

Weitere Informationen zum „Spiegel der Weisen“

Homochiralität, also das Vorkommen nur einer von zwei spiegelbildlichen Formen beispielsweise bei Aminosäuren, ist für Lebewesen unverzichtbar. Ihre Entstehung widersetzt sich nach wie vor einer naturalistischen Erklärung. In der letzten Ausgabe unserer Zeitschrift wurde ein Erklärungsversuch diskutiert, dem hier einige weitere Informationen angefügt werden sollen. Dabei dreht es sich wieder um die Frage des Eintrags von Biomolekülen durch eine bestimmte Klasse von Meteoriten, die Chondrite.

Peter Imming

In der vorigen Ausgabe von *Studium Integrale Journal* (SIJ) erschien ein Artikel über naturalistische Erklärungsversuche, warum in Lebewesen beispielsweise Aminosäuren homochiral vorkommen (IMMING 2012). Kurz und vereinfacht gesagt: Von zwei spiegelbildlichen Formen, die in der Chemie „Enantiomere“ genannt werden, kommt nur eine vor, bei Aminosäuren das sogenannte L-Enantiomer. Homochiralität ist für biochemische Prozesse eine notwendige Voraussetzung. Bei ungesteuerten chemischen Synthesereaktionen entstehen beide Formen zu gleichen Teilen, als sogenannte Racemate. Wie soll man sich das Vorherrschen der einen Form erklären, wenn nie jemand die Entscheidung für eine Form traf? Oder wie ein Fachartikel formulierte: „There appear to be no biochemical reasons why left-handed amino acids should be favored over right-handed amino acids in enzymes“ (GLAVIN & DWORKIN 2009).

Eine Hypothese hält den Eintrag von Aminosäuren aus Meteoriten für wichtig, was im SIJ-Artikel behandelt wurde. Zeitgleich erschien ein kürzerer Artikel zur selben Thematik in der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ (KONITZER 2012). Die darin referierten Hypothesen und Gedanken sind in der Fachliteratur schon vor Jahren andiskutiert (z. B. GLAVIN & DWORKIN 2009) und jüngst verfeinert worden (GLAVIN et al. 2012). Hier soll als Ergänzung zum SIJ-Artikel auf den Aspekt eingegangen werden, warum überhaupt für einige wenige Aminosäuren ein Enantiomerenüberschuss vorliegt, und es sollen einige weitere Informationen zur „Meteoriten-Hypothese“ gegeben werden.

„Leben“ aus dem All?

Der Murchison-Meteorit und andere kohlige Chondrite enthalten eine Reihe von einfachen

Molekülen, die auch in Experimenten zur präbiotischen Chemie bisher hergestellt wurden (LAZCANO 2012). Die Überlappung betrifft allerdings nur ganz wenige Moleküle. Außerdem wird vorausgesetzt, was erklärt werden soll: Man nimmt ohne echten naturwissenschaftlichen Beleg an, dass die Meteoriten „alt“ sind, und daher Zeugen der Chemie eines ursprünglichen Sonnensystems seien. Die Annahme schließt ein, dass die Zusammensetzung der Meteoriten auch im Detail – es geht ja um winzige Mengen von Aminosäuren – in den letzten Jahren, ja Jahrtausenden keine Veränderungen erlebt hat. Bei extraterrestrischen Bruchstücken ist das empirisch natürlich nicht belegbar.

Abgesehen von der Annahme, die Zusammensetzung dieser Meteorit-Bruchstücke erlaube einen direkten Blick zurück auf die Chemie vor dem Anfang des Lebens, werden diese Bruchstücke auch als Ursprung organischen Materials auf der Erde und somit als direkte chemische Vorläufer heutiger Lebewesen diskutiert. DARWIN und seine Freunde und Anhänger machten sich noch über die Idee lustig, Leben auf Meteoriten auf die Erde zu bringen (STRICK 2000, S. 92). Das bezog sich auf den Eintrag fertiger, irgendwo spontan entstandener Zellen, wie es beispielsweise William THOMSON (Lord Kelvin), Hermann VON HELMHOLTZ und Svante ARRHENIUS annahmen (LAZCANO 2012). Die spontane Generation von Zellen ist derzeit keine gängige naturalistische Hypothese, sondern seit OPARIN und HALDANE wird über eine kleinschrittige Entstehung der „Moleküle des Lebens“ und der ersten Zellen spekuliert und modellhaft experimentiert. Das ist aus dem gegenwärtig in der Naturwissenschaftsphilosophie vorherrschenden Monismus abgeleitet, der keinen Kategorienunterschied zwischen Materie und Leben macht.

Aus präbiotischer Sicht sind vor allem die kohligen Chondrite (carbonaceous chondrites)

interessant. Sie enthalten 1–2 Massen% Kohlenstoffverbindungen (ALEXANDER et al. 2007). Es gibt ca. 700 Bruchstücke, die weltweit verteilt in Sammlungen aufbewahrt werden. Der größte Teil (70–99%) der Kohlenstoffverbindungen weist eine hohe relative Molekülmasse auf (1000 und mehr), ist unlöslich und dem Kerogen ähnlich. Der Rest der Kohlenstoffverbindungen ist niedermolekular und löslich (CLEAVES 2012).

Kohlenstoffverbindungen aus dem All?

Kerogen ist die häufigste Form von organisch gebundenem Kohlenstoff in der Erdkruste. Dort entsteht es durch Zersetzung organischen Materials. Das wird für das Kerogen in Meteoriten nicht angenommen. Eine Kontamination der Meteoriten mit irdischem organischem Material wird aufgrund der unterschiedlichen Isotopenverteilungsmuster ausgeschlossen bzw. als gering angesehen. Als weiterer Hinweis für die nichtterrestrische Herkunft von Kohlenstoffverbindungen in Chondriten wird das Vorkommen von Racematen chiraler Moleküle, beispielsweise Aminosäuren, angesehen. Wie im SIJ-Artikel näher ausgeführt (dort auch Literaturangaben), wiesen acht Aminosäuren und eine Hydroxysäure in vielen Proben keinen, in manchen Proben einen Enantiomerenüberschuss bis ca. 19% zugunsten des L-Enantiomers auf. Das ist der Enantiomertyp, der im Wesentlichen die Peptide und Proteine von Lebewesen konstituiert; allerdings betraf er nur nicht-proteinogene Aminosäuren, also solche Aminosäuren, die in Lebewesen nicht vorkommen. Der Enantiomerenüberschuss schwankte z. T. sehr stark; für Isovalin betrug er in Bruchstücken des Murchison-Meteoriten zwischen 0 und 15% in Abhängigkeit davon, welches Bruchstück man untersuchte, und er schwankte auch innerhalb eines Bruchstücks über kleine Abstände hinweg. Auch im Bell-Meteorit wurde weder für Isovalin noch für die anderen darin nachgewiesenen nicht-proteinogenen Aminosäuren ein Enantiomerenüberschuss gefunden. Enantiomerenüberschüsse in Chondriten sind bisher die einzigen, die einem abiotischen Ursprung zugeschrieben werden.

Abiotische Entstehung eines Enantiomerenüberschusses?

Wie kann der Enantiomerenüberschuss überhaupt entstanden sein (s. auch IMMING 2012)? Erstens könnte er auf experimentelle Fehler,

Kontamination etc. zurückgehen, was wegen der starken Schwankungen der Überschüsse in verschiedenen Meteoritenbruchstückteilen nicht ausgeschlossen werden kann. Jedenfalls ist aus den wenigen Daten keine Systematik für die abiotische Entstehung von Enantiomerenüberschüssen ableitbar. Zweitens kann ebenfalls, wie erwähnt, nicht ausgeschlossen werden, dass organisches Material aus bisher unbekannten, gegebenenfalls wohl einzelligen Lebewesen vorlag und man die Zersetzungsprodukte analysiert. Das organische Material hätte molekulare Homochiralität aufgewiesen, wenn die Lebewesen ähnlich wie terrestrische gebaut waren. Das Vorkommen von Bakterien auch in extremen Habitaten auf der Erde (heiße Quellen; Totes Meer; Tiefseegräben) erlaubt die Spekulation, dass gewisse, noch unbekannte Einzeller auf Meteoriten oder deren größeren Vorgängern existieren konnten. Allerdings würde man dann in den Chondriten noch andere Überreste biochemischer Vorgänge erwarten. Als dritte Möglichkeit kommt schließlich in Betracht, dass sich ein Überschuss eines Enantiomers durch Rekristallisationsprozesse in wässrigen Lösungen aufbaut. Das wird als Ursache der Enantiomerenüberschüsse diskutiert, die in Bruchstücken des Tagish-Lake-Chondriten gefunden wurden (GLAVIN et al. 2012). Allerdings lagen Überschüsse nur bei Asparaginsäure und Glutaminsäure vor, während z. B. Alanin durch genau diesen Prozess racemisiert wird (GLAVIN et al. 2012). Diese Einzelbeobachtung eines Enantiomerenüberschusses von Aminosäuren führt also wiederum nicht zu einem homochiralen System, wie es schon in einfachsten Einzellern, ja Viren etabliert und unerlässlich ist.

Literatur

- ALEXANDER CMOD, FOGEL M et al. (2007) The origin and evolution of chondrites recorded in the elemental and isotopic compositions of their macromolecular organic matter. *Geochim. Cosmochim. Acta* 71, 4380–4403.
- CLEAVES II HJ (2012) Prebiotic chemistry: What we know, what we don't. *Evo. Edu. Outreach* 5, 342–360.
- GLAVIN DP & DWORKIN JP (2009) Enrichment of the amino acid l-isovaline by aqueous alteration on CI and CM meteorite parent bodies. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106, 5487–5492. DOI: 10.1073/pnas.0811618106.
- GLAVIN DP et al. (2012) Unusual nonterrestrial L-proteinogenic amino acid excesses in the Tagish Lake meteorite. *Meteoritics & Planetary Science* 47, 1347–1364. DOI: 10.1111/j.1945-5100.2012.01400.x.
- IMMING P (2012) Auf der Suche nach dem „Spiegel der Weisen“. *Studium Integrale Journal* 19, 84–92.
- KONITZER F (2012) Aminosäuren aus dem All. *Sterne und Weltraum* 1, 23–24.
- LAZCANO A (2012) The origin and evolution of life: Where, when and how? *Evo. Edu. Outreach* 5, 334–336.
- STRICK JE (2000). Sparks of life. Darwinism and the Victorian debate over spontaneous generation. *Endeavour* 33, 147–150.