

Schöne Biologie

# Die Zwänge des Pfadfinders



■ Darwin, immer wieder Darwin. Warum ist der olle Weißbart heute immer noch so aktuell? Wegen den ewigen, verbohrteten Evolution-gegen-Kreationismus-Diskussionen, klar. Aber das ist hier nicht gemeint. Nein, es geht vielmehr um seine Präsenz in der absolut aktuellen Wissenschaft. Keine Ausgabe von *Nature* oder *Science*, in der der Name Darwin nicht mehrfach vorkommt. Wirklich. Kann man leicht nachprüfen.

Der Grund hierfür kann nicht nur sein, dass Darwin ein fundamentales Prinzip erkannt hat. Das haben andere auch. Nehmen wir etwa Einstein, der kommt bei weitem nicht mehr so oft in den aktuellen Wissenschaftsblättern vor wie Darwin. Noch weniger oft tauchen übrigens Watson und Crick auf, obwohl deren DNA-Struktur doch vielen als *die* wissenschaftliche Entdeckung des letzten Jahrhunderts gilt.

Also drehen wir das Ganze mal um: Was sollte idealerweise in den aktuellen Ausgaben der Wissenschaftsblätter stehen? Richtig, neueste Ergebnisse und Diskussionen zu bislang (und meist auch weiterhin) offenen Fragen. Und zieht man nun den Dreiecksschluss, hieße das, dass Darwin offenbar immer noch ziemlich viel mit offenen Fragen zu tun hat.

Das leuchtet eigentlich auch umgehend ein. Denn schließlich hat Darwin das Wechselspiel zwischen Variation, Selektion und Reproduktion als generellen und umfassenden Rahmen dafür formuliert, wie Evolution funktioniert. Was sofort folgte, waren jede Menge Fragen nach den tatsächlichen Mechanismen oder auch Wechselwirkungen evolutionären Geschehens.

Viele davon sind bis heute offen geblieben. (Im Rückblick könnte man Darwin daher als einen der effektivsten Arbeitsbeschaffer für die nachfolgenden Forschergenerationen bezeichnen.) Darunter befinden sich interessanterweise immer noch ziemlich fundamentale Fragen, auf die es bislang allenfalls anekdotische oder lediglich Teilantworten gibt: Wie entstehen neue Arten? Wie entstehen Neuheiten? Wie entstanden überhaupt Lebewesen, Mehrzeller, Baupläne, ...?

Andere Fragen sind womöglich nicht derart offensichtlich, aber sicherlich ähnlich

tiefgreifend. Zum Beispiel die Frage: Wie groß ist die Zahl der Pfade, auf denen die Evolution eines Merkmals über mehrere Stufen von A zu B voranschreiten kann? Beliebig groß? Oder wegen jeder Menge Zwänge und Einschränkungen („constraints“) eher klein? Und diejenigen Pfade, die letztlich tatsächlich *möglich* sind – sind die dann alle gleich *wahrscheinlich*, oder gibt es einen „Königsweg“ von A nach B?

Vier Harvard-Biologen verkünden nun dazu, dass die Zahl verschiedener Pfade für die Evolution einzelner Merkmale bisweilen überraschend übersichtlich sein kann. Sie selbst stellten dies fest, als sie untersuchten, wie *E. coli* seine Resistenz gegenüber  $\beta$ -Lactam-Antibiotika (Penicillin und Co.) durch fünf Punktmutationen in einem gewissen  $\beta$ -Lactamase-Allel um mehr als das 100.000fache steigern kann.

Theoretisch gibt es 120 Möglichkeiten, in welcher Reihenfolge die fünf Punktmutationen gesetzt werden können. Allerdings verlangen die Regeln der natürlichen Selektion, so die Autoren, dass die Antibiotika-Resistenz mit jeder einzelnen Mutation sukzessive und jeweils signifikant ansteigt. Dies war jedoch nur bei 18 der 120 Pfadmöglichkeiten tatsächlich der Fall (*Science* 312, S. 111).

Und es werden nochmals weniger, wenn die Autoren nachfolgend theoretisieren, dass aus verschiedenen Gründen unter diesen 18 plausiblen Pfaden lediglich zwei sind, die das Bakterium unter normalen Umständen wohl tatsächlich realisieren kann. Fazit: Lediglich zwei aus 120 möglichen Mutationsfolgen stehen der Evolution zur Verfügung, um in *E. coli* nach den Regeln der natürlichen Selektion aus einer normalen  $\beta$ -Lactamase eine Super- $\beta$ -Lactamase zu machen.

Die Autoren schließen dann ihr Abstract: „... we conclude that much protein evolution will be similarly constrained. This implies that the protein tape of life may be largely reproducible and even predictable.“ Bei diesen Worten hätte Darwin, der ja auch für seine Zurückhaltung bekannt war, womöglich die hohe Stirn gerunzelt und dazu nachdenklich den Bart gekraut.

Übrigens: Sein Name kommt in dem *Science*-Artikel viermal vor. RALF NEUMANN