

Für Klaus Ammann mit besten Wünschen für die Feiertage
und für Wohlergehen bei guter Gesundheit im neuen Jahr 2018

Werner Arber

Werner Arber

Einblick in die Naturgesetze der biologischen Evolution

Charles Darwin veröffentlichte vor rund 150 Jahren seine Ideen zur natürlich erfolgenden biologischen Evolution auf Grund seiner Beobachtungen von phänotypischen Varianten von in verschiedenen Habitaten vorgefundenen Tierarten. Es ist aber erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts bekannt, dass phänotypische Merkmale massgeblich von Genprodukten beeinflusst werden und dass sich die Gene in den Lebewesen auf fadenförmigen DNA-Molekülen (Genomen) vorfinden. Die genetische Information wird in spezifischen Abfolgen der DNA-Bausteine (Nukleotide) codiert. Inzwischen ist es möglich geworden, die Nukleotidsequenzen von Genomen zu erkunden und deren Unterschiede zwischen verschiedenen Varianten zu analysieren. Diese Fortschritte der Forschung dank neuartiger Untersuchungsmethoden ermöglichen es uns seit einiger Zeit, die molekularen Prozesse von spontan erfolgender genetischer Variation zu erforschen. Dazu eignen sich Bakterien und deren Viren besonders gut. Unter Laborbedingungen vermehren sich diese Mikroorganismen sehr schnell, was es dem Forscher ermöglicht, an einem Tag bereits grosse Populationen von Nachkommen einer einzelnen Zelle zu erhalten und darin nach seltenen genetischen Varianten zu suchen. Über die in unseren Laboratorien in den vergangenen Jahrzehnten erhaltenen Resultate soll hier kurz berichtet werden.

In den mit *E. coli*-Darmbakterien und deren Viren gemachten Erkundungen konnten wir beobachten, dass fallweise eine Reihe verschiedenartiger, molekularer Mechanismen zur gelegentlichen, spontanen Bildung von genetischen Varianten beitragen. Aus den dabei erzielten Ergebnissen kann man schliessen, dass die Natur enorm erfinderisch ist. Die analysierten neuen Varianten lassen sich drei verschiedenen natürlichen Strategien der genetischen Variation zuordnen, wobei auch verschiedenartige spezifische molekulare Mechanismen zu jeder der Strategien Beiträge leisten. Eine der drei Strategien bringt eine lokale Veränderung der herkömmlichen DNA-Sequenz, oft die Substitution eines Nukleotids. Die zweite Strategie bringt eine segmentweise Umstrukturierung innerhalb des Genoms. Das kann eine Verdoppelung

eines kürzeren DNA-Segmentes sein, in anderen Fällen die Deletion eines Segmentes, dessen Umdrehung oder Verpflanzung (Transposition). Schliesslich kann man in mikrobiellen Mischpopulationen beobachten, dass neuartige genetische Varianten sich durch horizontalen Gentransfer von einem Organismus auf einen anderen ergeben. Dies entspricht einer dritten natürlichen Strategie der spontan erfolgenden genetischen Variation.

Bei den hier beschriebenen molekularen Variationsprozessen spielen einerseits spezifische Genprodukte eine bedeutende Rolle, teils als Variationsgeneratoren, teils als Modulatoren der Frequenz der genetischen Variation. Ausserdem berücksichtigt die Natur auch ausschlaggebende Beiträge von nicht-genetischen Faktoren; wie der isomeren Form eines Nukleotids oder auch eines zufällig einwirkenden chemischen oder physikalischen Mutagens aus der Umwelt. Bei all diesen Prozessen zeigt sich, dass die in der Natur erfolgenden Mutationsprozesse relativ selten sind, was zur hohen Stabilität der Genaktivitäten der Lebewesen beiträgt.

Abschliessend soll noch klargestellt werden, dass nur ein Teil der spontan produzierten genetischen Varianten verbesserte Eigenschaften hat mit der Möglichkeit einer Anpassung an andere Habitate. Alle neuen genetischen Varianten sind natürlicherweise wie alle Lebewesen der darwinischen natürlichen Selektion unterworfen.

Alles deutet darauf hin, dass die hier beschriebenen natürlichen Prozesse der biologischen Evolution prinzipiell für alle Arten von Lebewesen Geltung haben. Es handelt sich also um Naturgesetze der biologischen Evolution.



Pascal Mäser (Hg.)

natura obscura

200 Naturforschende –

200 Naturphänomene –

200 Jahre Naturforschende
Gesellschaft in Basel

Mit neun Abbildungen von
Martin Oeggerli (Micronaut), Basel

Werner Arber (*1929), Professor em. für molekulare Mikrobiologie am Biozentrum der Universität Basel. Für seine in den frühen 1960er-Jahren an der Universität Genf gemachte Entdeckung der bakteriellen Restriktionsenzyme erhielt er 1978 zusammen mit zwei amerikanischen Kollegen den Nobelpreis in Medizin/Physiologie. Seine experimentelle Forschung mit Populationen von Mikroorganismen widmete er auch in Basel seit 1971 der Erkundung von Naturgesetzen der genetisch geleiteten Lebensprozesse mit spezieller Beachtung der die Biologische Evolution antreibenden molekularen Prozesse.

Schwabe Verlag Basel

2017