

S T R E I F L I C H T E R

Jünger als die DNA erlaubt? Morphologie und Moleküle einmal mehr im Konflikt

Die Untersuchung morphologischer (gestaltlicher) Merkmale und die molekulargenetische Analyse (DNA-Sequenzvergleiche) sind zwei voneinander unabhängige Zugänge zur Erfassung von Verwandtschaftsverhältnissen. Es wurde erwartet und wird oft behauptet, dass die Ergebnisse dieser beiden Disziplinen zusammenpassen. Das heißt: Die Datensätze beider Forschungsgebiete sollten dieselben Auffassungen über den Evolutionsweg stützen. Entsprechend wird die Passung von Morphologie und Molekülen als besonders starker Beleg für Evolution gewertet.

Die Realität ist jedoch vielfach weitaus komplizierter. Die Hoffnung, dass molekular begründete Verwandtschaftsverhältnisse morphologisch und paläontologisch abgeleitete Abstammungsbeziehungen bestätigen würden, hat sich weithin nicht erfüllt. Ein Beispiel dafür liefert die Evolution der Säugetiere. Schon frühere Studien zeigten, dass hier ein Konfliktpotential liegt (KUMAR & HEDGES 1998). Nun haben ein soeben beschriebenes Fossil und eine neue und gleichzeitig die bislang umfangreichste Auswertung, die auf 409 Merkmalen von 69 fossilen und heutigen Säugetiergattungen basiert, den Konflikt verschärft. Denn nach molekularen Daten sollen die Plazenta-Tiere vor 148 Millionen Jahren entstanden sein, während die morphologisch-paläontologische Analyse für ein rattenartiges Säugetier als ältesten Plazentalier spricht, das auf 63 Millionen Jahre datiert wird (WIBLE et al. 2007). CIFELLI & GORDON (2007, 919) kommentieren: Die jüngsten Untersuchungen repräsentierten den „neuesten Volleyschuss“ in der „Moleküle-versus-Morphologie-Debatte“. Die Ergebnisse verkleinern nicht wie erhofft den Graben zwischen den Schlussfolgerungen der beiden Disziplinen, sondern erweitern ihn.

Die größer gewordene Diskrepanz könnte auf zweierlei Weise aufgelöst werden. Zum einen könnten neue Fossilfunde das Bild verändern. CIFELLI & GORDON (2007, 919) weisen jedoch auf Studien hin, wonach der Fossilbericht bei den Säugetieren als ziemlich vollständig betrachtet werden kann. Zum anderen könnten die Annahmen über den Gang der molekularen Uhr falsch sein. Immerhin passen die *Geometrien* der Verwandtschaftsbeziehungen *grob* zusammen (die Positionen der Afrotheria und Xenarthra bilden jedoch Ausnahmen [WIBLE et al. 2007, 1005]). Ob sich der gegenwärtige Widerspruch auflösen lässt, wird sich zeigen müssen.

Die Analyse von WIBLE et al. (2007) erbrachte

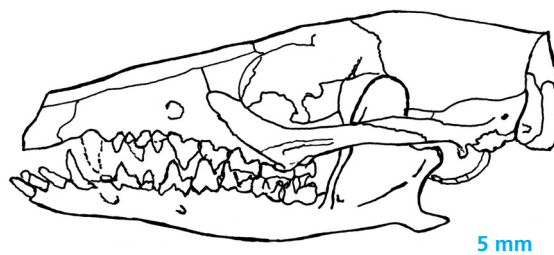


Abb. 1: Schädel von *Maelestes gobiensis* aus der Mongolei. (Nach WIBLE et al. 2007)

noch weitere interessante Ergebnisse. Das von ihnen neu beschriebene Fossil *Maelestes gobiensis* aus der Mongolei (auf 71-75 Millionen Jahre datiert) und sämtliche anderen Säugetiergattungen aus der Kreide müssen auf tote Seitenäste des hypothetischen Stammbaums gestellt werden. Zu Beginn des Tertiärs tauchen dann die meisten „modernen“ Säufergruppen in der Fossilüberlieferung explosionsartig auf. CIFELLI & GORDON (2007) ziehen einen Vergleich mit der kambrischen Explosion. Während man aus der Kreide nur 40 fossile Säugetier-Gattungen kennt, sind es im Tertiär über 4000. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Kreide-Gattungen zu den modernen Plazentaliern sind durchweg stark umstritten (WIBLE et al. 2007, 1003). Fazit: Einmal mehr führt die Zunahme an Kenntnissen nicht zu größerer Klarheit in Ursprungs- und Abstammungsfragen.

[CIFELLI RL & GORDON CL (2007) Re-crowning mammals. *Nature* 447, 918-920; KUMAR S & HEDGES BS (1998) A molecular time-scale for vertebrate evolution. *Nature* 392, 917-920; WIBLE JR, ROUGIER GW, NOVACEK MJ & ASHER RJ (2007) Cretaceous eutherians and Laurasian origin for placental mammals near the K/T boundary. *Nature* 447, 1003-1006]
R. Junker

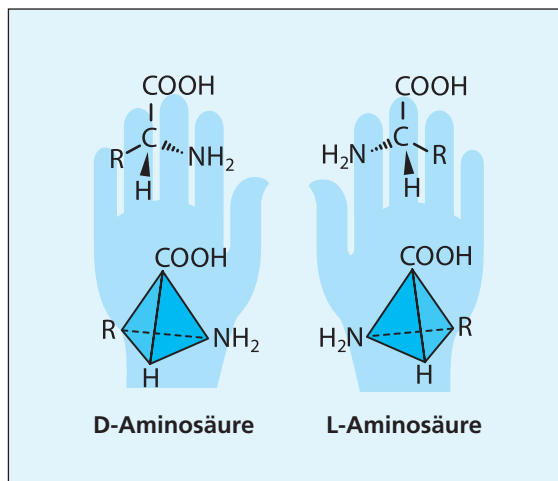
Homochiralität: astrophysikalischer Mechanismus zur Anreicherung von Aminosäure-Enantiomeren?

Für die Entstehung homochiraler Bausteine für die Synthese von Biomakromolekülen liegt nach wie vor keine befriedigende rein kausalmechanistische Erklärung vor (IMMING 2006). Wie können Moleküle, die in spiegelbildlichen Strukturvarianten (Enantiomeren; vgl. Abb. 1) vorkommen und sich in ihren chemischen Eigenschaften praktisch nicht unterscheiden (wie z.B. Aminosäuren und Kohlehydrate) so getrennt werden, dass daraus einheitliche Makromoleküle aufgebaut werden können?

Ohne homochirale Bausteine ist Leben – wie wir es kennen – nicht möglich. Die Trennung von Enantiomeren gelingt im Labor, erfordert jedoch zwingend den Einsatz homochiraler Chemikalien sowie geplante und regulierte Versuchsabläufe.

Schon seit längerem und auch jetzt wieder in neuen Untersuchungen sind Techniken ausgear-

Abb. 1: D- und L-Aminosäure. Die beiden Formen sind spiegelbildlich zueinander. Alle Aminosäuren haben die gleiche Grundstruktur (L-Aminosäuren) und unterscheiden sich nur im Rest R. In Ursuppenexperimenten werden immer beide Formen zu gleichen Teilen gebildet (Razemate). (Aus JUNKER & SCHERER 2006)



beitet worden, um Mischungen mit einem geringen Enantiomerenüberschuss so anzureichern, dass anschließend ein Enantiomer stark überwiegt. PERRY et al. (2007) haben gefunden, dass das D/L-Gemisch der Aminosäure Serin mit einem geringen Enantiomerenüberschuss durch Sublimation angereichert werden kann. Bei der Sublimation geht ein Stoff direkt aus der festen Phase in die Gasphase über (und umgekehrt). Dieses Phänomen ist thermodynamisch gut beschreibbar und wird im Labor z.B. zur Reinigung von Reaktionsprodukten genutzt. KLUSMANN et al. (2006) haben kürzlich gezeigt, dass eine Anreicherung von Aminosäure-Enantiomeren auch durch Nutzung des Phasenübergangs fest – gelöst möglich ist.

Die Publikation von PERRY et al. (2007) veranlasste Ben FERGINGA und Mitarbeiter, eigene Untersuchungen über die Anreicherung von Enantiomeren durch Sublimation zu veröffentlichen (FLETSCHER et al. 2007). Sie sublimierten verschiedene Aminosäuren mit einem geringen Enantiomerenüberschuss von 0,5 bis 10%. Das im Überschuss vorliegende Enantiomer wurde dabei angereichert. Dabei darf nur eine geringe Menge (im Promille-Bereich) des Ausgangsmaterials sublimiert werden. Der Effekt zeigt außerdem eine Abhängigkeit von Druck und Temperatur. In der Überschrift vermitteln die Autoren den Eindruck, einen relevanten astrophysikalischen Mechanismus zur Anreicherung von L-Aminosäuren vorzustellen. Aufgrund der bisher vorliegenden Daten sollte diese Behauptung allerdings kritisch hinterfragt werden. Im Kosmos können lokal hohe Temperaturunterschiede auftreten und es herrscht ein stark reduzierter Druck (Vakuum). Diese Randbedingungen sind für Sublimation günstig, trotzdem wäre zu zeigen, wie gut eine Sublimationsapparatur die Situation im Kosmos modelliert. Nachzuweisen bleibt ebenso, ob der Anreicherungsseffekt auch bei Ausgangssituationen auftritt, in denen nicht reine Aminosäuren vorgelegt werden, sondern komplexe Substanzgemische mit Spuren von Aminosäuren, wie das unter präbiotischen Bedingungen zu erwarten ist. Wie soll außerdem unter ungesteuerten Bedin-

gungen sichergestellt werden, dass nur geringste Anteile (Promille) der Aminosäuren sublimiert werden?

Abschließend sei auf die schon vor längerem von Klaus DOSE (1987) gemachte Feststellung hingewiesen: „Es gibt zwar schwache asymmetrische Kräfte in der unbelebten Natur, aber jedes geringfügige Vorherrschen von D- oder L-Formen bei präbiotischen Prozessen würde in einer geologischen Umgebung durch Razemisierungsreaktionen wieder aufgehoben werden.“ An dieser Einschätzung hat sich bis heute nichts geändert, wie CATALDO (2005) in ihrem Übersichtsartikel belegen, wenn sie schreiben: „The enantiomeric excess found in meteorites usually involves unusual aminoacids which are not common in terrestrial environment and which are much less prone to racemization than the corresponding terrestrial α -aminoacids which instead are usually found as chiral mixtures.“

Unter natürlichen Bedingungen, z.B. im Kosmos, razemisieren Aminosäuren schneller, als dass durch Mechanismen wie die hier beschriebenen Enantiomerenüberschüsse verstärkt werden könnten.

Selbst wenn die aufgezeigten Schwierigkeiten befriedigend gelöst werden könnten, wäre damit immer noch nicht plausibel erklärt, warum in der Natur fast ausschließlich L-Aminosäuren in Proteine eingebaut werden und D-Zucker in Nukleinsäuren. Manche mutig formulierte Überschriften wünschte man sich mit einem Fragezeichen abgeschlossen.

[CATALDO F, BRUCATO JR & KEHEYAN Y (2005) Chirality in prebiotic molecules and the phenomenon of photo- and radioracemization, J. Phys., Conference Series 6, 136-148; DOSE K (1987) Präbiotische Evolution und der Ursprung des Lebens. Chemie in unserer Zeit 21, 177-185; FLETSCHER SP, JAGT RBC & FERGINGA BL (2007) An astrophysically-relevant mechanism for amino acid enantiomer enrichment. Chem. Commun. 2578-2580; IMMING P (2006) Die fehlenden Spiegelbilder. Erklärungsversuche für das Phänomen der natürlichen Homochiralität. Stud. Int. J. 13, 14-21 und http://www.genesisnet.info/schoepfung_evolution/e42081.php; KLUSMANN M, IWAMURA H, MATHEW SP, WELLS JR DH, PANDYA U, ARMSTRONG A & BLACKMOND DG (2006) Thermodynamic control of asymmetric amplification in amino acid catalysis. Nature 441, 621-623; PERRY RH, WU C, NEFLIU M & COOKS RG (2007) Serine sublimates with spontaneous chiral amplification. Chem. Commun. 1071-1073] H. Binder

Mikroorganismen in Bernstein aus der alpinen Trias

Anfang der 1990er Jahre wurden Aufsehen erregende Berichte über Mikroorganismen in Bernstein aus Süddeutschland veröffentlicht. Nahe dem Schliersee (Bayern) hatte U.-Ch. BAUER, ein Fossilien Sammler, in mesozoischen Schichten kleine Bernsteinstücke gefunden und wissenschaftlicher Bearbeitung zugänglich gemacht. Zunächst war das Bernsteinvorkommen den Raibler Schichten (Karn, Obere Trias, entspricht einem radiometrischen Alter von 220-230 Ma) zugeordnet worden (POINAR 1993). Diese Angaben waren in mehreren