

außen mit einem elektrischen Impuls. Der Glashschwamm *Rhabdocalyptus dawsoni* reagiert auf Sediment in seinen Öffnungen mit einem elektrischen Impuls, der die Futter heranstrudelnden Flagellen für einige Zeit ausschaltet. MACKIE schlug in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts als Vorläufer Zellen vor, wie sie bei Nesseltieren zu finden sind. Bestimmte Zellen im Schirm von Quallen reagieren auf Berührung sowohl mit einem elektrischen Reiz als auch einer Kontraktion. Später habe sich dann eine Arbeitsteilung in reine Wahrnehmung (respektive Nerven) und reine Bewegung (respektive Muskelzellen) ergeben.

Doch wie immer bei solchen Szenarien sind die Probleme nicht fern. Bei Quallen entdeckte man ein ähnlich komplexes System zur Erzeugung bzw. dem Abbau von Nervenzell-Botenstoffen wie bei anderen Tieren auch. Diese Befunde lassen schließen, dass alle Gene, die zur Herstellung von Nervenzellen nötig sind, bereits in den primitivsten Organismen vorhanden sind bzw. waren. Wieder einmal muss der vermutete Vorfahr komplex gewesen sein. Wäre er das nicht, müsste man die mehrfache evolutive Entstehung annehmen, was aufgrund geringer Wahrscheinlichkeiten zur Entstehung komplexer Ähnlichkeiten aber abgelehnt wird (s. die kurze Diskussion zu dieser Problematik weiter unten). Aber woher kommt der komplexe Vorfahre? Je komplexer dieser im evolutionstheoretischen Rahmen angenommen werden muss, desto unwahrscheinlicher wird dessen Entstehung.

Ähnliche Probleme eröffnen sich, wenn man die Evolution von einem „primitiven“ Nervennetz hin zu einem Gehirn verstehen möchte. Einer Hypothese zufolge soll der letzte gemeinsame Vorfahre der Zweiseitentiere (Bilateria) bereits ein zentrales Nervengeflecht („Gehirn“) besessen haben. Doch wurde vor nicht langer Zeit bei einem Tier nahe an der Wurzel des Stammbaumes (*Saccoglossus*) ein diffuses Nervennetz gefunden. Nachdem aber viele moderne Bilateria ein Nervenzentrum haben, sind die Schlussfolgerungen – in welche Richtung auch immer – heikel: Wenn der Vorläufer der Bilateria ein diffuses Nervensystem hatte, dann muss ein

zentrales Nervengeflecht mehrfach unabhängig entstanden sein. Unter evolutiven Annahmen eine nicht besonders sparsame Erklärung. Auch hier haben wir es mit komplexen Ähnlichkeiten zu tun, die normalerweise nach anerkannten Homologiekriterien als Belege für gemeinsame Vorfahren gewertet werden. Wird also eine mehrfache unabhängige Entstehung eines zentralen Nervengeflechts angenommen, läge ein weiteres Beispiel dafür vor, dass eine (homologe) Bauplanähnlichkeit doch nicht als Hinweis auf einen gemeinsamen Vorfahren gelten würde. Deswegen gibt es den Ähnlichkeitsbeweis für Evolution nicht (vgl. JUNKER 2002, Kap. 2 und 3).

Nimmt man aber an, dass der Vorfahre der Bilateria bereits ein zentrales Nervengeflecht besaß, so muss andererseits in vielen Linien (so auch in *Saccoglossus*) eine Rückentwicklung (Reversion) zu einem diffusen Nervensystem stattgefunden haben. Eine offensichtliche Verschlechterung, die schwierig zu erklären ist. Denn warum sollte eine nützliche Einrichtung wie ein zentrales Nervengeflecht wieder aufgegeben werden und das auch noch mehrfach?

Jedoch, so MILLER, hören die Fragen hier nicht auf. Wie entstand das Myelin, welches die Nerven isolierend einhüllt? Woher kommen die Glia-Zellen, die im Gehirn vielfältige Aufgaben, u.a. in der Informationsverarbeitung, übernehmen? Zum Schluss ist auch die Frage offen, wie Nervenzellen verknüpft werden müssen, um ein Gehirn zu bauen. So sollen – heutiger Meinung zufolge – Gehirne vier- bis fünfmal unabhängig voneinander entstanden sein. Die Beziehung zwischen der Anatomie eines Gehirns und dessen Funktionsweise scheint also keineswegs festgelegt zu sein.

Niko Winkler

Literatur

- JUNKER R (2002) Ähnlichkeiten, Rudimente, Atavismen. Holzgerlingen.
MILLER G (2009) On the Origin of The Nervous System. Science 325, 24-26.

Sind Krieg oder Frieden evolutionäre Ursache des Altruismus?

Zusammenfassung: Menschen sind zu selbstlosem, bis zum Tod gehendem Einsatz für Mitmenschen in der Lage. Die evolutionäre Psychologie will alle menschlichen Eigenschaften durch evolutionäre Selektionsdrücke erklären. Für den Altruismus des Menschen werden derzeit zwei völlig gegensätzliche spekulative Erklärungen vorgeschlagen:

Die eine sieht in der Gewalt zwischen Gruppen von (Früh-)menschen die Ursache, die andere in der Zusammenarbeit von Müttern bei der Kinderversorgung.

„Keiner hat eine größere Liebe als der sein Leben für seine Freunde hingibt“ steht im Evangelium des

Johannes (15,13). Kontext und Ziel dieses Zitates sind nicht Gegenstand dieses Artikels, aber es spricht eine Wahrheit aus, die sich zu allen Zeiten bei Seuchen (Pflege Kranker unter eigener Lebensgefahr) oder Hungersnöten und anderen menschlichen Extremsituationen, aber am meisten und häufigsten in der schlimmsten aller menschlichen Aktivitäten bestätigt hat: Im Krieg. Jedes beliebige Buch, das intensive Kampfhandlungen alleine im 20. Jahrhundert beschreibt, gibt Beispiele von direkter Selbstopferung von Soldaten für ihre Kameraden (z.B. RYAN 1974, S. 254, 302ff, 433 oder MÜLLENHEIM-RECHBERG 1999, S. 184)

BOWLES (2009) untersuchte, ob Krieg zwischen steinzeitlichen Jäger- und Sammlergruppen die Evolution der Fähigkeit zu Kooperation und Altruismus förderte, was man auch als Nächstenliebe bezeichnen könnte (BOWLES benutzt diesen Terminus nicht, wohl weil er zu religiös geprägt ist).

Es ist zwar unbekannt, ob diese steinzeitlichen Menschengruppen eher friedfertig oder gewaltbereit waren, aber BOWLES geht das Problem mittels mathematischer Modelle an, die er auf die spärlichen paläontologischen und etwas umfangreicheren ethnologischen Daten anwendet.

Die Häufigkeit von Todesfällen durch (menschliche) Gewalteinwirkung ist paläomedizinisch aufgrund einer ganzen Reihe von Unsicherheitsfaktoren sehr schlecht abzuschätzen: In Kalifornien sind beispielsweise die Überreste von 2185 prähistorischen Menschen gefunden worden mit insgesamt 12044 Knochen. Der menschliche Körper hat – ohne die für die anstehende Fragestellung kaum relevanten sehr kleinen (und damit auch nur selbster fossilisierten) Hand- und Fußwurzelknochen – etwa 100 Knochen, so dass durchschnittlich nur 4 (!) Knochen pro Mensch gefunden wurden. Diese Zahl erlaubt keine präzisen Analysen über gewaltsame Todesursachen. Außerdem lassen viele tödliche Verwundungen keine Spuren an den Knochen zurück: Schätzungsweise 75% von Wurfgeschoss-wunden (Pfeile, Speere, Steine usw.) belassen die Knochen intakt. Untersuchungen amerikanischer Heereschirurgen zur Zeit der Indianerkriege fanden heraus, dass weniger als 1/3 der Pfeile Knochen trafen und dass 61% der tödlichen Pfeilwunden im Bauchraum lagen.

Nur für acht heutige Steinzeitleute erlauben ethnographische Studien den Anteil der Todesfälle durch Kriegseinwirkungen an allen Todesfällen zu ermitteln. So starben bei den Ache im Urwald Paraguays mit 30% am meisten Stammesangehörige eines gewaltsamen Todes, die Mittelstellung nahmen die Ayoreo im Grenzgebiet von Bolivien und Paraguay mit 15% gewaltsamen Todesfällen ein und mit 4% am wenigsten gewaltsame Todesfälle gab es bei den Anbara in Nord-Australien.

Ein vom Autor entworfenes mathematisches Modell beschreibt (ohne zu erklären), wie Auseinandersetzungen zwischen Gruppen signifikant zu

der Ausbreitung einer genetischen Prädisposition zu Altruismus beigetragen haben könnten. Mathematische Korrelationen müssen aber immer durch Ursachenmodelle untermauert werden. Solange das nicht geschieht, können sie keine gesicherten Erklärungen bieten, und sind bei kausaler Deutung oftmals falsch wie bei der bekannten Korrelation zwischen zeitgleicher Abnahme der Geburtenrate und der Abnahme von Störchen in Deutschland.

BOWLES hält es für wahrscheinlich, dass in der Steinzeit viele Menschengruppen lebten und sehr beweglich waren. Dadurch trafen sie oft auf Nachbargruppen mit der eventuellen Folge von Konflikten, die bis zur Tötung von Menschen gehen konnten. Neben Naturkatastrophen und dem daraus folgenden Nahrungsmangel seien solche Konflikte ursächlich für die lange Stagnation des Wachstums der Menschheit von 100 000 bis 20 000 Jahren vor heute. Ein solch langer Zeitraum lässt natürlich genetische Änderungen wahrscheinlicher erscheinen als kulturelle, da über evolutionäre Zeiträume deren genetische Fixierung zu erwarten wäre. Altruismus wäre uns durch Krieg „angezchtet“ worden.

Im 2009 erschienenen Buch „Mothers and Others. The Evolutionary Origins of Mutual Understanding“ der Anthropologin Sarah Blaffer HRDY (Universität von Kalifornien) wird eine ganz andere Vorstellung diskutiert. Die Autorin stellt als die entscheidende Rolle bei der evolutionären Entstehung von Altruismus die Kooperation von Müttern bei der Kinderversorgung in den Mittelpunkt. In einer Rezension gibt BROWN (2009) die wesentlichen Gedanken wieder:

Unter Verwendung von Forschungsergebnissen diverser Gebiete (darunter Ethnographie, Archäologie, Entwicklungspsychologie, Primatologie, Endokrinologie und Genetik) stellt sie die These auf, dass Mütter in prähistorischer Zeit nicht allein für ihre jeweiligen Kinder sorgten, sondern zusammen mit den anderen Müttern der Gruppe. Das wahrscheinlich stärkste Argument, dass unsere Art mit kooperativem Sozialverhalten evolvierte, entstammt Studien an heutigen Jägern und Sammlern und rezenten Großaffen: Steinzeitliche Frauen gebären alle 3-4 Jahre ein Kind, Großaffen nur alle 6-8 Jahre. Eine solche Hyperfertilität bei einer zugleich gegenüber Großaffen mehr als verdoppelten Zeit bis zur körperlichen und geistigen Reife ist für HRDY nur durch die wechselseitige Unterstützung nichtverwandter Mütter und älterer weiblicher Jugendlicher möglich. Bei Großaffen sind die Weibchen äußerst unwillig, ihr Junges besonders während seiner ersten Lebensmonate von einem anderen Gruppenmitglied tragen oder auch nur berühren zu lassen. Menschliche Mütter verhalten sich hier völlig anders. Beispielsweise verbringen bei den Hadza in Tansania Kinder während ihrer ersten 4 Lebensjahre 1/3 ihrer Wachzeit mit anderen, oft nicht verwandten Personen derselben

Gruppe. Ethnographische Daten belegen diverse positive Einflüsse von Helfern in den verschiedensten Teilen der Welt. Auch wenn in einigen Populationen Väter stark an der Fürsorge beteiligt sind, unterstreicht HRDY, dass dieses nicht das mütterliche Engagement ersetzen könne. Menschen haben nach ihrer Auffassung also ein evolutionär erzwungenes (Versorgung von mehreren Kindern durch mehrere Mütter) Verhalten von kooperativer Kinderfürsorge. Die bisherige Mehrheitsmeinung, dass prosoziales Verhalten von Konflikten und Wettbewerb zwischen und selbst innerhalb Gruppen herrührt, wird von ihr bewusst radikal in Frage gestellt.

Die beiden sehr verschiedenen Vorstellungen zur Entstehung von Altruismus sind letztlich sehr spekulativ. Die Vertreter der evolutionären Psychologie gehen in entsprechenden populärwissenschaftlichen Büchern (vgl. Rezension von VOLAND (2007) durch LINDEMANN (2009)) nur allzuoft über solche in der Fachwelt hochumstrittenen, ungeklärten Fragen hinweg und vermitteln dadurch

leicht ein falsches Bild des behaupteten biologischen Ursprungs unserer Psyche.

Wolfgang B. Lindemann

Literatur

- BOWLES S (2009) Did warfare among ancestral hunter-gatherers affect the evolution of human social behaviors? *Science* 324, 1293-1298.
- BROWN GR (2009) Caring cooperators, Rezension von: Sarah Blaffer Hrdy: Mothers and Others. The Evolutionary Origins of Mutual Understanding. Harvard University Press, Cambridge, MA, 2009. *Science* 324, 1646-1647.
- LINDEMANN WB (2009) Rezension von: Eckard Voland: Die Natur des Menschen. Grundkurs Soziobiologie. München 2007. *Stud. Int. J.* 16, 63-64.
- MÜLLENHEIM-RECHBERG B FREIHERR VON (1999) Schlachtschiff Bismarck. Genehmigte Lizenzausgabe für Weltbild Verlag GmbH Augsburg.
- RYAN C (1974) Un pont trop loin. Arnhem / septembre 1944, traduit de l'américain par Frank Straschnitz, Éditions Robert Laffont Paris. („Eine Brücke zu weit. Arnhem September 1944“)

Neue Synthese für Nukleinsäure-Bausteine — ein plausibler Weg zu ersten Nukleinsäuren?

Zusammenfassung: Englische Chemiker haben eine neue Idee vorgestellt, wie erste Bausteine von Nukleinsäuren präbiotisch, d.h. ohne die heute bekannte Bio-Chemie entstanden sein könnten. Ihre Versuche, Nukleotide zu synthetisieren folgen neuen Konzepten und zeigen interessante Reaktionsverläufe. Aber bei allen überraschend günstigen Syntheseschritten bleibt das Problem, dass für die chemischen Reaktionen reine Ausgangsstoffe verwendet werden und Randbedingungen, wie pH-Wert, Temperaturen und Reaktionszeit geregelt werden müssen. Damit müssen bei allem Optimismus, den diese Veröffentlichungen hervorgerufen haben, einige grundlegende Probleme für eine plausible Erklärung für die Entstehung erster Nukleinsäuren noch gelöst werden.

Nukleinsäuren in Form von DNA und RNA sowie deren Bausteine sind in allen bekannten Lebensformen von grundlegender Bedeutung, z. B. zur Repräsentation, Speicherung und Vermittlung der Erbinformation. Unabhängig von den jeweiligen Vorstellungen zur Lebensentstehung müssen diese chemischen Verbindungen irgendwann entstanden sein. Die Annahme, dass dies durch zufällige und ungesteuerte Synthesen geschieht, führt zur Erwartung von chemischen Reaktionen, die die benötigten Produkte und deren Vorstufen mit hoher Ausbeute, d.h. ohne störende Nebenprodukte liefern.

Unter präbiotischen Bedingungen (d. h. bevor es Leben gab) können dabei keine spezifischen Reaktionsbedingungen vorausgesetzt werden.

Die präbiotische Synthese von Nukleinsäuren stellt unter diesem Gesichtspunkt insofern eine enorme Herausforderung dar, als bisher in experimentellen Studien keine plausiblen Lösungen aufgezeigt werden konnten.

In vielen Konzepten wurde versucht, Nukleotide — die Einzelbausteine der Nukleinsäuren aus ihren Bestandteilen, der Ribose (für RNA) bzw. Desoxyribose (für DNA), den Stickstoffheterocyclen und Phosphat zusammenzufügen (Abb. 1). Bisher liegen sowohl für die Synthesen der Komponenten als auch für die Nukleotide ergiebige Synthesen nur unter sehr spezifischen Laborbedingungen vor, die nicht mit Erwartungen im Zusammenhang der präbiotischen Chemie vereinbar sind. Aus diesem Grund werden auch strukturell weniger komplexe Alternativen zu Nukleinsäuren studiert, die als einfachere Vorläufer vorstellbar wären.

Abb. 1: Aufbau der DNS. Oben die Doppelhelix mit den vier DNA-Grundbausteinen (Basen) Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C) und Thymin (T); unten genauere Darstellung der Basen. Z = Zucker Desoxyribose, P Phosphatrest. Je zwei Basen passen genau zueinander und sind daher „komplementär“. Ein Triplet steht für eine Aminosäure.

