

DIE ZEIT, 31.12.2008 Nr. 02 [<http://www.zeit.de/2009/02/N-Darwin-Enkel>]

Darwins geistige Nachkommen

Sie sammeln Insekten, durchleuchten Schädel oder fischen im Eismeer. Fünf Beispiele zeigen, wie vielfältig Evolutionsforschung heute ist

Wissenschaft

Auferstehung aus der Kreidezeit David Haussler simuliert die Evolution im Computer

Wenn aus Michael Crichtons Roman Jurassic Park jemals so etwas wie Wirklichkeit werden sollte, dann steckt bestimmt David Haussler dahinter. Der 54-jährige US-Forscher hat mit seinen Kollegen, den Computerwissenschaftlern Mathieu Blanchette und Webb Miller, ein fantastisch anmutendes Projekt gestartet: Sie wollen die Auferstehung einer in der Kreidezeit ausgestorbenen Kreatur ins Werk setzen.

Damals herrschten Dinosaurier über die Erde, doch Gefahr für heutiges Leben wird Hausslers Team wohl nicht heraufbeschwören. Die Wissenschaftler haben ein eher unscheinbares Wesen zur Reanimation vorgesehen – ein mausähnliches Geschöpf, das vor 125 Millionen Jahren auf der Erde lebte: das erste Säugetier. Mithilfe der entschlüsselten Genome heute lebender Säuger sollen die längst verschollenen Erbanlagen des Ahnen aus der Kreidezeit rekonstruiert werden. Sein Genom ist der Prototyp auch des menschlichen Gencodes. »Ich will wissen, wie wir Menschen aus diesem nachtaktiven kleinen Pelztier entstanden sind«, sagt Haussler, »und zwar bis in jedes molekulare Detail.«

Ohne die Unterstützung mächtiger Rechner wäre das ein utopisches Unterfangen. Aber der 54-jährige Haussler dürfte wie kein anderer prädestiniert sein für diesen Job. Der Direktor des Center for Biomolecular Science and Engineering der University of California in Santa Cruz ist eigentlich gar kein Genetiker. Haussler studierte erst Malerei, begann eine Ausbildung in Gestalttherapie, wechselte zur Mathematik und promovierte in Informatik, bevor er sich der Biologie zuwandte. Schon mit seiner ersten wissenschaftlichen Veröffentlichung schaffte er es in das angesehene Fachblatt Science.

Zusammen mit Miller und Blanchette hat er inzwischen Algorithmen entworfen, die den Lauf der Evolution Schritt für Schritt im Computer nachvollziehen. Nachdem die Programme mit den Gendaten von heutigen Säugetieren gefüttert worden sind, spulen sie die evolutionären Veränderungen zurück, bis sie vor 125 Millionen Jahren angekommen sind – bei jenem Urogenom, mit dem die Evolution aller Säugetiere begann.

Insgesamt müssen die Forscher präzise Gendaten von mindestens 20 heute lebenden Säugerspezies in ihre Rechner einspeisen. Dann könnte sich die Genkomposition des Ursäugers theoretisch mit mehr als 99-prozentiger Genauigkeit ermitteln lassen. »Das ist noch kein Jurassic Park«, sagt Haussler, »aber es ist ein Anfang.«

Wie es dann weitergehen könnte mit der Realisierung von Crichtons Szenario, hat er sich auch schon überlegt. Sind die Gene des Vorzeitsäugers einmal bekannt, ließen sie sich

Stück für Stück chemisch synthetisieren – und dann ins Erbgut von Mäusen einschleusen.

Ulrich Bahnsen

Das Leben als Lego-Spiel

Andrei Lupas sucht die Ur-Bausteine des Lebens

»Leben ist im Prinzip nichts anderes als der Ausdruck chemischer Aktivität von Proteinen«, sagt Andrei Lupas. Als Direktor der Abteilung Proteinevolution am Max-Planck-Institut in Tübingen versucht er herauszufinden, wie die Vielfalt der Proteine entstanden ist. Wo andere Evolutionsforscher sich an versteinerten Knochen orientieren, gibt es auf molekularer Ebene wenig Anhaltspunkte. »Proteine bilden keine Fossilien«, sagt Lupas. Um zu verstehen, wie sich die komplexen Faltungen von Aminosäureketten entwickelt haben, muss er auf die Bioinformatik zurückgreifen. Mit speziellen Computerprogrammen vergleicht sein Team die Strukturen und Aminosäuresequenzen heutiger Proteine und versucht, daraus ihren Verwandtschaftsgrad abzuleiten.

Wenn Lupas anderen seine Arbeit erklärt, nimmt er gern die Sprachwissenschaft zur Hilfe. So wie man aus zwei ähnlich klingenden Wörtern auf einen gemeinsamen Vorgänger in einer längst ausgestorbenen Sprache schließen kann, haben zwei Proteinstrukturen, die sich sehr ähnlich sind, mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit einen gemeinsamen Vorfahren.«

Etwa eine Trillion verschiedener Proteine gibt es auf der Erde. Die Faltungsmuster, aus denen sie sich formen, gab es schon vor 3,5 Milliarden Jahren; damals lebte der letzte gemeinsame Vorfahre aller heutigen Lebewesen. Nach Lupas' Berechnungen haben sich die Proteine aus etwa 50 Vorläuferstrukturen entwickelt. Mithilfe von Computersimulationen konnten seine Mitarbeiter diese Urmoleküle identifizieren. Der nächste Schritt besteht nun darin, im Experiment nachzuweisen, dass sich die modernen Formen tatsächlich aus den errechneten Strukturen entwickeln konnten.

Lupas nennt diese Versuche Kon-Tiki-Experimente – nach dem Schiff, mit dem Thor Heyerdahl nachwies, dass Polynesien von Südamerika aus besiedelt werden konnte. Das heißt nicht, dass dies tatsächlich so stattgefunden hat – ähnlich ist das mit den Protein-Reaktionen »Wir können nur herausfinden, welcher Entwicklungsweg am wahrscheinlichsten war«, sagt Lupas. Zusätzlich erschwert wird seine Arbeit dadurch, dass die Faltungsprozesse in Proteinen längst nicht alle verstanden sind.

Der nächste logische Schritt wäre es, die Proteine maßzuschneidern und etwa den Wirkungsgrad der Fotosynthese zu verbessern, sodass Pflanzen mehr Kohlendioxid in Sauerstoff umwandeln könnten. Auch wenn das heute noch eine Utopie ist, ist sich Lupas sicher: »Wenn wir den Prozess verstanden haben, müsste es auch möglich sein, neue Faltungsmuster zu entwerfen. Das wäre dann so, als ob man eine neue Art von Legosteinen erfände, mit denen man plötzlich ganz andere Formen bauen kann.«

Josephina Maier

Der Herr der Schaben

George Beccaloni begeistert sich für Kakerlaken

Für George Beccaloni wird das Jahr 2009 eine Herausforderung. Während die Welt den

200. Geburtstag von Charles Darwin feiert, hat der Kurator am Londoner Natural History Museum sich vorgenommen, eine Schiefelage in der Geschichtsschreibung der Evolutionsbiologie zu berichtigen: Darwin war nämlich weder der Einzige noch der Erste, der die Evolutionstheorie entwickelte. Zeitgleich mit ihm arbeiteten zahlreiche andere Forscher an derselben Idee, unter anderem [Alfred Russel Wallace](#).

Vor einigen Jahren hat der 41-Jährige das Museum überredet, die Privatsammlung des großen Naturforschers von dessen Nachfahren zu kaufen: Tausende Briefe und Aufzeichnungen sowie zahllose Exemplare von Schmetterlingen und Insekten, die Wallace auf seinen Reisen durch das Amazonasgebiet und den indonesischen Archipel gesammelt hatte. »Der Personenkult um Darwin ist ungesund«, sagt Beccaloni, »er entspricht nicht den Tatsachen.«

George Beccaloni wirkt menschenscheu und spricht am liebsten über seine Arbeit. Als Kind deutscher und italienischer Einwanderer wuchs er in Kenia und Simbabwe auf und sammelte schon im Alter von zehn Jahren lieber Schmetterlinge, als mit seinen Schulfreunden zu raufen. Während des Zoologiestudiums in London entdeckte er eine neue Leidenschaft. »Eigentlich wollte ich über Schaben promovieren, aber es gab keinen Experten dafür, also bin ich selbst einer geworden«, sagt er mit bescheidenem Lächeln, während er durch die Insektensammlung des Natural History Museum geht. Hier lagern rund 28 Millionen Exemplare, sauber aufgespießt in hölzernen Schaukästen. Als Kurator für Gespenster-, Stab-, Spring- und Heuschrecken, Ohrwürmer, Grillen, Termiten und Schaben betreut Beccaloni rund eine Million Exemplare in diesem weltweit größten Artenarchiv.

Zielsicher öffnet er einen Stahlschrank nach dem anderen und präsentiert die Superlative seiner Sammlung. Dabei erzählt er von Kamikaze-Termiten, die sich gegen angreifende Ameisen wie Selbstmordattentäter in die Luft sprengen, um ihren Staat zu schützen. Und er erklärt, wieso der miese Ruf der Kakerlake ungerechtfertigt ist. »Von den 4500 Schabenarten, die es gibt, kommen nur 30 als Schädlinge im Haushalt vor. Die meisten leben als Einzelgänger.«

Eine Spezies hatte es ihm besonders angetan: die Fauchschabe aus Madagaskar. Für sie verbringt er sogar seinen Urlaub im südpazifischen Urwald. Das ist nicht sehr familienfreundlich, sollte man meinen. Aber Beccaloni hat Glück. »Für meine Frau Jane ist das der absolute Ferientraum«, sagt er. »Sie arbeitet auch hier am Museum – als Kuratorin für Spinnen.«

John F. Jungclaussen

Stammbaum aus dem Computer Christoph Zollikofer erforscht unsere Vorfahren

Der Stammbaum des Menschen steckt in kleinen, gelben Dateiordnern: einer für Sahelanthropus, einer für den Neandertaler, einer für den Hobbit von der Insel Flores, einer für Homo sapiens. So liegen sie auf der Computerfestplatte von Christoph Zollikofer, gefüllt mit Bilddaten von Schädel- und Knochenbruchstücken. In der virtuellen Welt kann der Anthropologe von der Universität Zürich mit wenigen Mausklicks Fossilien vom Gestein befreien und Bruchstücke ohne Klebstoff zusammenfügen; hier ein Jochbein kopieren, dort einen vom Gestein zerdrückten Schädel richten.

Vor allem aber hilft der Computer dabei, die Verwandtschaftsverhältnisse der Fossilien

aufzuklären. »Früher konnte man nur einzelne Merkmale am Schädel abmessen, jetzt geben wir einfach einen Haufen Messpunkte ein und lassen den Rechner vergleichen«, sagt Zollikofer.

Ein Ergebnis seiner Computerstudien: Der Neandertaler ist nicht unser Vorfahr. Trotzdem waren die Frühmenschen uns ähnlicher als lange gedacht, das haben Zollikofer und seine Kollegin und Partnerin Marcia Ponce de León in ihrer letzten großen Studie gezeigt. Bei der Geburt hatten die Neandertaler ein ähnlich großes Hirn wie der Mensch, erst später entwickelte sich ihr Dickschädel – mit mehr Hirnmasse, als wir sie heute haben.

Dass die Menschheitsgeschichte womöglich nicht in Ostafrika begann, wie viele Forscher glauben, fand Zollikofer ebenfalls am Computer heraus. Der im Jahr 2001 gefundene Sahelanthropus tchadensis, sei eindeutig ein Hominide, kein Affe, und damit der älteste bekannte menschliche Vorfahr. Vielleicht also hat sich der aufrechte Gang in der üppigen Vegetation Zentralafrikas entwickelt und nicht im offenen Grasland des Ostens.

Auch der erst 2003 auf der indonesischen Insel Flores entdeckte Hobbit sortierte Zollikofer in den Ordner »Hominide«. Das kleinwüchsige Fossil zeigt, dass die Evolution keine Einbahnstraße ist. Offenbar war es für den Homo floresiensis klug, auf die Körpergröße und die Hirnmasse zu verzichten, die seine Vorfahren bereits erreicht hatten. Evolution heißt eben nicht nur größer, schneller, weiter.

Aus seinen Computerbildern schließt Zollikofer nicht nur auf Verwandtschaftsverhältnisse, sondern auch darauf, wie die Hominidenfamilien lebten: Neandertalerfrauen bekamen ihre Kinder erst spät und litten bei der Geburt genauso wie Menschenfrauen heute. Und womöglich fütterten die Frühmenschen auch ihre Alten durch: Ein früher Vertreter der Gattung Homo überlebte mehrere Jahre mit nur einem Zahn. In dem gelben Ordner von Zollikofer steckt eben weit mehr als ein Stammbaum – eine Art Familienalbum.

Stefanie Schramm

Vielfalt in der dunklen Ödnis Angelika Brandt sucht Leben in eisigen Gewässern

Ein ganzes Netz voll neuer Arten – für Angelika Brandt erfüllte sich 2002 der Traum jedes Evolutionsbiologen. »Uns ist gleich aufgefallen, dass darin unheimlich viele unbekannte Tiere waren«, erinnert sich die Hamburger Zoologin an den Beutezug in der Antarktis.

Seegurken, Schwämme, Krebstierchen und Amöben zog Brandt mit ihren Forscherkollegen auf ihrer Polarexpedition aus dem antarktischen Weddellmeer. Keiner von ihnen hatte mit einem solchen Ergebnis gerechnet. An Land nimmt die Biodiversität mit schwindender Sonneneinstrahlung ab. In den Tropen tummeln sich unzählige Arten, während in den Polarregionen Pflanzen- und Tiergesellschaften ärmer werden. Darum waren die Forscher davon ausgegangen, auch in der antarktischen Tiefsee auf einen verarmten Lebensraum zu stoßen. Tatsächlich aber fanden sie Hunderte bis dahin völlig unbekannte Lebensformen.

Die Spuren der Evolution lassen sich an vielen dieser Tiere direkt ablesen. Immer wieder schob sich in der Antarktis das Eis vom Land ins Meer und zwang die Bewohner des flachen Kontinentalschelfs, in tiefere Regionen auszuweichen. »In der Tiefsee finden wir heute Tiere, deren Augen nur noch aus wenigen Zellen bestehen«, erklärt die Zoologin. »Diese Arten müssen vor langer Zeit vom Kontinentalschelf eingewandert sein, wo es noch

Tageslicht gibt.« Denn bis in 5000 Meter Tiefe dringt kein Lichtstrahl mehr.

Auf dem Forschungsschiff Polarstern hat Brandt nicht nur Schleppnetze ausgeworfen, sondern auch viel Zeit damit verbracht, die Funde zu be stimmen – oft bei eisigen Temperaturen in der Kühlkammer, bekleidet mit Schal, Mütze und Handschuhen.

Die Arbeit im Labor ist unverzichtbar, um zu verstehen, wie die Arten aus der Tiefsee zu ihrer heutigen Verbreitung gelangt sind. Aus der Antarktis strömt Tiefenwasser in viele Teile der Weltmeere. Kleine Organismen werden einfach mitgeschwemmt. Wie weit die antarktischen Lebewesen sich bereits in der Welt verbreitet haben, zeigt die Erbgutanalyse einer Amöbe, die sich auch in der Tiefsee nördlich von Schottland findet. Die DNA der beiden Arten, sagt die Zoologin, sei praktisch identisch – ein klarer Hinweis darauf, dass die schottischen Amöben ihren Ursprung vor nicht allzu langer Zeit in der Antarktis nahmen.

Von einem vollständigen Stammbaum der antarktischen Artenvielfalt ist Angelika Brandt noch weit entfernt. »Von vielen Tieren haben wir nur ein Individuum, und das ist meistens auch noch kaputt«, klagt die 46-Jährige. Eines aber haben ihre Expeditionen gezeigt: In der antarktischen Tiefsee herrscht keineswegs gähnende Leere.

Josephina Maier

Zum Thema

ZEIT ONLINE 52/2008: Evolution

Während Darwins Evolutionstheorie mit ständig neuen Forschungsergebnissen untermauert wird, machen Kreationisten Darwins Erbe zum Politikum. Ein Überblick
[\[http://www.zeit.de/themen/wissen/wissenschaft/evolution/index\]](http://www.zeit.de/themen/wissen/wissenschaft/evolution/index)

DIE ZEIT 30/2007: Das missverstandene Buch

Charles Darwins Werk über die Entstehung der Arten wird noch immer falsch interpretiert. Selbst Wissenschaftler erliegen populären Irrtümern.
[\[http://www.zeit.de/2007/30/N-Evolutionsirrtuemer\]](http://www.zeit.de/2007/30/N-Evolutionsirrtuemer)

DIE ZEIT 40/2005: Darwins kluge Erben

Wer Evolution verstehen will, darf nicht nur Fossilien suchen. Er muss Würmern, Fliegen und Krebsen beim Wachsen zusehen
[\[http://www.zeit.de/2005/40/N-Evolution\]](http://www.zeit.de/2005/40/N-Evolution)

DIE ZEIT, 31.12.2008 Nr. 02