

Kleine Ursache, große Wirkung



■ Wodurch zeichneten sich die Evolutionsbiologen aus in den letzten Jahrzehnten? Unter anderem durch Streiten.

Ein Hauptstreit geht bis heute über graduelle und/oder sprunghafte Evolution. Die strengen Gradualisten sagen, dass evolutionäre Veränderungen immer fließend vonstatten gehen – eben graduell: Viele kleine Veränderungen machen nach entsprechenden Selektionsvorgängen in der Summe irgendwann eine große – beispielsweise ein neues Organ oder eine neue Art.

Die Kritiker jedoch sagen zurecht, dass jede kleine Veränderung die Selektion nur übersteht, wenn sie keinen Nachteil bringt. Was in vielen Fällen eine graduelle Evolution nur wenig plausibel macht. Nehmen wir etwa die Entwicklung von Vorderbeinen zu Flügeln: Schwer vorstellbar, dass eine Zwischenstufe, mit der das Tier nicht mehr richtig laufen, aber auch noch nicht fliegen konnte, keinen Nachteil verschafft.

Ein Argument der Gradualismus-Kritiker ist denn auch, dass oft keine fossilen Überreste solcher Zwischenstufen gefunden wurden. Siehe etwa die Wale. Zu verschiedenen, zu *anders* erschienen ihnen die Wale, als dass sie sich ganz allmählich über viele Zwischenstufen aus irgendwelchen vierbeinigen Landsäugetieren entwickelt haben könnten. Nein, das mussten kurze, aber heftige Makromutationen gewesen sein.

Pustekuchen – seit den Achtzigern grub man ein Fossil nach dem andern aus, die die graduelle Evolution der Wale aus vierbeinigen, landlebenden Vorfahren heute sehr schön und plausibel dokumentieren. Eines der Schlüsselfossilien war etwa der „gehende Wal“ *Ambulocetus*, der vor etwa 45 Mio. Jahren sowohl Land und Wasser bewohnte.

Zunächst einmal heißt das, dass graduelle Evolution grundsätzlich funktionieren kann und sicher auch mannigfach vorgekommen ist. Gleichsam verdichteten sich aber zuletzt die Hinweise, dass sprunghafte Evolution genauso funktionieren kann. Mechanismen wie etwa Gen- oder gar Genomduplikationen machen diese sicherlich möglich. Wobei es Ansichtssache sein mag, ob eine Genduplikation immer noch als leichte oder schon als große Veränderung gilt.

Noch plausibler werden sprunghafte Evolutionschritte jedoch durch die inzwischen erkannte Tatsache, dass kleine Mutationen an den richtigen regulatorischen Stellen bisweilen große Umgestaltungen bei Entwicklungsprozessen oder Bauplan-Charakteristika verursachen können. Hierbei hätte man folglich sogar beides in einem: leichte (graduelle) Veränderung auf der molekularen Ebene, und sprunghafte auf der organismischen.

Die Entwicklung des adaptiven, auf Antikörpern basierenden Immunsystems könnte nun ein weiteres Beispiel für solch große Wirkung durch kleine Ursachen sein. Das dazu gehörige komplexe Organsystem soll nur einmal vor etwa 470 Mio. Jahren innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit entstanden sein. Folglich verfügen sämtliche Wirbeltiere darüber – mit Ausnahme der allerursprünglichsten: der kieferlosen Wirbeltiere, wie etwa dem Neunauge.

Der Ex-Tübinger Jan Klein und Nikolas Nikolaidis von der Pennsylvania State University verglichen nun das Neunauge mit höheren Wirbeltieren und zogen in *PNAS* (Bd. 102, S. 169) folgendes Fazit: Das adaptive Immunsystem entwickelte sich aus Elementen, die bereits nahezu komplett vorhanden waren, allerdings andere Funktionen erfüllten. Kooptation nennen die Spezialisten solch einen Prozess, wenn eine vorhandene Struktur für eine neue Funktion rekrutiert wird. Die neuen Zelltypen und Organe des Immunsystems seien also allein dadurch entstanden, dass bereits existierende Abfolgen von molekularen Reaktionen neu angeordnet und leicht verändert wurden. So habe sich etwa der Thymus aus den Kiemen lediglich durch die leicht abgeänderte Regulation einiger weniger Gene entwickelt, argumentieren die Autoren.

Das muss natürlich alles noch endgültig bewiesen werden. Allerdings hätte man hier wieder beides in einem: Leichte, graduelle Veränderung auf der molekularen Ebene als Ursache für einen großen, sprunghaften Effekt auf der organismischen.

Auf dem breiten Kontinuum zwischen gradueller und sprunghafter Evolution scheint demnach alles möglich. Warum also streiten?

RALF NEUMANN