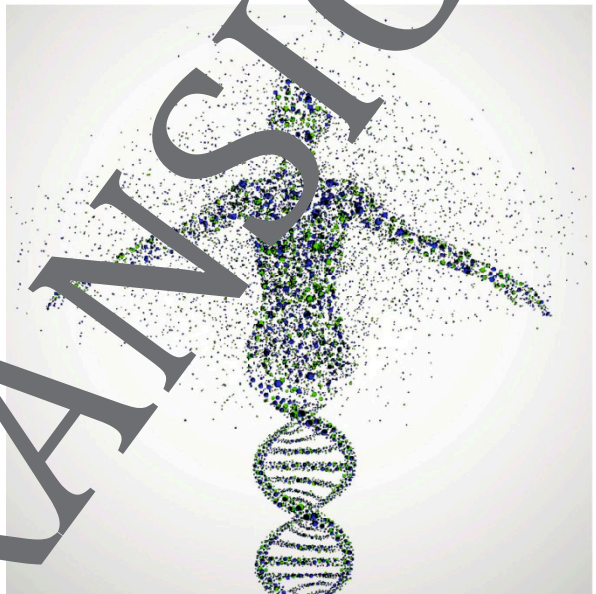


UNTERRICHTS MATERIALIEN

Chemie



Die DNA – ein Datenspeicher im Wandel der Zeit
Grundlegende und vertiefende Aufgaben zur DNA

VORANSICHT

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Chemie

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und angefragt. Sollten dennoch an einzelnen Materialien weitere Rechte bestehen, bitten wir um Benachrichtigung.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst anzuhalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie dies entsprechend zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 7141 62900-0
Fax +49 7141 62900-10
schule@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Beate Rapp
Satz: Kaiser Media
Bildnachweis Titel: © Thinkstock/iStock
Direktor: Josef Mayer

Die DNA – ein Datenspeicher im Wandel der Zeit

Autor: Dennis Dietz

| | |
|---|----|
| Methodisch-didaktische Hinweise | 1 |
| Material | 3 |
| M1: Die Desoxyribonukleinsäure – der Speicher unserer Erbinformationen | 3 |
| M2: Chemische Evolution – eine (mögliche) Entstehung der DNA | 7 |
| M3: PNA – eine Alternative zur Desoxyribonukleinsäure | 9 |
| M4: Die DNA als Speichermedium der Zukunft? | 11 |
| Lösungsvorschläge | 13 |
| Literatur | 22 |

Kompetenzprofil

- Niveau: vertiefend
- Fachlicher Bezug: Nucleinsäuren, Peptide
- Methode: Einzelarbeit, Partnerarbeit, Übungsaufgaben
- Basiskonzepte: Struktur-Eigenschaft-Basiskonzept, Konzept der chemischen Reaktion
- Erkenntnismethoden: auf Teilchenebene interpretieren
- Kommunikation: Fließschema erstellen
- Bewertung/Reflexion: Kriterien für ein geeignetes Speichermedium entwickeln
- Inhalt in Stichworten: Nucleinsäuren, Nucleotide, Säuren und Basen, Struktur-Eigenschaft-Basiskonzept, DNA, PNA, chemische Evolution, Reduktion, Chiralität, Datenspeicherung.

Methodisch-didaktische Hinweise

Wir tragen sie alle in uns und ohne sie gäbe es uns nicht. In der DNA sind alle Daten gespeichert, die wir fürs Leben brauchen. Der Mensch produziert im Zuge der Digitalisierung immer mehr Daten. Könnte die DNA also ein Speichermedium der Zukunft sein? Viele Schülerinnen und Schüler produzieren täglich enorme Datenmengen: Sie machen Fotos, schreiben Nachrichten und verewigen sich auf sozialen Netzwerken. Anhand der Lernaufgabe „Die DNA – ein Datenspeicher im Wandel der Zeit“ lernen sie eine Möglichkeit kennen, Daten langfristig zu speichern, und werden sich der von ihnen produzierten Datenmengen unter Umständen bewusst. Mit der DNA bietet sich dabei ein Datenspeicher an, den wir sekundär nutzen. So stellt die DNA die Bauanleitung für unsere Peptide und Proteine zur Verfügung und ist damit ein zentrales Element unseres Zellstoffwechsels. Somit eignet sich das Thema für eine materialgestützte Aufgabe im Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext.

Die Lernaufgabe besitzt als fachsystematisches Schwerpunkt die Nukleinsäuren und dient der Vertiefung. Im ersten Materialteil wird der Aufbau der DNA aus Nukleotiden thematisiert. Dabei werden wichtige Fachbegriffe wie die der Säuren und Basen geübt und es müssen Aufgaben auf Grundlage des Struktur-Eigenschaft-Basiskonzepts gelöst werden. Neben dem Kompetenzbereich Fachwissen werden hier auch Kompetenzen aus dem Bereich der Kommunikation gefördert. So müssen die Schülerinnen und Schüler ein Fließdiagramm zum Einfluss von Nukleinsäuren auf den Prozess des Auslesens der DNA erstellen. Im weiteren Verlauf der Materialaufgabe werden die mögliche Entstehung der DNA im Zuge der chemischen Evolution und Alternativen zur DNA (die sogenannte PNA) thematisiert. In beiden Fällen werden sowohl das Struktur-Eigenschaft- als auch das Konzept der chemischen Reaktion vertieft. Zum Abschluss der Lernaufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler Kriterien entwickeln, die für ein geeignetes Speichermedium relevant sind. Diese Aufgabe kann dem Kompetenzbereich Reflexion zugeordnet werden.

M 1 Die Desoxyribonukleinsäure – der Speicher unserer Erbinformationen

Den Hauptteil der lebenden Zellen bilden vier Verbindungsklassen: Lipide (Fette), Kohlenhydrate, Proteine und Nukleinsäuren. Die Desoxyribonukleinsäure (DNA) ist wohl der berühmteste Vertreter der Nukleinsäuren. So sind in ihr die genetischen Informationen (die Erbinformationen) gespeichert. Um die Funktionsweise dieses Speichers zu verstehen, müssen wir zunächst die Struktur der Nukleinsäuren verstehen.

Nukleinsäuren bestehen allgemein aus langen Ketten, die aus Monomere die Nukleotide besitzen. Ein Nukleotid besteht aus einem zentralen Zuckermolekül, an dem sich sowohl ein Phosphat-Rest als auch eine Nukleobase befinden. Im Fall der DNA handelt es sich bei dem zentralen Zuckermolekül um die Desoxyribose – eine Ribose, bei der die Hydroxygruppe am C2'-Atom der Ribose fehlt.

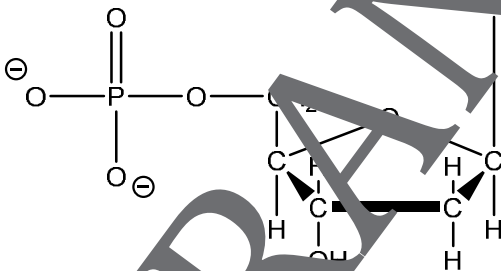


Abb. 1: Der allgemeine Aufbau eines Nukleotids der DNA

Die einzelnen Nukleotide sind über die Phosphatreste miteinander verknüpft. Ein Phosphat-Rest verknüpft dabei das C3'-Atom eines Nukleotids mit dem C5'-Atom eines anderen. Ohne diese Phosphatgruppe spricht man von Nukleosiden. Am C1'-Atom befindet sich eine Nukleobase. Im Fall der DNA handelt es sich hauptsächlich um Adenin (A), Guanin (G), Thymin (T) und Cytosin (C). Adenin und Guanin gehören zur Stoffklasse der Purine, Cytosin und Thymin zur Stoffklasse der Pyrimidine.

Adenin, Guanin und Thymin reagieren basisch, da die in ihnen enthaltenen Aminogruppen in der Lage sind, ein Proton über das freie Elektronenpaar der Stickstoff-Atome zu binden. Thymin weist eine Keto-Enol-Tautomerie auf und kann lediglich in der Enol-Form ein Proton binden und damit als Base fungieren. Trotz der basischen Eigenschaften der vier Nucleobasen handeln sie sich bei der DNA – wie der Name schon sagt – um eine Säure. Die Ursache hierfür liegt in dem Phosphatrückgrat zu sehen. Die bei der Deprotonierung der Phosphatgruppe freiwerdenden Protonen sorgen für die saure Eigenschaft einer wässrigen DNA-Lösung.

Zwei Stränge aus miteinander verknüpften Nucleotiden bilden die berühmte Doppelhelixstruktur der DNA, die im Jahr 1953 von Watson und Crick entdeckt wurde. Innerhalb des Doppelstrangs stellen sich die Nucleobasen paarweise gegenüber. Dabei treten stets Adenin und Thymin bzw. Cytosin und Guanin paarweise auf. Durch die Wasserstoffbrücken zwischen den Nucleobasen werden die Einzelstränge zusammengehalten. Zusätzlich stabilisiert wird die Doppelhelixstruktur dadurch, dass die senkrecht stehenden sp^2 -Hybridorbitale der Nucleobasen sich überlappen. Bei diesem Phänomen spricht man vom π -stacking.

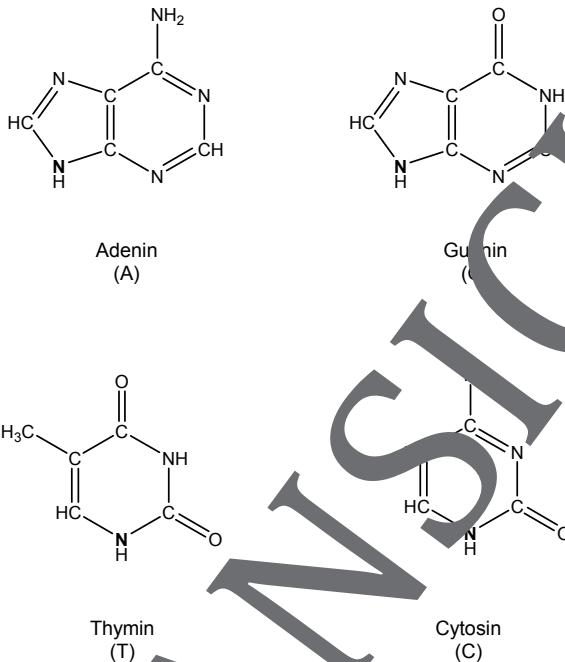


Abb. 2: Vier Nucleobasen der DNA. Die Bindung an die Desoxyribose erfolgt über das fettgedruckte Stickstoffatom. Untereinandersterben die Nucleobasen bilden in einem DNA-Doppelstrang Wasserstoffbrücken aus

In der DNA sind die Anleitungen zur Synthese der Peptide und Proteine enthalten. Dabei stellen sie einen Triplet-Code dar. Das bedeutet, dass drei Nucleobasen je eine Aminosäure codieren. Dabei wird die gleiche Aminosäure durch mehrere Triplet-Codons codiert.

Die Proteinbiosynthese kann in die Schritte Transkription und Translation unterteilt werden. Verschiedene Nucleinsäuren sorgen dafür, dass letztlich die DNA in Aminosäuresequenzen übersetzt wird. Im Transkriptionsschritt wird die DNA-Doppelhelix entwunden. Der zu übersetzende Teil der DNA wird abgeschrieben, indem eine sogenannte messenger-Ribonucleinsäure (kurz mRNA) synthetisiert wird. Die RNA unterscheidet sich von der DNA darin, dass sie aus einem Einzelstrang besteht und am C2'-Atom der Ribose die Hydroxygruppe vorhanden

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent*innen**
 - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
 - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:
www.raabe.de