Die Gestaltbildung bei Pflanze und Tier

Henning Kunze

Die auffallenden Unterschiede im Bau und in der Organisation von Pflanze und Tier können dazu anregen, die morphogenetischen Prozesse, die zu den jeweiligen Endgestalten führen, einer vergleichenden Studie zu unterziehen. Freilich muss man bei einer so allgemeinen Stufe der Betrachtung eine Auswahl aus der Fülle der organischen Formen vornehmen, die nur dadurch ihre Berechtigung erhält, dass sie möglichst typische Eigenschaften berücksichtigt. Der Vergleich soll sich daher auch auf die Höheren Pflanzen und die Metazoen beschränken.

Das Erfassen und innere Nachbilden der Gestaltungsvorgänge selbst wird hier als Methodik gesehen, durch die diese Phänomene als *Ausdruck* eines ganzheitlich organisierten Lebewesens erfahrbar werden. Die Beschreibung der Phänomene und ihre Anordnung ist damit nicht Selbstzweck, sondern kann dazu beitragen, den inneren Blick so auf die formschaffenden Prozesse zu lenken, dass sie wie durchsichtig für die in ihnen wirkenden Wesenskräfte werden. Ein Ansatz zu einer entsprechenden Vertiefung wird im Abschnitt 3 im Rahmen einer vergleichenden Betrachtung angestrebt.

Zunächst ist die Frage: welche Unterschiede lassen sich im Prozess der Gestaltentstehung bei beiden organischen Systemen — Pflanze und Tier — feststellen?

1. Charakteristische morphogenetische Prozesse bei Metazoen

Die Entwicklungsvorgänge bei Metazoen sind seit den bahnbrechenden Untersuchungen von *W. Roux, W. Driesch* und *H. Spemann* Gegenstand einer umfangreichen Forschungstätigkeit. Die hierbei als besondere Problemgebiete anzusehenden Fragen der kausalen Begründung der Gestaltentstehung, der Induktionsvorgänge und der morphogenetischen Felder sollen zunächst beiseite gelassen werden, um ein klareres Bild der direkt beobachtbaren Phänomene zu entwickeln.

1.1 Zellbewegungen

Bei Schwämmen kann man beobachten, dass voll differenzierte Zellen, die künstlich getrennt werden, sich im Laufe von 2–3 Wochen wieder zu kompletten Schwämmen zusammenfügen. Diese Rekonstitution geht so weit, dass auch die Differenzierung in Choanozyten-Kammern, Mundöffnung etc. vollständig erfolgt. Ähnliches ist auch von Wirbeltieren bekannt: so gelang es *Holtfreter* (1939), die Zellen einer Amphibiengastrula zu separieren; es erfolgte z.T. eine spontane Vereinigung zur Gastrula mit richtiger Lage der Keimblattschichten. Auch beim vier Tage alten Hühnerembryo liessen sich nach künstlicher Trennung von Gewebezellen charakteristische spontane Rekonstitute beobachten. Neben diesen verschiedenen experimentellen Befunden gibt es sogar ein schönes «Naturexperiment» in gleicher Richtung: bei dem Fisch *Astrofundulus* erfolgt die normale Gastrulation durch das Zusammenfügen vorher ausgeschwärmter Embryozellen. Bei der Aggregation bilden sie unmittelbar eine zweischichtige Gastrula (*Sauer* 1980, S. 94). Es erscheint daher berechtigt, wenn *Trinkaus* (1969, S. 102) feststellt «that reconstitution by dissociated cells is a phenomenon of general biological significance.»

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die tierischen Zellen nicht nur eigene Bewegungsfähigkeit besitzen, sondern dass sie auch unterschiedlich starke Affinitäten zueinander haben.

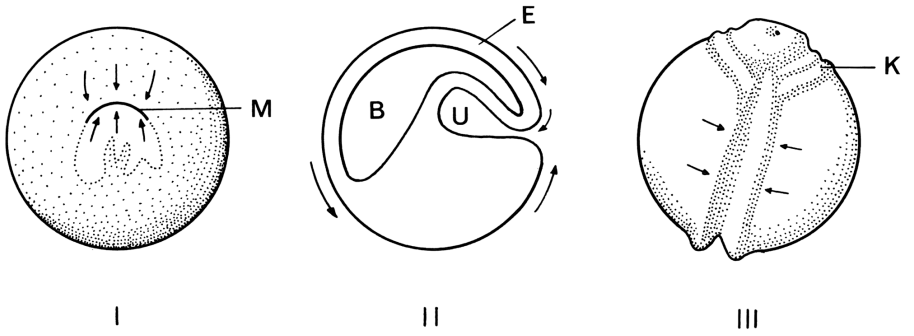

Bild 1: Morphogenetische Bewegungen bei der Gastrulation und Neurulation der Erdkröte *(Bufo bufo)*. I Involution der Zellen am Urmund, das nicht punktierte Areal bezeichnet die hellen dotterreichen Zellen. II Längsschnitt, etwa im gleichen Stadium wie I. III Entstehung der Neuralfalten, Dorsalansicht. Die Pfeile deuten die Bewegungen des Zellmaterials an. B Blastocoel, E Ektoderm, K Kiemenanlagen, M Urmund, U Urdarm.

Bei Wirbeltieren spielen in der ungestörten Embryogenese die Bewegungen einzelner Zellen – wenn auch nicht immer so extrem wie bei *Astrofundulus* – eine wesentliche Rolle. So wandern z.B. Zellen der dorsalen Neuralleiste* beim Hühnerembryo an verschiedene Stellen, um dort ganz unterschiedliche Zelltypen zu bilden: sympathische Ganglien, Pigmentzellen, Visceralknorpel, Nierenmark, Hirnhäute. Die Zellen wandern offensichtlich gezielt, versammeln sich an bestimmten Orten und bilden dort die entsprechenden Organe. Deutlich tritt dieses Phänomen insbesondere bei den Pigmentzellen in Erscheinung. Die Farbmuster von Amphibien, die Färbungen der Vogelfeder wie auch der Säugerhaare entstehen durch wandernde Pigmentzellen, die letztlich ein artspezifisches Verteilungsmuster ausbilden. Die Urkeimzellen des Hühnerembryos wandern sogar von ihrem Entstehungsort im ausserembryonalen Entoderm durch die Blutgefässe zu den Keimdrüsenanlagen in der Leibeshöhle. – *Trinkaus* (1969, S. 103) kommt daher zu folgendem Schluss: der Zusammenhalt der tierischen Zellen in Geweben und Organen ist nicht die Folge ihrer Unfähigkeit, sich zu bewegen, sondern die Folge ihrer Assoziation mit gleichartigen Zellen, die auch das Ziel ihrer Bewegung ist. Dabei kann man davon ausgehen, dass aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit der Zellen unterschiedliche Adhäsion entsteht, deren Folge Trennung bzw. Zusammenschluss der Zellen ist.

1.2 Bewegungen ganzer Zellverbände: Gastrulation, Neurulation

Bei der genaueren Beschreibung der Invaginationsvorgänge beschränke ich mich vorwiegend auf die Gastrulation und Neurulation der Amphibien (vgl. *Trinkaus* 1969, S. 146f; *Starck* 1975 S. 113f; *Schwarz* 1973 S. 71f). Im Unterschied zu den oben beschriebenen Wanderungen einzelner Zellen verbleiben die Zellen der ursprünglichen Oberfläche des Keimlings (Blastula) im Zusammenhang. Die Einstülpung des Urdarms erfolgt durch eine Reihe von verschiedenen Prozessen, ist aber im wesentlichen immer ein Wandern der äusseren Zellverbände über die Lippen des Urmunds nach innen (*Bild 1,* I und II). Am Beginn dieser Einrollung (Involution)

* ein dorsal von dem Neuralrohr gelegener Zellstreifen ektodermaler Herkunft.