

# Merksätze Kapitel 1

## Biomoleküle und ihre Wechselwirkungen

### 1.1 Die Entstehung des Lebens

Das Leben ist im Wasser entstanden, und die meisten Vorgänge im Innern von Zellen und Organismen laufen in einer wässrigen Lösung ab. Die zwei biologischen Grundfunktionen, die Speicherung der Erbinformation und die Stoff- und Energieumwandlungen werden durch Nucleinsäuren bzw. Proteine wahrgenommen. Lipidmembranen grenzen die Zellen gegen außen ab. Die kleinen prokaryontischen Zellen besitzen keine membranbegrenzten Organellen, während eukaryontische Zellen durch Membranen in verschiedene intrazelluläre Kompartimente unterteilt sind. Im Zellinnern herrscht ein makromolekulares Gedränge, das Komplexbildungen erleichtert.

### 1.2 Größe biologischer Strukturen, Geschwindigkeit biologischer Vorgänge und molekulare Zusammensetzung der lebenden Materie

Erste einfache Zellen waren schon vor 3500 Millionen Jahren vorhanden, eukaryontische Zellen entwickelten sich 2000 Millionen Jahre später, d.h. vor 1400 Millionen Jahren. Der *Homo sapiens* ist erst vor 200 000 Jahren, etwa einem Zwanzigtausendstel der Gesamtdauer der biologischen Evolution aufgetaucht.

Sechs Hauptelemente, fünf ionische und zwölf Spurenelemente bauen die belebte Materie auf. Wasser bildet den Hauptteil der Masse einer Zelle. Proteine, Nucleinsäuren und Polysaccharide sind die biologischen Makromoleküle. Enzyme bewerkstelligen deren Aufbau und Abbau. Die räumliche Struktur der Makromoleküle und supramolekulare Strukturen entstehen durch Selbstorganisation und werden durch nichtkovalente Wechselwirkungen stabilisiert.

### 1.3 Wechselwirkungen zwischen Biomolekülen

Elektrostatische Anziehungen entgegengesetzt geladener Gruppen, Wasserstoffbindungen und Van-der-Waals-Kräfte führen zu schwachen nichtkovalenten Wechselwirkungen. Neben kovalenten Bindungen und hydrophoben Effekten sind es diese intra- und intermolekularen Wechselwirkungen, die allen biologischen Strukturen und Vorgängen zugrunde liegen. Die Wasserstoffbindungen sind gerichtet und deswegen besonders wichtig für die Bestimmung der Form biologischer Strukturen.

### 1.4 Wasser und hydrophober Effekt

Hydrophile Verbindungen besitzen polare Gruppen, die mit Wassermolekülen H-Bindungen eingehen. Hydrophobe Verbindungen sind apolar und vermeiden den Kontakt mit Wasser. Amphiphile Verbindungen können in Wasser supramolekulare Strukturen bilden, die einem Kompromiss zwischen der Wasserlöslichkeit des polaren Teils und der Unlöslichkeit des apolaren Teils entsprechen (Beispiele: Seifenmizelle, Lipiddoppelschicht).

Hydrophobe Effekte sind durch das Wasser bedingte Assoziationseffekte apolarer Gruppen oder Moleküle (Wassermoleküle, welche apolare Gruppen umgeben, bilden Klathrat mit höherer Entropie).

### 1.5 Molekulare Erkennung

Moleküle in Lösung bewegen sich auf einem durch Zusammenstöße mit anderen Molekülen bedingten statistischen Diffusionsweg.

Die Spezifität der Bildung eines Komplexes zweier Moleküle beruht auf deren struktureller Komplementarität. Nur bei struktureller Komplementarität der Bindungsstellen können die schwachen Wechselwirkungen mit geringer Reichweite den Komplex stabilisieren.

Biomoleküle bilden Komplexe mit Dissoziationskonstanten von  $10^{-12}\text{M}$  bis  $10^{-3}\text{M}$ . Dabei können Fehler auftreten, z.B. kann ein falscher Ligand an ein Protein binden. Für Vorgänge, von deren Genauigkeit das Überleben der Zelle oder gar der Spezies abhängt, sind Korrekturmechanismen entwickelt worden. Die seltenen der Korrektur entgangenen Fehler im Reproduzieren der genetischen Information liegen indessen (zusammen mit Spontanmutationen) der biologischen Evolution zugrunde.

### 1.6 Fluss von Materie und Energie, energetische Koppelung von Reaktionen

Lebewesen sind, thermodynamisch gesehen, offene Systeme, die Energie von außen beziehen, um den hohen Grad von Ordnung in ihrem Inneren aufzubauen und zu erhalten.

Der  $\Delta G$ -Wert einer Reaktion gibt an, in welche Richtung die Reaktion unter den gegebenen Bedingungen

ablaufen kann.  $\Delta G^\circ$  und  $\Delta G'$  entsprechen biochemischen Standardbedingungen:  $[\text{H}_2\text{O}] = 55 \text{ M}$  und  $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$  (pH 7). Die allermeisten biochemischen Reaktionen laufen nur dann mit messbarer Geschwindigkeit ab, wenn sie durch Enzyme katalysiert werden. Ohne Enzyme sind die Biomoleküle kinetisch stabil.

Die energetische Koppelung an eine exergonische Reaktion einer energiereichen Verbindung ermöglicht das Ablaufen endergonischer Reaktionen. Energiereiche Verbindungen haben ein hohes Gruppenübertragungspotential, d. h. eine große Tendenz, eine Gruppe auf einen Akzeptor, z.B. Wasser, zu übertragen. ATP ist die allgemeine Energiewährung der Zelle. Wenn für einen Vorgang in der Zelle chemische Energie benötigt wird, wird zumeist mit ATP bezahlt, d.h. es werden Phosphatgruppen von ATP abgespalten.