

Struktur und Eigenschaften der DNA

Vorbemerkungen

Zentraler Punkt dieser vierstündigen Unterrichtssequenz ist die Entwicklung, der Bau und die Anwendung eines Struktur- und Funktionsmodells der DNA. Mithilfe von Modellen können Strukturen und Abläufe in der Biologie verdeutlicht und dargestellt werden. Im sprachsensiblen Fachunterricht bieten sie unter anderem dadurch eine Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge mit starker Reduktion (fach-)sprachlicher Hürden erschließen zu lassen, die Kognitivierung also von sprachlichen Herausforderungen abzukoppeln. Das Ziel ist die Erarbeitung der Struktur des DNA-Moleküls und seiner charakteristischen Eigenschaften (Verdopplungsfähigkeit, Informationsspeicherung, Veränderbarkeit).

Bezug zum Bildungsplan

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
3.3.2 Genetik 3. die Struktur der DNA anhand eines einfachen Modells beschreiben und daran Eigenschaften der DNA (Informationsspeicherung, Verdopplungsfähigkeit, Veränderbarkeit) erläutern <i>(Arbeit an und mit dem Modell)</i>	2.1 Erkenntnisgewinnung 11. Struktur- und Funktionsmodelle zur Veranschaulichung anwenden <i>(Strukturmodell benutzen, um Eigenschaften abzuleiten)</i> 12. ein Modell zur Erklärung eines Sachverhalts entwickeln und gegebenenfalls modifizieren <i>(Strukturmodell entwickeln und bauen)</i> 13. Wechselwirkungen mithilfe von Modellen erklären <i>(Komplementarität)</i> 14. die Speicherung und Weitergabe von Information mithilfe geeigneter Modelle beschreiben <i>(Informationsspeicherung und Verdopplungsfähigkeit der DNA)</i>
	2.2 Kommunikation 4. biologische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache beschreiben oder erklären <i>(Struktur und Eigenschaften der DNA am Modell beschreiben und erklären)</i> 6. den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren <i>(Hypothese aufstellen, Modell planen, Modell bauen, Poster erstellen)</i> 7. komplexe biologische Sachverhalte mithilfe von Schemata, Grafiken, Modellen oder Diagrammen anschaulich darstellen <i>(Struktur und Eigenschaften am selbst entwickelten und gebauten Modell erläutern)</i>

Didaktische Schwerpunkte

Sprachsensibler Biologieunterricht

Im sprachsensiblen Fachunterricht soll eine kognitive Integration des Lerngegenstands ermöglicht werden, ohne dass der Erkenntnisprozess durch sprachliche Anforderungen in Bezug auf Fachbegriffe und fachspezifische Redemittel beeinträchtigt wird. Die Arbeit an und mit dem DNA-Modell aus Maisbausteinen ermöglicht es den SuS, sich Struktur und Funktion der DNA selbsttätig zu erschließen. Während des Bau des Modells bzw. der Erarbeitung I des Lerntempoduetts wird weitgehend auf Fachbegriffe und fachspezifische Redemittel verzichtet, der Erkenntnisprozess läuft hier metasprachlich bzw. sprachlich durch die SuS selbstgesteuert ab. Die fachsprachliche Progression (rezeptiv und produktiv) wird separat durch entsprechende Aufgabenstellungen, kooperative Lern- und Sozialformen (Lerntempoduetts) und Materialien gesteuert. Die Inhalte werden wiederholt kognitiv und sprachlich umgewälzt. Zum einen profitieren so SuS einer heterogenen Lerngruppe (sprachlich und/oder in kognitiver Hinsicht) von den gewollten Redundanzen. Zum anderen wird der Lehrkraft eine klarere Abgrenzung von fachlichen gegen fachsprachliche Defizite ermöglicht.

So soll der gewünschte Effekt des sprachsensiblen Fachunterrichts erreicht werden: Die konzeptionelle Integration des Lerngegenstands in bestehendes Vorwissen bei angemessener fachsprachlicher Kommunikationsfähigkeit über diesen¹.

Materialien

Dateien	Anmerkungen
30300_unterrichtsgang_dna	Informationen zum Unterrichtsvorschlag.
30301_p_dna_struktur	Die Präsentation führt durch die erste Doppelstunde und enthält alle Bilder, Überleitungen und Arbeitsaufträge sowie die gestuften Hilfen.
30302_ab_dna_struktur	Arbeitsblatt für den ersten Teil der ersten Doppelstunde mit Musterlösung.
30303_poster_dna_struktur	Vor diesem Poster (DIN A3) fotografieren die SuS ihr Modell mit ihrem Handy (vgl. Vertiefungsaufgabe).
30304_p_dna_eigenschaften	Die Präsentation führt durch die zweite Doppelstunde und enthält alle Bilder, Überleitungen und Arbeitsaufträge sowie die gestuften Hilfen.
30305_ab_dna_verdopplungsfaehigkeit	Arbeitsblätter für die arbeitsteilige Expertenphase des Lerntempoduetts.
30306_ab_dna_informationspeicherung	
30307_ab_dna_veraenderung	Arbeitsblatt für die kooperative Phase des Lerntempoduetts + Lösungen.

1 Für mehr Informationen zum Thema siehe <http://www.sprachsensiblerfachunterricht.de/>

Sonstiges Material	Anmerkungen
Maisbausteine	Im Spielwarenhandel von verschiedenen Herstellern zu kaufen (z.B. PlayMais, Funmais, FischerTip). Wenn wie vorgesehen alle SuS ein Modell bauen, sollte die Packung insgesamt etwa 1000 Maisbausteine in mindestens vier unterschiedlichen Farben enthalten.
Zahnstocher	Viele – auch hier bietet sich eine Großpackung an (500-1000 Stück).
Stoffreste	Werden nass benutzt, um die Maisbausteine zu befeuchten und anschließend zu verkleben.
Messer oder Schere	Werden zum Schneiden der Maisbausteine benutzt.

Die Anschaffungskosten für eine Klasse belaufen sich auf etwa 15 €.

Anmerkungen zum vorgeschlagenen Modell



Foto: A. Theil-Schiebel

- Nukleotide bestehen jeweils aus zwei zusammengeklebten Maisbausteinen
→ *leichtere Verdrehung zur Darstellung der Raumstruktur*
- Pyrimidine werden durch halbe, Purine durch ganze Maisbausteine symbolisiert
- Die Nukleotide eines Einzelstrangs werden durch Zahnstocher verbunden, die komplementären Nukleotide werden jeweils verklebt.
→ *leichtere Verdrehung zur Darstellung der Raumstruktur*
→ *Zahnstocher \triangleq Phosphodiesterbindung, Klebestelle \triangleq Wasserstoffbrücken.*
→ *Klebestellen können später leicht aufgetrennt werden, um die besprochenen Vorgänge (z.B. Replikation) zu simulieren.*

Unterrichtsgang - Struktur und Eigenschaften der DNA

Doppelstunde 1: Struktur der DNA

Phase	Verlauf	Sozialform/ Material	Inhaltliche Progression	Fachsprachliche Progression
Ein- stieg 5'	<ul style="list-style-type: none"> • Stummer Impuls/ Aufgaben auf der Einstiegsfolie (Lichtmikroskopisches Bild einer Pflanzenzelle); • zweite Folie: Elektronenmikroskopische Aufnahme → beschreiben lassen; welche Erkenntnisse über das Erbgut im Zellkern bringt die stärkere Vergrößerung durch das TEM? • Formuliert noch offene Fragen zum Bau der DNA. (ggf. sammeln) 	UG/ P	<ul style="list-style-type: none"> • Inhaltliche Hinführung • Reaktivierung von Vorwissen • Problematisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprech Anlass • Anwendung/ Umwälzung (bekannter) Fachbegriffe (isoliert)
Erar- beitung I 15'	Erforschung der Struktur der DNA war langwierig und anspruchsvoll, sie ist erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts bekannt. Die wichtigsten Meilensteine lernt ihr hier kennen.	EA/PA/ AB	<ul style="list-style-type: none"> • Umwälzung • Sicherung • Hinführung zum primären Lernziel 	<i>Produktiv:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung/ Umwälzung Fachbegriffe (kontextuell)
Auswer- tung I 10'	Besprechung, Sicherung	UG	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Wissensbasis zum Thema 	<i>Rezeptiv:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wechsel der Darstellungsform von Information nachvollziehen
Arbeit am Modell:				
Erar- beitung II 50'	<p>Anhand der Folien mit Arbeitsauftrag, Vorgaben und Vorgehen planen und bauen die SuS selbständig ein DNA-Modell.</p> <p>Die SuS arbeiten in Dreiergruppen, wobei jede/r sein</p>	GA/EXP/ Bau- material, P	<ul style="list-style-type: none"> • Kognitivierung 	Keine → kognitive Entlastung durch Entkopplung von inhaltlicher und sprachlicher Progression

	<p>eigenes Modell baut (dabei ist darauf zu achten, dass alle SuS den Pyrimidin- bzw. Purinnukleotiden jeweils die selben Farben zuweisen, damit die drei Modelle später zu einem längeren DNA-Abschnitt zusammengesetzt werden können).</p> <p>Lehrkraft hat den Freiraum, individuelle Unterstützung zu leisten bzw. die SuS auf die gestuften Hilfen hinzuweisen.</p> <p>Anmerkung: <i>Neben dem vorgeschlagenen Modell gibt es auch weitere Umsetzungsmöglichkeiten, z.B. Nukleotide aus nur einem Maisbaustein (ganz bzw. halbiert für die Längendifferenz) oder Modelle, die vollständig geklebt werden (ohne Zahnstocher). Deren Diskussion kann ein Element der Modellkritik sein.</i></p>			
Vertiefung 10'	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung, Modellkritik • SuS fotografieren ihr (zusammengesetztes) Modell vor dem Poster (vgl. Hausaufgabe) 	EA oder GA/ Modell, Poster, Handy	<ul style="list-style-type: none"> • Umwälzung 	<i>Produktiv:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Verbalisierung der zentralen Lerninhalte (Fachbegriffe und fachsprachliche Redemittel) → fachsprachliche Kommunikation

Doppelstunde 2: Eigenschaften der DNA

Phase		Sozialform/ Material	Inhaltliche Progression	Fachsprachliche Progression
Einstieg 10'	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholender Einstieg anhand der Arbeitsaufträge auf den Folien 1 und 2 	PA/LV/ DNA-Modell, P	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung, Anknüpfung Inhaltliche Vorbereitung auf die Stunde 	<ul style="list-style-type: none"> Sprechanlass, breite Aktivierung Anwendung/ Umwälzung bekannter Fachbegriffe (kontextuell) Erweiterung des Fachwortschatzes
Überleitung 5'	<ul style="list-style-type: none"> Folie 3 → Bis jetzt gelernt: Bau der DNA ist sehr spezifisch, dies lässt auf spezifische Eigenschaften des Moleküls schließen. Überlegt zusammen mit eurem Nebensitzer, welche Eigenschaften das DNA-Molekül haben muss. (→ sammeln im Plenum) Folie 4 → Organisation Lerntempoduett: Eine Hälfte der Lerngruppe beschäftigt sich in Dreiergruppen mit AB A, die andere Hälfte entsprechend mit AB B. Alle SuS benötigen ihr DNA-Modell, die Dreiergruppen sollten so gebildet werden, dass die drei Modelle gleich gestaltet sind (gleiche Gruppen wie in der ersten Doppelstunde). 	UG/ P	<ul style="list-style-type: none"> Rückführung der Lerninhalte auf biologisches Grundprinzip (Struktur und Funktion) 	Keine → kognitive Entlastung
Lerntempoduett:				
Erarbeitung I 30'	<ul style="list-style-type: none"> Spezialisierungsphase: Die SuS bearbeiten das AB zur Informationsspeicherung bzw. zur Verdopplungsfähigkeit 	Arbeits- teilige GA/ P, ABs	<ul style="list-style-type: none"> Hypothesenbildung Integration eines neuen Konzeptes Umwälzung 	Rezeptiv: <ul style="list-style-type: none"> Erweiterung des Fachwortschatzes Produktiv: <ul style="list-style-type: none"> Verbalisierung (schriftlich) der zentralen Lerninhalte (Fachbegriffe und

				fachsprachliche Redemittel)
Auswertung I 5'	<ul style="list-style-type: none"> Bei Bedarf Individuelle Ergebnisüberprüfung im Lehrer-Schüler-Gespräch 	Hilfekarten	<ul style="list-style-type: none"> Sicherung 	
Erarbeitung II 25'	Austauschphase/ Teamphase <ul style="list-style-type: none"> Sobald zwei Teams mit unterschiedlicher Spezialisierung fertig sind, bilden diese eine gemeinsame Gruppe, innerhalb der sie sich in Zweierteams über ihr jeweiliges Thema austauschen. Nach dem Austausch erhalten die neuen Teams AB C und bearbeiten dieses gemeinsam. 	GA/ AB	<ul style="list-style-type: none"> Übung Problema-tisierung Hypothesen-bildung Integration eines neuen Konzeptes Umwälzung 	<i>Produktiv:</i> <ul style="list-style-type: none"> Verbalisierung (mündlich) der zentralen Lerninhalte (Fachbegriffe und fachsprachliche Redemittel) fachsprachliche Umwälzung
Auswertung II 10'	<ul style="list-style-type: none"> Besprechung/Sicherung im Plenum Klärung noch offener Fragen 	UG/ TA	<ul style="list-style-type: none"> Umwälzung Sicherung 	<ul style="list-style-type: none"> Wechsel der Darstellungsform Bereitstellung eines Sprachgerüsts (→ <i>Scaffolding</i>)