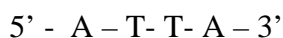
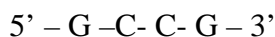


11. Der Ursprung der Chiralität

In den vorangegangenen Kapiteln wurde sehr ausführlich das Konzept der Chiralität vorgestellt. Dabei wurde z. B. auf die Möglichkeiten zur Bestimmung der absoluten Konfiguration eingegangen, außerdem wurden viele Wege vorgestellt, chemische Reaktionen so zu steuern, daß sie enantioselektiv ablaufen, also nur ein gewünschtes Produkt entsteht. Auch in der Natur ist chirale Information essentiell; so werden z. B. gewöhnlich nur L-Aminosäuren in Peptide eingebaut, sehr viele andere Biomoleküle sind nur in einer Konfiguration aktiv, in der anderen völlig wirkungslos oder sogar gefährlich. Traurige Berühmtheit erlangte hier das Thalidomid, welches in den 60er Jahren als Schlafmittel auf dem Markt war. Der Wirkstoff wurde als Racemat eingesetzt, ein Enantiomer wirkte tatsächlich als Schlafmittel, das andere führte bei Neugeborenen zu schwersten Mißbildungen.

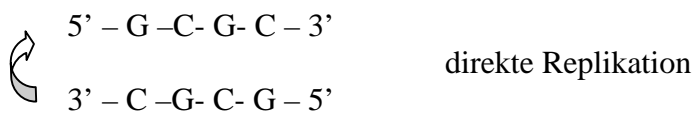
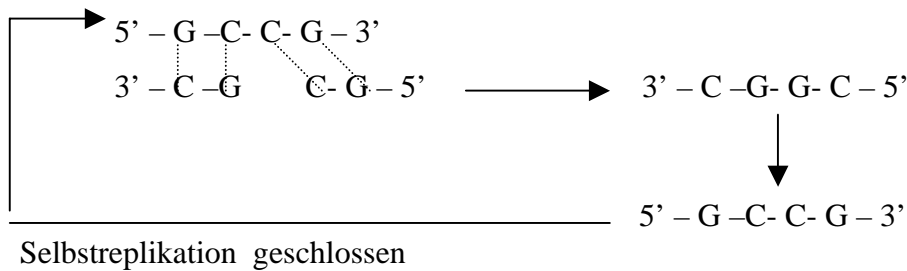
Um chirale Information in ein achirales Molekül einzubringen, ist immer ein chirales Reagens, ein chirales Auxiliar oder ein chiraler Katalysator nötig. Geht man in der Entwicklung des Universums aber weiter zurück, so gelangt man an einem Punkt, an dem die ganze Welt racemisch ist. Wie konnte sich in einer solchen achiralen Welt chirale Information bilden oder anders ausgedrückt, wie konnte sich dieses racemische Gemisch selbst deracemisieren, so daß es zum Beispiel zur Verwendung reiner L-Aminosäuren für Peptide kam?

Zu einer möglichen Antwort auf diese Frage gelangte man durch Ligationsexperimente mit Oligonukleotiden. Betrachten wir hierzu zwei Tetramere:

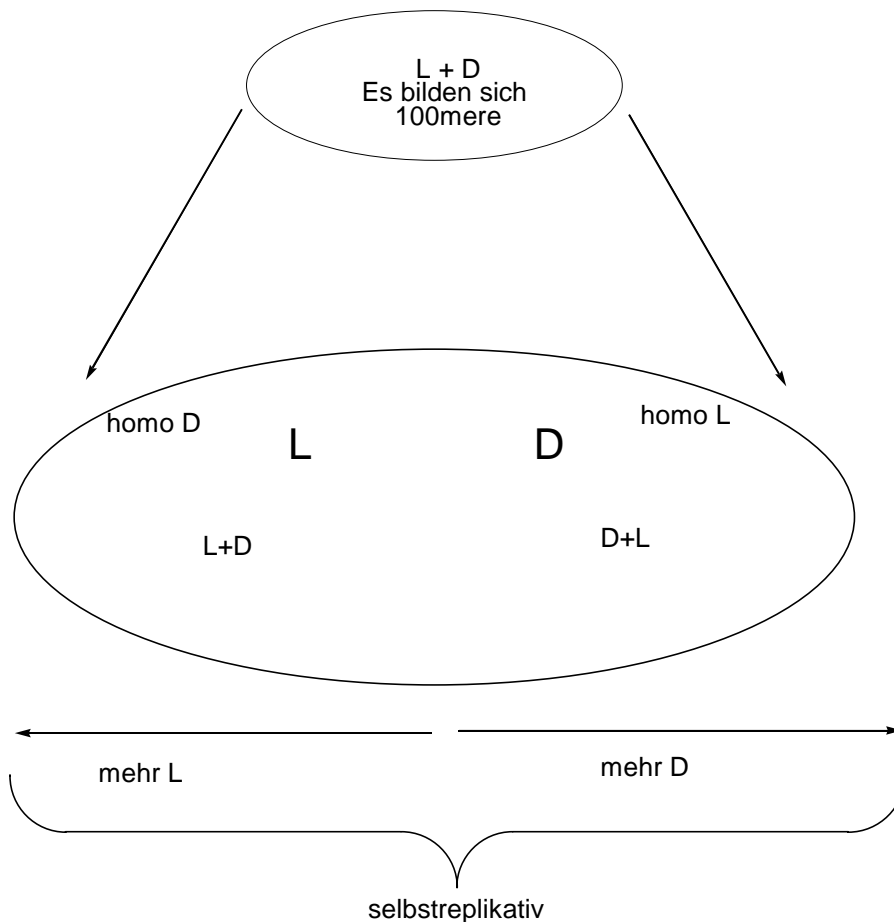


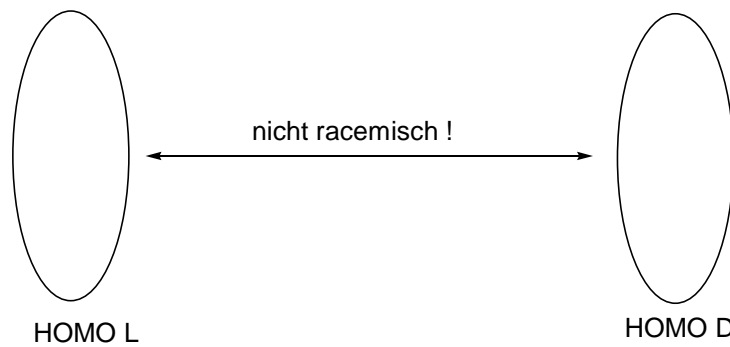
Insgesamt sind mit den vier Basen 4^4 solcher Tetramere möglich. Bauen wir nun durch Ligation 100mere aus den Tetrameren auf so ergeben sich für diese 4^{100} , das sind ungefähr 10^{60} verschiedene mögliche Sequenzen! Setzte man je ein Mol des Tetramers ein, käme man zu $1.3 \cdot 10^3$ kg Material! Daraus wird deutlich, daß es wesentlich mehr mögliche Sequenzen gibt, als sich bei Ligation je wirklich bilden können. Wenn wir also mit D oder L arbeiten, ist eine Deracemisierung daher schon aus Wahrscheinlichkeitsgründen nicht zu vermeiden, da Art und Anzahl der aus L-Tetrameren gebildeten 100mere kaum mit der der D-Tetramere übereinstimmen werden.

Nicht alle Tetramere sind gleichwertig, Unterschiede existieren zum Beispiel bei der Selbstreplikation, wie das folgende Beispiel verdeutlichen soll:



Führt man das Experiment mit der Tetrameren nun statt mit D oder L mit D und L durch, erhält man ein interessantes Ergebnis: je mehr Zyklen man durchläuft, desto weniger gemischte und umso mehr homochirale Produkte treten auf. Die homochiralen Stränge sind aus denselben Gründen wie oben bereits angesprochen deracemisiert.





Der Grund, warum sich die homochiralen Produkte bevorzugt bilden, liegt in ihrer autokatalytischen Aktivität, welche zu beschleunigter Selbstreplikation im Vergleich zu den gemischten Produkten führt.

Mit diesen Ansätzen lassen sich also die Existenz unserer chiralen Welt und die Präferenz der Natur für homochirale Produkte erklären. Warum sie für ihre Proteine aber nur L- und nicht nur D-Aminosäuren verwendet, kann damit nicht aufgeklärt werden. Vermutlich handelt es sich wie so oft um einen reinen Zufall in der evolutionären Entwicklung, der sich im Nachhinein als gut geeignet herausgestellt hat.