3) Vergl. Vöchting, *Physiol. der Knollengewächse*. Jahrb. f. wiss. Bot. 1899, Bd. 34 und Göbel, l. c. S. 396ff.



fortschreitend, gesetzmäßig unterworfen sein muss. Sie bedingt in ihrer, auch durch die zurückgelegten Schritte der Ausgestaltung und Volumzunahme selbst schon gegebenen schrittweisen Vervollkommnung zunächst die Ausgestaltung des Eies (wobei man also nicht mit Weismann ein ovogenes und ein Keimplasma zu unterscheiden braucht), wie später die verschiedenen Entwicklungsformen des Embryos und die verhältnismäßig einfachen Gestalten der Jugendformen, um schließlich zur Befähigung zu gelangen, die Endform mit Blüten und Früchten ins Leben zu rufen. Der von Göbel wiederholt betonte, auch in seinen oben citierten Sätzen Nr. 3 und 4 hervorgehobene Unterschied zwischen der embryonalen Substanz des Eies, des Embryos, der jungen und der alten Pflanzen einerseits, wie auch der zwischen den Dauergeweben verschieden alter Pflanzen bestehende andererseits, wäre nach der hier vertretenen Auffassung auf Kosten jener morphästhetischen Umstimmung zu setzen, mit der auch die Beobachtungen Göbel's, dass es unter Abänderung äußerer Kulturbedingungen gelingt an alten Pflanzen wieder die Jugendformen hervorzurufen<sup>1)</sup>, besser harmonieren als mit der Beeinflussung der embryonalen Substanz durch die älteren Teile, durch eine *vis a tergo*. Auch Pfeffer erblickt in der Determination durch ältere, differenzierte Teile den Hauptfaktor für die spezielle somatische Ausbildung der äquipotentiellen, undifferenzierten, embryonalen Gewebe. Allzu bindend kann dieser Einfluss, der im übrigen nicht gelehnet werden soll, aber nicht sein, wie nicht nur die charakteristische Ausdifferenzierung der ältesten Organteile, die noch nichts gleichartiges vorfinden, sondern auch die Adventivbildungen und die namentlich von Göbel hervorgehobenen Umwandlungen eines Stamm-, Wurzel- oder Blattvegetationspunktes in den eines anderen Organes beweisen. Auch die im Laufe der individuellen Entwicklung eintretenden „Metamorphosen“ beweisen die verhältnismäßige Unabhängigkeit der Neubildungen von der Struktur der älteren Teile, aus denen sie hervorgehen. Wo Jugendformen an verstümmelten alten Pflanzen zum Vorschein kommen, zeigt sich dieselbe Unabhängigkeit; hier könnte man sich den korrelativen Einfluss der älteren Teile aber durch Verstümmelung eliminiert denken. — Der epigenetische Gestaltungsprozess hätte, unter der Annahme einer sich verändernden Morphästhesie, in der epigenetischen Vervollkommnung oder, allgemeiner gesagt, in der epigenetischen Veränderung der morphästhetischen Reizbarkeit seine Parallele bezw. seinen Grund<sup>2)</sup>.

Es wird nicht überflüssig sein, schon an dieser Stelle kurz darauf hinzuweisen, dass das Lokalisationsproblem, das Driesch, im Zusammenhang mit dem Fehlen prästabiler fixer Strukturen in „harmonisch-äquipotentiellen Systemen“, vor-

1) Göbel, Ueber Jugendformen von Pflanzen und deren künstliche Wiederhervorrufung. Sitzungsber. d. mathem.-physikal. Klasse der k. bayer. Akad. d. Wiss. Bd. XXVI, 1896, Heft III, S. 447 ff.

2) Vergl. auch S. 287. — Auf die Anlagenhypothesen übertragen, würde das so viel heißen, dass auch die „Anlagen“ selbst sich epigenetisch erst aus einer überkommenen einfacheren entwickeln und noch nicht alle als solche im Ei vorhanden sind. Wenn Reinke in seiner Einleitung in die theoretische Biologie S. 388 sagt: „Die unbestrittene Thatsache, von der wir ausgehen müssen, ist die Sammlung der „Anlagen“ in der Keimzelle“ . . . oder S. 389, „dass die Eigenschaften einer Generation erst zu den Anlagen der Keimzelle verdichtet werden, um sich aus dieser dann wieder zu entfalten,“ so macht er den modernen Einschachtelungshypothesen hier eine Konzession, die seine Dominantenlehre nicht verlangt. Die von Stufe zu Stufe zu beobachtende Steigerung der morphogenen Fähigkeiten bei der Ontogenese scheint mir im Gegenteil eine stufenweise Vervollkommnung im Ausbau des Dominantensystems zu beweisen. Operiert man hier mit präexistierenden angesammelten „Anlagen“, dann müsste man wieder Anlagen zweiter Hand annehmen, die jene ersteren in der richtigen Reihenfolge, wie sie die Ontogenese fordert, zur Entfaltung zulassen, für diese wieder Anlagen dritter Hand und so fort.

nehmlich zu dem Auskunftsmittel neovitalistischer bezw. autonomistischer Auffassung die Zuflucht nehmen ließ, auf Grund der durch Oberflächenkräfte vermittelten Formreizbarkeit auch als Auslösungsphänomen verständlich wird. In der bestimmt variablen, vom Organismus auf das Ei, wie von diesem auf dessen isolierte Teilstücke (Blastomeren) mit ihrem Organ, der Hautschicht, übergehenden morphoästhetischen Reizbarkeit ist das „intensiv Mannigfaltige“ gegeben, das Driesch bei dem Fehlen des „extensiv Mannigfaltigen“ im Ei, nämlich einer prästabilierten, fixen, komplizierten Maschinenstruktur (bei der ihm Lokalisation nur mechanistisch denkbar erscheint, die aber durch Versuche negiert wird) fordert. (H. Driesch, Zwei Beweise für die Autonomie von Lebensvorgängen. Verhandl. V. Internat. Zool.-Kongresses, Berlin 1901, S. 9 S.-A.) — Indem mir der Vitalismus für die Erklärung der hier betrachteten Gestaltungsvorgänge entbehrlich zu sein scheint, muss ich hier auch Driesch's zweiten Beweises für den Vitalismus gedenken (Driesch l. c. S. 5). Er geht aus von „äquipotentiellen Systemen mit komplexen Potenzen“ und den dreidimensional spezifizierten Maschinensystemen, die ihnen bei „mechanistischer, materialistischer“ Denkweise zu Grunde gelegt werden müssten. Indem ihm eine Teilung einer solchen Maschinenstruktur in typisch gleiche Teile unmöglich erscheint, scheint ihm auch die „mechanistische“ (im Gegensatz zur „vitalistischen“) Auffassung an sich unmöglich gemacht: „Denn ebensowenig wie eine beliebige ebene Figur durch eine Linie geteilt werden kann, so dass jedes der Teilstücke dem Ganzen proportional bliebe, ebensowenig, ja man möchte beinahe sagen, noch weniger, kann ein dreidimensional typisch spezifiziertes zusammengesetztes Formgebilde dem Typischen nach ganz bleiben, wenn es geteilt wird.“ Driesch stellt sich dabei die Teilung wohl zu einseitig vor. Gerade eine kreisrunde, körperlich dreidimensionale Scheibe lässt sich, der Forderung entsprechend, typisch teilen, während dies bei einer zweidimensionalen Figur, dem Kreis, nicht möglich ist. Die kreisförmige Scheibe kann durch den Kreisflächen parallel geführte Spaltung sehr wohl in typisch gleiche Teile zerlegt werden, wie auch ein dreidimensionales Gerüst, allerdings nicht durch einen ebenen Schnitt, aber durch entsprechende Spaltung der einzelnen Gerüstteile typisch geteilt werden kann. Die Natur selbst führt dieses Experiment geradezu millionenfältig vor unseren Augen bei den Kernteilungen aus, indem das dreidimensionale Kernfadengerüst durch Längsspaltung der Chromosomen typisch auf das Genaueste geteilt wird und so von einem Mutterkern auf ungezählte Tochterkerne übergehen kann.

Da grundsätzlich in jeder besonderen Zuständlichkeit das Auslösungsmoment für verschiedenartigstes Reaktionsgeschehen gegeben sein kann (wenn auch nicht muss), so dürfte es heute wohl ebenso schwierig sein, einen Beweis für den Vitalismus beizubringen, wie es ehemals undenkbar schien ohne denselben auszukommen<sup>1)</sup>.

Die zumal von Roux, Driesch und anderen Forschern wiederholt festgestellte, ebenso interessante wie erkenntnistheoretisch bedeutsame Thatsache, dass das Endziel der Gestaltung nach störenden Eingriffen auf verschiedenen Wegen bezw. Umwegen erreicht werden kann, eine Thatsache, die Driesch als „äquifinale Regulation“ bezeichnete, ist durch die Annahme einer Entfaltung präexistierender Anlagen ebenso schwer zu verstehen wie durch die Vorstellung einer maßgebenden Determination seitens älterer Teile; es wäre wenigstens nicht ohne weiteres einzusehen, wieso die Entwicklungsvorgänge, trotz ihrer Abweichung vom Normalen doch auf dasselbe Endziel hinarbeiten sollten und nicht vielmehr, eben durch ihre Abweichung, zu abweichenden Ergebnissen führen. Unter dem Einfluss der auf einen bestimmten Ruhezustand hinarbeitenden Formreizbarkeit wird das morphogene Endziel aber

1) Vergl. hierzu das Referat von W. Ostwald über Driesch's Autonomiebeweise in den „Annalen der Naturphilosophie“, I. Bd., S. 96—97, auch Bütschli, Mechanismus und Vitalismus etc. I. c.



ebenso sicher auf verschiedenen Wegen erreicht werden können, wie auch die heliotropische oder geotropische Ruhelage auf verschiedenen Wegen schließlich erreicht werden kann. Mit dem Regulativ ist die Finalität<sup>1)</sup> gesichert in einer Art prospektiver Kausalität, während durch die gewöhnlich betrachtete, die retrospektive Kausalität, das bestimmte Endziel nur durch Zufall oder durch Selektion adaptierter Kausalverbindungen erreicht werden könnte<sup>2)</sup>, wobei Entgleisungen irreparabel sein müssten, während mittels der „prospektiven Kausalität“ final wirkende Regulative den entgleisten Entwicklungsgang dem Endziel trotzdem so nahe wie möglich bringen werden<sup>3)</sup>.

Die, die Morphästhesie vermittelnden Oberflächenkräfte können nur in der, den Protoblasten außen begrenzenden Hautschicht ihren Sitz haben. So führen also Beobachtungen und Betrachtungen, welche von ganz verschiedenen Gesichtspunkten ihren Ausgang nehmen, gleichsinnig auf die maßgebende Bedeutung der Hautschicht hin<sup>4)</sup> als demjenigen Organ des Protoblasten, das als der eigentliche Sitz der Gestaltungsdominanten anzusehen ist.

Die regulative Einwirkung der Formreizbarkeit auf die Erreichung eines bestimmten Endzieles, einer bestimmten Form, ermächtigt uns aber zu dem methodisch außerordentlich wichtigen Schritte, die definitive Gestalt des fertigen Organismus oder Organs (bezw. die dabei herrschenden speziellen

---

1) Ueber Finalität und Kausalität vergl. auch Reinke, Theoret. Biologie Kapitel X und XI.

2) Vergl. auch Bütschli, Mechanismus und Vitalismus I. c. S. 15.

3) Eine knetbare Masse, die in eine Form gepresst wird, kann in der verschiedensten Weise vorbearbeitet werden, sie wird, in die Form gepresst, schließlich stets dasselbe liefern. Läge aber in einem Bearbeitungsstadium lediglich die retrospektive Ursache des folgenden, wie das für die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien der Organismen so oft behauptet wird, so wäre die Erreichung der gleichen Endform auf verschiedenem Wege, beim Uberschlagen oder der Veränderung einer Mittelform, wohl ausgeschlossen.

4) Wie weiter oben, gelegentlich der Besprechung der Formspannung und des morphologischen Ruhezustandes auf gleichsam instinktiv konzipierte Parallelvorstellungen Vöchting's, Reinke's und Bütschli's hingewiesen werden konnte, so liegt auch hier bereits eine bemerkenswerte Parallelvorstellung Pflüger's vor, dahingehend, dass die oberste Molekularschicht die morphogenen Vorgänge beherrscht. In dieser Beziehung äußert sich Pflüger (Ueber den Einfluss der Schwerkraft etc. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XXXII, 1883, S. 65 S.-A.), allerdings von anderen Erwägungen ausgehend, wie folgt: „Die ordnende Kraft ist aber eine Molekularkraft, die (nach Amputationen) von der lebendigen Substanz des Stumpfes aus nicht in die Ferne wirken kann“ . . . Nachdem ausgeführt ist, dass die Neuorganisation der hinzukommenden Schichten von dem chemischen Zustande in der Oberfläche abhängt, heißt es weiter: „Weil also die oberflächlichste Lage der in der Wundfläche liegenden lebendigen Moleküle, eine fast unwägbare kleine Menge von Substanz, das ganze Glied mit mathematischer Notwendigkeit erzeugt, sehr analog wie ein Schneeflöckchen eine Lawine bildet, und weil dies für alle Glieder gilt, so ist nicht schwer, sich zu denken, dass von einer sehr viel kleineren Oberfläche, etwa einem Ellipsoide aus, sich der ganze Rumpf und Kopf erzeugen kann, wenn der Oberfläche hinreichendes Nährmaterial zugeführt wird.“

Spannungszustände) gewissermaßen als Faktor in die Entwicklungsvorgänge in dem Sinne einzuführen, wie etwa die Richtung der Schwerkraft und des Lichts in die heliotropischen und geotropischen Bewegungsvorgänge<sup>1)</sup>. So lange sie nicht erreicht ist, arbeiten regulative Formreize auf sie hin; wir werden davon in den weiteren Betrachtungen der Akrogenese alsbald Gebrauch zu machen haben.

Es war weiter oben darauf hingewiesen worden, dass die Ansammlung embryonalen Plasmas unter der fortwachsenden Spitze nicht mechanisch durch die Form des Zellschlauchs bedingt sei, sondern sich nur in fortwachsenden oder die Akrogenese neu aufnehmenden Spitzen oder sonstigen Organteilen (Fiederspitzen, Fiederbasen u. s. w.) finde. Ueberall da, wo neue Vegetationspunkte der Lage und den Umständen nach entstehen, sammeln sich unter der Hautschicht derartige Massen embryonalen Plasmas an. Es ist sowohl bei *Bryopsis* wie bei *Caulerpa* und anderen Siphoneen festzustellen, dass sie dabei nicht das Primäre, Bedingende für den neuen Vegetationspunkt sind, sondern erst allmählich und nachträglich da angesammelt werden, wo neue Vegetationspunkte entstehen. Besonders bei *Bryopsis* sind diese Stellen vorausbestimmt und schon zu erkennen, bevor embryonales Plasma sich allmählich dort zeigt. Auch sonst treten die Anfangsstadien adventiver Vegetationspunkte bei den Siphoneen an Orten auf, wo anfänglich noch strömendes somatisches Plasma vorhanden ist. Auch bei Außerdienststellung eines Vegetationspunktes sieht man die Ansammlung embryonalen Plasmas erst allmählich und nachträglich verschwinden. So ist nicht allzuseiten bei *Bryopsis*, auch bei *Derbesia*, zu beobachten, dass der Vegetationspunkt seine Tätigkeit aus unbekanntem Gründen einstellt und in der Nähe sich die Membran zu einem neuen Vegetationspunkt bereits vorzuwölben beginnt, während die Hauptmasse des embryonalen Plasmas noch unter dem eben erlöschenden Vegetationspunkt sich befindet. Der betreffende Vegetationspunkt wird also nicht deshalb unthätig, weil ihm das embryonale Plasma verloren geht, sondern das letztere geht erst sekundär verloren, nachdem der betreffende Punkt durch irgendwelche Eingriffe oder Verhältnisse seine akrogetische Tätigkeit eingestellt hat.

Es ist also ganz augenscheinlich die in morphogene Tätigkeit eintretende oder in dieser begriffene Hautschicht, welche die

---

1) Die Gestaltungsvorgänge sind ja ebenfalls bestimmte Bewegungserscheinungen der lebendigen Substanz, die man als „plastische Bewegungen“ solchen anderer Art gegenüberstellen kann. Bereits Hofmeister (Pflanzenzelle S. 125) hat Wachstums- und Gestaltungsvorgänge am Vegetationspunkt mit Plasmabewegungen verglichen wie sie den Myxomyceten-Plasmodien eigentümlich sind.

Ansammlung der dichten embryonalen Plasmamasse bewirkt und erhält, indem von ihr Reize auf das bei Adventivbildungen zunächst somatische Plasma ausgehen, die ihm den embryonalen Charakter aufprägen und seine Beweglichkeit dabei herabsetzen.

Es ist von Interesse, dass ganz ähnliche lokale Anhäufungen eines chlorophyllkörperfreien dichten Plasmas, wie sie normalerweise an Vegetationspunkten sich finden, auch unter anderen Verhältnissen hervorgerufen werden. Wird eine Siphonee in einem somatischen Teile ihres Vegetationskörpers verletzt, so folgt dem Zurückweichen des somatischen Plasmas, unmittelbar nach der Verwundung, alsbald ein Zuströmen und eine Ansammlung dichten körnigen Plasmas an der Wundstelle, wobei sich ähnliche Inversionsverhältnisse, das Zurückbleiben der Chlorophyllkörper, das Eintreten zahlreicher Kerne in die körnige Plasmamasse u. s. w. geltend machen wie an den normalen Vegetationspunkten und wobei die traumatische Plasmaansammlung, je nach Umständen, dauernd embryonalen Charakter beibehalten kann, oder nach Heilung der Wunde wieder zur normalen somatischen Beschaffenheit mit normalen Lagerungsverhältnissen zurückkehren kann. Wo am Orte der Verletzung ein neuer Vegetationspunkt entsteht, da findet die akute traumatische Plasmaansammlung so unmittelbar in der bleibenden akrogenetisch-embryonalen ihre Fortsetzung, dass ein Unterschied zwischen beiden nur künstlich und widernatürlich zu statuieren wäre. Die embryonale und die traumatische Plasmaansammlung sind genetisch und biologisch nahe verwandte Erscheinungen. Diese Verwandtschaft ist um so intimerer Natur, als nach den oben kurz auseinandergesetzten Vorstellungen über Formempfindung und Formreize der Organismen die traumatische und die akrogenetische Ergänzungsthätigkeit auch in gewisser verwandtschaftlicher Beziehung zueinander stehen. Bereits oben wurden die akrogenetisch sich ergänzenden Pflanzen als „offene“, unfertige Gestaltbildungen bezeichnet, die sich erst im Laufe des postfötalen Lebens allmählich ergänzen und zur geschlechtsreifen Form vervollständigen. Zu derselben Auffassung führt die morphästhetische, die fertige Gestalt als angestrebte Ruhelage annehmende Betrachtung: Der Vegetationspunkt einer Pflanze bedeutet hierbei eine noch bestehende Lücke in der Ausgestaltung der Pflanze — gleichsam wie die Scheitelzelle nach Sachs eine Lücke im Zellnetz darstellt. Diese natürlich gegebene organische Lücke ist aber doch als morphästhetischer Reizfaktor vergleichbar mit der in der Gestaltung traumatisch hergestellten Lücke. Wie an letzterer die Ergänzungsthätigkeit akut einsetzt und verläuft, so wird sie an den Vegetationspunkten im akrogenetischen Ergänzungsprozess stetig



unterhalten und weitergeführt. Bei diesen Berührungspunkten, wie sie die morphästhetische Betrachtungsweise für scheinbar heterogene Vorgänge erkennen lässt, ist die Heranziehung der gleichen Reaktionsmittel, nämlich invers gelagerter, dichter, körniger Plasmamassen an der Ergänzungsstelle, nicht mehr auffallend.

Der hier den akrogetischen Entwicklungsvorgängen gegenüber eingenommene Standpunkt stellt sie den Regenerationsvorgängen als eine besondere Form der Ergänzungsthätigkeit an die Seite. Die Ergänzungsthätigkeit verläuft bekanntlich je nach dem Ort, der Zeit, dem Organ, der spezifischen Veranlagung des Organismus und je nach anderen Komponenten ihres Bedingungskomplexes verschieden, so dass die kritisch-systematische Betrachtung der Ergänzungsvorgänge bereits eine eigene Nomenklatur zur Kennzeichnung der verschiedenartigen Wege derselben aufstellen musste. Nach dem, was oben über die Formreizbarkeit (S. 406) gesagt wurde, lässt sich die Verschiedenheit der erfolgenden Reaktionen bei verschiedenen Organismen und unter verschiedenen inneren und äußeren Bedingungen, verstehen, auch der Umstand, dass sie an bereits alten differenzierten Fragmenten in anderer Weise verlaufen muss als an jüngeren oder an Eizelle und Fötus (vergl. Göbel, Ueber Regeneration l. c. S. 487 und die zoologisch-anatomische Litteratur über Regenerationen, Regulationen, Reparationen, Heterogenese u. dergl.). Schon früher hatte ich betont (Ueber die Körperform als Ursache von formativen und Orientierungsreizen, Bonn 1900 l. c. S. 4), dass die ontogenetische Entwicklung unter dem Gesichtspunkte der Regeneration betrachtet werden könne; in seiner Einleitung in die theoretische Biologie, Berlin 1901, S. 353 ff. fasst auch Reinke, ebenso Morgan in seiner Regeneration 1902, die ontogenetischen Entwicklungsvorgänge als Regenerationen auf. Man könnte diese Auffassung als eine rein formale Wortspielerei beiseite schieben, da es sachlich doch auf dasselbe hinauskomme, ob man die beobachteten Veränderungen als Entwicklung oder als Regeneration bezeichnet. Aber abgesehen davon, dass es für unser Verständnis methodisch nicht ganz gleichgültig ist, ob wir die Eizelle zum Ausgangspunkt machen, wobei der Weg, den die Eizelle zum fertigen Organismus zurücklegt, sich als ein neu zu findender darstellt und als solcher erklärt zu werden verlangt, oder ob dieser Weg sich als ein im Laufe der Generationen millionenfach wiederholter Rückweg darstellt<sup>1)</sup>, ist es, wie oben (S. 409) erwähnt, sachlich gerechtfertigt, das Endstadium des Gestaltungsprozesses in die plastischen Bewegungsvorgänge der embryonalen Gewebe als regulativ, d. h. durch prospektive Kausalität wirkend, einzuführen. Damit ist die hochentwickelte Endform, und nicht wie früher das rudimentär organisierte Ei, als Norm für die Entwicklungsgeschichte gegeben<sup>2)</sup>; letztere wird thatsächlich zu einem Kapitel der Regenerationserscheinungen. In der Regeneration nach Verstümmelungen läge danach also nur ein mehr oder minder vollkommen erhalten gebliebener Rest der ontogenetischen Regenerationsfähigkeit vor, wobei das Ergebnis nicht immer in der Weise reguliert wird und garantiert ist, wie in der von einheitlicherem Ausgangspunkt ausgehenden, regelmäßig wiederholten und daher auch der selektiven Regulation mehr ausgesetzten Ontogenese selbst.

Wenn somit die embryonale Plasma-Ansammlung, gleich der traumatischen, nur eine Folge-Erscheinung und nicht, wie man das sonst annahm, das ursächliche, treibende Moment der morphogenen

1) Als Beleg dafür könnte darauf hingewiesen werden, dass man die Erklärung der Regenerationserscheinungen nicht mit so zahllosen Hypothesen zu erreichen suchte, wie man sie für die Erklärung der Entwicklung aus dem Ei aufzustellen für nötig hielt.

2) Vergl. u. a. auch Driesch l. c. und Rádl, Ueber die Bedeutung des Prinzips v. d. Korrelation etc. Biol. Centralbl. 21. Bd., 1901. S. 589.

Bethätigung ist, wenn die Initiative vielmehr in der durch Formreize morphogen aktivierten Hautschicht zu suchen ist, die dem mit ihr in Berührung stehenden Plasma den embryonalen Charakter erst aufprägt, dann erhebt sich die neue Frage, welche Bedeutung dem embryonalen Plasma in den Vegetationspunkten und anderwärts denn nun eigentlich zuzuschreiben ist? Wenn auch bezüglich der Physiologie des embryonalen Plasmas noch keine exakten Erfahrungen oder Untersuchungen vorliegen, so lässt sich doch aus bekannten Erscheinungen und Eigenschaften wenigstens annähernd das Gebiet angeben, auf dem seine Bedeutung für die Entwicklungsvorgänge wohl beruhen wird oder kann. Es ist bekannt und leicht festzustellen, dass das somatische Plasma, zumal das der chlorophyllführenden Zellen, in Bezug auf Nährstoffe vornehmlich produktiv bzw. liefernd tätig ist. Es verbraucht, und zwar fast ausschließlich zu seiner Erhaltung auf dem status quo ante, nur geringe Nahrungsmengen für sich. Der Ueberschuss der von außen aufgenommenen oder selbst produzierten (oder weiter zubereiteten) Nahrung wird, wie beispielsweise die Kohlehydrate, secerniert und abgegeben. Ganz anders das embryonale Plasma. Es produziert und liefert keine Nahrung, giebt aufgenommene nicht an andere Gewebe ab, sondern konsumiert lediglich, indem es seine Substanz — im Gegensatz zu dem sich nicht wesentlich vermehrenden, sondern oft sich verzehrenden somatischen Plasma — auf Kosten der konsumierten Nährstoffe entsprechend vermehrt<sup>1)</sup>. Das embryonale Plasma, das gleichsam auf dem somatischen schmarozt, repräsentiert das eigentliche Vermehrungsstadium der plasmatischen Substanz; die embryonalen Gewebe sind mit ihrem dichten, verhältnismäßig wasserarmen Plasma die eigentlichen Bildungsherde der Plasmamasse. Da bei der Akrogenese stets Plasma für die Neubildungen gebraucht und verbraucht wird, so ist der durch seine vorwiegende Konsumptionsfähigkeit und Vermehrungsthätigkeit ausgezeichnete embryonale Zustand (vgl. S. 325) dort ein unabweisbares Bedürfnis<sup>2)</sup>. Embryonales und somatisches Plasma sind zweierlei Zustände des Plasmas, denen u. a. verschiedene Fähigkeiten bezüglich der Ernährung und der Vermehrungsfähigkeit innewohnen. Das embryonale Plasma ist dadurch bei anhaltender Gewährung seiner

---

1) Wie die Uebergangsformen zwischen embryonalem und somatischem Plasma schon lehren, handelt es sich hier nicht etwa um stets scharf gezogene und durchgeführte Grenzen, sondern zum Teil nur um ein Ueberwiegen des einen oder des anderen Verhältnisses zur Nahrung und Selbstvermehrung. Dies ist für die Beurteilung derjenigen einfachen Formen, die keine räumliche Arbeitsteilung zwischen embryonalem und somatischem Gewebe zeigen (s. S. 326), zu berücksichtigen.

2) „Die Dauerprozesse müssen Hunger haben.“ (Roux, Selbstregulation, Arch. f. Entw.-Mech. 1902, Bd. XIII, S. 616, 617.)

Funktionsbedingungen in steter Neubildung begriffen wie ein ständig unterhaltenes Feuer; es befindet sich in einer Art Lebendthätigkeit, die in sich Altersveränderungen und Rückständigkeit ausschließt und es kann in der That in gewissem Sinne als unsterblich bezeichnet werden, was für Vegetationspunkte, die oft tausende von Jahren wachstumsthätig bleiben, von bedingender Bedeutung ist. Das Embryonalwerden somatischen Plasmas ist also ein Prozess, der letzteres den somatischen Altersveränderungen entzieht, der demnach wohl auch als eine Art physiologischer „Verjüngung“ bezeichnet werden kann.

In den Vegetationspunkten cellulärer Pflanzen müssen innerhalb der einzelnen Zellen sämtliche plasmatischen Organe in derartiger Vermehrungsthätigkeit begriffen sein, neben dem Cytoplasma also Kerne und Chromatophoren. Bei den Siphoneen ist dies nicht notwendig und in der That sieht man die Chloroplasten hier nicht auf die Vermehrung im embryonalen Plasma angewiesen<sup>1)</sup>; sie dringen, wie erwähnt, gar nicht in dasselbe vor, teilen sich im somatischen Plasma und werden durch die Plasmaströme hinter der Spitze her nachgeschoben. Ihre Anwesenheit an der hinteren Fläche der embryonalen Kappe beweist und bestätigt andererseits also noch einmal die oben beschriebenen, in die Kappe vordringenden somatischen Plasmaströme<sup>2)</sup>. Wären letztere nicht vorhanden, dann müsste, besonders bei energischer Akrogenese, d. h. starkem Zuwachs, der

---

1) In allen cellulären Pflanzen enthalten auch die jüngsten Zellen des Vegetationspunktes, zumal auch die Scheitelzelle, Chloroplasten oder, wie zumal bei höheren Pflanzen, Leukoplasten, die A. F. W. Schimper (Untersuchungen über d. Chlorphyllkörper und homologe Gebilde. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 25) phylogenetisch von echten Chloroplasten ableitet und als „Degradationsformen“ der letzteren bezeichnet. Wie hier die Chloroplasten im embryonalen Gewebe Degradationserscheinungen zeigen, so kann auch die ganze Sexualzelle als ein, zur Ermöglichung sexueller Vermischung degradiertes Individuum aufgefasst werden.

2) In nichtcellulären Pflanzen muss die Stoffleitung und Stoffspeicherung in anderer Weise bewirkt werden als in cellulären Gewächsen, wo durch die mit Hautschichten umhüllten Kammern Etappen der Wanderung und Speicherung auf dem Wege nach den Verbrauchsorten gegeben sind. Diese Art Stufenleiter polar funktionierender Etappen für die Stoffbewegung geht den Nichtcellulären, mit nur einer Hautschicht und einer Vakuolenwand, deren beider Bedeutung für den Stoffwechsel Pfeffer bekanntlich nachgewiesen hat, ab. Die Stoffzu- und -Abfuhr wird hier im Sinne de Vries' (vgl. besonders Janse, Die Bewegungen des Protoplasmas von *Caulerpa prolifera*. Jahrb. f. wiss. Bot. 1889, Bd. 21, Heft 2) durch bestimmte gerichtete Plasmaströmungen vermittelt. Behufs Stoffzufuhr zu der embryonalen Plasmamasse in der Spitze müssen sich also, auch aus diesem Grunde, Ströme somatischen Plasmas dorthin ergießen. Eine Zufuhr der Stoffe scheint dort, nahe der Spitze, selbst nach dem Zellsafte hin zu erfolgen, denn man sieht die prächtig blau fluoreszierenden Reserveproteinstoffe des Zellsaftes (Die geformten Proteine im Zellsafte von *Derbesia*, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1899, Bd. XVII, S. 303) vornehmlich unter dem Scheitel, trotz des Verbrauchs dort, angehäuft.



hier auf die eigentliche Spitze so gut wie beschränkt ist, hinter der embryonalen Kappe eine mehr oder minder große chlorophyllfreie Zone vorhanden sein, in der sich nur die Abkömmlinge der embryonalen Masse, Plasma und Kerne, befinden könnten; auf keinen Fall könnten sich dann aber Chloroplasten auf der hinteren Fläche der embryonalen Kappe selbst vorfinden.

Dass die Bedeutung des ausgesprochen embryonalen Zustandes des Körnerplasmas vornehmlich auf der intensiven Vermehrung und damit auf der raschen Lieferung des plasmatischen Baumaterials für die Neubildungen beruht, nicht aber in der Beherrschung und Leitung der eigentlichen morphogenen Thätigkeit selbst, geht meines Erachtens auch aus der Thatsache als sehr wahrscheinlich hervor, dass keineswegs in allen akrogenetisch thätigen Scheiteln sich derartige Ansammlungen vorfinden. Bei langsam wachsenden Siphoneen, bei denen es nicht auf eine intensive Vermehrung des Plasmas am Scheitel abgesehen ist, so beispielsweise bei den *Valonien*, aber auch bei vielen Pflanzenhaaren, fehlt eine derartige Kappe dichten embryonalen Plasmas am Vegetationsscheitel gänzlich oder fast gänzlich, während sie dort am stärksten vertreten ist, wo es beim Wachsen gleichzeitig auf eine starke Plasmavermehrung und -Lieferung für die neu entstehenden Teile ankommt. Dementsprechend sind auch in plasmaarmen Siphoneen die embryonalen Plasmakappen dünner und beweglicher als in plasmareichen Pflänzchen gut beleuchteter Standorte. Wäre die Anhäufung dichten embryonalen Plasmas von prinzipieller morphogener Bedeutung, dann dürfte sie auch am Vegetationsscheitel einer *Valonia* nicht fehlen oder doch nicht auf ein Minimum reduziert sein, wie es dem geringen Vermehrungsbedürfnis in diesem Falle aber entspricht.

Es ließe sich aber noch ein weiteres Moment für die hier — in Ermangelung exakterer Erfahrungen — als wahrscheinlich hervorgehobene Bedeutung des embryonalen Plasmas anführen. Es wurde weiter oben darauf hingewiesen, dass das in embryonalem, d. h. dichtem, wasserärmerem, körnigem Zustande befindliche Plasma befähigt sei auf den somatischen Teilen, die durch ihren Zustand vom Wettbewerb um den Nahrungsüberschuss ausgeschlossen sind, zu schmarotzen<sup>1)</sup>. Man müsste deshalb erwarten, dass, falls der hier vermutete Zusammenhang zutrifft, bei den auf parasitische Ernährung angewiesenen Pflanzen das Plasma, zumal das der Haustorien, in einem ähnlichen Zustande gegenüber dem somatischen

1) Besonders deutlich wird dieses Verhältnis, wenn ältere somatische Teile von den Gipfelteilen, bei spärlich fließender Nährstoffquelle, geradezu bis zum Absterben ausgesogen werden, wie das z. B. bei *Cuscuta*-Keimlingen und anderen im Hungerstadium befindlichen Pflanzen oder auch normaler Weise, bei der vegetativen Vermehrung anderer, vorkommt.

Gewebe des Wirts sich befinden müsse, da es mit den, allerdings entfernteren, embryonalen Geweben des Wirtes in Wettbewerb zu treten hat. In der That zeigen die in voller Nahrungsaufnahme begriffenen Haustorien, solange es auf Vermehrung ihres Plasmas, nicht auf bloße Leitungsfunktionen, wie später, ankommt, sowohl bei Phanerogamen als bei Kryptogamen, in den parenchymatischen Zellen eine entsprechende Beschaffenheit ihres plasmatischen Inhalts mehr oder weniger deutlich ausgeprägt<sup>1)</sup>. Hier findet sich fast durchgängig ein dichtes, lichtbrechendes, körniges Plasma von etwa ähnlicher Beschaffenheit wie das embryonale, auch dort, wo die Haustorialzellen bereits große Vakuolen enthalten also längst über das eigene embryonale Stadium hinaus sind. Auch die kryptogamischen Parasiten werden vornehmlich kraft der embryonalartigen Beschaffenheit ihres Plasmas auf ihren Wirten schmarnetzen und es kann hiermit recht wohl zusammenhängen, dass die embryonalen Gewebe des Wirtes, die doch die ergiebigsten Nährstoffquellen für die Parasiten abgeben würden, von letzteren so gut wie ganz verschont bleiben. Das embryonale Gewebe hat durch seine rein egoistische Ernährungsthätigkeit eben selbst eine Konsumtionskraft, der gegenüber der Parasit, wenn nicht ohnmächtig, so doch viel weniger überlegen ist als gegenüber dem altruistisch ernährungsthätigen somatischen Plasma.

Es sind bei den Parasiten offenbar zwei biologische Typen insofern zu unterscheiden, als die einen mit bzw. in ihrem Wirte weiterwachsen und neue, noch unausgenutzte Teile befallen wie u. a. die *Cuscuta*-Arten. Andere siedeln sich nur lokal an, wie die *Orobanchen*, *Plasmodiophora* u. a., und sind darauf angewiesen, dass ihnen der Wirt selbst die erforderlichen Nährstoffe zuführt. Es hat den Anschein, als ob diese Parasiten über das Geheimnis verfügten, ähnlich der morphogen thätigen Hautschicht, dem somatischen Plasma, das mit ihnen in Berührung kommt, embryonalen Charakter aufzuprägen.

Indem die infizierten Wirtszellen unter ihrem Einfluss zum Teil mit embryonal werden, füllen sich dieselben mit Plasma reichlich an, ziehen Nährstoffe aus den somatischen Teilen herbei, vermehren sich, indem sie auf Kosten der letzteren zu geschwulstartigen Wucherungen (Gallen) hypertrophieren, um dann schließlich dem Parasiten, der die Schwächung und Tötung durch verschiedene Gifte in der Hand hat, zum Opfer zu fallen. Das be-

---

1) Man vergleiche dazu u. a. die Abbildungen von G. Peirce: On the Structure of the Haustoria of some Phanerogamic Parasites. Ann. of Botany Vol. VII, Nr. XXVII 1893, Pl. XIII, XIV, XV. Peirce: A contribution to the Physiology of the Genus *Cuscuta* Ebda Vol. VIII, 1894, Pl. VIII. und L. Koch, Zur Entwicklungsgeschichte der Rhinanthaceen, Jahrb. f. wiss. Bot., XX. Bd., 1888, Taf. I.

fallene Organ wird auf Kosten der anderen Teile des Wirts dadurch gleichsam zur Mast veranlasst, bevor es vom Parasiten verzehrt wird. Auch bei dem *Cuscuta*-Typus scheinen derartige Einflüsse auf das Wirtsplasma, wenigstens unter gewissen Umständen, nebenher zu gehen. — Es ist mit dem embryonalen Zustande der Wirtszellen hier sicher nicht auf eine morphogene Thätigkeit, sondern ganz speziell auf eine plasmatische Substanzvermehrung abgesehen.

Auch tierische Parasiten, wie beispielsweise Wurzel-Aelchen, besitzen jene Fähigkeit das somatische Plasma der befallenen Organe mehr oder weniger zu „embryonalisieren“ und es dadurch zu einer bis zur Hypertrophie getriebenen Selbsternährung und Selbstvermehrung vor der schließlichen Aufzehrung zu veranlassen. Es könnte hier auch an die Carcinome, die Krebsgeschwüre, erinnert werden, deren „embryonaler“ Charakter ja oft genug hervorgehoben wurde und geradezu zu der Hypothese Anlass gegeben hat, es könne sich dabei um zurückgebliebene, erst später aktivierte Herde embryonalen Gewebes handeln, eine Möglichkeit, die durch den malignen, durchaus nicht embryogenetischen Charakter des Carcinoms und seinen Zerfall wohl völlig ausgeschlossen ist und nur in Betracht gezogen werden konnte, weil man eine im Dienste der Embryogenese stehende ernährungsphysiologische Nebenerscheinung mit jener in einen zu direkten kausalen Zusammenhang brachte.

In der offenbaren Konsumptions- und Vermehrungsthätigkeit des Embryonalplasmas, des weiteren in den traumatischen Plasmaanhäufungen, in dem Fehlen bezw. der schwachen Ausbildung der embryonalen Plasmakappen an den Vegetationsscheiteln von *Valonien*, gewissen Trichomen und anderen Pflanzenteilen, die keine intensive Plasmavermehrung verlangen, in dem oben (S. 328) schon betonten „embryonalen“ Charakter des durchaus nicht morphogen bezw. embryogen thätigen, bloß absterbende Korksichten liefernden Kork-Kambiums, in dem embryonalen Charakter des Plasmas vieler Parasiten (Pilze, Bakterien) und in der Fähigkeit anderer das somatische Plasma gleich der morphogen thätigen Hautschicht zu ernährungsphysiologischen Zwecken zu „embryonalisieren“, ist eine Reihe gleichsinniger Hinweise gegeben, die auch trotz des Fehlens spezieller experimenteller Forschungen die Annahme nahelegen, dass der ausgesprochene sogenannte „embryonale“ Zustand des Plasmas mit der Embryogenese nur so viel zu thun hat, als er für die intensive Vermehrung der Plasmamasse und die Lieferung der erforderlichen lebendigen Substanz für die Neubildungen sorgt. Tritt er doch unabhängig von der Embryogenese ein, wenn es sich bei ganz anderen Gelegenheiten ebenfalls um Plasmavermehrung handelt und fehlt er doch auch in der Akrogenese selbst mehr oder weniger, wenn die intensive Vermehrung dabei entbehrlich



ist! Andererseits deutete auch die oben erwähnte nachträgliche Heranziehung oder Bildung dieses „embryonalen“ Plasmas und seine mögliche Wanderung unter den morphogenen Bildungsstätten her auf seine untergeordnete Bedeutung für die morphogenen Prozesse bereits in bemerkenswerter Weise hin.

Das Ergebnis aus allen diesen Beobachtungen und Betrachtungen muss also lauten: Der Sitz der morphogenen Thätigkeit, der Gestaltungsdominanten, ist lediglich die Hautschicht des embryonalen Organs. Die unter ihr angesammelte und durch von ihr ausgehende Reize in embryonalem Zustande erhaltene Plasmamasse vermittelt vornehmlich die Lieferung des plastischen Materials durch seine intensive Konsumptions- und Vermehrungsthätigkeit; sie ist der Sitz der eigenartigen Ernährungs- und Vermehrungsdominanten. Wollte man einen Vergleich aus dem täglichen Leben heranziehen so könnte man also sagen: Die Hautschicht ist der eigentliche Baumeister und Bauleiter des morphologischen Aufbaus; die embryonale Plasmamasse vermittelt dabei nur die Zubereitung und Lieferung des geeigneten Materials. Damit ist ihre Bedeutung ebenso sehr gewürdigt als auch andererseits eingeschränkt.

Da der „embryonale“ Charakter des Plasmas, wie gezeigt wurde, auch an Orten und bei Gelegenheiten auftritt, wo es sich durchaus nicht um embryogene Thätigkeit handelt, andererseits aber selbst in der Embryogenese (bezw. Akrogenese) fehlen kann, so wird es sich für die Folge empfehlen, seine physiologische Bedeutung für die spezifische Ernährung (Assimilation im weiteren, tierphysiologischen Sinne) und Selbstvermehrung, auch durch eine weniger irreleitende Bezeichnung zu charakterisieren. Es soll deshalb als Plasma in idiotrophem, auxetischem Zustand oder als Auxanoplasma bezeichnet werden. Im Gegensatz dazu soll dann das somatische Plasma (zumal dieser Name nach der Ueberwindung der Hypothese von der Kontinuität der embryonalen Substanz überhaupt wenig Sinn mehr hat), welches die Arbeit der mittelbaren Nährstoff-Aufnahme, Zubereitung und Lieferung zu leisten hat, als allotropes oder ergastisch thätiges Plasma (als Ergasto- oder Ergatoplasma) bezeichnet werden. Die Hautschicht ist allein derjenige Teil, der den Namen des eigentlich embryonalen oder morphotischen Plasmas verdient.

Wenn in den beobachteten plasmaarmen Siphoneen das embryonale Plasma langsam aus dem Vegetationsscheitel abfloss, so gewann es auch in demselben Maße den ergastischen Zustand wieder, um weiterströmend gegebenenfalls unter einem anderen Vegetationspunkt, vielleicht dem eines Rhizoids oder Stolonen, wieder auxetische Beschaffenheit anzunehmen. Auch in cellulären Gewächsen nimmt das auxetische Plasma in dem Maße ergastischen Charakter an als es von dem Vegetationsscheitel sich entfernt. Die Frage, ob

dieses Ergastischwerden, wenn es einmal begonnen, aus inneren Gründen weiter fortschreitet, oder ob es auch hier, wie bei jenen Siphoneen, lediglich von der Position in dem Gesamtorganismus, von der Nähe oder der Entfernung morphogen thätiger Hautschicht abhängt, ist auch hier, wenn auch auf anderem Wege, zu entscheiden möglich. Dass das auxetische Plasma nicht die Notwendigkeit der Spezialisierung und Verwandlung in den ergastischen Zustand a priori in sich trägt wurde bereits hervorgehoben und lehrt das Auxetischbleiben des Scheitels selbst zur Genüge. Das vom Scheitel fortrückende ergastisch werdende Plasma wird aber auch bei cellulären Pflanzen früher oder später wieder auxetisch, sobald es in eine entsprechende Position<sup>1)</sup> im Individuum einrückt, also beispielsweise an eine Stelle, wo normalerweise ein seitlicher Vegetationspunkt sich ausbildet, oder adventive Bildungen entstehen. Es bleibt dort dann genau so lange auxetisch als die Akrogenese es verlangt und bewirkt, — also so lange als die morphogene Thätigkeit anhält, oder zeitweise im Ruhezustand befindlich, in Reserve bleibt<sup>2)</sup>. Wird die Akrogenese, wie bei Stammdornen, mit der begrenzten Weiterentwicklung eingestellt, so verliert auch das „embryonale“ Plasma seine Konsumptions- und Vermehrungsfähigkeit, damit aber auch seine ewige Jugend und Unsterblichkeit, und geht in absterbendes Dauergewebe über. Wirkt man aber korrelativ darauf ein, dass das begrenzte Wachsthum des Dorns in das unbegrenzte eines beblätterten Laubsprosses übergeht, dann bleibt mit der veränderten Entwicklungstendenz sein Vegetationspunkt unbegrenzt embryonal. Das zeigt, dass auch bei den Pflanzen mit cellulärem Bau das auxetische Plasma nicht aus eigener Macht im auxetischen Zustande verharret, sondern dass dieser abhängig ist von einer höheren Instanz, den (in der Morphästhesie gegebenen) Gestaltungsgesetzen des Pflanzenkörpers, deren Dominanten, wie aus der Beobachtung der Siphoneen unzweideutig hervorgeht, in der Hautschicht ihren Sitz haben.

---

1) Die zeitweise oder für immer zu Unthätigkeit verurteilten embryonalen Gewebe und Zellen (schlafende Augen, Pollen- und Eizellen, Embryonen, Sporen) erinnern daran, dass das Funktionieren nicht allein von einer geeigneten Organisation, sondern von mannichfaltigen inneren und äußeren Komponenten des zugehörigen Bedingungskomplexes abhängt; wie die chlorophyllhaltige Zelle nur unter gewissen Voraussetzungen zu assimilieren vermag, so muss das auxetische Plasma nicht unter allen Umständen durch Nahrungskonsum sich vermehren.

2) Für die Bedeutung des morphologischen Ortes für die Regenerations- und Gestaltungsvorgänge haben auf botanischer Seite vornehmlich Vöchting, Göbel und Reinke interessante Belege aufgefunden, (vgl. auch Driesch, Lokalisationsproblem und dort zitierte Litteratur. Roux, Ueber die Selbstregulation der Lebewesen, Arch. f. Entw.-Mechanik 1902, XIII. Bd., S. 625. O. Hertwig, Zelle und Gewebe II, S. 253).

Wenn man so oft sagen hört, die embryonale Substanz sei unsterblich, so ist das also nicht völlig zutreffend. Das eigentlich Unsterbliche ist der nimmer ganz erlöschende, höchstens rhythmisch in seiner Intensität oder Oertlichkeit wechselnde Gestaltungstrieb, oder wenn man dieses Wort wegen seiner Vergangenheit, d. h. seinen Beziehungen zur „Lebenskraft“ vermeiden will, — die nimmer erlöschende morphogene Thätigkeit der Organismen<sup>1)</sup>. Das auxetische Plasma steht nur zeitweise, Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte oder, wie in den *Sequoien*, Jahrtausende lang im Dienste dieses Unvergänglichen.

Das Fortgleiten der in auxetischen Zustand versetzten Plasmamasse unter dem Scheitel der Siphoneen her beweist andererseits, dass dieselbe nicht der Träger besonderer initiativer formbildender Stoffe sein kann. Lehren, wie die Sachs'sche über Stoff und Form<sup>2)</sup>, und andere ähnliche Vorstellungen, sind damit ganz unvereinbar; denn dieselbe auxetische Plasmamasse, die eben in dem Stammscheitel ihren Dienst verrichtete, kann bald darauf einen Wurzelscheitel füllen. Diese Plasmamasse muss also im strengsten Sinne des Wortes äquipotentiell bleiben, sie kann an sich in keiner Weise spezifisch determiniert sein<sup>3)</sup>. Spezifisch determiniert sein kann nur der stabile, am Bildungsherde permanent verharrende Teil des Plasmas, also die Hautschicht. Deren Determinierung kann stabilisiert oder mehr oder weniger labil sein, also entweder überhaupt nicht umstimmbare oder mehr oder weniger leicht umstimmbare, wie es speziell für Bryopsis zutrifft, wo der Stammscheitel invers gestellter bzw. invers beleuchteter Pflänzchen sich unter Umständen in einen Wurzelscheitel umwandeln kann, der aber auch seine Determination als Stammscheitel beibehaltend, sich

---

1) Blumenbach's „Nisus formativus“, Johannes Müller's „Bildungskraft“ sind keineswegs sachlich überwundene Begriffe, sondern durch den historischen Beigeschmack anderer Grundanschauungen nur unmodern gewordene Ausdrücke, die durch Bezeichnungen wie „innere Gestaltungsursachen“, „morphogene Thätigkeit“ oder „prospektive Potenz“ nur eine andere wissenschaftliche Prägung erhalten haben. — Es ließe sich vorstellen, dass dieser, für unsere Zeitbegriffe unvergängliche Gestaltungstrieb einer Spezies, da er als physiologische Funktion einen Bedingungs-komplex besitzt, unter gewissen äußeren oder inneren Einwirkungen, oder nach gewissen Zeiträumen, aus Altersschwäche, schließlich zum Erlöschen kommt. Dann stände die Art als solche auf dem Aussterbe-Etat. Es bedarf also keineswegs notwendig erdgeschichtlicher klimatischer oder sonstiger ökologischer Umwälzungen, um das Verschwinden ganzer Arten, Gattungen oder Verwandtschaftskreise von der Bühne des Lebens zu erklären.

2) die in Vorstellungen Duhamels (*Physique des arbes* II, S. 121) und H. v. Mohls (*Linnaea* 1837, XI. Bd., S. 847) ihre Vorläufer hat.

3) Dasselbe geht übrigens auch aus den ontogenetischen Experimenten von Roux, Driesch u. a. mit Bruchteilen der Keimsubstanz, und zumal aus den „Verlagerungs“-Versuchen, für tierische Objekte hervor.



wieder heliotropisch aufzurichten vermag<sup>1)</sup>). Auch die morphogen thätige Hautschicht kann demnach als bedingungsweise äquipotentiell angesehen werden, sofern nämlich ihre Umstimmung, die immer eine gewisse Zeit beansprucht, gelingt. Soweit sie nicht gelingt wird man auch von ihrer Aequipotenz nicht reden dürfen<sup>2)</sup>).

Die Aequipotenz des auxetischen Plasmas ist eine Thatsache, zu deren Feststellung es des Studiums der Siphoneen nicht erst bedarf, wenn sie auch ganz besonders augenfällig hier in die Erscheinung tritt. Besonders Göbel und Pfeffer<sup>3)</sup> betonen den äquipotentiellen Charakter der Urmeristeme, indem sie auf bestimmte Beispiele der Umwandlungsfähigkeit und der Uebergänge zwischen Stamm-, Blatt- und Wurzelvegetationspunkten hinweisen.

Natürlich ist auch hier die Umstimmungsfähigkeit des morphogenetisch ausschlaggebenden Faktors, der Hautschicht, Bedingung für die Wandelbarkeit des Vegetationspunktes, während man das auxetische Füllplasma, samt Kernen und anderem Inhalt, nach den mitgetheilten Erfahrungen wohl a priori als äquipotentiell ansprechen darf.

Es wird aufgefallen sein, dass bis jetzt noch nicht von den Kernen die Rede war, denen man doch im allgemeinen eine so große Rolle für die Entwicklungsvorgänge und deren erbliche Spezifität, also vor allem in den embryonalen Geweben der Neubildungsherde, zuzuteilen auf Grund vielfacher Erfahrungen geneigt ist. Die Beweglichkeit und das Fortgleiten der Kerne unter dem akrogenetisch thätigen Stammscheitel der Siphoneen lehrt da nun eins mit Nachdruck, dass nämlich alle die Vorstellungen, die man mit der permanenten Anwesenheit zahlreicher Kerne am Vegetationsscheitel der Cellulären verknüpft hat, keinen Anspruch auf allgemeine Giltigkeit erheben können. Dies trifft auch für alle jene Spekulationen zu, die aus der bestimmten Orientierung der Zellkerne zu den Neubildungsorten abgeleitet wurden, so die von Haberlandt s. Zt. im Anschluss an die Nägeli'sche Idioplasmahypothese betonte Notwendigkeit, dass der Kern stets in größerer oder geringerer Nähe jener Stelle zu finden sein müsse, wo spezifische Wachstumsvorgänge einzuleiten sind<sup>4)</sup>. Die von Haberlandt

1) Vgl. Ueber die Umkehrversuche mit *Bryopsis* l. c.

2) Ueber Beeinflussung durch ältere Teile, vgl. das oben S. 407 bemerkte.

3) Göbel l. c. S. 486 ff., Pfeffer l. c. S. 165, 166 ff.

4) G. Haberlandt, Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen, Jena, G. Fischer 1887, S. 13, 14. Vgl. auch Korschelt's Referat über vorstehendes Werk, nebst dessen eigenen Mitteilungen aus der tierischen Histologie. Biol. Centralblatt 1889, 8. Bd., S. 110.

so häufig beobachtete, von Tangl<sup>1)</sup> und Nestler<sup>2)</sup> auch bei traumatischen Umlagerungen der Protoblasten beschriebene Orientierung des Kerns hat sicher eine besondere Bedeutung. Die Wanderung der in den Plasmaströmen treibenden Kerne unter dem Vegetationsscheitel der Siphoneen deutet aber doch darauf hin, dass ihnen, wenigstens hier, keine Aufgabe in dem von Haberlandt angenommenen Sinne zufallen kann. Auch Pfeffer hebt hervor<sup>3)</sup>, dass „der Zellkern durchaus nicht immer denjenigen Orten genähert ist, an welchen ein besonders lebhaftes Hautwachstum stattfindet, und thatsächlich genüge (nach Townsend Jahrb. f. wiss. Bot. 1897, Bd. 30, S. 484) die Verbindung durch einen sehr dünnen Plasmafaden, um die nötige Wechselwirkung mit dem Kerne herzustellen“.

An passend fixierten und tingierten Versuchsobjekten von *Bryopsis* scheint die Zahl der Kerne auch in den wandernden embryonalen Kappen eine verhältnismäßig große zu sein. Zählungen und Messungen, welche die Dicke der embryonalen Schicht im Vergleich zu derjenigen der somatischen Plasmaschicht berücksichtigen, ließen aber erkennen, dass eine irgendwie ermöglichte relativ größere Anzahl von Kernen in der Embryonalkappe nicht festzustellen ist. Dass bei einer 6—8fachen Mächtigkeit der wandständigen Schicht am Scheitel und bei dem Umstande, dass sich dort die Kerne bei seitlicher Betrachtung in tangentialer Richtung nebeneinander projizieren, die Kerne in der embryonalen Kappe scheinbar relativ viel zahlreicher sind, lässt sich ohne weiteres verstehen, aber es bedarf erst zahlreicher sorgfältiger Zählungen und Messungen, damit die Täuschung als solche erkannt wird. Auf demselben Wege ist auch nur festzustellen, dass in bewegten Auxanoplasmakappen die Zahl der Kernteilungen prozentisch auch etwa dieselbe bleibt, wie in den ergastischen Partien, was bei der Dauer der Teilungsvorgänge im Verhältnis zur Geschwindigkeit der Plasmabewegungen nicht anders zu erwarten war. In dicken auxetischen Kappen und Propfen, in denen die Bewegung, besonders nahe der Spitze, eine nur sehr träge ist, treten Kernteilungsfiguren aber augenscheinlich weit häufiger auf als in den ergastischen Partien, ein Zeichen, dass in solchen auxetischen Plasmamassen nicht nur das Cytoplasma, sondern auch die Kerne intensiv idiotroph und auxetisch thätig sind<sup>4)</sup>.

1) Tangl, Sitzber. Wiener Akademie XC. Bd. I. Abt., Juniheft 1884.

2) Nestler, Ueber die durch Wundreiz bewirkten Bewegungserscheinungen des Zellkerns etc. Sitzber. Akad., Wien CVII, I. Abt., 1898, S. 708.

3) Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., 2. Teil, S. 38.

4) Die von Sachs (Flora 1862, S. 290 und 297) histochemisch angewandte Biuretreaktion zeigte die Meristeme durchdrängt von gelösten Proteinstoffen (Albuminen, Globulinen, Pepton?), die bei dem Uebergang in die somatischen Partien mehr und mehr schwinden.

Man hat auch die große Zahl der auf kleinem Raume in den Urmeristemen zusammengedrängten Zellkerne und das dadurch bedingte relative Vorherrschen ihrer Masse als ein Zeichen ihrer besonderen Beziehungen zu den morphogenen Vorgängen hervorgehoben. Es ist das eine, zumal in den Vegetationspunkten der Phanerogamen recht auffallende Erscheinung, deren Bedeutung in dem angegebenen Sinne aber doch recht fragwürdig erscheint, wenn man Kryptogamen mit großen, nur einkernigen Scheitelzellen daneben hält und sich weiterhin daran erinnert, dass ebenso in der einkernigen Eizelle die Kernmasse im Verhältnis zum Ganzen sehr bescheiden zurückbleibt. Angesichts dieser Thatsachen wird man für die in phanerogamen Urmeristemen vorwaltenden Zahl- und Masseverhältnisse der Kerne nach einem anderen, einleuchtenderen Zusammenhang suchen müssen, der beispielsweise schon darin gefunden werden kann, dass die Vermehrung, d. h. die Teilung, der Kerne einen bei weitem umständlicheren Prozess verlangt als die Vermehrung des Cytoplasmas mit den Leukoplasten, dass demnach — wie in sich teilenden Zellen allgemein — die Kernteilung und -Vermehrung früher, d. h. auf die basipetal fortschreitende Differenzierung übertragen, weiter oben am Scheitel beginnt als die der übrigen Zellorgane. Damit hängt aber auch wieder die relative Größe der Zellkerne gegenüber der Zellgröße zusammen, die noch dadurch gehoben wird, dass im Cytoplasma sonst noch alle ergastische Differenzierung, zumal die Vakuolenbildung, fehlt und die Chromatophoren, noch rudimentär und in geringer Anzahl, als Leukoplasten auf den kleinsten Raum beschränkt sind. Dass die absolute Größe der Zellkerne am Vegetationsscheitel der Meristeme keine maximale ist, geht aus den zahlreichen Messungen von Fr. Schwarz hervor, der feststellen konnte<sup>1)</sup>, dass die Größe der Kerne erst in einiger Entfernung von den Vegetationspunkten ihr Maximum erreicht. So sieht man, dass sich die Zahl-, Masse- und Größeverhältnisse der Kerne am Pflanzenscheitel durch die verschiedenen Bedürfnisse der Kernvermehrung und des Kernwachstums gegenüber der einfacher verlaufenden Plasmavermehrung verstehen und erklären lassen und dass, zusammengehalten mit einkernigen großen Scheitel- und Eizellen eine sonstige besondere Beziehung zu den morphogenen Vorgängen sich aus diesen Verhältnissen wohl kaum herleiten lassen dürfte<sup>2)</sup>.

1) Fr. Schwarz, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. V. Bd. 1 Heft 1887. S. 80 und Fr. Schwarz, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des pflanzlichen Zellkerns nach der Teilung. Ebenda IV. Bd. Heft 1. 1884 S. 81.

2) Dass eine größere Zahl, bezw. eine relativ größere Kernmasse, eine relativ größere Intensität der Wechselbeziehungen zwischen Kern- und Plasmasubstanz



Damit ist natürlich keineswegs gesagt, dass die Rolle der Zellkerne in embryonalen Geweben überhaupt eine nebensächliche sei. Es wurde oben bereits auf die sehr bemerkenswerte Thatsache hingewiesen, dass im Gegensatz zu den Leukoplasten und anderen reduzierten, bezw. rudimentären Formen plasmatischer Inhaltsbestandteile die Kerne im embryonalen Gewebe niemals in rudimentärer Organisation, als „Degradationsform“ im Sinne Schimpers, sich vorfinden, sondern in den jüngsten Teilen bereits ihre volle, fertige Organisation und dabei auch wohl ihre volle Funktionsfähigkeit besitzen. Deutet dieser Umstand schon auf eine hervorragende Beteiligung an den in dem embryonalen Gewebe sich abspielenden Vorgängen hin, so geht außerdem aus einer großen Reihe gewichtigster Thatsachen und Erscheinungen die außerordentliche Beteiligung der Kerne<sup>1)</sup> nicht nur an verschiedenartigen Spezialfunktionen der Zelle, sondern auch für die Qualität der Vererbungsmerkmale, also auch für die Gestaltung der Organismen, auf das Evidenteste hervor und zwar in einer Weise, dass sie lange Zeit überschätzt und als allein maßgebend angesehen werden konnte. Im Lichte dieser Ueberzeugung hat man denn auch die oben erwähnten, hier anders gedeuteten Verhältnisse in den Meristemen morphogenetisch als zu sehr maßgebend betrachtet. Von der einseitigen Ueberschätzung des Kerns gegenüber der Zelle als Ganzem ist man wohl allgemein jetzt zurückgekommen, ja es machen sich, im Rückschlag dagegen, schon mehrfach Zeichen einer ebenso einseitigen Unterschätzung der Bedeutung der Zellkerne bemerkbar. Die Wahrheit wird wohl in der Mitte liegen, in einer innigen Wechselwirkung und Ergänzung von Kern und Cytoplasma, wobei dem, wenigstens in seinen sichtbaren Strukturen höher organisierten Kern wohl eine tonangebende Rolle zufällt. Er wird, wie beispielsweise die Membranbildungsprozesse, so auch andere Fähigkeiten und Eigenschaften des Plasmas direkt oder indirekt und zwar, wie das für die Membranbildung nachgewiesen werden konnte, auf größere Entfernungen hin, und auch wohl selbst durch zarte Plasmastränge hindurch, maßgebend beeinflussen können. Auf dem Wege mittelbarer Beeinflussung der Qualitäten der Hautschicht wird ihm also eine spezifisch ausschlaggebende Einwirkung auf die erblichen Gestaltungsvorgänge vollkommen ge-

bedingen muss als gleicherweise befähigte Kerne in geringerer Zahl und Masse, ist wohl selbstverständlich; zudem hat O. Hertwig (Die Zelle und die Gewebe) mehrfach auf diesen Parallelismus bei den Teilungsvorgängen tierischer Eier hingewiesen.

1) Vgl. neben den botanischen Untersuchungen von G. Klebs, Gerasimoff u. a. die auf tierische Objekte bezüglichen Angaben von Th. Boveri (Ueber mehrpolige Mitosen etc. Verh. Med. Phys. Ges. Würzburg Bd. 35) und Marcella Boveri (Ueber Mitosen bei einseitiger Chromosomenbildung. Jenaische Zeitschrift f. Naturw. 37 Bd. 1903 S. 401).

sichert sein, derart, dass die bei den Siphoneen gewonnenen Ergebnisse über die unmittelbare Rolle der Hautschicht sich vollkommen vereinigen lassen mit der aus anderen Thatsachen abzuleitenden hervorragenden mittelbaren Bedeutung der Zellkerne.

Die Ausblicke, welche die Beobachtung und Betrachtung der Verhältnisse am Vegetationsscheitel der Siphoneen eröffnen, die Schlussfolgerungen, die sich an dieselben knüpfen lassen, sind hiermit noch nicht erschöpft und können hier nicht erschöpft werden; sie ergeben sich für die jeweils in Betracht kommenden Verhältnisse sozusagen von selbst. Nur auf einen Punkt, auf eine Hypothese, die zu der Kernfrage in gewisser engerer Beziehung steht und als höchstentwickelter Typ einer ganzen Gruppe hypothetischer Vorstellungen gelten kann, mag hier noch kurz eingegangen sein, nämlich auf die Vorstellung der allmählichen und getrennten Evolution der im Kern materiell bzw. individualisiert vorgestellten und vereinigt gedachten Anlagen zu den einzeln wahrnehmbaren Eigenschaften und „Merkmalen“ der Zellen und Organe, wie sie in der Intracellularen Pangenesis<sup>1)</sup> von de Vries vorliegt. Diese de Vries'sche Hypothese ist neben der Weismann'schen Determinanten- und Biophorenhypothese<sup>2)</sup> unstreitig eine der einleuchtendsten und verführerischsten der modernen Evolutionshypothesen, um so mehr als sie sich gleicher Weise auf die Grundlagen histologischer Untersuchungen wie physiologischer Erfahrungen stützte. Aus der Betrachtung cellulärer Pflanzen hervorgegangen, setzt sie aber, wie auch schon der Name sagt, zelligen Bau voraus; sie versagt bei den Nichtcellulären, zumal wenn die Beweglichkeit der Kerne berücksichtigt wird, in ihren wesentlichsten Grundzügen. An ihr erweist sich die Wichtigkeit getrennter und möglichst verschiedener Beobachtungsstandpunkte zur Gewinnung dessen, was oben als biologische Parallaxe bezeichnet wurde, ganz besonders schlagend.

Es wäre ebenso einseitig, alle an den nichtcellulären Siphoneen gewonnenen Einblicke und Ergebnisse samt und sonders nun auch auf die, der Zahl nach bei weitem vorherrschenden cellulären Gewächse übertragen zu wollen, wie es umgekehrt mit der Verallgemeinerung der an letzteren gewonnenen Anschauungen der Fall war. Beide stellen verschiedene Bautypen mit verschiedenen histologischen und physiologischen Einrichtungen und Bedürfnissen dar. Trotzdem werden die allgemeinen und grundsätzlichen Lebenserscheinungen der lebendigen Substanz in beiden wohl dieselben sein und in der relativen Freiheit, wie sie der nichtcelluläre Bau

1) De Vries, Intracellulare Pangenesis. Jena 1889.

2) Weismann l. c.

gewährt, zum Teil unverfälschter und unverhüllter zum Ausdruck kommen als in der Beschränkung des cellulären Baues. Ungeachtet der für den cellulären Bau zu reservierenden Besonderheiten, auf die übrigens schon thunlichst verwiesen worden ist, wird man daher eine ganze Reihe der an den Siphoneen gewonnenen fundamentalen Ergebnisse und Auffassungen über die embryonale Substanz unbedingt auch auf das größere Reich der cellulären Organismen übertragen dürfen.

Bonn, den 9. Februar 1903.

Zusatz (Mai). In einem soeben im Verlag von G. Fischer unter dem Titel „Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen“ erschienenen Buche nimmt Klebs u. a. auch Stellung zu der Morphästhesie und führt zwei Gründe für seine ablehnende Haltung an. Erstens macht es ihm den Eindruck, als wenn die Morphästhesie nur ein anderer Ausdruck für ein „teleologisches Prinzip“ sei (S. 94, 95). Aus der heutigen Unkenntnis der realen inneren Veränderungen, die beispielsweise mit einer Wurzelkrümmung Hand in Hand gehen, dürfe man nicht schließen, dass solche nicht existierten.

Mit dem Hinweise, dass ich in den ersten Arbeiten bereits die Frage nach den Faktoren der notwendigen realen Vermittelung der Formreizbarkeit aufgeworfen und eingehend diskutiert habe, glaube ich dieses erste Missverständnis, zumal auch nach dem oben auf S. 403 gesagten, beseitigt.

Klebs führt dann zweitens als Beweis, dass bei der Regeneration abgeschnittener Pflanzenteile formative, aus der Morphästhesie entspringende Reize keine ausschlaggebende Rolle spielen, vornehmlich die Erscheinung an, dass an intakten, mit dem Gipfel in Wasser oder feuchte Erde gebogenen Sprossen gewisser Weidenarten Wurzeln in der Nähe der Gipfelknospen auftreten. In solchen Fällen, wie sie übrigens bei vielen, Gipfelausläufer bildenden Pflanzen, so z. B. bei *Rubus fruticosus* u. a. längst bekannt sind, handelt es sich aber gar nicht um einen Regenerationsvorgang im gewöhnlichen Sinne. Man könnte hier eher von einer Supergeneration als von einer Regeneration sprechen. Aus der besonderen Befähigung gewisser Pflanzen zur Vermehrung durch intakt sich bewurzelnde Gipfelstecklinge oder Ausläufer unter besonderen, günstigen Umständen wird man verallgemeinernde Schlüsse auf die Ursachen und den Ort der Wurzelbildung, so auch an verstümmelten Pflanzen, abzuleiten kaum berechtigt sein. Die Morphästhesie ist übrigens weder von der Regeneration verstümmelter Pflanzen abgeleitet, noch darauf beschränkt; sie steht allerdings in gewissem Einklang mit der von Vöchting dort unzweifelhaft konstatierten Polarität. — Mit Klebs wird ja heute



jeder Naturforscher den entsprechenden Wert auf die Erkenntnis des Kausalzusammenhanges legen. Die Biologie hat dabei nur stets zu berücksichtigen, dass der Kausalnexus in den Organismen keinem einheitlichen Schema folgt, sondern dass dieser selbst im Dienste der Oekologie und der Zweckmäßigkeit unter den jeweiligen Umständen ein ganz verschiedener sein kann.

Berücksichtigt man dazu das S. 406 über die Umstimmungen der Formreizbarkeit gesagte, so wird man aus den Klebs'schen Einwänden und Auffassungen Gegengründe gegen das Bestehen einer Morphästhesie nicht ableiten können.

---

## Hans Driesch's Organische Regulationen.

Eine kritische Studie

von

Max Moszkowski.

Vorliegende Studie war ursprünglich als Referat über Driesch's neuestes theoretisches Werk „Die organischen Regulationen“, Vorbereitungen zu einer Theorie des Lebens, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, gedacht. Beim Durcharbeiten des gedankenreichen Werkes ergab sich jedoch eine solche Fülle von Anregungen und zugleich eine solche Menge von Beziehungen zu anderen Werken desselben Autors, auch forderte es zu soviel Widerspruch heraus, dass ich im Interesse des Verständnisses es für richtig hielt, mich nicht auf ein bloßes Referat zu beschränken, sondern gleich eine zusammenhängende Darstellung und kritische Würdigung der gesamten modernen, vitalistischen Bewegung zu geben, die wohl in Driesch's organischen Regulationen ihren nach Form und Inhalt hervorragenden Ausdruck gefunden hat. Aeußerlich werde ich mich dabei von dem Originalwerk sowohl in der Form, wie in der Disposition in gewisser Beziehung emanzipieren. Driesch führt seine Beweise induktiv, vom Speziellen zum Allgemeinen vorschreitend, ich werde einen mehr deduktiven Weg wählen. Inhaltlich aber will ich, soweit ich dieses vermag, die wichtigsten Punkte des Werkes kritisch besprechen, sodass dem Leser meiner Studie, dem es nicht auf ein tieferes Eingehen, sondern mehr auf allgemeinere Orientierung über die betreffenden Fragen ankommt, Genüge geschehen soll. Von sonstigen Arbeiten Driesch's werden die mathematisch-mechanische Betrachtungsweise morphologischer Probleme der Biologie<sup>1)</sup>, die Biologie<sup>2)</sup>, eine selbständige Grundwissenschaft, und die analytische Theorie der Entwicklung<sup>3)</sup>, öfters

---

1) Jena, Verlag von G. Fischer, 1891.

2) Leipzig, Verlag von W. Engelmann, 1893.

3) Ibidem, 1894.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Noll Fritz

Artikel/Article: [Beobachtungen und Betrachtungen u<sup>u</sup>ber embryonale Substanz. 401-427](#)