Evo-Devo, die Synthese von Entwicklungs- und Evolutionsbiologie

Die Evo-Devo-Forschung hat zu ganz neuen Vorstellungen über die Entstehung der Tiere und ihrer Gewebe und Organe geführt. Deren immense Formenvielfalt beruht auf der Variation von Aktivitäten einer begrenzten Anzahl von Master-Genen, die die Entwicklung des frühen Embryos steuern. Diese Master-Gene wurden während der Evolution in hohem Maße konserviert. Ihre Analyse erlaubt Rückschlüsse, wie die vielzelligen Tiere und ihre unterschiedlichen Baupläne entstanden sind.

Die Verbindung von Evolutionsforschung und Entwicklungsbiologie ist nicht neu. Schon Darwin hat diesen Zusammenhang erkannt. Besonders Ernst Haeckel, der eifrigste Verbreiter darwinscher Gedanken in Deutschland, hat sich dafür stark gemacht. Mit seinem „biogenetischen Grundgesetz“, mit dem er die Embryogenese als kurze und unvollständige Wiederholung der Phylogenese formulierte, ist Haeckel bei vielen Biologen später in Verruf geraten. Man muss ihm aber zugutehalten, dass zu seiner Zeit alle Forscher nach „Naturgesetzen“ suchten und die Übertreibungen und Vereinfachungen auch der Durchsetzung der revolutionär neuen Evolutionsbiologie dienten. Heute sollte man anerkennen, dass Haeckel den Weg für die moderne Evo-Devo-Forschung geebnet hat, die in den letzten Jahren geradezu triumphale Erfolge erzielt hat.

Evo-Devo ist ein aus Amerika stammender Jargon für eine Forschungsrichtung an der Schnittstelle von Ontogenese und Phylogenese, also der Biologie der Individualentwicklung und der Evolutionsbiologie. Evo-Devo steht dabei als Kurzwort für „evolutionary developmental biology“, die evolutionäre Entwicklungsbiologie. In ihrer modernen Form geht sie vor allem auf die molekulargenetischen Forschungen an der Fruchtfliege Drosophila zurück, die zur Identifizierung zahlreicher Gene und Genfamilien führten. Diese sind für die frühe Embryonalentwicklung und die Festlegung der Körperachsen und Körpersegmente sowie elementare Differenzierungsmuster von Geweben und Organen verantwortlich. Wegweisende Arbeiten dazu hatten neben Edward B. Lewis vom California Institute of Technology in Pasadena vor allem Christiane Nüsslein-Volhard und Eric F. Wieschaus 1978-81 am Europäischen Molekularbiologischen Laboratorium in Heidelberg durchgeführt. Ihre Arbeiten setzten sie danach am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Tübingen bzw. der Princeton University fort. Alle drei Forscher wurden dafür 1995 mit dem Nobelpreis für Physiologie und Medizin ausgezeichnet. Die Abbildung oben zeigt die Ausprägung von drei derartigen Entwicklungsgenen im Drosophila-Embryo (siehe Artikel „Die Entdeckung homeotischer Gene“).

Für Evo-Devo als eigenständige Disziplin kam der Durchbruch mit der Entdeckung der Hox-Gene im Labor von Walter Gehring in Basel. Es stellte sich heraus, dass derartige Gene nicht nur bei der Fruchtfliege, sondern bei allen Tieren mit Geweben (Eumetazoa) vorhanden sind, und dass bei aller Unterschiedlichkeit vom Fadenwurm bis zum Menschen die gleichen morphogenetischen Grundprinzipien herrschen. Bei allen werden die Embryonalentwicklung und die Musterbildung der Körperteile von homologen „Master"-Genen gesteuert. Zu diesen gehören auch die von Nüsslein-Volhard und Wieschaus entdeckten Entwicklungsgene. Zusammen bilden sie einen „Werkzeugkasten" aus genetischen Elementen, die dafür sorgen, dass andere Gene in der Embryonalentwicklung nach einem festgelegten Muster an- und abgeschaltet werden. Sie liefern gewissermaßen die Bauanleitungen für die Entstehung der Tiere. Die Entdeckung dieses Werkzeugkastens hat zu völlig neuen Vorstellungen über die Evolution der Tiere und ihrer Organe geführt. Ihre immense Vielfalt an Bauplänen und Mustern verdanken die Tiere der Variation einer begrenzten Anzahl von uralten Themen.

In den letzten Jahren ist die Evo-Devo-Forschung gewaltig expandiert. Sie hat auch Wissenschaftler ganz unterschiedlicher Disziplinen wie Molekulargenetik und Paläontologie zusammengeführt, die vorher wenig voneinander wussten. Was früher nicht für möglich gehalten worden war oder heftigen Streit hervorrief: Auf der Grundlage unseres heutigen Wissens, wie Entwicklungsgene die Morphogenese der Tiere steuern, lassen sich fossil nicht belegte (teilweise fossil nicht belegbare) Eigenschaften, Organe und ganze Tiergruppen in ihrer Evolution plausibel erklären. Beispiele sind die Abstammungsbeziehungen der basalen Eumetazoen, die Gastrulation in der frühen Embryogenese, die Entstehung des Insektenflügels, die Augenentwicklung und das Farbensehen. Über einige dieser neuen Erkenntnisse wird in diesem Dossier berichtet.

Dossier

27.08.2012
EJ
© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH