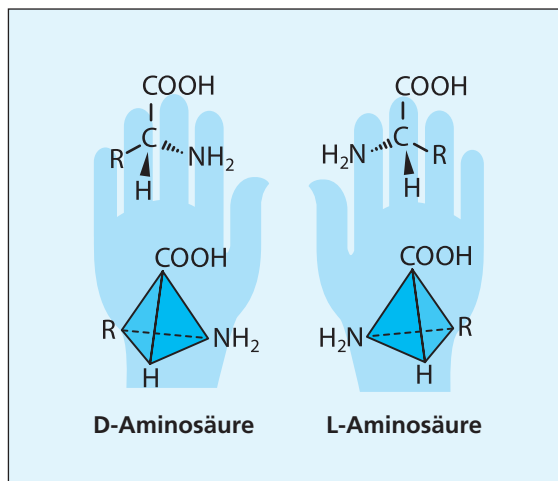


Abb. 1: D- und L-Aminosäure. Die beiden Formen sind spiegelbildlich zueinander. Alle Aminosäuren haben die gleiche Grundstruktur (L-Aminosäuren) und unterscheiden sich nur im Rest R. In Ursuppenexperimenten werden immer beide Formen zu gleichen Teilen gebildet (Razemate). (Aus JUNKER & SCHERER 2006)



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

Publikationen zitiert worden. SCHMIDT et al. (2001) legten aufgrund eigener Feldarbeit sowie anhand biostratigraphischer und petrographischer Untersuchungen eine andere geologische Zuordnung des Bernsteinvorkommens vor, nämlich Cenoman (Obere Kreide, entspricht einem radiometrischen Alter von 93-99 Ma). Diese neue Einstufung machte auch eine neue Interpretation der im Bernstein enthaltenen fossilen Mikroorganismen notwendig. So sind z.B. vergebene Namen wie *Paramecium triassicum* und *Triasamoeba alpha* unpassend für Organismen aus der Kreide.

In einer neuen Arbeit beschreiben nun SCHMIDT et al. (2006) Bernstein aus den Südlichen Alpen, dessen Vorkommen sie in die Trias stellen. Die millimetergroßen, tropfenförmigen Bernsteinstücke befinden sich in einem Paläoboden (paleosol) in der Nähe der Italienischen Stadt Cortina d'Ampezzo. Dieses Vorkommen ordnen die Autoren der Heiligkreuz/Santa Croce Formation in den Dolomiten zu. Es war bereits zuvor von ROGHI et al. (2006) beschrieben worden.

Aufgrund ihrer mikroskopischen Untersuchungen der Bernsteintröpfchen beschreiben und dokumentieren SCHMIDT und Mitarbeiter eingeschlossene Bakterien (sie stellen die Mehrheit der eingeschlossenen Mikroorganismen), Pilze (darunter solche, die der heutigen Gattung *Ramularia* ähnlich sind) und Algen. Außerdem konnte unter den Ciliaten (Wimperntierchen) ein Vertreter der modernen Gattung *Coleps* (Colepidae) identifiziert werden. Mehrere Arten beschalteter Amöben (Testacea) aus den Familien Centrooxyidae und Diffugidae wurden nachgewiesen, wobei dies derzeit deren frühester Nachweis für nichtmarine Testacea ist.

Unter ökologischen Gesichtspunkten dokumentieren diese triassischen Bernsteineinschlüsse alle Ebenen einer Mikrobiozönose, also eines kleinen Lebensraums: Bakterien und phototrophe Algen (Produzenten), Protozoen (Verbraucher) und Pilze als (Zersetzer). Aufgrund der Mikrobienzusammensetzung in einzelnen Bernsteintröpfchen vermuten die Autoren, dass sie nicht am Boden, sondern an nassen Stellen auf den harzproduzierenden Pflanzen gelebt haben.

SCHMIDT et al. bemerken, dass die beschriebenen Einschlüsse Einblicke in die Evolution und Paläo-Ökologie von Mikroorganismen aus dem unteren Mesozoikum liefern. Dabei hat es den Anschein, als habe sich auf der untersten Ebene der Nahrungskette seit der Trias morphologisch nichts oder nur wenig verändert. Abschließend unterstreichen die Autoren, dass aufgrund ihrer Befunde Gattungen und sogar Arten von Mikroorganismen in der Lage waren, geologische Epochen zu überleben. Weiter oben hat sich die Nahrungskette aufgrund veränderter Umweltbedingungen (z.B. Massenaussterben an der Grenze Kreide-Tertiär) gewandelt. Seit dem unteren Mesozoikum haben die Protozoen unverändert die Zeit der Dinosauri-

er wie auch die Veränderungen unter den Angiospermen (bedecktsamigen Blütenpflanzen), Vögeln und Säugetieren überlebt. Man darf gespannt sein auf Erklärungsversuche für die unterschiedliche Auswirkung von Selektionsdrücken.

[POINAR GO, Jr, WAGGONER BM & BAUER U-C (1993) Terrestrial soft-bodied protists and other micro-organisms in Triassic amber. *Science* 259, 222-224; ROGHI G, RAGAZZI E & GIANOLLA P (2006) Triassic amber of the Southern Alps (Italy). *Palaios* 21, 143-154; SCHMIDT AR, EYNATTEN Hv & WAGREICH M (2001) The Mesozoic amber of Schliersee (southern Germany) is Cretaceous in age. *Cretaceous Res.* 22, 423-428; SCHMIDT AR, RAGAZZI E, COPPELOTTI O & ROGHI G (2006) A microworld in Triassic amber. *Nature* 444, 835.] H. Binder

Evolution eines Polyphenismus – Beleg für Evolution oder für polyvalente Stammform?

Viele Lebewesen können unterschiedliche Gestalten ausprägen, je nachdem welche Umwelteinflüsse auf sie während ihrer Ontogenese (individuelle Entwicklung) einwirken. Ein bekanntes Beispiel ist das Landkärtchen, ein Falter, der deutlich verschiedene Sommer- und Herbstformen ausbildet. Solche Gestaltsvariationen, die nicht auf Unterschiede im Erbgut, sondern auf verschiedene Umwelteinflüsse zurückzuführen sind, nennen die Biologen Polyphenismus („Vielgestaltigkeit“).

Über die evolutive Entstehung von Polyphenismus und mithin von Umweltsensitivität ist wenig bekannt. Das Problem dabei: „Es benötigt den Erwerb von komplizierten genetischen Kontrollelementen, die die Umweltbedingungen messen und selektiv verschiedene Gengruppen, abhängig von den Bedingungen aktiviert“ (MYERS 2006). In einer 2006 veröffentlichten Studie konnten SUZUKI & NIJHOUT unter Laborbedingungen diesen Vorgang experimentell demonstrieren. Der Tomatenschwärmer (*Manduca quinquemaculata*) zeigt einen Polyphenismus: im kühleren Norden der USA sind die Raupen schwarz, was vorteilhaft für die Absorption von Sonnenlicht und damit Wärme ist. Im wärmeren Süden sind die Raupen dagegen grün und dadurch besser getarnt.

Die Autoren untersuchten nun die Raupe des nahe verwandten Tabakschwärmers (*Manduca sexta*), die normalerweise immer grün ist. Es existieren aber Mutanten des Tabakschwärmers mit schwarz gefärbten Raupen. Es konnte gezeigt werden, dass die Mutation zu einer Verringerung des Juvenilhormons führt, welches die Färbung der Haut reguliert. Im mutierten Stamm kamen jedoch Raupen vor, die nach einer Hitzeschockbehandlung in einem frühen Entwicklungsstadium unterschiedliche Grünfärbungen aufwiesen. Durch weitere Züchtung mit dieser besonderen Mutante mit sonst schwarzen Raupen erzielten die Wissenschaftler nach nur 13 Generationen einen Stamm, dessen Raupen ab einer bestimmten Temperaturschwelle von 28,5 °C immer grün statt schwarz