

Die biologischen Feldtheorien

Autor(en): **Kolbinger, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Divus Thomas**

Band (Jahr): **17 (1939)**

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-762524>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die biologischen Feldtheorien.

Von E. KOLBINGER, Luzern.

Manche Ergebnisse der experimentellen Biologie in den letzten Jahrzehnten zwangen zu einer Verfeinerung der biologischen Begriffs- und Theorienbildung, was zu einer völligen Umgestaltung des landläufigen biologischen Weltbildes führen mußte. Bahnbrechend für diesen Wandel und für das Wiedererstehen selbständigen biologischen Denkens waren die Forschungen von Hans Driesch. Sein Neovitalismus, dessen Kernpunkt die Lehre von der Entelechie als der Bewirkerin allen lebendigen Geschehens bildet, zeigt deutlich platonische Züge. Die ontologische Ablehnung dieses wie auch jedes andern Faktorenvitalismus trifft sich mit den Widersprüchen, die sich aus der biologischen und medizinischen Erfahrung ergeben. In der Folgezeit kamen viele Forscher bei der theoretischen Klärung ihrer Versuchsergebnisse zu Auffassungen, die sich stark den Lehren der thomistischen Philosophie des Organischen nähern. Darunter finden wir besonders die Vertreter der verschiedenen Formen der Feldtheorie, deren Auffassungen eine dem heutigen Stande der Forschung entsprechende biologische Grundlegung der These von Akt und Potenz und der aus ihr sich ergebenden hylomorphen Zusammensetzung der organischen Wesen ermöglichen. Diese Theorien sollen im Folgenden eine Würdigung ihres Gehaltes und ihrer *Beziehungen zur thomistischen Lebenslehre* erhalten¹.

Gleich wie Drieschs Vitalismus sind auch die Feldtheorien aus der experimentellen Entwicklungsforschung herausgewachsen. Darum sollen zuerst einige grundlegende Begriffe der Entwicklungsphysiologie und einige grundsätzlich bedeutsame Ergebnisse erörtert werden.

Jeder vielzellige Organismus in der ganzen Mannigfaltigkeit seiner Organe und Leistungen geht aus einer einzigen Zelle, dem Ei, hervor, in vielen aufeinanderfolgenden Teilungsschritten. So bildet jede Zelle des Körpers ein Nachfahre n-ten Grades jener ersten Zelle. Es läßt

¹ Die verdienstvollen Arbeiten des Braunsberger Philosophen *Hans André* sollen hier nicht berücksichtigt werden, da er bewußt die Grundsätze der scholastischen Lebenslehre für die Deutung und Erforschung biologischen Geschehens dienstbar macht.

sich also jedes Organ und jeder Organkomplex auf einen bestimmten Bezirk eines früheren Entwicklungsschrittes zurückführen, und daher schlußendlich auf einen bestimmten Ort im Ausgangssystem, dem Ei. Man bezeichnet diese Orte als die präsumptiven Bezirke des jeweils daraus entstehenden Gebildes. In kurzen Zügen sollen hier die wichtigsten Vorgänge der normalen Entwicklung der beiden 'Paradeobjekte' der Entwicklungsphysiologie geschildert werden.

1. *Der Amphibienkeim.* Das reife befruchtete Ei ist kugelig und hat den morphologischen Wert einer Zelle. Es zeigt schon von Anfang eine auch äußerlich sichtbare Polarität. Das untere Ende ist nicht pigmentiert und sehr dotterreich: vegetativer Pol. Diesem gegenüber liegt oben der pigmentreiche animale Pol. An der Eintrittsstelle des Spermias bei der Befruchtung hat sich eine als sichelförmige Kalotte sichtbare Plasmadifferenzierung, der graue Halbmond, herausgebildet, eine Stelle, die im ganzen Verlaufe der Entwicklung eine wichtige Rolle spielen wird. Durch die Eintrittsstelle des Spermias ist auch die Längsachse des Keimes bestimmt, da das Vorderende des Embryo sich aus dem der Eintrittsstelle gegenüberliegenden Materiale bildet. Die kugelige Eizelle beginnt nun, sich in 2, 4, 8, 16 usw. Zellen zu teilen, unter Bildung eines inneren Hohlraumes, der Furchungshöhle. Durch diesen Vorgang, die Furchung, entsteht so ein blasenförmiges Gebilde, die Blastula oder Keimblase, bestehend aus vielen kleinen Zellen. Die Zellen am oberen animalen Pol sind bedeutend kleiner als die des vegetativen Poles, da letztere sich infolge des dotterreichen Plasmas viel langsamer furchen. Ein Ring von Zellen mittlerer Größe bildet eine Übergangszone, Randzone genannt, und entspricht ungefähr dem Bereiche des grauen Halbmondes.

Auf die Blastulabildung, die wesentlich eine intensive Zellvermehrung ohne Materialverschiebungen darstellt, folgt nun der Vorgang der Gastrulation, der zur Bildung der nächsten Entwicklungsstufe, der Gastrula, führt. Der wesentliche Vorgang bei der Gastrulation besteht in der Einstülpung des gesamten Materiales der Randzone und des vegetativen Poles in das Innere der Hohlkugel, sodaß dieses Material von den animalen Bezirken bedeckt wird. Die Einstülpungsstelle heißt man den Urmund, die äußere Zellschicht das Ektoderm, hervorgegangen aus den Zellen des animalen Poles. Aus der in das Innere gewanderten Randzone ist das mittlere Keimblatt (Mesoderm) entstanden, aus dem vegetativen Materiale das Entoderm (inneres Keimblatt). Gleichzeitig streckt sich der Keim etwas, sodaß nun auch die Längsachse des Keimes sichtbar festgelegt ist. Im Inneren des Keimes ist so ein nach außen geöffneter Hohlraum entstanden, der Urdarm. Die erste Einstülpungsstelle beginnt bei der Blastula dicht am unteren Ende der Randzone sich als leichte Senkung bemerkbar zu machen (beginnende Gastrula), also im Gebiete des Materiales des grauen Halbmondes. Gegen oben wird nun so das animale Material von der ehemaligen Randzone unterlagert. Die von der Randzone gebildete

obere Schicht des Urdarmes nennt man das Urdarmdach, die untere Schicht, entstanden aus dem eingewanderten vegetativen Material, den Urdarmboden. Mit Beendigung der Gastrulation und der Streckung des Keimes setzt ein neuer Vorgang ein. Auf der Rückenseite des Keimes beginnt, von vorn nach hinten verlaufend, sich eine Rinne einzusenken, die Medullarplatte, die die erste Anlage des Nervensystems darstellt. Gegen vorn ist diese Platte etwas breiter, sodaß das Gebilde, von oben gesehen, leicht schildförmig erscheint. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung senkt sich die Medullarplatte weiter ein, die Ränder bilden einen Wulst und schließen sich nach und nach zusammen, und bilden so ein Rohr, das vorne bläschenförmig erweitert ist, das zukünftige Hirn. Unterdessen schließen sich auch die Ränder über dem Medullarrohr zusammen, sodaß nun das ganze Gebilde im Inneren des Keimes sich befindet, überdeckt von der künftigen Körperhaut, der Epidermis. Während dieses Vorganges (Neurulation) spaltet sich das unterlagerte Mesoderm in fünf Teile: in der Mitte bildet sich ein stäbchenförmiger Strang, die erste Anlage des Achsenskelettes, die *chorda dorsalis*, rechts und links von der Chorda entstehen die Urwirbel und die Seitenplatten. Mit der Neurulation sind die wesentlichen Vorgänge der Primitiventwicklung abgeschlossen, und es beginnen die Vorgänge der Organbildung. Durch die Methode der vitalen Farbmarken gelingt es, eine genaue Karte der präsumptiven Keimbezirke auf dem Ei zu entwerfen.

2. *Das Seeigelei.* Ein wenig anders verläuft die Furchung bei der Bildung der Seeigellarve. Das Ei ist sehr dotterarm, sodaß bei den ersten drei Furchungsschritten alle Blastomeren gleich groß sind. Erst der vierte Teilungsschritt, der zum 16-Zellenstadium führt, bringt hier etwas Neues. Während sich die vier Zellen des animalen Poles in acht gleich große Zellen weiterteilen, bilden die vier Zellen der unteren vegetativen Hälfte je vier größtmäßig sehr verschiedene Zellen, da die vier jetzt zu unterst liegenden Zellen sehr klein sind (Mikromeren). Die Zellen der oberen animalen Hälfte haben dagegen mittlere Größe (Mesomeren). Dazwischen liegen die sehr großen Makromeren. Im Verlaufe der weiteren Teilungen verwischt sich dieser Unterschied wieder. Aus dem Gebiete der Mikromeren wandern Zellen in das innere der Blastula ein und bilden so das primäre Mesenchym. Nun folgt die Bildung der Gastrula, indem sich die ganze Region der Abkömmlinge der Makromeren und der Mikromeren in das Innere der Blastula einstülpt. Das ganze vegetative Material des Keimes wird also zur Entoderm-Mesodermbildung verwandt. Wir haben also einen zweischichtigen Keim, mit äußerem Keimblatt (Ektoderm) und dem Entoderm. In der Körperhöhle bilden die Abkömmlinge der eingewanderten Mikromeren ein drittes Keimblatt, das Mesoderm (beim Seeigel wegen seiner lockeren histologischen Struktur Mesenchym genannt). Aus dem Ektoderm gehen im Verlaufe der Entwicklung hervor: äußere Körperbedeckung, Nervensystem und der vorderste Teil des Darmes; aus dem Entoderm: Darm und Nebenorgane; aus dem Mesoderm: Stützgewebe, Muskeln und Fortpflanzungsorgane.

Zu dem Zeitpunkte, da ein bestimmter Keimteil endgültig auf einen eindeutig bestimmten Entwicklungsverlauf hingebordnet ist, nennen wir ihn determiniert. Dies wird dann der Fall sein, wenn dieser Keimteil auch unter den veränderten Verhältnissen des Versuches sich in seinem Entwicklungsgange nicht mehr umstimmen läßt. Determination nennt man daher in der Entwicklungsgeschichte das Bestimmtwerden *und* das Bestimmtsein eines Keimteiles zu seinem späteren Schicksale. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, daß der Keim als Ganzes schon zu Beginn der Entwicklung auf das Endsystem als Ganzes hingebordnet ist. « Von dem Augenblicke an, wo ein Keimteil die spezifischen Ursachen seiner Weiterentwicklung in sich selbst trägt, wo er sich unter Selbstdifferenzierung seiner prospektiven Bedeutung entsprechend zu seinem späteren Schicksal weiter entwickeln kann, nennen wir ihn determiniert »¹.

Es drängen sich daher folgende Fragen auf, deren Lösung nur auf dem Wege des Versuches möglich ist :

a) Ist jeder Teil des Keimes von Anfang an eindeutig auf ein bestimmtes Endgebilde hingebordnet, ohne Rücksicht auf das Gesamtsystem ?

b) Oder können Keimteile unter künstlich hervorgerufenen Bedingungen auch Anderes leisten als ihnen normalerweise zukommt, um der Erreichung des typischen Endganzen willen ?

Diese beiden Fragen stehen am Ausgangspunkte der ganzen Entwicklungsphysiologie und wurden anfänglich in ausschließlicher Weise bejaht oder verneint. Bejahen wir die erste Frage, so haben wir die Lehre von der Präformation, und als ihre logische Folge die Maschinentheorie der organischen Entwicklung, Maschine hier in der allgemeinsten Form gemeint, « als substantielle Vielheit mit einer Einheit der Funktionen, die nur eine Einheit einer äußeren Zusammenordnung . . . ist »². Bejahen wir die zweite Frage, so schließen wir uns der Lehre von der Epigenese an. Diese kann eine zweifache Form haben : entweder als echtes Werden (immanentes Formprinzip), der Keim entwickelt sich aus den in ihm gelegenen Kräften, oder als materielle Epigenese unter Kontrolle eines transzendierenden Faktors, Entelechie o. ä., der den Keim bereits in der fertigen Form in sich trägt (intensive Mannigfaltigkeit) und wir haben wieder die Lehre von der Präformation in

¹ Hans Spemann, Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. Berlin 1936, p. 131.

² D. Feuling O. S. B., Hauptfragen der Metaphysik. Salzburg 1936, p. 462.

metaphysischer Form (die verschiedenen Formen des neuen Faktorenvitalismus: Entelechie von Driesch, die Dominanten Reinkes etc.). Die Lehre von der materiellen Präformation mußte unter dem Zwange der Tatsachen bald fallen gelassen werden. Denn es zeigten sich bei Versuchen, vorerst an den Keimen des Seeigels, Ergebnisse, die einer Lehre von der materiellen Vorbildung der einzelnen Keimteile zuwiderlaufen. Betrachten wir den Keim als eine Summe von Elementen, a, b, c, d, . . . deren jedes im Verlaufe der Entwicklung ein bestimmtes Organ oder einen Organkomplex a', b', c', d' . . . zu bilden hat. Diese Elemente stehen in einer bestimmten räumlichen Lagebeziehung zueinander. Nehmen wir die Präformationstheorie an, so kann bei der Entfernung eines Teiles des Ausgangssystems nur ein unvollständiges Endgebilde entstehen, in welchem die durch das entfernte Element gebildeten Organe fehlen. Dies war nun offenbar bei diesen Tierarten nicht der Fall, sondern Entfernen beliebiger Elemente hatte immer das Werden eines typischen Larvenzustandes zur Folge (das Gegenteil wurde allerdings für andere Tierarten auch gefunden, bei den Keimen mit sogenannter Mosaikentwicklung). Man konnte also beliebige Eingriffe zur Zerstörung der Ausgangssituation vornehmen, und erhielt dennoch typische wohlproportionierte Larven, aus vermindertem, vermehrtem und verlagertem Keimmaterial¹. Diese Versuche wurden erstmals von Hans Driesch vorgenommen und führten ihn zu seiner analytischen Theorie der Formbildung. Eines war vorerst und vor allem klar: das Geschehen im Keime konnte kein blindes, summenhaftes sein, als Ablauf einer bereits materiell vorgebildeten Maschine. Das wirkliche Schicksal eines Keimteiles im Verlaufe der Formbildung nannte nun Driesch dessen prospektive Bedeutung, ein Begriff, der heute, wie auch mancher andere von Driesch eingeführte, zum Grundbestande der theoretischen Biologie gehört. Ein Keimteil ist nun aber nicht nur in der Lage, sich seiner prospektiven Bedeutung gemäß zu entwickeln, sondern er kann auch bei entsprechenden Eingriffen zu etwas Anderem werden: die andern, möglichen Schicksale des Keimes nennt Driesch deren prospektive Potenz. Da verschiedene Teile des Keimes einander in der Leistung ersetzen können, nennt er diese Teile aequipotent, und Systeme die aus solchen aequipotenten Teilen bestehen, die also trotz Störungen der Ausgangslage ein

¹ *Waldemar Schleip*, Die Determination der Primitiventwicklung (Leipzig 1929), gibt eine vollständige Übersicht über das Tatsachenmaterial der hier behandelten Fragen, sowie ein vollständiges Verzeichnis der Originalliteratur.

typisches Endganzes bilden, harmonisch-aequipotentielle Systeme, ein früher heiß umstrittener, heute aber allgemein anerkannter Begriff, wenn auch solche Systeme in reiner Form äußerst selten auftreten. Von hier aus kommt Driesch zu dem Axiom: Die prospektive Bedeutung einer Blastomere (Furchungszelle) ist eine Funktion ihrer Lage im Ganzen. Dieser Satz gilt jedoch nicht nur für Furchungszellen, sondern für jedes Element eines harmonisch-aequipotentiellen Systems, das von Driesch definiert wird als « eine Gesamtheit organischer Elemente, von der jede beliebig herausgegriffene Teilgesamtheit 'dasselbe' typisch zusammengesetzte Gebilde wie jede andere Teilgesamtheit und wie die volle Gesamtheit den relativen Proportionen nach leisten kann »¹. So finden sich harmonisch-aequipotentielle Systeme auch in weitgehendem Maße bei Regenerationsvorgängen. Die Versuchsergebnisse Drieschs wurden nun von verschiedenen Forschern auch für andere Tierarten bestätigt gefunden, wenn die Aequipotentialität auch nicht immer in dem Ausmaße vorhanden ist, wie Driesch annimmt. Auch für die sogenannten Mosaikierer (Keime mit strengster und nicht abwendbarer Determination schon auf den frühesten Stadien) wurde durch verschiedene Forscher eine gewisse Aequipotentialität, zum Teil noch vor der Befruchtung, nachgewiesen². So ist der Unterschied von Eiern mit festem Furchungsmodus und solchen mit weitgehender Regulationsfähigkeit nur noch ein gradueller, bestimmt durch die verschiedene Schnelligkeit, mit denen die Determinationsvorgänge ablaufen.

Der Potenzbegriff, wie er von Driesch in die Biologie eingeführt wurde, als der Summe der möglichen Schicksale des Keimes, genügte bald nicht mehr, und es mußte eine Zerlegung des Potenzbegriffes in seine Komponenten vorgenommen werden. So wurde aus der prospektiven Potenz nicht mehr der Inbegriff der möglichen Schicksale, sondern die Möglichkeit eines bestimmten Schicksales, also ein Zustand der Unbestimmtheit. Man unterscheidet nun die Organisationspotenz als Eigenschaft eines Keimteiles in seinem Bereiche ein bestimmtes Gebilde zu organisieren, also wesentlich eine Tätigkeit, und die Differenzierungspotenz als der Eigenschaft des Materials unter dem Einflusse einer bestimmenden Organisationspotenz zu einem bestimmten

¹ *Hans Driesch*, Die Maschine und der Organismus. Leipzig 1935, p. 49
Zur Kritik der harmonisch-aequipotentiellen Teile vergleiche: *Heidenhain*, Formen und Kräfte in der lebenden Natur. Berlin 1923.

² *A. Brachet*, L'œuf et les facteurs de l'ontogenèse, 2^{me} éd. Paris 1931, p. 301 s.

Gebilde zu werden, also ein eher passives Vermögen, auf einen bestimmenden Einfluß zu antworten. « 'Organisationstotipotent' ist ein Bereich, der selbständig ein neues Keim Ganzes organisieren kann, 'organisationspluripotent' ist ein Bereich, der mehrere, 'organisationsunipotent' ein Bereich, der bloß eine einzige, 'organisationsnullipotent' ein Bereich, der von sich aus gar keine Organisationsleistung zu vollbringen vermag. 'Differenzierungsomnipotent' heißen Materialteile, die noch sämtliche im Rahmen der artgemäßen Möglichkeit liegenden geweblichen Differenzierungen ausführen können, 'differenzierungspluripotent' Materialteile, die mehrerer, und 'differenzierungsunipotent' solche, die nur mehr einer einzigen Differenzierung fähig sind »¹.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß zu einer endgültigen Theorie der Formbildung die Leistungsbereiche von Organisations- und Differenzierungspotenz aus den Wirkungen erschlossen werden müssen, sowohl was die Leistungen des Keimes als Ganzes, wie dessen einzelne Teile angeht. Auf dreifachem Wege können diese Potenzprüfungen vorgenommen werden.

1. *Die Mehrleistung durch Entnahme von Keimmaterial*
Das Ausgangsmaterial muß neben seiner Leistung im normalen Falle noch die Organe liefern, die die fehlenden Teile geliefert hätten. Als typisches Beispiel sei die Bildung eineiiger Zwillinge erwähnt, wo aus halbem Ausgangsmaterial Ganzbildungen entstehen. Solche Bildungen können auch künstlich hergestellt werden. Keime des Seeigels bilden, wenn man sie auf dem Zweizellenstadium trennt, zwei ganze Larven, die aber um die Hälfte kleiner sind als die normalen; ebenso entstehen noch Ganzbildungen, wenn der Keim auf dem Vierzellenstadium getrennt wird, ebenso entsprechend kleiner, aber richtig proportioniert. Auf weiteren Stadien jedoch ist die Aequipotentialität der Keime immer mehr eingeschränkt. Die Versuchsreihen zu beschreiben, würde zu weit führen; es sei von den Ergebnissen folgendes festgehalten: Etwa vom 16 Zellenstadium an, mit dem Auftreten der ersten Mikromeren ist die vegetative Hälfte des Keimes führend in der Entwicklung, derart, daß das animale Material nach Isolierung von sich aus keine organisatorischen Leistungen zu vollbringen im Stande ist, während das gleiche Material bei Anwesenheit von nur einigen Mikromeren einen normalen Keim bildet, mit nur leichten Defekten. Ist außer den Mikromeren noch vegetatives Material der Mesomeren

¹ P. Weiß, Entwicklungsphysiologie der Tiere. Dresden 1930, p. 21.

vorhanden, so entstehen ganz normal gebaute Larven. Ist nur das vegetative Material, das an das animale direkt angrenzt, vorhanden, unter Ausschluß der Mikromeren, so kommt es wohl zur Bildung einer defekten Gastrula, die dann aber zugrunde geht¹. Es liegt daher die Annahme nahe, in der vegetativen Hälfte ein Organisationszentrum anzunehmen, mit einem gegen den animalen Pol hin schwächer werdenden Gefälle. Mit dem Organisationszentrum des Amphibienkeimes darf jedoch dieses nicht ohne weiteres als analog betrachtet werden².

2. *Die Minderleistung* durch Hinzufügen von Keimmaterial. Die Ausgangslage ist wiederum gestört; doch muß der einzelne Keimteil weniger leisten als im normalen Falle vorgesehen ist. Diese Versuche ergaben jedoch weniger positive Ergebnisse als die vorangehenden, da es sehr darauf ankommt, in welcher Richtung die zu verschmelzenden Keime aneinander gelagert werden. Meist erhält man Doppelmißbildungen in den verschiedensten Arten der Verwachsung. Es sind jedoch genügend positive Ergebnisse vorhanden in Form von Riesenindividuen durch Zusammenfügen von zwei Keimen, um annehmen zu dürfen, daß ein Keimteil auch weniger zu leisten im Stande ist. Und zwar wurden bei beiden genannten Versuchstypen für verschiedene Tierarten positive Ergebnisse erzielt, wenn auch nicht alle Arten diese Plastizität aufweisen wie die Seeigel.

Eine andere Art der Leistungsprüfung ist auch die Umlagerung des Keimmaterials, die ebenfalls zu positiven Ergebnissen führte. Ganz eigenartige Ergebnisse jedoch erzielte man mit der dritten Art der Prüfung auf dem Wege der

3. *Fremdleistung* durch Verpflanzung von Keimmaterial in fremde Keime, oder an ortsfremde Stellen im eigenen Keim. Diese Versuche haben bisher den tiefsten Einblick in das geheimnisvolle Schaffen des tierischen Werdens gegeben. Den Material abgebenden Keim nennt man Spender, den Keim, in den das Material eingefügt wird, den Wirt. Bei dieser Art die Potenzen des Keimes zu prüfen, ergaben sich drei grundsätzliche Ergebnisse³:

¹ *Hörstadius*, Über die Determination im Verlaufe der Eiachse bei den Seeigeln. Publ. der Zoolog. Station Neapel. 1936.

² Vgl. *Spemann*, 1936, p. 257 und 278 f.

³ Es kann sich nicht darum handeln, hier die Einzelheiten der experimentellen Ergebnisse aufzuzählen. Dieser ganze Fragenkreis ist ausführlich behandelt bei *Spemann*, Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der organischen Entwicklung. Berlin 1936.

a) Das Transplantat fügt sich an dem Orte, wo es eingefügt wird, ganz in den Entwicklungsverlauf des Wirtes ein: ortsgemäße Entwicklung.

b) Das Transplantat wird, was es auch im Spender geworden wäre: herkunftsgemäße Entwicklung.

c) Das Transplantat entwickelt sich nicht nur herkunftsgemäß weiter, sondern ruft in seiner Umgebung im Wirt die gleichen Strukturen hervor, die auch in seiner Umgebung im Spender entstanden wären. Das Transplantat induziert im Wirt eine sekundäre Embryonalanlage. Bei der Induktion einer sekundären embryonalen Bildung kann das Transplantat diese entweder nur induzieren, oder es beteiligt sich selber an dieser Bildung. So hat man sekundäre induzierte Anlagen gefunden, die ganz chimärisch, d. h. mit Material vom Spender und vom Wirt aufgebaut waren. Nach der genauen Beschreibung einer solchen Anlage kommt Spemann zu der Auffassung, es sei « wie wenn eine durch das Implantat eingeführte organisatorische Kraft in dem von ihr beherrschten Bereich ohne Rücksicht auf Materialgrenzen geschaltet hätte ... Aus einem Bereich des präsumptiven Mesoderms entsteht ein Achsensystem, eine Chorda von zwei Reihen Urwirbeln flankiert; es entsteht also ein Ganzes, oft unter Heranziehung eines Teiles der neuen Umgebung »¹. Dabei ist jedoch zu beachten, daß ein gleicher Keimbezirk, der auf einem früheren Stadium sich ortsgemäß dem Entwicklungsgange des Wirtes einfügt, auf einem weiteren Stadium verpflanzt, sich nur noch herkunftsgemäß weiter entwickeln kann, oder sogar induzierend wirkt. Es ergeben sich also folgende Tatsachen: ein präsumptiver Keimbezirk fügt sich in einem Falle ortsgemäß dem Entwicklungsgange des Wirtes ein. In einem späteren Entwicklungsschritte jedoch entwickelt er sich herkunftsgemäß weiter. Es läßt sich also der Schluß ziehen, daß wir es in dem einen Falle mit noch nicht determiniertem Materiale zu tun hatten, im andern Falle jedoch mit bereits determinierten Teilen des Keimes. Des weiteren fand man, daß Transplantate, die sich im Wirt herkunftsgemäß entwickeln, dort sekundäre Bildungen zu induzieren vermögen. Wird so z. B. präsumptive Chorda in die Furchungshöhle eines anderen Keimes eingeführt, so bildet sie sich im neuen Keime herkunftsgemäß weiter, kommt im weiteren Verlaufe der Entwicklung unter die präsumptive Bauchhaut zu liegen, und ruft dort

¹ Spemann, a. a. O., p. 94.

ein sekundäres Medullarrohr hervor, sodaß dieser Keim nun zwei Anlagen für ein Nervensystem besitzt. Die sekundäre Anlage ist chimärisch, besteht also aus Material von Spender und Wirt. Durch weitere langwierige Versuchsreihen wurde nun festgestellt, daß die Keimbezirke schrittweise determiniert werden, daß also die Organanlagen im Keime fortlaufend in vielen Schritten gegliedert werden. Und zwar befindet sich im Keim ein Bezirk höchster Induktionswirkung, dessen Entwicklungswirkung schon ganz im Beginne der Entwicklung eindeutig festgelegt ist. Dieser Bezirk hat schon in den frühesten Entwicklungsstadien die Fähigkeit, noch nicht determiniertes Material in eine bestimmte Entwicklungsrichtung zu zwingen, im Transplantate also sekundäre Anlagen zu induzieren. Diesen Bezirk nennt man nach dem Vorschlage seines Entdeckers Organisationszentrum, das induzierende Agens den Organisator.

Soll nun für die Vorgänge der Formbildung die einfachste Art der Beschreibung als einer rechnerisch-formelhaften Darstellung morphogenetischen Geschehens gefunden werden, so kommen wir zu folgenden Überlegungen: Wir betrachten das Ei als Ausgangssystem A^1 einer bestimmten Zahl materieller Teile (Elemente) in bestimmter räumlicher Anordnung, dessen in stetiger zeitlicher Folge vor sich gehenden Veränderungen zu einem System A^n führen, dem das System A^1 als Ausgangssystem typisch zugeordnet ist. Eine analytische Erforschung der in diesem System sich abspielenden Geschehnisse verlangt daher zuerst eine adäquate Darstellungsart des raum-zeitlichen Ablaufes des Vorganges, oder einzelner Teilgeschehnisse desselben, wobei die Geschehnisse im Gesamtsystem nicht unbedingt auf die Summe der Geschehnisse an den einzelnen Teilen sich zurückführen lassen. Dieses strenge Bestimmtheitsein des Geschehnisses am Gesamtsystem, bei weitgehender Unbestimmtheit des Geschehens an den Teilen, nennt man Normierung, als der « Bedingtheit eines Ereignisses durch eine Mehrzahl (zum mindesten Zweizahl) von Faktoren, unter gleichzeitiger Zufälligkeit in Bezug auf jeden einzelnen derselben »¹. Nun führt Alexander Gurwitsch (1922, 1930) den Begriff des Feldes in die Biologie ein, den er aus der Physik übernimmt, aber vorerst nur rein geometrisch als den eines Raumbereiches faßt. Zugleich ersetzt der Feldbegriff den der Morphe, den Gurwitsch schon 1912 als Gestaltfaktor in die Biologie eingeführt hatte. Die Vorgänge im Felde werden als Funktion

¹ A. Gurwitsch, Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena 1930, p. 99.

mehrerer Variabler gesetzt, von denen zum mindesten eine Variable unabhängig sein muß. Die eindeutige Bestimmtheit der Funktion verlangt jedoch noch nach einer Unveränderlichen, als welche das Feld gesetzt wird. Durch diese Setzung wird, zum mindesten als Hypothese, das Feld zu einer biologischen Realität (Konstante), deren Vorhandensein aus deren Wirkung erschlossen wird. Zu einem bestimmten Zeitpunkte werde nun die materielle Konstellation dieses Systems künstlich geändert, derart, daß Teile entnommen, hinzugefügt oder verlagert werden. Wir setzen nun den empirisch gefundenen Fall, daß trotz eines jeden dieser Eingriffe das Endsystem A^n sich im Verlaufe der weiteren Vorgänge ergebe. Der typische Zustand im Felde ist wieder hergestellt. Dies zwingt zu einer weiteren Vertiefung der Theorie. Feld nennt die Physik ein Raumgebiet, in dem besonders ausgezeichnete physikalische Zustände herrschen. Unter einem biologischen Feld müssen wir uns daher ein Raumgebiet, in dem bestimmte biologische Zustände herrschen, vorstellen. Wir kommen daher zu folgender Begriffsbestimmung des biologischen Feldes: « Feld ist der Inbegriff von inneren Bindungen, welche ein organisiertes Material von unorganisiertem unterscheiden »¹. Über die Art dieser Bindungen wird vorläufig nichts ausgesagt. Feld sei nur der Raumbezirk morphogenetischen Geschehens, in dem die Geschehnisse formelhaft beschrieben werden. Die Feldkomponenten werden als Vektoren behandelt, da ihnen außer der zahlenmäßigen Größe eine Richtung zukommt, und als Feldquelle wird der O-Punkt des jeweiligen Bezugssystems betrachtet. Verbinden wir die Endpunkte der einzelnen Vektoren durch eine Linie, so erhalten wir eine Kurve, die das Feldgesetz als Funktion ausdrückt. Es liegt hier ein bedeutsamer Ansatz zur mathematischen Behandlung der Formbildungsprobleme vor². Denn setzen wir ein

¹ *H. Rudy*, Die biologische Feldtheorie. Abhandlungen zur theoretischen Biologie, Heft 29. Berlin 1931, p. 33.

² Wenn Bestrebungen im Gange sind, eine theoretische Biologie durch eine weitgehende Mathematisierung der Biologie zu schaffen und die Gesetze des Lebens rechnerisch zu beschreiben, so darf doch nicht übersehen werden, daß ein solches Vorgehen zwar eine bisher vernachlässigte Seite der Lebensforschung fördert, auf der andern Seite aber die gleichen Gefahren in sich trägt, die die heutige Physik bereits deutlich zeigt: es wird über die Wirklichkeit (die konstituierenden Momente) physikalischen Geschehens nichts mehr ausgesagt, sondern nur dessen zahlenmäßiges Beziehungsgefüge als einer rein quantitativen Aussage dargestellt. Daß diese Einstellung zum erkenntniskritischen Positivismus führen muß, zeigt die Entwicklung der unter dem Einflusse des Wiener Kreises stehenden Physiker. Daß die Annahme, die heutige Physik wolle seinskonstituierende Aus-

Feld, « so geben wir dadurch der Überzeugung Ausdruck, daß die Gesamtheit der an den Elementen des betreffenden Komplexes wahrnehmbaren (und auch erschlossenen) Wandlungen im Raume durch Komponenten mitbestimmt werden, die durch ihre Koordinaten in einem festzulegenden Bezugssystem eindeutig bestimmt sind, und daß eine die Variationen dieser Komponenten (Vektoren) nach ihren Koordinaten verknüpfendes einheitliches Gesetz — eben das Feldgesetz — prinzipiell auffindbar ist »¹. Daher scheint es « nicht ganz aussichtslos, das überwältigende Problem der Beziehungen des Ganzen zu seinen Elementen auf dem Gebiete der Embryogenese in eine relativ einfache und übersichtliche geometrische Form zu bringen »².

Durch diese Art der Behandlung formbildender Vorgänge wird es auch möglich sein, tiefer in die dynamischen Zusammenhänge der Embryogenese einzudringen und deren gesetzmäßiges Verhalten aufzuzeigen. Diese Auffassungsweise führt weit über das starre morphologische Denken der Präformationstheorien und die Lehren des Faktorenvitalismus hinaus, indem der Keim als ein (an das materielle Substrat gebundene) Kräftegefüge von Wirkung und Gegenwirkung betrachtet wird.

Schwierig wird die Anwendung dieses Feldbegriffes, wenn es sich um gestörte Abläufe bei typischem Endzustande handelt. Wohl bleibt die relative Verteilung der Feldkomponenten dieselbe³. Dieses Gesetz von der gleichbleibenden relativen Verteilung der Komponenten erscheint besonders wichtig in Hinblick auf den Ausgangspunkt der Driesch'sen Theorie der Formbildung: atypisches Ausgangsmaterial bewirke typisch ganze Endgebilde. Denn in Wirklichkeit handelt es sich in den Driesch'sen Versuchen gar nicht um 'atypisches' Ausgangsmaterial, wie es Schaxel bei Nachprüfung der Versuche nachweist⁴. Denn diese Nachprüfungen ergaben, daß bei sämtlichen Eingriffen: Entnahme, Hinzufügen und Verlagerung die typische Ausgangssitua-

sagen machen, zu verhängnisvollen metaphysischen Irrtümern führt, beweisen die beiden ersten Hefte der von Prof. Mitterer verfaßten Schriftenreihe « Wandel des Weltbildes von Thomas auf Heute ».

¹ A. Gurwitsch, Weiterbildung und Verallgemeinerung des Feldbegriffes. Archiv für Entwicklungsmechanik, Vol. 112. 1927, p. 441.

² A. Gurwitsch, a. a. O. 1927, p. 454.

³ Paul Weiß, Morphogenetische Feldtheorie und Genetik. Zeitschr. f. ind. Abstammungs- und Vererbungslehre, Suppl. Bd. II, 1928, p. 1570.

⁴ Jul. Schaxel, Die Leistungen der Zelle bei der Entwicklung der Metazoen. Jena 1915.

tion erhalten oder wiederhergestellt wurde, und erst darauf normale Entwicklung einsetzte, während in Fällen wo eine atypische Ausgangssituation geschaffen wurde, der Verlauf der Versuche auch atypische Ergebnisse zeitigte. Normale oder abnormale Entwicklung beruht daher auf den dynamischen Beziehungen der Elemente unter Vernachlässigung des beliebigen Einzelelementes (das Schicksal einer jeden Blastomere ist eine Funktion ihrer Lage im Ganzen), Ganzheit ist Ausdruck einer auch rechnerisch erfaßbaren Systemgesetzlichkeit. Nun haben wir aber noch die wunderbaren und verwirrenden Ergebnisse der Transplantationsversuche und der Induzierung von sekundären Embryonalanlagen, die die Frage nach dem Charakter des Feldes vor neue Aufgaben stellt. Hier nimmt die Feldauffassung bei Gurwitsch einen Charakter an, der an Drieschs Entelechie erinnert. Gurwitsch folgt hier auch ähnlichen Überlegungen wie Driesch: das Feld wird zur Entelechie, Gleiches beinhaltend, worauf Gurwitsch selber hinweist¹. Das Feld ist ohne materiellen Träger², der Zusammenhang zwischen Feld und Substrat hat transzendenten Charakter³, wobei Gurwitsch annimmt, « daß eine dem betreffenden Gebilde entsprechende Konfiguration im Raume besteht, bevor sie materiell verwirklicht, d. h. durch das embryonale Substrat ausgefüllt wird », und spricht daher « von dynamischer Präformation der materiellen Form »⁴. Man denkt hier unwillkürlich an Drieschs intensive Mannigfaltigkeit. Hinweise dieser Art lassen sich aus den Arbeiten Gurwitschs in beliebiger Zahl entnehmen. Hier führt also der Feldbegriff zu einem ausgesprochenen substantiellen Dualismus und zu einem Faktorenvitalismus: hier Feld — hier Materie, wenn auch die Feldeigenschaften bis zu einem gewissen Grade als Funktion der Materie gesetzt werden. « Daß hier eine wirkliche, letzte Antinomie vorliegt, erscheint mir unbestreitbar »⁵. Es stellt sich nun noch die wichtige Frage nach der Feldquelle, als dem Ausgangspunkt dynamischer und formbildender Wirkungen. Die Physik arbeitet zwar mit homogenen quellenlosen Feldern, was jedoch für die Biologie von vorneherein nicht in Frage kommt, da ja schon in der Struktur der Gegenstände lebendigen Geschehens eine gewisse Anisotropie und dadurch ein Gefälle gegeben ist. Betrachten wir das

¹ Gurwitsch, a. a. O. 1930, p. 20 Anm.

² Gurwitsch, a. a. O. 1930, p. 78.

³ Gurwitsch, a. a. O. 1930, p. 296.

⁴ Gurwitsch, a. a. O. 1930, p. 256.

⁵ Gurwitsch, a. a. O. 1927, p. 445.

Feld nur als ein rein geometrisches, so läßt sich eine einfache Lösung finden, indem man als Feldquelle den O-Punkt des jeweiligen Bezugssystems annimmt. Dann darf um der Einfachheit der Konstruktion willen die Feldquelle außerhalb des materiellen Substrates liegen. Betrachten wir jedoch das Feld als «Eine aus ihren Wirkungen erschlossene Realität», so müssen wir uns die Feldquelle als substantiell mit dem Substrate verbunden denken. Die Annahme, daß Gurwitsch durch eine Identischsetzung des beschreibenden Raumfeldes mit dem Normierungsfeld zu der Auffassung eines dem Keime transzendenten Feldes kommt, liegt nahe, wenn er diesen Gedanken auch nirgends ausspricht. Handelt es sich daher um Determinationsfelder, so können wir den Organisatorbezirk, als dem führenden Agens der Morphogenese, als Feldquelle ansprechen, von dem die Organisation schaffenden Feldwirkungen ausgehen. Dabei betrachtet man das Embryonalfeld des Frühkeimes als ein einheitliches, das erst im Laufe der Entwicklung eine topographische Gliederung erhält¹. In diesem Falle wird auch die Feldquelle etwas sehr Reales sein, nämlich der Ausgangspunkt eines Wirkungsgefälles (Gradienten). Als solche könnte man den 'vegetativsten' Punkt des Seeigeleies auffassen, oder den Organisatorbezirk im Amphibienkeim. Wir kämen hier zu dem Begriff des Gradientenfeldes, als eines vom Ausgangspunkt weg immer schwächer werdenden Wirkungsgefälles, wie er von de Beer und Huxley aufgestellt wurde². Betrachten wir die Gradienten nicht ausschließlich als ein Gefälle der Intensität des Stoffwechsels, wie Child es tut, so dürfte eine einheitliche Auffassung von Feld und Gradiententheorie wohl möglich sein. Der Feldbegriff hat sich in der Entwicklungsphysiologie schnell eingebürgert, da er sich als Arbeitshypothese zur Lösung der verschiedensten Fragen gut bewährte. Eine weitere Umgestaltung und Erweiterung erhielt der Feldbegriff durch Paul Weiß³. Zuerst kommt dieser Autor an Hand eigener und fremder Versuchsergebnisse zur Scheidung des Potenzbegriffes in Differenzierungs- und Organisationspotenz, also zu einer Trennung von Fähigkeit und Tätigkeit der Materialteile einerseits, und auf sie wirkenden Gestaltungs-

¹ Gurwitsch, a. a. O. 1927, p. 444.

² Huxley, Spemanns Organisator und Child's Theorie des axialen Gradienten. Naturwissenschaften 1930. — Child, The physiological gradients, Protoplasma, Vol. 5. 1929. — de Beer, Introduction to experimental embryologie. Oxford 1934, p. 61 ff.

³ Paul Weiß, Morphodynamik. Berlin 1926.

faktoren anderseits »¹. Den Kreis einheitlich wirkender Gestaltungsfaktoren nennt er nun ein 'Wirkungsfeld' oder auch Organisations- und Determinationsfeld, den ganzen Bereich der Feldwirkung einen 'Wirkungskreis'. Das Organisationsfeld wird als anfänglich den ganzen Organismus beherrschend betrachtet. Erst nach und nach bilden sich untergeordnete Felder heraus. Daher «schreitet die Ontogenese bis zur Determination der letzten Elemente größenordnungsgemäß fort ... Differenzierungen werden alle in einheitlichen Wirkungskreisen eingeleitet (Determinations), einheitliche Wirkungskreise aber zerfallen in ein Mosaik selbst wieder in sich einheitlicher Wirkungskreise (Autonomisierung) »². So haben wir beim Ausgange der Entwicklung ein einheitliches Feld, das den ganzen Keim beherrscht, wobei die einzelnen Keimteile weitgehende Freiheit in der Entwicklungsmöglichkeit haben (sie bilden harmonisch-aequipotentielle Systeme). Sie sind lediglich fähig, unter dem Einflusse eines Wirkungs(Determinations)-feldes etwas zu werden, befinden sich also im Bereitschaftszustande, der erst durch Hinzutritt des Verwirklichungsfaktors zur Realisation führt³. Ausgehend von den oben besprochenen Induktionsversuchen kommt auch Hans Spemann zum Begriff des embryonalen Feldes. «Der Organisator schafft sich im indifferenten Gebiet ein 'Organisationsfeld', in welchem die reaktionsbereiten Potenzen sinngemäß ansprechen »⁴. «Induktion ist nichts anderes als Feldwirkung; wenigstens wenn man, wie ich es tun will, darunter alle Arten von Einwirkungen mit begreift, welche bei der Entwicklung eine Rolle spielen können »⁵.

Bisher war nur von dem embryonalen, morphogenen Feld die Rede. Von der gleichen Überlegung ausgehend, «daß dasjenige, was an einem Kollektivgeschehen beobachtet werden kann und phänomenologisch als ein Einheitliches auftritt, nicht unbedingt in erschöpfender Weise in Einzelgeschehnisse zerlegbar ist », kommt Gurwitsch⁶ zur erweiterten Anwendung des Feldbegriffs auf die Vorgänge im Nervensystem, ausgehend von der Analyse der physiologischen Vorgänge des Sehaktes (erstmalig 1923, Versuch einer synthetischen

¹ Paul Weiß, a. a. O. 1926, p. 19.

² Paul Weiß, a. a. O. 1926, p. 31, 32.

³ Gurwitsch, a. a. O. 1930, p. 39.

⁴ Spemann, a. a. O. 1936, p. 193.

⁵ Spemann, a. a. O. 1936, p. 195.

⁶ Gurwitsch, a. a. O. 1930, p. 279.

Biologie). Die Gedankenführung deckt sich logisch mit der, die zur Aufstellung des Begriffes des embryonalen Feldes geführt hatte. Denn die physiologischen Vorgänge der Sehempfindung sind von einer solchen Art, daß sie sich nicht als Summe der Vorgänge in den einzelnen Sehelementen und deren gegenseitiger Induktion zurückführen lassen. Es muß daher « ein Faktor vektorieller Art hinzutreten, da die gegenseitige Induktion der Elemente nicht nur Funktion ihrer Abstände . . . , sondern auch ihrer gegenseitigen räumlichen Beziehung ist »¹. Jedoch nimmt hier der Begriff der Aequipotentialität einen andern Sinn an. « Stellen wir auch *physiologische aequipotentielle Systeme* auf, so wird dadurch mitgesetzt, daß *deren Elemente in ihren Eigenschaften dauernd unbestimmt bleiben* »². Haben wir bis jetzt gesehen, daß der Begriff Potenz meist ein Leistungsprinzip, oder bei den harmonisch-aequipotentiellen Systemen eine Summe von Leistungen latenter Art, bedeutet, also etwas in actu Seiendes, so kommen wir hier zu dem echten Begriff des in potentia Seienden, also einem nur der Möglichkeit nach Gegebenen, das zu seiner Verwirklichung eines Bestimmenden bedarf. Daß dieser echte Begriff der Potenz auch auf die Auffassung des Entwicklungsgeschehens zurückwirkt, liegt nahe. Denn hier ist nun der Driesch'se Begriff der perspektiven Potenz als der Summe der möglichen Schicksale der Elemente endgültig überwunden durch die seinsgerechte Potenzauffassung als der Möglichkeit eines Schicksals, da die Potenzen « ex definitione unbegrenzt Mannigfaltiges (natürlich immer innerhalb naturgemäßer, z. B. Artgrenzen) zu leisten vermögen, somit . . . ihrem Wesen nach unbestimmt sind »³. Wir kommen also zu einer neuen Auffassung des biologischen Potenzbegriffes als eines Zustandes weitgehender Unbestimmtheit des Geschehens, das zu seiner genauen Definition einer Bestimmung bedarf.

Diese Gedankengänge, die zur Aufstellung des Hirnfeldes führen, zeigen manche Übereinstimmung mit denen der Gestaltpsychologie, die ja auch als Reaktion gegen die Vernachlässigung des Formproblems, durch die in atomistischen Gedankengängen befangene Assoziationspsychologie entstand, Zusammenhänge, auf die reizvoll wäre, näher einzugehen.

Wenden wir uns nun einer kritischen Sichtung der Gurwitsch'en

¹ Gurwitsch, Versuch einer synthetischen Biologie. 1923, p. 66.

² Gurwitsch, Der Begriff der Aequipotentialität in seiner Anwendung auf physiologische Probleme. Archiv für Entwicklungsmechanik, Vol. 116. 1929, p. 21.

³ Gurwitsch, a. a. O. 1929, p. 21.

Theorie des Feldes zu. Vorerst sei darauf hingewiesen, daß der Begriff des Feldes als eines Raumbereiches, d. h. als eines Mittels der Beschreibung morphogenetischen Geschehens, nicht in den Rahmen der Beurteilung fällt. Als beschreibendes Raumbereich, das die Geschehnisse im Entwicklungsverlauf in eine übersichtliche rechnerische Form bringt, ist das Feld eine innere Angelegenheit der mathematischen Biologie, die lediglich Quantitatives über Vorgänge im lebenden Organismus aussagen kann. Da der Organismus ein raum-zeitliches Gebilde ist, sind auch die Gesetze der in ihm ablaufenden Vorgänge der dem raum-zeitlichen Geschehen entsprechenden Darstellungsart, eben der mathematischen zugänglich. Zudem behandelt die geometrische Form der Feldtheorie, im Gegensatz zu den meisten andern Entwicklungstheorien, die nur immer einen Teilausschnitt aus dem Gesamtgeschehen als alleiniges 'Wesen der Entwicklung' betrachten, das eigentliche Grundproblem der Biologie: das Werden der organischen Form. Anders jedoch verhält es sich mit dem Feldbegriff als eines aus seinen Wirkungen erschlossenen Naturfaktors, der ebenso in den Bereich der Naturphilosophie gehört und naturphilosophischer Beurteilung untersteht. Das Normierungsfeld als richtunggebender Faktor eines Aktions-Reaktionssystems ist ein echter Naturfaktor. Bei Gurwitsch hat nun das Feld, wie wir sahen, transzendenten Charakter. Wir haben einen Dualismus zwischen dem materiellen sichtbaren Geschehen im Keime und dem im Raum frei schwebenden Felde. Daß wir hier ähnliche Auffassungen vorfinden wie bei Drieschs Begriff der Entelechie, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden. Beide Autoren weisen mehrfach auf die Übereinstimmungen mancher ihrer Gedankengänge hin. Jedoch hat die Gurwitsch'se Form des Feldbegriffes den Vorteil, daß mit ihrer Hilfe wirkliche biologische Ergebnisse zu gewinnen und biologische Systemgesetze (im Sinne rechnerischer Darstellung der Abläufe) auffindbar sind. Was hingegen im folgenden gegen die Auffassung eines transzendenten, vom Substrate unabhängigen Felde gesagt wird, richtet sich auch gegen die Lehre von der Entelechie bei Driesch, wie gegen jede andere Form des Faktorenvitalismus.

Vor allem einmal wird die substantielle Einheit des Organismus zerrissen. Auf der einen Seite haben wir mechanisches Geschehen, lediglich physiko-chemischer Gesetzlichkeit unterstehend. Die Einheit des Organismus wäre nur eine scheinbare, in Wirklichkeit gäbe es nur zusammenhanglose, nebeneinander herlaufende Vorgänge, die nur eine « Einheit äußerer Zusammenordnung » (Feuling) ist. Daß diese Einheit

gewahrt bliebe, dafür Sorge ein über dem mechanischen Geschehen stehendes Agens, das im Falle eines Abgleitens in nicht vorgesehene Bahnen das Geschehen wieder in die rechte Bahn zurückleitet. Gurwitsch schließt sich, um diesen Vorgang zu erklären, der Driesch'sen Suspensionstheorie an, in dem er das auch von Bergson (allerdings nicht ganz in dem gleichen Sinne) gebrauchte Bild des Siebes aufnimmt¹. Nach dieser Lehre suspendiert Entelechie (Feld) mögliches Geschehen, sodaß von mehreren möglichen Abläufen eben nur einer an die Reihe kommt. Mit dieser Erklärung ist auf jeden Fall biologisch nicht viel anzufangen. Dadurch ist auch die echte biologische Ganzheit des Organismus aufgehoben, da es ja nur summenhaft mechanisches Geschehen gibt, Ganzheit aber erst in zweiter Linie, und daher nur scheinbar, durch einen transzendierenden Faktor 'gemacht' wird. Abgesehen davon, daß ein solcher Faktor dann gar nicht das leistet, was er eigentlich leisten sollte: die Vorgänge im lebenden Geschehen so leiten, daß Ganzes entsteht. Denn in Fällen von überflüssigen, von Mißbildungen, hätten wir es mit einem Versagen der Entelechie zu tun². Die Feldtheorie der Formbildung als einer Theorie der immanenten Gesetzlichkeit biologischer Abläufe führt auch für diese Vorgänge zu einem besseren Verständnis. Die ganze naturphilosophische Problematik der Faktoren und Psychovitalismen liegt in der Abhängigkeit vom cartesianisch-kantischen Kausalitäts- und Erkenntnisbegriff begründet, der genügend Verwirrung im biologischen (und auch physikalischen) Denken geschaffen hat. Wenn es im Naturgeschehen nur mechanische Kausalität geben darf, so müssen zur Erklärung transzendierende Faktoren eingeführt werden, da sonst lebendiges Geschehen unerklärlich bliebe.

In teilweisem Gegensatz zu Gurwitsch kommen nun Paul Weiß und Hans Spemann zu einer dem Wesen des organischen Lebens gerecht werdenden Auffassung des Feldes. Das Feld ist dem Keime immanent. Der Keim bildet ein Aktions-Reaktionssystem von substantieller Einheit, in dem die Geschehnisse nach auffindbaren Gesetzen vor sich gehen. Spemann ist in seinen theoretischen Aussagen sehr

¹ Gurwitsch, a. a. O. 1923, p. 82.

² Da diese Einwände biologischer Art an mehreren Orten ausführlich behandelt sind, erübrigt es sich näher darauf einzugehen. Es sei vor allem verwiesen auf: Bertalanffy, Kritische Theorie der Formbildung. Berlin 1928, p. 142 ff. — Dürken, Entwicklungsbiologie und Ganzheit. Leipzig 1936, p. 158 ff. — Schaxel, Grundzüge der Theorienbildung in der Biologie. Jena 1923², p. 179 f.

zurückhaltend. Jedoch äußert sich P. Weiß mehrfach über seine Auffassung des Feldgeschehens. Wir versuchen daher an Hand der Ergebnisse der experimentellen Entwicklungsforschung zu einer wesensgemäßen Darstellung des Werdegesehens am Keime zu kommen, und deren Einbau in die aristotelisch-thomistische Philosophie des Organischen zu versuchen. Zuerst müssen wir festhalten, daß nach Ablehnung einer jeden Form des Faktorenvitalismus der Organismus als eine substantielle Einheit zu betrachten ist, dessen sichtbare zuständige Änderungen durch im Keime selbst gelegene Ursachen geschehen, denn « Entwicklung ist ein dem Keime immanenter Prozeß ... Wenn aber äußere Faktoren die Entwicklung qualitativ beeinflussen, so wird das eben deshalb durch eine Beeinflussung der im Keime gelegenen Bedingungen geschehen müssen »¹, eine von den Thomisten von jeher vertretene Auffassung. « Conceptus formalis vitae in eo consistit, quod vivens sit substantia se movens ab intrinseco secundum suam naturam et connaturalem dispositionem »². Die ganzen Schwierigkeiten des Faktorenvitalismus sind aus Vernachlässigung dieses Punktes und eines fälschlich gefaßten Potenzbegriffes, der nur aktuell Wirkendes kennt, erwachsen. Und so führte auch die Überwindung des Faktorenvitalismus und des Mechanismus über eine erneute Prüfung des biologischen Potenzbegriffes, wieder auf die aristotelische Auffassung der Potenz als realer Möglichkeit, als Bestimmungsbedürftigem und Bestimmbaren, zurück.

Von hier aus suchen wir nach einem Weg, der uns zu einer seinsgemäßen Lehre vom Werdegesehen am lebendigen Keime führen soll. Im Anfange der Entwicklung finden wir im Keime ein Zentrum mit höchster organisatorischer Wirkung, das dem übrigen bestimmungsbereiten Materiale die Entwicklungsrichtung aufzwingen kann, dieses zu einem bestimmten Gebilde im Bereich des Ganzen determiniert. Ist die Determination einmal eingetreten, so geht der eingeschlagene Entwicklungsverlauf ohne Rücksicht auf das Gesamtsystem vor sich (v. Uexküll: Entwicklung ist plangemäße Strukturbildung, gegebene Struktur verhindert Strukturbildung). Und zwar gehen diese Determinationsvorgänge in stufenweisen Entwicklungsschritten vor sich, in der Art, daß immer mehr unbestimmtes Material zu einem bestimmten Organkomplexe determiniert wird. Diese Vorgänge gehen also größten-

¹ Bertalanffy, Theoretische Biologie, Band I. Berlin 1932, p. 285.

² P. Hugon O. P., Philosophia Naturalis, 2^a Pars Biologia. Paris 1928, p. 9.

ordnungsgemäß vor sich, derart, daß ein zu Beginn das ganze System beherrschendes Feld sich immer weiter in Felder untergeordneter Art spaltet, die im Rahmen des Ganzen in ihrem Wirkungskreise selbständig wirken können. Dieser Hierarchie der Wirkungskreise entspricht im erwachsenen Organismus ein Prinzip der Überordnung physiologischer Abläufe. Das Entwicklungsgeschehen ist also ein fortgesetzter Verwirklichungsvorgang durch *Herausführen der fertigen Form aus den im Keime gegebenen Möglichkeiten, unter Führung eines diese Vorgänge leitenden Wirkzentrums*. Daß die fertige Form im Keime nur der Möglichkeit nach vorhanden, und nicht irgendwie bereits vorgebildet sich findet, ist das wesentliche Ergebnis der entwicklungsphysiologischen Forschung. Von hier aus kommen wir zu einem bereinigten und wesentlich vertieften Begriff der biologischen Potenz, was teilweise schon weiter oben ausgeführt wurde. Wir sehen dabei von der Organisationspotenz ab, die keine Potenz im eigentlichen Sinne darstellt, sondern eine Fähigkeit, im bestimmungsbereiten Materiale Organisation zu schaffen. Wir haben es hier mit einem in Eigenkraft stehenden Agens zu tun.

Anders verhält es sich mit dem bestimmungsbereiten Materialfelde, das einer Bestimmung bedürftig ist und diese von einem Bestimmenden erhalten muß. Wir haben im Materialfelde die passive Komponente der Formbildungsvorgänge zu sehen, die ihre Bestimmung durch ein wirkendes Agens erhält. Im Bereiche der artgemäßen Grenzen bildet also der werdende Organismus ein Aktions-Reaktionssystem, wobei das Aktionssystem zum Reaktionssystem sich wie das Agens zum Patiens verhält. Es herrscht im Materialfelde ein Zustand weitgehender Unbestimmtheit in Bezug auf das weitere Schicksal der Elemente, die erst unter dem Einflusse des Determinationsfeldes auf ein eindeutig bestimmtes Schicksal hingeordnet werden. Die Bestimmungsfelder betrachten wir daher als die den werdenden Körper bewegenden Teile, als im Zustande des Wirkens befindliches Agens, dem gegenüber die noch nicht bestimmten Teile sich im Zustande des Leidens, und daher bezüglich des Wirkfeldes im Zustande des möglichen Seienden befinden. «Der eine Teil, der im Zustande der Wirklichkeit sich befindet, bewegt einen andern Teil, der dem ersteren gegenüber im Zustande der Möglichkeit ist»¹. Sofern wir Bewegung

¹ Jos. Gredt O. S. B., Die aristotelisch-thomistische Philosophie, Bd. I. Freiburg 1935, p. 272.

hier nicht nur als kinetische fassen, sondern damit jeden im Keime gelegenen aktiven Formbildungskomponenten bezeichnen, dürfte diese Auffassung sich mit jeder Theorie der Formbildung in Einklang bringen lassen, und so bei widerspruchsfreier metaphysischer Aussage weiten Spielraum für eine auf den Tatsachen aufgebaute Theorie des Lebens geben. Diese Auffassung des Lebensgeschehens kommt besonders der heutigen dynamischen Betrachtung des Werdegesehens entgegen.

Die Ergebnisse der Transplantationsversuche, die den Keim deutlich als ein Gefüge von Wirk- und Bereitschaftsfaktoren zeigen, stellen jedoch den Forscher vor neue wichtige Fragen, wenn die Frage nach der hylomorphen Struktur und der Einzigkeit der substantialen Form des Organismus in den Kreis der Betrachtungen gezogen wird. Wir haben oben gesehen, daß, wenn noch nicht determiniertes präsumptives Keimmateriale in den Bereich eines Wirkungsfeldes kommt, es ortsgemäß die in den Bereich des Organisationsfeldes gehörenden Gebilde herstellt. Und daß umgekehrt ein Wirkungsfeld (Organisator) in fremde noch unbestimmte Bezirke verpflanzt, dort die ihm gemäßen Bildungen hervorruft. Nun werfen die Versuchsergebnisse mit xenoplastischen Transplantationen auf die Frage nach der substantialen Informierung ein neues Licht. Xenoplastische Transplantationen sind Überpflanzungen solcher Art, daß Spender und Wirt systematisch fremden Arten angehören. Diese Versuche sind für eine Theorie der Formbildung von weittragender Bedeutung und geben zu vielen neuen und fruchtbaren Fragestellungen Anlaß. Bei diesen Arbeiten ergab sich nun, daß die Implantate sich zwar ortsgemäß dem Entwicklungsgange des Wirtes einfügen, aber die am richtigen Orte entstehenden Gewebe und Organe waren nicht nur in histologischer und morphologischer Hinsicht von der Art des Spenders, sondern auch die Lagebeziehung der Teile zueinander entsprach derjenigen des Spenders. So hat z. B. eine normale Molchlarve richtige Zähnchen. Wird hingegen in die präsumptive Mundgegend eines Tritonkeimes präsumptives Ektoderm von Hyla (Laubfrosch), das sonst Bauchhaut gebildet hätte, überpflanzt, so entwickeln sich, wie vorauszusehen, Mundorgane. Aber es entstehen nicht Mundorgane mit den für Molchlarven typischen Zähnchen, sondern es bildet sich ein Laubfroschmund, mit den für Anurenlarven bezeichnenden Hornkiefern. Wenn wir uns nun auf den Boden der Feldtheorie stellen, so müssen wir schließen, daß in der Gegend der präsumptiven Mundorgane ein Mundfeld entsteht, das als Determina-

tionsfeld angibt, *was* in dieser Gegend zu geschehen hat. Die Art aber, *wie* dies geschieht, liegt ganz in den Möglichkeiten des beeinflussten Materials (Spemann). Wenn so das Organisationsfeld bestimmt, was geschieht, so bestimmt das Materialfeld als Reaktionsbasis, wie dies geschieht. Wir können hier von einer Analogie sprechen zu dem thomistischen Grundsatz, daß die Materie als das Prinzip der Individuation zu betrachten sei. Denn «die Form gibt dem Individuum das 'Wassein', die Materie das 'Diesessein'. Und darin besteht das Wesensmoment des Individualeins in der aktuellen Ordnung»¹. Es ist jedoch zu beachten, daß es sich hier nur um eine Analogie handeln kann, da die Individuation schon gegeben ist durch die Individualität des Spenders und des Wirtes.

Biologisch könnte man sich den Sachverhalt folgendermaßen erklären: Wir betrachten den Kern als den Resonanzapparat, der auf die Einflüsse des Feldes sinngemäß antwortet und das Zellplasma zu den artgemäßen Differenzierungen anregt. Das Plasma jedoch als Reaktionsbasis (Materialfeld) führt die gegebenen Weisungen in den artgemäßen Bildungen aus. Dies ist jedoch nur eine Vermutung, die aber einer experimentellen Prüfung zugänglich ist. Ergebnisse der Chromosomenforschung weisen auch auf eine solche Auffassung hin. Für unsere Fragestellung ist Folgendes von Bedeutung: Durch die Verpflanzung eines Keimteiles in einen artfremden Wirkungskreis wird die einmal erfolgte substantiale Informierung keineswegs aufgehoben. Froschgewebe bleibt Froschgewebe mit allen seinen Eigenheiten, auch bei Versetzung in ein neues Aktionssystem, dem es ganz oder teilweise als Reaktionsbasis dient. Wie verhält es sich nun mit der Einzigkeit der substantialen Form im Lebewesen? Denn biologisch gesehen liegt kein Grund vor, Chimärenbildungen dieser Art nicht als einen einheitlichen Keim zu betrachten. Das Transplantat fügt sich vollständig ortsgemäß ein; wir müßten also annehmen, daß eine vollständige Neuinformierung des Materials, unter gänzlicher Vernichtung (*privatio*) der früheren Form, stattgefunden habe. Dem widersprechen aber offenbar die tatsächlichen Befunde, denn sonst müßten ja die bei dieser Art von Überpflanzungen entstehenden Gebilde nach Form und Struktur des Wirtes gebildet werden, nicht nach der des Spenders. Andererseits jedoch müssen wir dem informierenden Prinzip im Wirtskeim einen formenden Einfluß zugestehen, denn

¹ G. Manser O. P., Das Wesen des Thomismus. Freiburg 1935², p. 656.

sonst könnte das Implantat nicht in der ortsgemäßen Art auf diesen Einfluß antworten. Wir wollen vorläufig annehmen, daß wir es mit einer Art Überformung des verpflanzten Materials zu tun haben, ohne daß die im Spenderkeim durch die substantielle Informierung geschaffene materielle Disposition zerstört worden wäre. Eine vollständige Neuinformierung müßte mit einer voraufgehenden *privatio* verbunden sein, und daher auch experimentell ein anderes Bild zeigen. Daß eine echte Beraubung, wenn auch in diesem Zusammenhange des ontogenetischen Geschehens bis jetzt nicht wahrscheinlich gemacht, für das Problem der Vererbung und Artbildung eine Rolle spielt und sich auch experimentell nachweisen läßt, ist nicht ausgeschlossen¹. Auch ist es nicht gesagt, daß wir es hier mit einer wirklichen substantiellen Änderung zu tun haben. Es könnte sich auch um ein akzidentelles Zusammenfügen zweier Aktions-Reaktionssysteme handeln, die ein scheinbar Ganzes ergeben². Auf jeden Fall sehen wir vorläufig noch keinen hinreichenden Grund, die Einzigkeit der substantiellen Form des Organismus aufzugeben, und so vom strengeren Thomismus abzuweichen. Der lebende Keim handelt immer als ein wesensgemäß Ganzes, eigener Systemgesetzlichkeit folgend. Die Annahme mehrerer substantieller Formen würde übrigens besagen, daß der Organismus aus mehreren selbständigen Substanzen bestände, und wir kämen wieder von neuem zu den Schwierigkeiten, sowohl des Mechanismus wie des Faktorenvitalismus, die beide die wesensmäßige Einheit des Organismus leugnen, der eine indem er sie überhaupt ablehnt, der andere indem er sie durch einen transzendierenden Faktor in zweiter Linie erst, und von außen zufällig hinzugefügt, entstehen läßt.

So beweisen uns gerade die theoretischen Ergebnisse der zeitgenössischen Experimentalforschung die immer erneute Lebensfähigkeit und den weitreichenden Anwendungsbereich der aristotelisch-thomi-

¹ Es kann auf diese Frage hier nicht näher eingegangen werden, da sie zutiefst mit der philosophischen Analyse der Vererbungserscheinungen zusammenhängt. Vgl. darüber: *Hans André*, Die Steresis als Prinzip des Werdens im Lichte der neuen Chromosomenforschung. Divus Thomas. Freiburg 1930, p. 328 f. — *Bernh. Steiner*, Zur Theorie der Vererbung. Ztschr. f. d. ges. Naturwissenschaft, 1937, Heft 1. — *Bernh. Steiner*, Theorie der Vererbung. Leipzig 1935.

² Der ganze Fragenkreis der substantiellen Informierung des lebenden Organismus im Zusammenhang mit den Ergebnissen der zeitgenössischen experimentellen Biologie wird eine ausführliche Behandlung in dem in Vorbereitung befindlichen Werke von Dr. *Bernh. Steiner* finden, das zugleich einige hier angeschnittene Fragen ausführlich behandeln wird.

stischen Lebenslehre. Immer wieder zeigt es sich neu, daß gerade in der Sauberkeit der Begriffsbildung und der eigengesetzlichen Denkweise metaphysischen Forschens im Thomismus die Gewähr liegt, daß die einzelnen Sachwissenschaften seinsgemäß behandelt werden. Und umgekehrt führt gleiches sachgerechtes Denken in den Einzelwissenschaften zurück auf die unveräußerlichen metaphysischen Werte der *philosophia perennis*.
