

## Kapitel 6

### Energie und Energieumwandlungen

- Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten beziehungsweise Materie zu verändern. Potenzielle Energie ist die Energie der Lage oder der Position; hierzu zählt auch die in chemischen Bindungen gespeicherte Energie. Kinetische Energie ist die Energie der Bewegung (und verwandter Formen wie elektrischer Energie, Lichtenergie und Wärmeenergie).
- Potenzielle Energie kann in kinetische Energie umgewandelt werden, diese kann Arbeit leisten.  
[Siehe Abbildung 6.1](#)
- Lebewesen gehorchen wie jede Materie den Gesetzen der Thermodynamik. Nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik kann Energie weder erzeugt noch vernichtet werden. Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik nimmt die Energiemenge, die zum Leisten von Arbeit verfügbar ist (freie Energie), im System ab und die nicht nutzbare Energie (Entropie) nimmt zu.  
[Siehe Abbildung 6.2](#)
- Änderungen in freier Energie, Gesamtenergie, Temperatur und Entropie werden durch die Gleichung  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  in Beziehung gesetzt.
- Exergonische Reaktionen geben freie Energie ab und haben ein negatives  $\Delta G$ . Endergonische Prozesse nehmen freie Energie auf und haben ein positives  $\Delta G$ . Endergonische Prozesse laufen nur ab, wenn freie Energie zugeführt wird.  
[Siehe Abbildung 6.3](#)
- Die Änderung in der freien Energie einer Reaktion ( $\Delta G$ ) bestimmt den Punkt ihres chemischen Gleichgewichts; bei diesem Punkt laufen Hin- und Rückreaktion mit derselben Geschwindigkeit ab. Der Gleichgewichtspunkt liegt für exergonische Reaktionen in Richtung des vollständigen Reaktionsablaufs (der Umwandlung aller Reaktanten in Produkte).  
[Siehe Abbildung 6.4](#)

### ATP: Energieübertragung in Zellen

- ATP (Adenosintriphosphat) dient als universelle Energiewährung der Zelle. Bei der Hydrolyse von ATP wird eine relativ große Menge an freier Energie verfügbar.  
[Siehe Abbildung 6.5](#)
- Der ATP-Zyklus koppelt exergonische und endergonische Prozesse und überträgt freie Energie von der exergonischen Reaktion auf den endergonischen Prozess.  
[Siehe Abbildung 6.6](#), [Abbildung 6.7](#) und [Aktivität 6.1](#)

### Enzyme: Biokatalysatoren

- Die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist unabhängig von  $\Delta G$ , wird jedoch durch die Höhe der Energieschwelle (Aktivierungsenergie) bestimmt. Katalysatoren beschleunigen Reaktionen, indem sie die Energieschwelle erniedrigen.  
[Siehe Abbildung 6.8](#) und [Abbildung 6.9](#)
- Enzyme sind Biokatalysatoren – Proteine, die für ihre Substrate hochspezifisch sind. Substrate binden im aktiven Zentrum, wo die Katalyse stattfindet, und bilden dabei einen Enzym-Substrat-Komplex.  
[Siehe Abbildung 6.10](#)

- Im aktiven Zentrum kann ein Substrat korrekt angeordnet, chemisch modifiziert oder gestreckt werden. Dadurch nimmt das Substrat von selbst seinen Übergangszustand ein und die Reaktion läuft ab.

[Siehe Abbildung 6.11](#), [Abbildung 6.12](#) und [Aktivität 6.2](#)

## Die Molekülstruktur bestimmt die Enzymfunktion

- Das aktive Zentrum, wo das Substrat bindet, legt die Spezifität des Enzyms fest. Bei der Bindung des Substrats verändern viele Enzyme ihre Konformation und erleichtern dadurch die Katalyse.

**Siehe Abbildung 6.13** und [Abbildung 6.14](#)

- Viele Enzyme benötigen bestimmte anorganische Ionen als Cofaktoren, um die Katalyse durchzuführen. Prosthetische Gruppen sind dauerhaft an das Enzym gebunden. Coenzyme sind nicht dauerhaft an das Enzym gebunden; man kann sie als Substrate ansehen, da sie durch die Reaktion verändert und anschließend vom Enzym freigesetzt werden.

**Siehe Abbildung 6.15** und **Tabelle 6.1**

- Die Substratkonzentration beeinflusst die Rate einer enzymkatalysierten Reaktion.

[Siehe Abbildung 6.16](#)

## Die Regulation von Enzymen im Stoffwechsel

- Der Metabolismus ist in Stoffwechselwegen organisiert, bei denen das Produkt der einen Reaktion als Ausgangssubstanz (Reaktant) für die nächste Reaktion dient. Jede Reaktion eines Stoffwechselweges wird durch ein Enzym katalysiert.

- Die Enzymaktivität wird verschiedene Mechanismen reguliert. Einige Inhibitoren reagieren irreversibel mit Enzymen und blockieren dauerhaft ihre katalytische Aktivität. Andere reagieren reversibel mit Enzymen und hemmen ihre Aktivität nur zeitweilig. Eine Verbindung, die von der Struktur her dem üblichen Substrat eines Enzyms gleicht, kann die Aktivität des Enzyms kompetitiv hemmen.

[Siehe Abbildung 6.17](#), [Abbildung 6.18](#) und [Tutorium 6.1](#)

- Allosterische Effektoren binden an eine Region des Enzyms, die nicht mit dem aktiven Zentrum identisch ist und stabilisieren die aktive oder inaktive Form des Enzyms. Allosterische Enzyme bestehen häufig aus mehreren Untereinheiten.

[Siehe Abbildung 6.19](#) und [Tutorium 6.2](#)

- Trägt man die Reaktionsrate gegen die Substratkonzentration auf, so zeigt die Kurve bei allosterischen Enzymen einen sigmoiden Verlauf, bei nichtallosterischen Enzymen ist sie hyperbolisch.

[Siehe Abbildung 6.20](#)

- Das Endprodukt eines Stoffwechselweges kann ein allosterisches Enzym hemmen, das den ersten spezifischen Schritt (so genannte Schrittmacherreaktion) dieses Stoffwechselweges katalysiert.

[Siehe Abbildung 6.21](#)

- Enzyme sind empfindlich gegenüber ihrer Umgebung. Sowohl pH-Wert als auch Temperatur beeinflussen die Enzymaktivität.

[Siehe Abbildung 6.22](#) und [Abbildung 6.23](#)