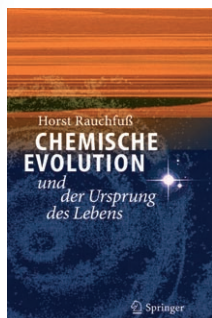




Chemische Evolution und der Ursprung des Lebens



Von Horst Rauchfuß. Springer Verlag, Heidelberg 2005. 401 S., geb., 29.95 €.—ISBN 3-540-23965-0

Die Frage, wieviel Zeit benötigt wird, um von A nach B zu gelangen, lässt sich nicht beantworten, solange man nicht weiß, wo A und B liegen und wie der Weg zwischen beiden Stationen beschaffen ist. Man beachte: von A (abiotisch) nach B (biotisch). Da weder die „Wegverhältnisse“ noch die Entfernung zwischen Start und Ziel bekannt sind, scheinen Informationen vage, wie und in welchem Zeitraum aus lebloser Materie das erste lebende System entstand. Inzwischen liegen zu diesem Thema faszinierende wissenschaftliche Erkenntnisse vor, derer sich das vorliegende Buch annimmt. Es überschaut und beurteilt aus Sicht des Chemikers die vielfältigen Bemühungen von Wissenschaftlern, Antworten auf die Frage nach dem „Woher“ des Lebens zu finden. Berichtet wird dabei über Erfolge, aber auch Misserfolge, über Diskussionen und gelegentlich harte Kontroversen. Es zeigt auf, wieviele Fragen in diesem Forschungsgebiet noch unbeantwortet sind und welche ungeklärten Rätsel es noch gibt. Das Buch ist intelligent, spannend und hoch aktuell.

Der Autor beginnt mit einer scharfsinnigen Einführung in die Biogenese mit dem Versuch einer Definition des

Begriffs „Leben“. Er stellt prägende Biogenesemodelle namhafter Chemiker wie Svante Arrhenius, Hermann von Helmholtz und Erwin Schrödinger vor, und schnell wird deutlich, dass sich diverse Nobelpreisträger mit diesem Thema befassten und befassen. Geschildert werden experimentelle wie theoretische Beiträge von Christian de Duve, Manfred Eigen, Walter Gilbert, Linus Pauling und Harold Urey, aber auch Modelle von Freeman Dyson, Mayo Greenberg, Lars Onsager und Leslie Orgel werden beschrieben und in ein stimmiges Bild der Biogenese eingeordnet. Der Autor verliert sich nicht in Details, sondern versteht es, die wirklich wichtigen Studien kritisch vorzustellen und zu interpretieren. Besondere Berücksichtigung findet die chemische Biogeneseforschung an deutschsprachigen Universitäten. Aktuelle Arbeiten aus den Top-Labors (Eschenmoser, von Kiedrowski, Rode, Stetter, Strasselt, Thiemann, Wächtershäuser und Weigand) werden vor dem Hintergrund moderner Biogenesemodelle erläutert.

Nach dieser historischen Einführung folgt ein Überblick über die Entstehung des Kosmos, des Sonnensystems und der Urerde aus chemischer Sicht. Die in Sternen ablaufenden Kernsynthesereaktionen werden beschrieben, die als Hauptprodukte Elemente wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel hervorbringen. Es folgen auf aktuellem Niveau gehaltene Erläuterungen zum Aufbau von Planeten, Meteoriten, Kometen und der interstellaren Materie. Der Nachweis von Aminosäuren in Meteoritenmaterial und die Detektion zahlreicher Moleküle im interstellaren Raum führen zu der Annahme, dass die zur Biogenese benötigten Moleküle oder ihre einfachen Vorstufen von außerhalb der Erde stammten. Es wird vermutet, dass chemische Reaktionen, die zu solchen Molekülen führen, an der Oberfläche von interstellaren Staubpartikeln ablaufen. Der Autor verwendet übrigens noch die alten C1- und C2-Notationen für Meteorite anstelle der neuen CM- und CI-Nomenklatur.

Im weiteren Verlauf werden Experimente und Thesen zur chemischen Evolution beschrieben, die sich mit der präbiotischen Synthese von Aminosäuren, Nucleinsäurebasen, Kohlenhydra-

ten, Nucleosiden, Phosphaten, Nucleotiden und Oligonucleotiden befassen. Proteine, Peptide und mögliche Protoformen sowie die „Welt der Ribonucleinsäure“ (RNS-Welt) werden näher charakterisiert, wobei faszinierende, neu entdeckte Eigenschaften autokatalytischer, selbstreplizierender Peptide vorgestellt werden. Solche Peptide waren möglicherweise der wesentliche Baustein, der beim Übergang eines unbelebten zu einem belebten System gefehlt hatte.

Vor dem Hintergrund mittlerweile bekannter Fakten zur RNS stellt sich in der modernen Biogeneseforschung die Frage, wie ein derart komplexes Molekül wie die RNS unter präbiotischen Bedingungen generiert werden konnte und welches die präbiotischen Bedingungen hierfür waren. Besonderes Augenmerk legt der Autor daher auf die Prä-RNS-Welt. Hier rivalisieren Moleküle wie die peptidischen Nucleinsäuren (PNS) mit PNS-DNS-Chimären und mit den Glycerin-Nucleinsäuren (GNS) sowie mit Oligonucleotiden mit veränderter Zuckerkomponente wie den Pyranosyl-Ribonucleinsäuren (p-RNS) und der Threofuranosyl-Nucleinsäuren (TNS). Viele dieser Kandidaten von Prä-RNS-Oligonucleotiden können stabile Watson-Crick-Doppelhelices bilden und sind außerdem befähigt – und dies überraschte die Fachwelt –, stabile Doppelhelix-Bindungen mit komplementärer RNS und DNS einzugehen.

Ebenfalls vorgestellt werden alternative Hypothesen und Theorien zur Biogenese, z. B. anorganische Systeme, die eine genetische „Wachablösung“ (genetic takeover) hervorgerufen haben könnten. Hierbei werden hydrothermale Quellen mit der Entstehung des Lebens in Zusammenhang gebracht. Die Frage nach dem Ursprung des genetischen Codes wird erörtert, ebenso wie das Phänomen der Homochiralität. Vor diesem Hintergrund schildert der Autor die Suche nach den ersten Lebensspuren und die Entstehung von Protozellen und stellt aktuelle Forschungsergebnisse zu extrasolaren Planeten vor. Bezüglich der Suche nach extraterrestrischem Leben wird auf die International Society for the Study of the Origin of Life (ISSOL) und die European Exo-/Astrobiology Network Association (EANA) verwiesen.

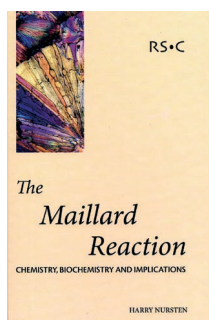
Wenn es dem Buch überhaupt an etwas mangelt, dann vielleicht an einer kritischen Distanz zu Arbeiten von Biogeneseforschern wie J. W. Schopf. Dessen Dünnschliffbilder von „Cyano-bakterien-ähnlichen“ Mikrofossilien, von Schopf auf knapp 3.5 Milliarden Jahre datiert (*Science*, 1993), werden mittlerweile stark angezweifelt und sollten nicht weiter verbreitet werden. Rauchfuß belässt es bei einem Zusatz in der Bildunterschrift, dass „Ursprung, Herkunft und Entstehung [der Mikrofossilien] nicht unumstritten sind“. Gewöhnungsbedürftig, wenn auch durchaus nützlich, sind die Verweise auf vertiefende Literatur. Zwischen *Nature*, *Science* und *Angewandte Chemie* reihen sich anstelle der Primärliteratur oft das *Spektrum der Wissenschaft*, *Römpps Chemie-Lexikon* sowie Pressemitteilungen und Jahrbücher der Max-Planck-Gesellschaft ein.

Die in diesem Buch dargelegten Forschungsergebnisse sind wichtige Beiträge – um allerdings ein Gesamtbild der Biogenese entstehen zu lassen, bedarf es weiterer grundlegender Erkenntnisse. Wir erwarten von diesem Buch, dass es das wissenschaftliche Interesse an der Biogeneseforschung neu ankurbelt und manchen Studenten ermuntert, seine Diplom- oder Doktorarbeit in diesem Forschungszweig zu beginnen.

Katharina Breme, Uwe J. Meierhenrich
Laboratoire Arômes, Synthèses &
Interactions
Universität Nizza (Frankreich)

DOI: 10.1002/ange.200585326

The Maillard Reaction



Chemistry, Biochemistry and Implications. Von Harry Nursten. Royal Society of Chemistry, Cambridge 2005. 206 S., geb., 84.95 £.—ISBN 0-85404-964-9

Die Maillard-Reaktion ist auch heute noch eine der faszinierendsten chemischen Reaktionen, mit der sich vor allem Lebensmittelchemiker seit langem befassen, weil sie die Lebensmittelqualität entscheidend beeinflussen kann. Der Name geht zurück auf den französischen Mediziner und Chemiker Louis-Camille Maillard, der 1912 zum ersten Mal Produkte beschrieb, die bei der Reaktion von reduzierenden Zuckern mit Aminosäuren entstehen. Die Reaktion kann auf sieben Reaktionsschemata zurückgeführt werden, wobei insgesamt hunderte verschiedener Verbindungen entstehen.

Die Startreaktionen sind die Kondensation von Carbonylverbindungen, meist reduzierenden Zuckern, mit Amino-Verbindungen, meist Aminosäuren, Peptiden oder Proteinen, und die Amadori-Umlagerung. Sie liefern farblose Produkte, die auch im UV-Licht nicht absorbieren. Es folgt die Dehydrierung und/oder Fragmentierung der Zucker sowie der Strecker-Abbau von Aminosäuren, wobei farblose oder gelb gefärbte Produkte entstehen, die eine starke Absorption im UV-Bereich zeigen. Schließlich entstehen durch Aldol-Kondensation und Aldehyd-Amin-Kondensation (in diesem Fall heterocyclischer N-Verbindungen) stark braun gefärbte Polymere. Da Carbonyl- und Amino-Verbindungen praktisch überall vorkommen, findet man Maillard-Produkte nicht nur in Lebensmitteln, sondern auch in allen lebenden Zellen, im Boden, in Textilien, teilweise auch in pharmazeutischen Produkten.

Man könnte meinen, dass über die Maillard-Reaktion schon in tausenden von Publikationen alles gesagt wurde,

was es zu sagen gibt, aber dieser Eindruck trägt gewaltig, wie Harry Nursten in seiner lesenswerten Monographie hervorhebt. Wer sich einen Überblick über neueste Forschungsergebnisse zur Maillard-Reaktion verschaffen will, ist bisher gut bedient, die Proceedings der im Abstand von etwa vier Jahren stattfindenden Maillard-Kongresse zu studieren. Die Schwierigkeit besteht jedoch wie immer bei Kongressberichten darin, Wichtiges von Unwichtigem zu trennen. Nursten ist einer der renommierten Maillard-Spezialisten, der sich bereits seit nahezu 60 Jahren mit allen Facetten dieser Reaktion befasst und daher eine Expertise wie kaum ein anderer Forscher aufweist. Er legt hier eine Monographie vor, die nicht nur auflistet, was bisher über die Maillard-Reaktion an wichtigen Ergebnissen publiziert wurde, sondern auch wertet. Eine Wertung von Ergebnissen ist bei einer derart komplexen, fast in alle Bereiche des modernen Lebens hineinreichenden chemischen Reaktion besonders wichtig, weil man sonst leicht den Überblick verliert und das Wesentliche übersieht. Besonders hervorzuheben ist, dass der Autor die Literatur bis 2004 berücksichtigt, es aber nicht unterlässt, bahnbrechende ältere Untersuchungen ebenfalls zu würdigen. Dem Autor ist es hervorragend gelungen, das Wissen über die Maillard-Reaktion zusammenfassend darzustellen.

Die Darstellung in den einzelnen Kapiteln geht manchmal so weit, dass man glaubt, die Originalliteratur vor sich zu haben. Das verrät die Detailtreue des Autors, macht es dem Leser aber manchmal schwer, die Zusammenhänge zu erkennen und einzuordnen. Vielleicht ist eine derartig detaillierte Darstellungsweise aber wichtig und unvermeidlich für die Beschreibung komplexer Reaktionen, die von der organischen Chemie über die Lebensmittelchemie bis in die physiologische Chemie hineinreichen.

Der Aufbau der Monographie folgt einem nachvollziehbaren Prinzip. Nach einer kurzen geschichtlichen Einführung werden die chemischen Reaktionen dargestellt, die der komplexen Maillard-Reaktion zugrunde liegen. Bereits in diesem Kapitel beschreibt Nursten nicht nur die Reaktionsmechanismen, sondern er geht auch z.T. sehr