© privat

Johannes Jäger, Ph.D.

Genetics

Centre for Genomic Regulation, Barcelona

Born in 1973 in Chur, Switzerland

Studied Biology at the University of Zurich, the University of Basel, the Schumacher College, Totnes, UK, and Stony Brook University, New York

SCHWERPUNKT

ARBEITSVORHABEN

The Evolution of Regulatory Systems

All organisms differ from each other. But not in random ways. Some changes in the way we look, grow, or behave are more frequently observed than others. In fact, many imaginable biological shapes and processes never seem to occur at all. In many cases, we can explain this phenomenon by adaptation through natural selection: certain solutions simply work better than others in a given environment. But other instances are hard to explain. For example, why are there no six-limbed vertebrates with arms, legs, and wings? In other words, why are there no angels? It would be very advantageous to have an additional pair of limbs, wouldn't it? Indeed, insects show this sort of arrangement and seem to be very successful with it. The answers to these kinds of questions lie in the way our bodies are built, in the way we grow. But since the times of Darwin, we have made only modest progress in understanding how the complex processes of development from egg to adult shape and change the course of evolution. My research forms part of a discipline called evolutionary developmental biology that attempts to address these problems. We use a combination of experimental work - both genetic and molecular -, computer simulations, and mathematical analysis to study how genes influence the growth of different species of flies, and how the way these genes switch each other on or off during development changes the speed and direction of evolution in these insects. This sort of question lies at the very heart of modern biology. Understanding the non-random effects of random genetic changes is not only necessary to gain deeper insights into the development and evolution of animals and plants, but also to understand the causes and potential treatments of complex genetic disease. During my year at the Wiko, I will work on developing the mathematical and conceptual tools we need for the analysis of our computer models, and, more generally, for understanding the interplay between development and evolution.

Recommended Reading

Jaeger, J., D. Irons, and N. Monk (2012). "The inheritance of process: a dynamical systems approach". J Exp Zool B Mol Dev Evol 318, 8: 591-612.

Jaeger, J. and A. Crombach (2012). "Life's attractors: understanding developmental systems through reverse engineering and in silico evolution." In Evolutionary Systems Biology, edited by Orkun S. Soyer. New York: Springer Science+Business Media.

Jaeger, J., S. Surkova, M. Blagov, H. Janssens, D. Kosman, K. N. Kozlov, Manu, E. Myasnikova, C. E. Vanario-Alonso, M. Samsonova, D. H. Sharp, and J. Reinitz (2004). "Dynamic control of positional information in the early Drosophila embryo." Nature 430, 6997: 368-371.

KOLLOQUIUM, 11.11.2014

Das Leben aus der Prozessperspektive

Die erstaunliche Formenvielfalt von Organismen hat mich schon immer fasziniert, von der fließenden Gestalt einer einzelligen Amöbe über die fraktale Anmut der Pflanzen bis zur gewaltigen, farbenreichen Explosion von Körperformen in einem Korallenriff. Der Einfallsreichtum der Natur scheint schier unerschöpflich. Und doch gibt es Regelmäßigkeiten in dieser Überfülle. Bestimmte Bestandteile und Muster - wie zum Beispiel Körpersegmente, Gliedmaßen, Streifen oder Flecken - sieht man häufig, aber andere - etwa radförmige Strukturen - sind selten. Was sind die Gründe für dieses Phänomen?

Die Form von Organismen entsteht durch zwei der faszinierendsten und mächtigsten Prozesse der Natur. Erstens lenkt die Entwicklung oder Ontogenese den Organismus durch seinen Lebenszyklus, vom befruchteten Ei über die Kindheit und die Adoleszenz bis zur Reife und zum Tod. Zweitens verändert die Evolution oder Phylogenese diese Lebenszyklen über viele Generationen hinweg, was zur Anpassung an die Umwelt und letztlich zur Vervielfältigung der Arten auf unserem Planeten führt.

Zur Erklärung der biologischen Vielfalt sind sowohl Ontogenese als auch Phylogenese unerlässlich. Einerseits eliminiert die natürliche Auslese Formen, die ungeeignet sind für ihre Umwelt, und fördert somit das Überleben der besser Angepassten. Andererseits kann man den Ursprung und die Bandbreite der verschiedenen Formen, die ausgelesen werden, nur unter Betrachtung der Entwicklung verstehen. Was für Erscheinungen sind grundsätzlich möglich? Welche Formen können überhaupt ausgelesen werden? Dies hängt von den ontogenetischen Prozessen ab, die den Lebenszyklen zu Grunde liegen. Die Beschaffenheit dieser Prozesse und ihre Rolle in der Evolution sind eines der größten ungelösten Geheimnisse in der heutigen Biologie.

Ein Ansatz, der geeignet ist, dieses Geheimnis zu ergründen, ist der biologische Strukturalismus. Im Gegensatz zum vorherrschenden gen-zentrischen Weltbild, versteht dieser Ansatz Gene nicht als unabhängige Akteure, sondern als Kausalnexus in der dynamischen Struktur von Entwicklungsprozessen. Biologischer Strukturalismus ist sowohl eine philosophische Sichtweise, die Prozesse für grundlegender hält als die Substanz, als auch eine praktische wissenschaftliche Herangehensweise, die auf der Theorie dynamischer Systeme beruht. Das vielversprechende Potenzial des strukturalistischen Ansatzes kann am Einfachsten anhand eines archetypischen Beispiels veranschaulicht werden: der Evolution der Körpermusterbildung bei Fliegen. Dieses Beispiel erlaubt uns einen kleinen, aber bedeutsamen Einblick in die komplexe und vernetzte Welt der Entwicklungsprozesse, die dem unglaublich kreativen Potential des Lebens auf der Erde zugrunde liegen.

AUSGEWÄHLTE VERÖFFENTLICHUNGEN

externe Publikationsliste

(https://scholar.google.at/citations?user=Wk8kppcAAAAJ&hl=en)