

Musterabitur 2011 - Chemie

A 1 Von anorganischen Molekülen zur Zelle

Eine Reihe von Laboruntersuchungen stützen die These, dass sich die ersten organischen Verbindungen auf unserem Planeten direkt aus anorganischen Molekülen gebildet haben könnten. Stanley Miller war 1953 der erste, der solche Versuche durchführte. Er setzte Mischungen von Ammoniak, Methan, Wasser und Wasserstoff in einer geschlossenen Apparatur (s. Abb. 1) für eine Woche und länger elektrischen Funkenentladungen (zur Simulation von Blitzen) aus. Unter den von Miller identifizierten Produkten waren eine Reihe von α -Aminosäuren, z. B. Glycin und Alanin, die auch in natürlichen Proteinen vorkommen. Es entstanden aber auch Moleküle wie β -Alanin und Sarcosin, die nicht Bestandteile natürlicher Proteine sind.

Nach dem „Ursuppen“-Modell reicherten sich die organischen Moleküle mit der Zeit in den Urgewässern an. Es entstanden polymere Makromoleküle und schließlich von Membranen umschlossene Vorläufer von Zellen.

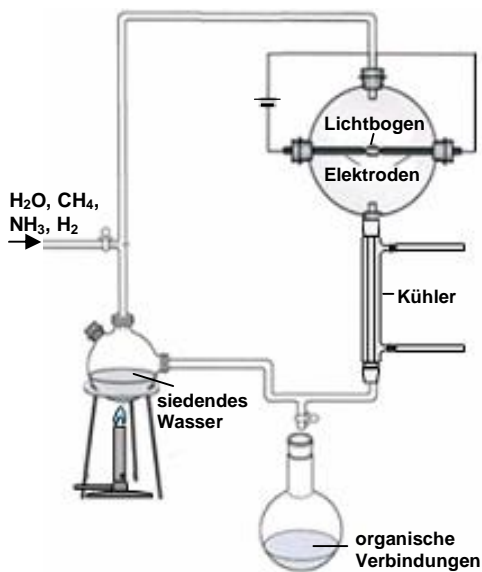


Abb. 1: Miller-Versuch – Aufbau

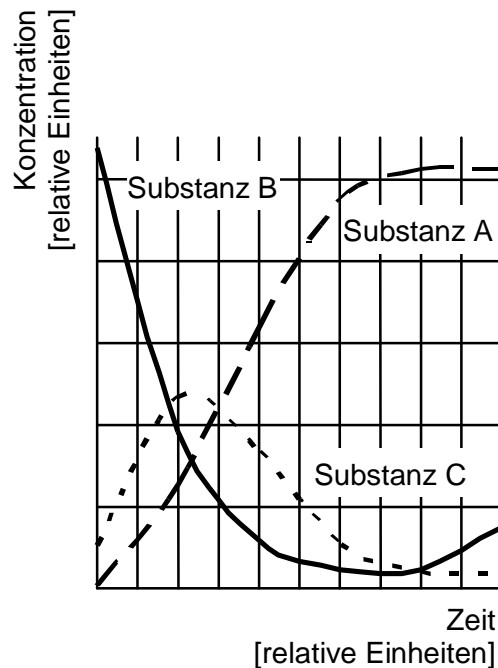


Abb. 2: Miller-Versuch – Konzentrationsänderungen

1 Stickstoffhaltige Verbindungen im Miller-Versuch

1.1 Ergebnisse eines typischen Ansatzes mit dem Miller'schen Apparat zeigt das Diagramm in Abbildung 2. Als mögliche Deutung ergibt sich für die Startphase folgende zeitliche Reaktionsabfolge:

1. Ammoniak + Methan \rightarrow Blausäure + „Aldehyd“
2. „Aldehyd“ + Ammoniak + Blausäure \rightarrow Aminonitril + Wasser
3. Aminonitril + Wasser \rightarrow „Aminosäure“ + Ammoniak

Ordnen Sie die Stoffe Blausäure, „Aminosäure“ und Ammoniak den entsprechenden Kurven (A-C) zu und begründen Sie Ihre Zuordnung!

[4 BE]

(Fortsetzung nächste Seite)

1.2 Miller konnte die Bildung von bestimmten Aminosäuren, z. B. von Alanin, chromatographisch nachweisen.

1.2.1 Beschreiben Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln und, sofern nötig, geeigneter Projektionsformeln am Beispiel des Alanins (Aminopropansäure) die Unterschiede zwischen:

- den Konstitutionsisomeren α - und β -Alanin bzw.
- den Stereoisomeren D- und L-Alanin!

[4 BE]

1.2.2 Abbildung 3 zeigt das unvollständige Formelbild (Valenzstrichformel) einer natürlich vorkommenden Aminosäure (isoelektrischer Punkt: $pI = 2,9$) bei $pH = 1$.

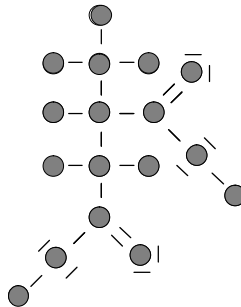


Abb. 3: Unvollständiges Formelbild einer natürlich vorkommenden Aminosäure ($pH = 1$)

Übertragen Sie das Formelbild auf Ihren Arbeitsbogen und ergänzen Sie dabei die fehlenden Elementsymbole und Formalladung(-en) ($pH = 1$)! Formulieren Sie die Strukturformel dieser Aminosäure bei $pH = 2,9$!

[5 BE]

2 Unter den Reaktionsprodukten des Miller-Versuchs wurden auch Kohlenhydrate, beispielsweise Ribose, gefunden.

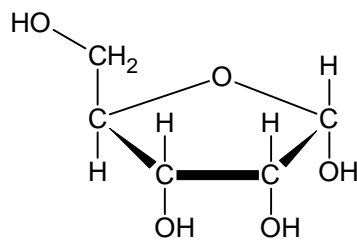


Abb. 4: Haworth-Projektionsformel von Ribose

2.1 Chemisch gesehen gehört dieses Kohlenhydrat zur Stoffgruppe der Aldosen. Ribose tritt u. a. in der in Abbildung 4 gezeigten Struktur mit der Bezeichnung α -D-(-)- Ribose auf.

Stellen Sie dar, welche Informationen die Symbole „ α “ und „-“ enthalten!

[4 BE]

2.2 Geben Sie die offenkettige Form der D-Ribose in der Fischerprojektion an! Formulieren Sie die Strukturformelgleichungen für die Umwandlung der Ribose in die entsprechende Ketose (= Ribulose) durch Keto-Enol-Tautomerie!

[6 BE]

2.3 Die Silberspiegelprobe fällt bei einer wässrigen Riboselösung positiv aus. Beschreiben Sie die Vorgänge auf molekularer Ebene und stellen Sie die entsprechende Redoxgleichung mit Teilgleichungen auf!

[5 BE]

- 3 Der zufällige Einschluss verschiedener Biomoleküle innerhalb einer Hülle aus einer Lipid-Doppelschicht war vermutlich ein weiterer Meilenstein bei der Entstehung von lebenden Zellen aus organischen Molekülen. Abbildung 5 zeigt eine Modellvorstellung zur Entstehung von Lipid-Doppelschichten in „Ursuppen“. Solche Lipid-Doppelschichten können bedingt mit Zellmembranen verglichen werden.

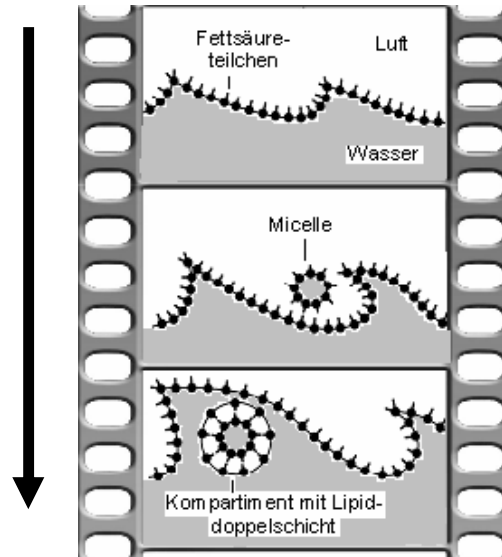


Abb. 5: Modellvorstellung zur Entstehung von Lipid-Doppelschichten

Erklären Sie den in Abbildung 5 dargestellten Prozess der Entstehung von Kompartimenten mit Lipiddoppelschicht auf der Basis der Eigenschaften von Fettsäuremolekülen!

[6 BE]

- 4 Bakterien besitzen sehr ursprüngliche Zellen. Zusätzlich zu einer Zellmembran aus einer Lipid-Doppelschicht besitzen Bakterienzellen eine Zellwand. Teichonsäuren sind polymere Bestandteile mancher Zellwände. Die saure Hydrolyse einer Teichonsäure liefert unter anderem eine Aminosäure, Phosphorsäure (H_3PO_4), Glycerin (1,2,3-Propantriol), D-Glucosamin und Ethansäure.

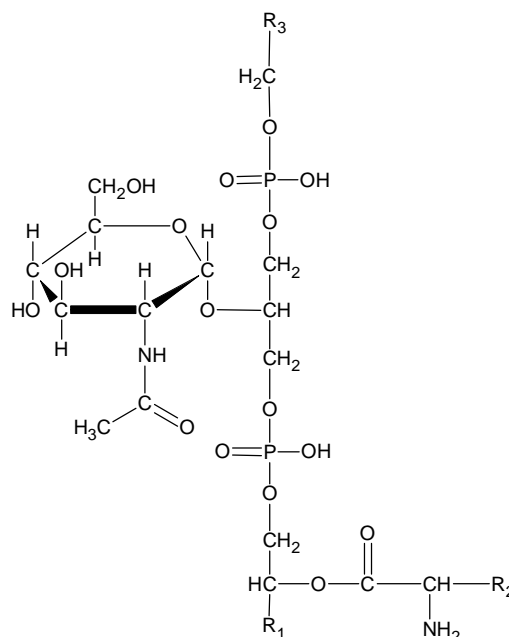


Abb. 6: Strukturformelausschnitt einer Teichonsäure

(Fortsetzung nächste Seite)

Geben Sie die Strukturformelgleichung für die vollständige Hydrolyse des in Abbildung 6 gezeigten Teichonsäureausschnitts an! Kennzeichnen Sie diejenigen Atome (Sauerstoff bzw. Stickstoff), an denen hierbei Bindungen geöffnet werden, und benennen Sie dabei die hydrolysierbaren Bindungen!

[6 BE]

[40 BE]