

Worum geht es? Die Verhältnisse der jungen Erde und die Bedingungen für die Entstehung des Lebens liegen aufgrund der großen zeitlichen Distanz zu heute weitgehend im Dunkeln. Fehlende Randbedingungen verhindern eine klare Eingrenzung der möglichen Prozesse, sodass eine Vielzahl von Vorläufermodellen immer nur eng begrenzte Aussagen zu einzelnen Reaktionen machen konnten. Hierbei wurden alle Lokalitäten auf der Erdoberfläche, von der Tiefsee bis zu flachen Tümpeln diskutiert. Mangels plausibler Alternativen wurden in der letzten Zeit extraterrestrische Regionen wie der Mars oder der Weltraum insgesamt als Lösung vorgeschlagen.

Der Bereich der kontinentalen Kruste wurde hingegen mehr oder weniger vernachlässigt. „Hier“, so Prof. Schreiber von der Fakultät für Biologie, „liegen aber optimale Verhältnisse vor.“ Ausgangspunkt sind tiefreichende tektonische Störungszonen, die Kontakt zum Erdmantel haben. Von dort steigen, wie zum Beispiel auch heute noch in der Eifel, Wasser, CO₂ und andere Gase auf, die alle erforderlichen Stoffe für die Bildung organisch-biologischer Moleküle enthalten. Eines der kräftigsten Argumente für diesen Ort ist das CO₂, das ab einer Tiefe von ca. 800 Metern in den überkritischen Zustand übergeht und damit Eigenschaften sowohl von einer Flüssigkeit als auch einer Gasphase annimmt. „Hiermit können wir viele Reaktionen erklären, die im Wasser nicht möglich sind. Überkritisches CO₂ wirkt wie ein organisches Lösungsmittel und erweitert die Zahl der möglichen chemischen Bildungsreaktionen erheblich. Mit Wasser bildet es darüber hinaus Grenzflächen, die schrittweise zur Ausbildung einer Doppelschicht-Membran führen und so das wichtigste Strukturelement der Zelle formen.“, so Prof. Mayer.

Im Labor ließen sich bereits grundlegende Schritte auf dem Weg zu einer Zelle nachweisen. Hierzu gehören die Bildung von Vesikeln, die als erste zellähnliche Strukturen gelten können, sowie die Verknüpfung von Aminosäuren zu längeren Ketten, die Basis für die Entstehung komplexer Moleküle wie Proteine und Enzyme. Besonders attraktiv für das Modell ist die Tatsache, dass die Bedingungen für die Entstehung des Lebens in hydrothermalen Ganggesteinen aus der Frühzeit der Erde dokumentiert wurden.

Prof. Oliver Schmitz: „In winzigen Flüssigkeitseinschlüssen, wie sie in archaischen Gangquarzen Australiens von Prof. Schreiber gefunden wurden, verbirgt sich eine Vielzahl organischer Stoffe aus dieser Zeit. Sie wurden während der Kristallbildung eingeschlossen und so konserviert. Sie helfen uns, die Bedingungen für die Laborversuche der Wirklichkeit anzunähern.“ Prof. Schmitz, Fakultät für Chemie, leistet mit seinem analytischen Labor tatkräftige Unterstützung bei der Entschlüsselung der Reaktionsprodukte.

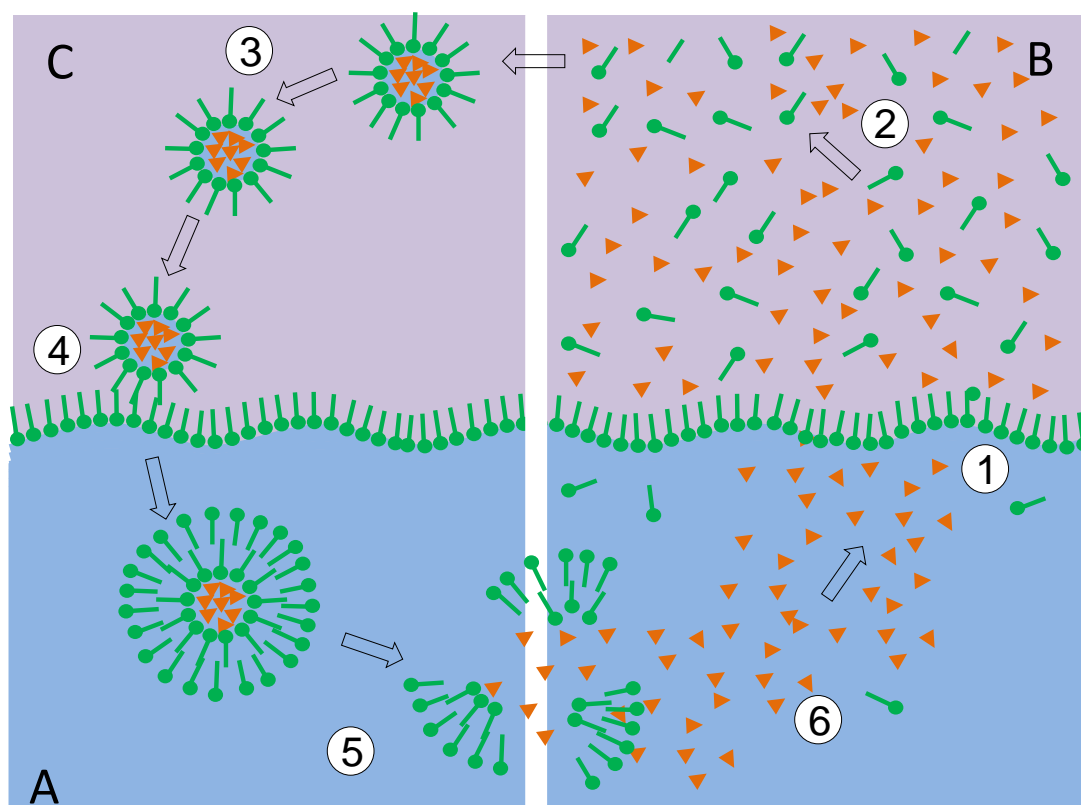


Fig.: Schematic representation of vesicle formation in an environment formed by liquid water (A), supercritical carbon dioxide (B) and subcritical carbon dioxide (C). The phase boundaries between (A), (B) and (C) may fluctuate over time (e.g. caused by tidal pressure variation), such that (A) comes in periodic contact with (B) and (C). This induces a cyclic process including the following steps:

- 1) Organic components (orange), amphiphilic components (green) and water diffuse into the supercritical carbon dioxide phase
- 2) Water droplets condensate under integration of highly concentrated organic components and under formation of a single layer of amphiphiles
- 3) Organic components inside the droplets undergo chemical reactions while the droplets of the aerosol sediment towards the water surface
- 4) The single amphiphile layer around each droplet and a single amphiphile layer on the water surface combine to form a double layered vesicle
- 5) The thermodynamically unstable vesicles disintegrate over time and release the organic components which have formed during step 3
- 6) The new organic materials dilute and mix in the bulk water and form the starting point for a new cycle 1-6