| UV LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer InformationInhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | Fachschaftsinterne Absprachen* Besuch eines molekularbiologischen Labors und Durchführung von PCR und Gelelektrophorese
 |  |
| --- | --- | --- |
| Inhaltliche Schwerpunkte:Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese | Beiträge zu den Basiskonzepten:Struktur und Funktion: * Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese

Stoff- und Energieumwandlung:* Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese

Information und Kommunikation:* Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese
 |  |
| Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:* Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
* Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
* Informationen aufbereiten (K)
 |  |

| * Inhaltliche Aspekte
 | Konkretisierte KompetenzerwartungenSchülerinnen und Schüler… | Sequenzierung: Leitfragen  | Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| * Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation
 | * leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).
 | **Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?**(ca. 4 Ustd.) | *Kontext:***Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung***zentrale Unterrichtssituationen:** Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ SI, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4]
* Hypothesengeleitete Auswertung des Meselson-Stahl-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2]
* Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos
* Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)
 |  |
| * erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).
 | **Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?**(ca. 8 Ustd.) | *Kontext:***Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten***zentrale Unterrichtssituationen:** Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)
* Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen
* Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache
* Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien
* Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema
* Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)
* Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA
 |  |
| * deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).
 |  | * Analyse der Experimente von Matthaei und Nirenberg zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente
* Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten)
 |  |
| * erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).
 | **Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?**(ca. 5 Ustd.) | *Kontext:***Transkription und Translation bei Eukaryoten***zentrale Unterrichtssituationen:** Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten
* Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation
* Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten
* Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)
 |  |
| * Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen
 | * erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).
 | **Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?**(ca. 5 Ustd.) | *Kontext:***Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]***zentrale Unterrichtssituationen:** Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF)
* Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)
* Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation)
* Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblem Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen
* Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien
 |  |
| * PCR
* Gelelektrophorese
 | * erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).
 | **Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?**(ca. 6 Ustd.) | *Kontext:***Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]***zentrale Unterrichtssituationen:** Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6]
* Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR
* Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7]
 |  |

Weiterführende Materialien:

| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| --- | --- | --- |
| 1 | <http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html> | Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab. |
| 2 | <http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html> |
| 3 | <http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html> |
| 4 | <https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie> | IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA |
| 5 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078> | Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt. |
| 6 | <https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-iI> | Video zur PCR des Max-Planck-Instituts für Molekulare Pflanzenphysiologie (Potsdam) |
| 7 | <https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie> | IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „Gelelektrophorese“ bietet Material zur Anwendung der DNA-Gelelektrophorese auf konkrete Beispiele wie Vaterschaftsanalysen im Zusammenhang mit dem genetischen Fingerabdruck |

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*