

Kapitel 2

Wasser und der Ursprung der Chemie des Lebens

- Nach heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen muss man annehmen, dass Leben, so wie wir es kennen, ohne Wasser nicht existieren kann und dass das Leben auf der Erde im Wasser der Ur-Meere unseres Planeten entstanden ist.
- Die Chemie des Lebens ist uralte. Die Entstehung der Erde ereignete sich vor 4,6 Milliarden Jahren, und die ersten Spuren von Leben sind 3,8–4 Milliarden Jahre alt.

Atome: Die Bestandteile der Materie

- Materie besteht aus Atomen. Jedes Atom besteht aus einem positiv geladenen Kern aus Protonen und Neutronen, der von negativ geladenen Elektronen umgeben ist. In der Natur kommen viele chemische Elemente vor, aber nur einige wenige machen den Großteil von lebenden Systemen aus.
[Siehe Abbildung 2.2](#) und [Abbildung 2.3](#)
- Die Isotope eines chemischen Elements unterscheiden sich durch ihre Neutronenzahl. Manche Isotope sind radioaktiv und geben bei ihrem Zerfall radioaktive Strahlung ab.
[Siehe Abbildung 2.4](#)
- Elektronen sind auf Schalen (Energieniveaus) verteilt, die aus Orbitalen bestehen. Jedes Orbital enthält maximal zwei Elektronen.
[Siehe Abbildung 2.6](#), [Abbildung 2.7](#) und [Aktivität 2.1](#)
- Durch Verlust, Zugewinn oder gemeinsame Nutzung von Elektronen kann ein Atom stabiler werden und sich dabei mit anderen Atomen zu Molekülen verbinden.
Siehe Tabelle 2.1

Chemische Bindungen: Wie sich Moleküle bilden

- Kovalente Bindungen sind starke Bindungen, die sich ausbilden, wenn zwei Atomkerne ein oder mehrere Elektronenpaare gemeinsam nutzen. Die räumliche Ausrichtung von kovalenten Bindungen gibt einem Molekül seine dreidimensionale Form.
[Siehe Abbildung 2.8](#), [Abbildung 2.9](#), [Abbildung 2.10](#) und **Tabelle 2.2**
- Ist die Elektronegativität zweier Atome annähernd gleich, bilden sich unpolare kovalente Bindungen aus. Wenn Atome mit starker Elektronegativität (wie Sauerstoff) eine Bindung mit Atomen von schwächerer Elektronegativität (wie Wasserstoff) eingehen, wird eine polare kovalente Bindung ausgebildet, in der das eine Ende eine Teilladung von δ^+ und das andere eine Teilladung von δ^- trägt.
[Siehe Abbildung 2.11](#) und **Tabelle 2.3**
- Wasserstoffbindungen (Wasserstoffbrücken) sind schwache elektrische Anziehungskräfte, die sich zwischen einem Wasserstoffatom (δ^+) und einem Stickstoff- (δ^-) oder Sauerstoffatom (δ^-) ausbilden. Dabei können die Bindungspartner in unterschiedlichen Molekülen liegen oder auch in unterschiedlichen Bereichen desselben (großen) Moleküls. Wasserstoffbrücken zwischen H_2O -Molekülen sind für viele der besonderen Eigenschaften des Wassers verantwortlich.
[Siehe Abbildung 2.12](#)

- Ionen sind elektrisch geladene Partikel, die sich ausbilden, wenn ein Atom ein oder mehrere Elektronen dazugewinnt oder verliert. Ionenbindungen sind elektrische Anziehungskräfte zwischen unterschiedlich geladenen Ionen. In festen Stoffen sind Ionenbindungen relativ stark; sie sind jedoch viel schwächer, wenn die Ionen in einer Lösung voneinander getrennt vorliegen.
[Siehe Abbildung 2.13](#) und [Abbildung 2.14](#)
- Unpolare Moleküle binden kaum an polare Moleküle, etwa an Wasser. Unpolare Moleküle aggregieren, indem sie polare Lösungsmittel abweisen (hydrophobe Wechselwirkung), und zusätzlich ziehen sie sich gegenseitig durch van-der-Waals-Wechselwirkungen (van-der-Waals-Kräfte) an; diese Bindungen sind zwar sehr schwach, doch sie summieren sich.
[Siehe Tutorium 2.1](#)

Chemische Reaktionen: Partnerwechsel bei Atomen

- Substanzen verändern bei chemischen Reaktionen ihre atomare Zusammensetzung und damit ihre chemischen Eigenschaften. Bei manchen chemischen Reaktionen wird Energie freigesetzt, während bei anderen Reaktionen Energie zugeführt werden muss. Dabei werden weder Materie noch Energie neu geschaffen oder zerstört, aber beide ändern jeweils ihre Zustandsform.
[Siehe Abbildung 2.15](#)
- In lebenden Zellen finden chemische Reaktionen in vielen Einzelschritten statt, sodass die in Portionen freigesetzte Energie für zelluläre Aktivitäten genutzt werden kann.

Wasser: Struktur und Eigenschaften

- Wasser besitzt aufgrund seiner molekularen Struktur und der Fähigkeit zur Bildung von Wasserstoffbrücken besondere Eigenschaften, die für das Leben wichtig sind. Festes Wasser (Eis) schwimmt auf flüssigem Wasser, und Wasser verliert oder gewinnt eine große Menge an Wärme dazu, wenn es seinen Aggregatzustand verändert – diese Eigenschaft fängt Temperaturschwankungen in der Umwelt auf.
[Siehe Abbildung 2.16](#)
- Die hohe Verdampfungswärme des Wassers garantiert eine wirkungsvolle Kühlung, wenn Wasser verdunstet. Durch die Kohäsion der Wassermoleküle kann Wasser in einer dünnen Wassersäule auf große Höhe steigen. Die Kohäsion führt außerdem zu einer starken Oberflächenspannung.
- Wenn Substanzen in Wasser gelöst werden, bilden sich Lösungen aus. Die Konzentration einer Lösung ist gleich der Menge einer bestimmten Substanz in einer gegebenen Lösungsmenge und wird zum Beispiel in Mol pro Liter (mol/l) angegeben. Die meisten biologischen Substanzen sind in sehr geringer Konzentration in Wasser gelöst.

Säuren, Basen und die pH-Skala

- Säuren sind Substanzen, die H^+ -Ionen (Protonen) abgeben. Basen sind Substanzen, die Protonen aufnehmen.
- Der pH-Wert einer Lösung ist gleich dem negativen dekadischen Logarithmus der Protonenkonzentration. Werte unter pH 7 zeigen eine saure Lösung an, Werte über pH 7 eine basische (alkalische) Lösung.
[Siehe Abbildung 2.18](#)
- Puffer sind Gemische aus schwachen Säuren und Basen, welche die pH-Veränderung einer Lösung verhindern („abpuffern“), wenn Säuren oder Basen zugegeben werden.
[Siehe Abbildung 2.19](#)

Eigenschaften von Molekülen

- Funktionelle Gruppen sind Bestandteile größerer Moleküle und besitzen wohl definierte chemische Eigenschaften. Aus der Art der vorhandenen funktionellen Gruppen kann man auf die chemischen Eigenschaften des Gesamtmoleküls schließen.
[Siehe Abbildung 2.20](#), [Aktivität 2.2](#) und [Aktivität 2.3](#)
- Strukturisomere und optische Isomere besitzen dieselbe Art und Anzahl an Atomen, unterscheiden sich jedoch in ihren Strukturen und Eigenschaften.
[Siehe Abbildung 2.21](#)
- Moleküle unterscheiden sich in Größe, Form, Reaktionsfreudigkeit, Löslichkeit und anderen chemischen Eigenschaften.