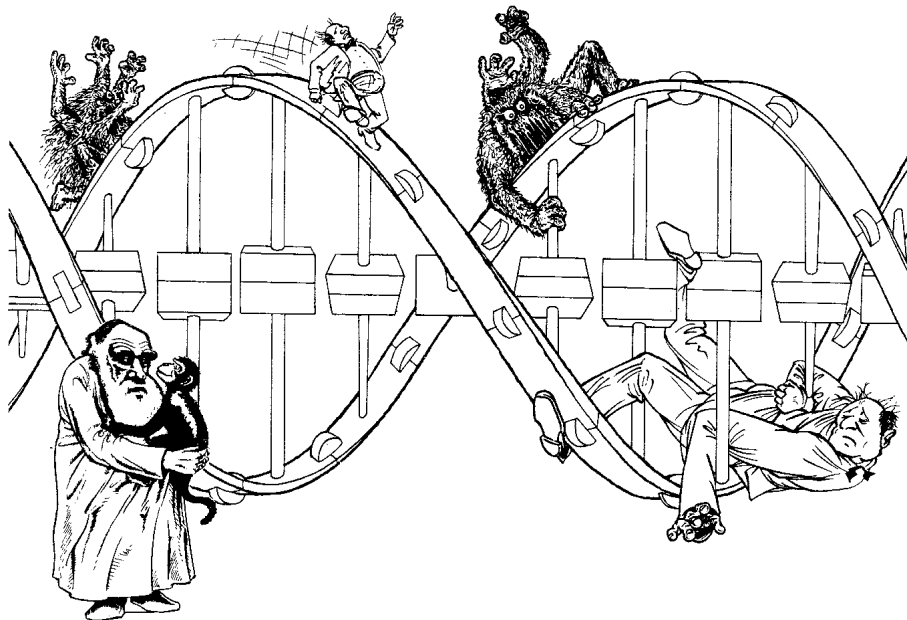


DNA zum Anfassen



**Unterrichtsstunde
für die 11. Klasse PS**

Methodisch-didaktische Hinweise

1. Rahmendaten

1.1. Schulform: technischer Sekundarunterricht

1.2. Klassenstufe: Sekundarstufe II, 11. Jahrgang (11 PS)

1.3. Unterrichtsfach: Biologie générale

1.4. Oberthema : Grundlagen der Molekulargenetik

1.5. Thema : Bau der Nucleinsäuren - Sekundärstruktur der DNA

1.6. Gruppengröße:

bei selbstgesteuertem Lernen : 10 Schüler und Schülerinnen

bei Frontalunterricht : Klassenstärke

1.7. Zeitumfang der Unterrichtseinheit:

1 Doppelstunde (eventuell 2 Einzelstunden)

und Nachbereitung

1.8. Lehr- respektiv Lernform :

1.8.1. selbstgesteuertes Lernen (computergestütztes Lernen)

1.8.2. Frontalunterricht

Beide Ansätze wurden vom Autor erprobt.

1.9. Lernvoraussetzungen :

Die Lernenden sollen ...:

- die DNA als molekularer Träger der Erbinformation kennen
- die Primärstruktur der DNA erfasst haben
- einen Internet-Browser bedienen können
- optional : eine Datei (Plug-in) downloaden und installieren können

1.10. Lernziele :

Die Lernenden sollen ... :

- durch selbständiges Bearbeiten konkreter Aufgabenstellung sich eigenständig

Wissen erarbeiten um so :

- das Doppelhelix-Modell von Watson und Crick zu begreifen und
- die Möglichkeiten und Grenzen von Visualisierungssoftware zur Darstellung von 3D-Molekülen erfassen

2. Technische Ausstattung

2.1. Computer

2.1.1. selbstgesteuertes, computerunterstütztes Lernen :

Für die zehnköpfige Lerngruppe standen **10 Wintel-PCs** (Pentium II 400 MHz) mit **Internetzugang** zur Verfügung. Es wurde darauf geachtet, dass jeder Schüler allein am PC arbeiten konnte. Die Ergebnisse werden in die folgenden Arbeitsblätter eingetragen.

2.1.2. Frontalunterricht

Benötigt werden **ein Wintel-PC** mit **Internetzugang** und ein **Beamer** zur Projektion des Inhalts der Webseite. Die Ergebnisse werden im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch erarbeitet und auf den Arbeitsblättern gesichert.

2.2. Software

Die Schüler und Schülerinnen arbeiten mit dem Programm **Netscape Navigator 4.7** (zur Darstellung der Webseite) unter Windows NT 4.0. Benötigt wird ebenfalls das **Plugin Chemscape Chime™**.

Voraussetzung für den reibungslosen Ablauf der DNA-Visualisierung ist die Installation des Browser-Plugins Chime : dieses kostenfreie Plug-in (erhältlich in zwei Versionen : Win95/NT 4.0 oder Macintosh PowerPC) stellt 2D- und 3D-Moleküle (DNA, Sekundärstrukturen von Proteinen, Hämoglobin, Antikörper, usw.) innerhalb einer Webseite dar. Die Plugin-Installation sollte vor Beginn der Unterrichtseinheit vorgenommen werden, kann aber auch zusammen mit den Lernenden erfolgen (in diesem Falle Zeitverlust für Download und anschließende Installation der ca. 2,1 Mb großen Datei miteinberechnen !)

Hinweise : Für den reibungslosen Ablauf wird Netscape 4.x (am besten die Version 4.6 or 4.7) benötigt. Unter Internet Explorer wird das Tutorial nicht ordnungsgemäß dargestellt. Java, JavaScript und Style sheets müssen innerhalb des Netscape Browsers aktiviert sein.

3. Verwendete Materialien und Medien

3.1. DNA-Tutorial

<http://www.umass.edu/molvis/freichsman/StryerDnaTut/index.html>

Dieser interaktive (auf der Software Chime beruhende) englischsprachige Kursus ermöglicht das Studium der Sekundärstruktur der DNA : das DNA-Molekül kann frei in alle Raumrichtungen rotiert, gezoomt und in verschiedenen Formaten wie Kalottenmodell (spacefill), Kugel-Stab-Darstellung (ball and stick), Stabmodell (sticks) oder Drahtmodell (wireframe) dargestellt werden. Die Arbeitsanweisungen in englischer Sprache benötigen gelegentlich einige Hilfestellungen von Lehrerseite, doch ist die zusätzliche Schwierigkeit durch die Fremdsprache durchaus vertretbar und stellt kein zu großes Handicap dar.

3.2. Arbeitsblätter mit Arbeitsanweisungen (cf. folgende Seiten)

3.3. Biologiebuch Klett Natura 3

Die Struktur der DNA

1. Starte den Browser Netscape Navigator !
2. Öffne folgenden Hyperlink :
<http://www.umass.edu/molvis/freichsman/StryerDnaTut/index.html>
3. Setze ein Buchzeichen (bookmark) im Ordner Biologie ! So kannst du diese Website auch noch später benutzen !

A. Grundsätzliche Hinweise zur Benutzung des DNA-Tutorials

1. Bei dieser Website handelt sich um ein **Tutorial**, das es ermöglicht in einem Browser ein Modell des DNA-Moleküls frei rotier- und zoombar und eingebettet in Text betrachten und erforschen zu können.

Bemerkung: Um Molekülmodelle im Browser interaktiv betrachten zu können, muss eine Softwareerweiterung, ein sogenanntes **Plug-in** (in diesem Falle : **Chime**) installiert sein. Plug-Ins sind allein nicht lauffähige Zusatzprogramme (hier : Chime 2.0), die für die Integration in ein sogenanntes Host-Programm (hier : der Browser Netscape Navigator) konzipiert sind und dieses mit bestimmten Funktionen bzw. Prozessen erweitern.

2. Zur Bedienung der dreidimensionalen Molekülmodelle

Bei den Moleküldarstellungen hat die Maus folgende Funktionen (linke bzw. rechte Maustaste bedeutet : bei gedrückter linker bzw. rechter Maustaste die Maus hin- und herbewegen)

Aktion	Windows
Um X- oder Y-Achse drehen	linke Maustaste
Um Z-Achse drehen	Shift-Taste + rechte Maustaste
In X- oder Y-Richtung bewegen	Ctrl-Taste + rechte Maustaste
Zoom	Shift-Taste + linke Maustaste
kontextuelles Menü	rechte Maustaste

Mit **Reset** kommst du zur ursprünglichen Darstellung !

3. Um weitere Animationen zu starten, genügt ein einmaliges Klicken auf die blauen Buttons ; es wird dann ein Java-Script auf deinen Rechner geladen, was einige Zeit benötigt (die Statusleiste im unteren Teil des Browserfensters informiert dich, wenn das Script komplett geladen ist). Also bitte etwas Geduld und kein wildes Klicken, sonst riskierst du ein Einfrieren (*freeze*) oder einen Absturz (*crash*) deines Rechners.

Beantworte mit Hilfe des interaktiven Tutorials folgende Aufgaben ! (Nimm eventuell dein Biologiebuch als zusätzliche Hilfe.)

B. Grundstruktur des DNA-Moleküls

1. Beschreibe den räumlichen Bau der DNA !

Hinweis : Lasse dir dafür die beiden Stränge (strands) sowie die Molekülstrukturen Rückgrat (backbone) und Basen (bases) nacheinander hervorheben.

Welche Molekülteile zeigen zur Außenseite ? _____

Welche Molekülteile zeigen nach innen ? _____

2. Betrachte die unterschiedlichen Modelldarstellungen des DNA-Moleküls !

- a. Kalottenmodell (*spacefill*): raumerfüllende Darstellung
- b. Kugel-Stab-Darstellung (*ball and stick*)
- c. Stabmodell (*sticks*)
- d. Drahtmodell (*wireframe*)

3. Analysiere die Atomzusammensetzung der DNA. Lasse dir dazu die jeweiligen Atome farblich darstellen !

Hinweis : Die Atome werden nach dem CPK-Schema nach **Corey, Pauling und Koltun** farblich unterschieden (C – grau, H – weiß, O – rot, P – ocker und N – blau).

a. Aus welchen Atomen bestehen die verschiedenen Molekülteile ?

Molekülteil	Atomnamen
Basen	
Zucker (Desoxyribose)	
Phosphorsäurereste	

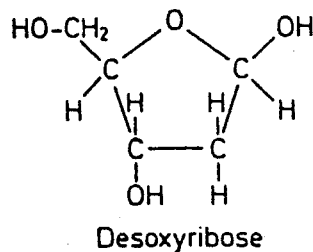
b. In welchem Teil des DNA-Moleküls kommen ausschließlich Phosphoratom vor ?

c. In welchem Teil des DNA-Moleküls kommen ausschließlich Stickstoffatome vor ?

B. Das Rückgrat

1. Aus welchen Molekülteilen ist das Rückgrat der DNA (das sind die durchgehenden Helixstrukturen) aufgebaut ?

2. Nummeriere die C-Atome der Desoxyribose durch!



3. Welche Struktur hängt jeweils am C₃ und C₅ der Desoxyribose ?

4. Welche Struktur hängt jeweils am 5'- und 3'-Ende eines DNA-Einzelstrangs !

5'-Ende :

3'-Ende :

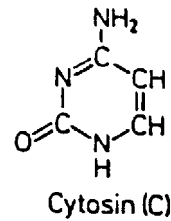
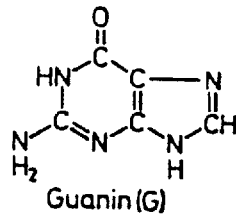
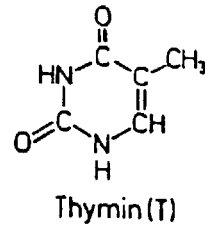
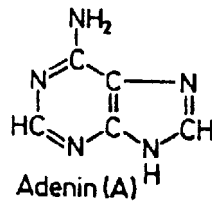
5. Welches Ende des jeweils anderen Strangs liegt dem 3'-Ende eines Strangs gegenüber ?

C. Die Basen

1. Welche Basen paaren sich miteinander (Regel der spezifischen Basenpaarung) ?

mit _____ und _____ mit _____

2. Optional : Nummeriere die C-Atome und N-Atome der Ringstrukturen aller vier in der DNA vorkommenden Basen durch!



Warum muss man an die Zahlen im Zuckermolekül ein Strich geschrieben werden (1 prime, 2 prime usw.) ?

3. Mit welchem Kohlenstoffatom der Desoxyribose gehen die Basen eine chemische Bindung ein ?

4. Bestimme den ungefähren Winkel zwischen der Ebene der Basen und der Ebene der Zuckerringe !

5. Wie sind die Ebenen mehrerer übereinanderliegender Basenpaare angeordnet!

D. Zusammenhalt der beiden DNA-Stränge

Wasserstoffbrückenbindungen

Gegenüberliegende Basen ziehen einander aufgrund ihrer Ladungsverteilung an. Zwischen zwei Basen kommen **Wasserstoffbrücken (hydrogen bonds)** vor ; es handelt sich hierbei um nichtkovalente, schwache chemische Bindungen elektrostatischer Natur zwischen gebundenen H-Atomen und den freien Elektronenpaaren von O- und N-Atomen.

a. Wieviele Wasserstoffbrückenbindungen kommen zwischen den Basen A und T vor ?

b. Wieviele Wasserstoffbrückenbindungen kommen zwischen den Basen G und C vor ?

Quellen

DNA-Tutorial der University of Massachusetts, Amherst -

URL: <http://www.umass.edu/molvis/freichsman/StryerDnaTut/index.html>

Natura – Biologie für Gymnasien Band 3. Klett Schulbuch Verlag

Rausch M. : Unterrichtsideen mit dem Internet – Teil 3 : DNA im Internet,
in : PdN-BioS 7/49. Jg. 2000, S.29 – 33

Grafik der Titelseite aus:

Rosenfield A. u.a. : Genetik für Anfänger. rowohlt 1984

Molekulargenetik : DNA-Struktur

Der Autor bittet um Kritiken und
Verbesserungsvorschläge!

Anschrift des Verfassers:

Jeannot Thomé
Lycée Technique Nic. Biever
Département de Biologie
28, rue du Parc
L-3542 DUDELANGE

e-mail: jthome@ltnb.lu