

Benzoldithiol verbunden sind) sind gereinigte, konzentrierte, intelligent ausgewählte Moleküle mit einer intrinsischen Fähigkeit zur Aggregation. Diese Bedingungen sind weit von dem entfernt, was in präbiotischen Umgebungen der jungen Erde erwartet wird. Zweitens verbinden sich die Ausgangsmomere nicht kovalent zu einem Polymer (wie in RNA, DNA oder Proteinen); sie ziehen sich lediglich an, um eine makromolekulare Einheit zu bilden. Mechanische Störungen brechen das wachsende Makromolekül auf, um eine erhöhte Anzahl von Stellen zu ermöglichen, die anschließend die Moleküle wachsen lassen (die Stapelbruchstücke können in Gegenwart ausreichender Mengen an Replikatoren jeweils an beiden Enden weiterwachsen. Dies wird als „Selbst-Replikation“ bezeichnet). Dieser Vorgang gleicht jedoch viel mehr einem Kristallwachstum als der Replikation eines Biopolymers.

Die Neuheit in diesem Artikel besteht darin, dass in der Struktur des aggregierenden Stapels katalytische Fähigkeiten vorhanden sind, die dann die Wachstumsrate dieses Makromoleküls weiter aufrecht erhalten. Wie oben von OTTO selbst anerkannt, unterscheidet sich diese Struktur aber völlig von den Systemen, die in Lebewesen vorkommen. Aber sie soll wenigstens ein Prinzip aufzeigen, das für die Abiogenese erforderlich ist. Die Tatsache, dass diese Arbeit in *Nature Catalysis* veröffentlicht wurde, zeugt davon, wie unkritisch Arbeiten in renommierten wissenschaftlichen Journalen akzeptiert werden, wenn darin der Eindruck erweckt wird, dass irgend ein Beitrag zum Verständnis einer möglichen Lebensentstehung präsentiert wird.

[OTTELÉ J, HUSSAIN AS, MAYER C & OTTO S (2020). Chance emergence of catalytic activity and promiscuity in a self-replicator. *Nature Catalysis* 3, 547–553 • KRÄMER K (2020) Self-replicating molecules show signs of metabolism for the first time. <https://www.chemistryworld.com/news/self-replicating-molecules-show-signs-of-metabolism-for-the-first-time/4012152.article> • COLOMB-DELSUC M, MATTIA E, SADOWNIK JW & OTTO S (2015) Exponential self-replication enabled through a fibre elongation/breakage mechanism. *Nat. Commun.*, doi:10.1038/ncomms8427 • SADOWNIK JW, MATTIA E, NOWAK P & OTTO S (2016) Diversification of self-replicating molecules. *Nat. Chem.* 8, 264–269.] P. Borger

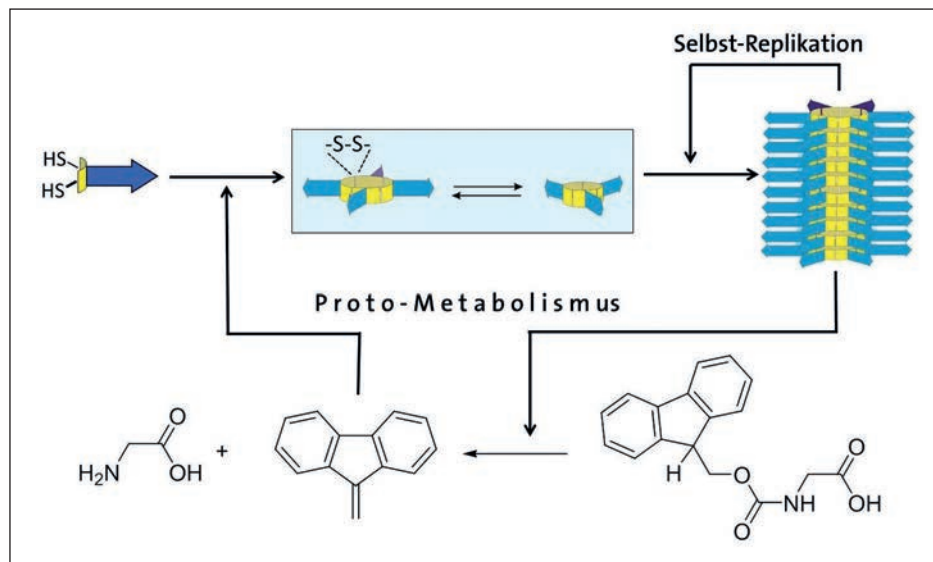


Abb. 1 OTTOs selbstreplizierendes System aus sechsgliedrigen Ringen (Hexameren) hat einen einfachen „Metabolismus“, bei dem es die Bildung eigener Bausteine aus Peptiden (blau) mit einer aromatischen Dithiolgruppe (gelb) katalysiert. Aus sechs Bausteinen bilden die Ringe schließlich Stapel. Diese Stapel wachsen und vervielfältigen sich durch Zerkleinerung, was zur Replikation der Hexameren führt.

■ Proteine in Meteoriten – heiße Spur außerirdischer Lebewesen?

Gegenwärtig ist eine große Mehrheit der Wissenschaftler davon überzeugt, dass Leben vor ca. drei Milliarden Jahren auf der Erde durch kleinschrittige chemische Vorgänge entstanden ist (chemische Evolution). Diese Annahme kann als moderne Urzeugungshypothese bezeichnet werden. Um dieses theoretische Konzept zu untermauern, werden im Rahmen der als „präbiotische Chemie“ bezeichneten Forschungsdisziplin viele Anstrengungen unternommen, solche Prozesse mittels Simulationen im Labor nachvollziehen zu können – wenn auch bisher ohne Erfolg.

Ein anderer Forschungszweig, der auf der modernen Urzeugungshypothese beruht, ist die Suche nach Spuren außerirdischen Lebens: die Astrobiologie. Denn wenn angenommen wird, dass Leben auf der Erde ausschließlich durch physikalisch-chemische Vorgänge entstanden ist, dann sollte das auch auf anderen Planeten möglich sein. Diese Erwartungshaltung drückte CAIRNS-SMITH vor fast vierzig Jahren wie folgt aus: „Es scheint auch, dass synthetisches (Alien-) Leben eine Perspektive für die nahe Zukunft ist.“ Als mögliche heiße Spur werden Funde von Aminosäuren in Meteoriten angesehen.

Doch sind solche Funde bei weitem nicht ausreichend, um als Indiz für außerirdisches Leben zu gelten, da einige Aminosäuren auch in Abwesenheit von Lebewesen aus einfachen anorganischen Molekülen entstehen können.

Kürzlich behauptete die Forschungsgruppe um Julie McGEACH von der US-amerikanischen Harvard-Universität, zum ersten Mal Proteine in Meteoritengestein nachgewiesen zu haben. Die Forscher extrahierten kleine Bruchstücke des im Jahr 1990 in Algerien gefundenen Meteoriten Acfer 086 mit einem 3-Komponenten-Lösungsmittelgemisch (Chloroform, Wasser, Methanol) und analysierten die Extrakte mittels Massenspektrometrie. Mit dieser Technik können Moleküle mit sehr geringer Massendifferenz voneinander unterschieden werden. Anhand der aus den Spektren erhaltenen Daten leiteten McGEACH et al. ab, dass in den Proben als Hauptkomponente ein Molekül der Masse 2320 Dalton enthalten ist. Aus Spektren, die unter verschiedenen Bedingungen erhalten wurden, gewannen die Forscher Informationen über Fragmente dieses Moleküls, die während des massenspektrometrischen Experiments gebildet werden. So wurden Rückschlüsse auf plausible molekulare Bausteine, aus denen das große Molekül bestand, gezogen. Demnach soll es sich

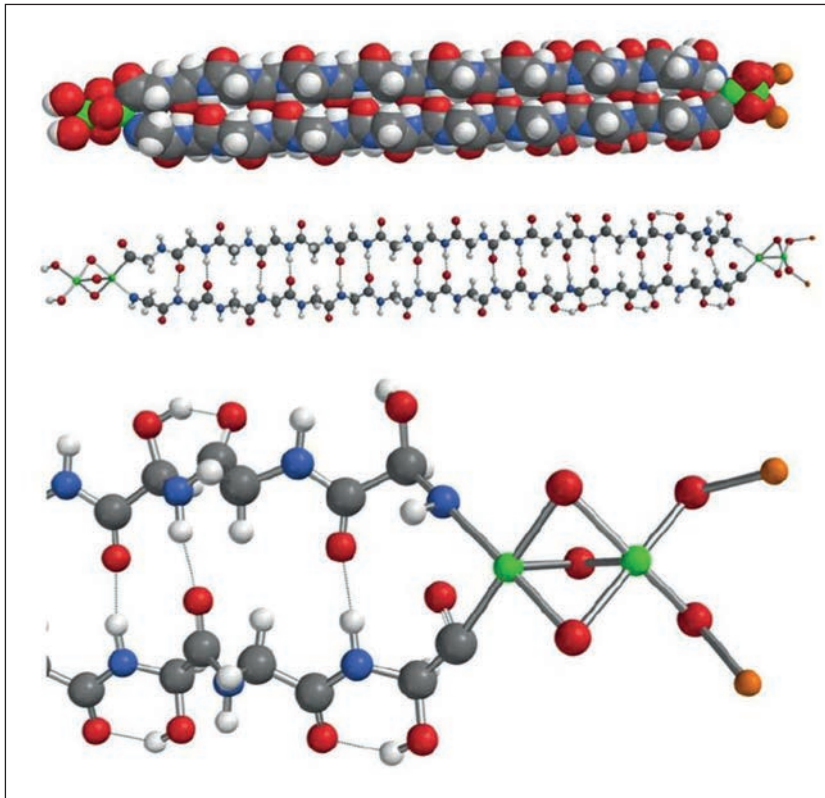


Abb. 1 Modell des Polypeptids das gemäß McGEOCH et al. in kleinen Fragmenten des Meteoriten Acfer 086 nachgewiesen werden konnte. Die roten Kugeln symbolisieren Sauerstoff, die blauen Stickstoff, die weißen Wasserstoff, die grünen Eisen, die grauen Kohlenstoff und die orangen Lithium.

um ein lineares Polypeptid handeln, das aus insgesamt 16 Glycin- bzw. Hydroxyglycin-Einheiten aufgebaut ist.

Außerdem schlossen sie aus den Daten auf das Vorhandensein von Lithium und Eisen. Aus der Gesamtheit der Befunde wurde schließlich ein Modell für das Molekül mit Hilfe einer Software (MMFF force field) konstruiert, das als „Hemolithin“ bezeichnet wurde (Abb. 1). Dass es sich bei diesem Fund nicht um eine terrestrische Verunreinigung handeln kann, wurde mit den ermittelten Isotopenverteilungsmustern der beteiligten Elemente belegt. Diese wichen deutlich von denjenigen entsprechender Elemente irdi-

schen Ursprungs ab. Diese Befunde veranlassten die Forscher nicht nur zu der Behauptung, zum ersten Mal ein Protein außerirdischen Ursprungs nachgewiesen zu haben. Sie nahmen auch ausgehend von ihrer Rekonstruktion der Molekülstruktur an, dass das „Protein“ sogar biologische Funktionen im Kontext der lichtinduzierten Wasserspaltung haben könnte. Diese Funktion ist ein Teilvorgang in der photosynthetischen Erzeugung von Sauerstoff aus Wasser in Pflanzen.

Auch wenn der Artikel bisher noch nicht in einer anerkannten Wissenschafts-Zeitschrift veröffentlicht worden ist, gab es dazu einige Kommentare anderer Wissenschaftler.

Im Wissenschaftsmagazin *New Scientist* äußerte Lee CRONIN (Univ. Glasgow) sich dazu: „Sie [McGEOCH et al.] extrapolieren ausgehend von unvollständigen Daten. Das Protein, das sie behaupten gefunden zu haben, wird in dieser Form wohl kaum in der Natur vorkommen. Die Struktur ergibt keinen Sinn.“

Tatsächlich sind die Ungereimtheiten der formulierten Struktur des Peptids für kundige Chemiker unübersehbar. Vor allem die Eisen-Kohlenstoff Bindung (s. Abb. 1 unten) dürfte relativ labil sein und würde wohl kaum eine längere Lagerungszeit überstehen. Darüber hinaus ist es erstaunlich, dass McGEOCH et al. sich mit diesem äußerst dünn abgesicherten Befund an die Öffentlichkeit wagen. Gewöhnlich werden für den Nachweis der Richtigkeit einer vorgeschlagenen Molekülstruktur übereinstimmende Daten aus vier verschiedenen analytischen Methoden erwartet (UV-, NMR-, IR-Spektroskopie, Massenspektrometrie). Die Beschränkung von McGEOCH et al. auf die Massenspektrometrie ist zwar wegen der geringen Menge an nachweisbaren Molekülen verständlich. Dennoch ist die postulierte Molekülstruktur in hohem Maße spekulativ.

Die Hoffnung, Hinweise auf außerirdisches Leben zu finden, wird also auch durch diese Arbeit – sollte sie in einem Fachjournal akzeptiert werden – nicht erfüllen.

[McGEOCH MW et al. (2020) Hemolithin: a Meteoritic Protein containing Iron and Lithium, arXiv:2002.11688 • CRANE L (2020) Have we really found an alien protein inside a meteorite? <https://www.newscientist.com/article/2235981-have-we-really-found-an-alien-protein-inside-a-meteorite/#ixzz6lZoPeUUV> • CAIRNS-SMITH AG (1975) A case for an alien ancestry, *Proc. R. Soc. Lond. B* 189, 249–247] B. Schmidtgal