

DNA-Struktur durch Modellbau verstehen

Von Maxim Dronske, Lucas Heyartz und Dr. Monika Pohlmann



© shapecharge/E+

In dieser Einheit entwickeln die Lernenden ein vertieftes Verständnis für die Raumstruktur der DNA. Sie erfahren, dass die DNA der Speicherung und Weitergabe genetischer Information dient und einen codierten Bauplan darstellt, nach dessen Informationen die Strukturproteine und Enzyme eines Lebewesens gebildet werden. Sie erarbeiten die Nukleotide als Bauelemente der DNA und lernen, dass vier unterschiedliche Nukleotide in artspezifischer Reihenfolge die DNA ausmachen. Verschiedene DNA-Modelle werden beschrieben und hinsichtlich Zweckes und Güte analysiert. Dabei durchlaufen die Lernenden den Modellierungsprozess in didaktisch strukturierten Phasen: Modellerfassung, -reflexion, -kritik, Grenzen des Modells und Modelloptimierung. Sie planen und gestalten selbstständig DNA-Modelle, beurteilen deren Aussagekraft, kritisieren kriteriengeleitet und machen Optimierungsvorschläge. Sie erwerben metakognitives Wissen über die Funktion von Modellen in der Forschung und im Biologieunterricht und damit Modellkompetenz auf hohem Niveau. Die praktische Modellierung eines räumlichen Abbildes der DNA-Struktur nach Watson und Crick macht die schwer fassbare molekulare Ebene der zentralen zellulären Lebensprozesse haptisch zugänglich und damit auch begreifbar.

DNA-Struktur durch Modellbau verstehen

Klassenstufe: 9/10

von Maxim Dronske, Lucas Heyartz und Dr. Monika Pohlmann

| | |
|--|----|
| Methodisch-didaktische Hinweise | 1 |
| M 1: Was steckt hinter der Abkürzung „DNA“? | 4 |
| M 2: Wozu sind Modelle gut? | 8 |
| M 3: Modellieren der Raumstruktur der DNA | 11 |
| M 4: Modellerfassung, Modellreflexion und Modellkritik | 12 |
| M 5: Grenzen des Modells und Modelloptimierung | 14 |
| M 6: Kahoot und Kaffeefahrt, jetzt wird's ernst! | 15 |
| Lösungen | 16 |
| Literaturhinweise | 23 |

VORSCHAU

M 1 Desoxyribonukleinsäure – was steckt hinter der Abkürzung „DNA“?

A: Die DNA im Zellkern als Bauplan des Lebens



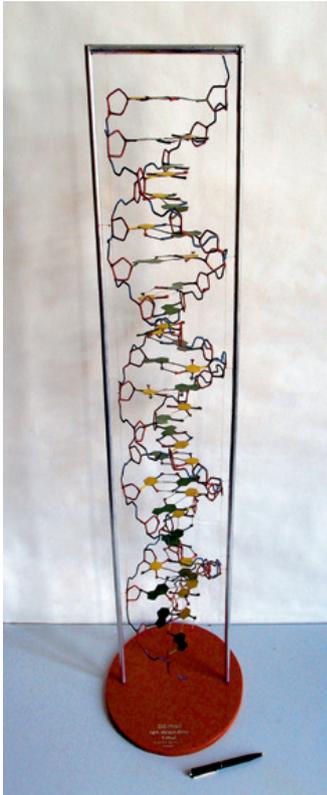
© Frank Ramspott/E+

Die Desoxyribonukleinsäure ist besser bekannt unter der Abkürzung DNS oder DNA. International, wie auch in Deutschland, hat sich die Bezeichnung DNA (englisch: *desoxyribonucleic acid*) durchgesetzt. Die DNA erfüllt als ein von Lebewesen gebildeter Naturstoff wesentliche biologische Funktionen. So

liegt in der DNA für alle Lebewesen und für viele Viren die Erbinformation in verschlüsselter Form vor. Man spricht vom genetischen Code. Dieser wurde von Wissenschaftlern inzwischen geknackt. Auf der DNA ist beispielsweise festgelegt, welche Augenfarbe oder Körpergröße wir haben. Sie beeinflusst, wie gut unser Immunsystem funktioniert, und manchmal auch, in welchen Bereichen wir besonders talentiert sind. Chemisch betrachtet ist die DNA eine Nukleinsäure, also wörtlich eine „Kern-Säure“. Denn sie kommt im Zellkern, dem Nukleus, vor. Die Kern-DNA stellt das Genom, die Gesamtheit der Gene einer Art, dar. Anhand der artspezifischen DNA lassen sich Lebewesen unterscheiden oder zuordnen. Auch die Mitochondrien besitzen eine eigene DNA. Als großes Biomolekül setzt sich die DNA aus einer langen Kette von Desoxyribonukleotiden oder einfach Nukleotiden als Grundbausteine zusammen. Es gibt vier verschiedene Nukleotide, die in der DNA in unterschiedlicher Reihenfolge miteinander verknüpft sein können. Bestimmte DNA-Abschnitte stellen einzelne Gene dar. Sie sind durch die Reihenfolge ihrer Nukleotide gekennzeichnet. Die DNA enthält damit die als Gene codierte Information über den Bau der Proteine. Proteine lassen sich in Strukturproteine und Enzyme unterteilen. Die Strukturen des Körpers eines Lebewesens werden maßgeblich durch die Strukturproteine als Baustoffe ausgebildet. Die Enzyme ermöglichen durch ihre Funktion als Biokatalysatoren die biochemischen Abläufe in den Zellen, den Geweben und Organen eines Körpers.

© RAABE 2021

C: Das Watson-Crick-Modell der DNA



Wikimedia Commons/David Ludwig/CC BY-SA 3.0

Dem Molekularbiologen James Watson und dem Physiker Francis Crick lagen bereits wichtige Stoffeigenschaften der DNA und Ideen zu ihrer räumlichen Struktur vor, als sie mit Stativen, Muffen, Klemmen und Molekülmodellen 1953 in ihrem Labor eine zu allen bisherigen Erkenntnissen widerspruchsfreie Doppelhelix modellierten. Damit machten plötzlich alle chemischen, physikalischen und biologischen Daten, die man bis dato über die DNA gesammelt hatte, Sinn. Das Watson-Crick-Modell machte seine Erfinder weltberühmt. 1962 erhielten sie für ihre wissenschaftliche Leistung den Nobelpreis.

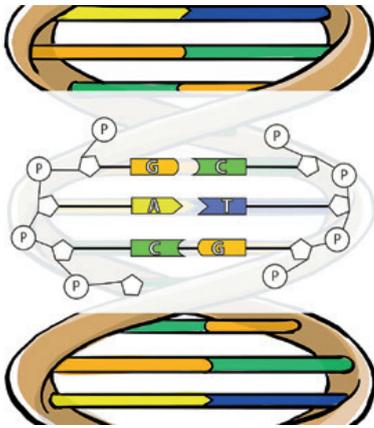
Die Veranschaulichung des kompliziert aufgebauten Biomoleküls machte rasch weiteren Erkenntnisgewinn in der damals noch jungen Molekulargenetik möglich. So entwickelten andere Forscher erste Hypothesen zum Mechanismus der DNA-Verdopplung bei der Zellteilung und zur Entstehung von Mutationen, die sich bald durch experimentelle Überprüfung bewahrheiten sollten.

Aufgaben

1. Bearbeite Sachtext A mit einer texterschließenden Methode deiner Wahl und beantworte die folgenden Aufgaben:
 - a) Die DNA ist eine Kernsäure. Erläutere die Namensgebung.
 - b) Beschreibe die besondere Funktion der DNA für Lebewesen.
 - c) Erkläre, warum Wissenschaftler bei der DNA vom genetischen Code sprechen.

D: DNA-Modelle

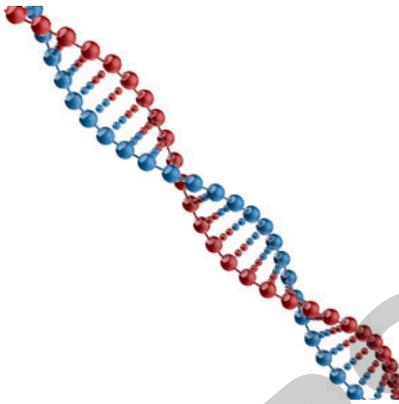
a)



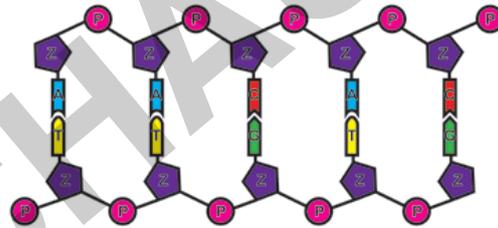
b)



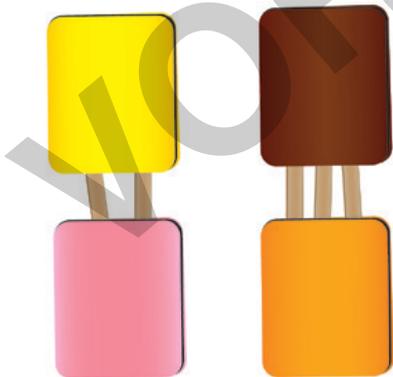
c)



d)



e)



f)



a: Julia Lenzmann; b, d, e, f: Sylvana Timmer; c: © Thinkstock

© RAABE 2021

M 4 Modellerfassung, Modellreflexion und Modellkritik

A: Modellierung – vom Original zum Anschauungsmodell

Die DNA in unseren Zellkernen ist das den dreidimensionalen DNA-Modellen zugrunde liegende Original. Das komplexe Biomolekül ist ein Gegenstand der Wirklichkeit mit sehr vielen Eigenschaften. Während des Modellierungsprozesses wird dieses Original auf wesentliche Eigenschaften reduziert. Für die Veranschaulichung oder den Erkenntnisprozess werden nur Teile oder einzelne Aspekte des Originals, die von Bedeutung sind, übernommen. Dies ist eine bewusste Entscheidung, die als Denkprozess abläuft.

Das entwickelte DNA-Modell ist dann wiederum ein Gegenstand der Wirklichkeit. Das Modell selbst zeigt wichtige und weniger wichtige Eigenschaften. Modelle erfüllen immer einen bestimmten Zweck. Um beurteilen zu können, ob das Modell seinen Zweck gut erfüllt, sollte es genau erfasst und reflektiert werden. Dazu werden die unwesentlichen und wesentlichen Eigenschaften des Modells beschrieben und mit dem Original verglichen. Mit Blick auf seinen Zweck können in einer Modellkritik die Stärken und Schwächen des DNA-Modells erläutert und begründet werden.

B: Beobachtungsbogen

| Modell wozu? | Verwendetes Material | Stärken des Modells | Schwächen des Modells |
|--------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |