| **Jahrgangsstufe 10:** **UV 10.5 Gesetzmäßigkeiten der Vererbung**(ca. 12 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent) |
| --- |
| **Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)** |
| Das Verständnis grundlegender Mechanismen der Vererbung bei der sexuellen Fortpflanzung […] steht im Zentrum dieses Inhaltsfeldes. Im Bereich Humangenetik werden erblich bedingte Erkrankungen, die Auswirkungen einer Fehlverteilung von Chromosomen sowie die Möglichkeiten und Grenzen der pränatalen Diagnostik mit altersangemessenem Lebensweltbezug thematisiert.Durch die Erarbeitung von Gesetzmäßigkeiten der Vererbung wird deutlich, dass Erbanlagen in mehreren Varianten auftreten und dass die Kombination von Allelen für die Ausprägung von Merkmalen ausschlaggebend sein kann. Sie finden Anwendung in derAnalyse von Stammbäumen aus dem Bereich der Humangenetik. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation** | **Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen** |
| **K2 Informationsverarbeitung:** Die SuS können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen.**K4 Argumentation:** Die SuS könnenauf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.  | * Modellhafte Darstellung von Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen
* Stammbaumanalyse
* Arbeit mit einem Karyogramm
 |
| **Beiträge zu den Basiskonzepten** |
| **System:** Zusammenwirken der Systemebenen bei der Merkmalsausprägung | **Struktur und Funktion:** Schlüssel-Schloss-Modell bei Proteinen, Transport- und Arbeitsform von Chromosomen | **Entwicklung:** Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen, Neukombination von Erbanlagen durch sexuelle Fortpflanzung, Keimbahn |

| **Sequenzierung:*****Fragestellungen***inhaltliche Aspekte | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Schülerinnen und Schüler können… | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen***Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte* |
| --- | --- | --- |
| ***Nach welchem grund-legenden Mechanismus erfolgt die Vererbung bei der sexuellen Fortpflanzung?***Meiose und Befruchtungca. 2 Ustd. | das Prinzip der Meiose und die Bedeutung dieses Prozesses für die sexuelle Fortpflanzung und Variabilität erklären (UF1, UF4). | Problematisierung: Videosequenz [1] zur Befruchtung, Fokussierung auf die Verschmelzung der jeweiligen Zellkerne Erzeugung eines kognitiven Konflikts bezüglich der jeweiligen Chromosomenzahl in Ei- und Spermienzelle sowie in der ZygoteBetrachtung der Ei- und Spermienreifung auf chromosomaler Ebene zur Lösung des KonfliktsErarbeitung der Reduktionsteilung unter Verwendung von Modellen (ggf. aus dem vorangegangenen UV, „Pfeifenputzer“), * SuS erkennen die Folgen der Meiose:
	+ Reduktion des Chromosomensatzes
	+ interchromosomale Rekombination

 Erläuterung der zweiten Reifeteilung, Ausbildung der reifen Geschlechtszellen (hierbei auch Rückgriff auf Hormone)Vernetzung durch Vergleich von Meiose und Mitose: Funktion, grundsätzlicher Ablauf und Ergebnisse [2]Diagnose der unterschiedlichen Funktionen von Meiose und Mitose durch Interpretation der Abb. „Zyklus des Lebens“ [3] *Die Alltagsvorstellung „Alle Zellen eines Menschen enthalten die identische Erbinformation.“ wird durch die unterschiedliche chromosomale Ausstattung und dem unterschiedlichen Ploidiegrad von Keim- und Körperzellen revidiert.* |

| **Sequenzierung:*****Fragestellungen***inhaltliche Aspekte | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Schülerinnen und Schüler können… | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen***Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte* |
| --- | --- | --- |
|  |  | *Kernaussage: Dadurch dass die Anzahl der Chromosomen bei der Bildung von Geschlechtszellen halbiert wird, bleibt der artspezifische Chromosomensatz nach der Befruchtung erhalten. Weil die homologen Chromosomen voneinander getrennt werden, enthalten alle haploiden Tochterzellen ein Chromosom von jedem Paar und somit die vollständige genetische Ausstattung.* |
| ***Welche Ursache und welche Folgen hat eine abweichende Chromosomenzahl?***GenommutationKaryogrammPränataldiagnostikca. 4 Ustd. | Ursachen und Auswirkungen einer Genommutation am Beispiel der Trisomie21 beschreiben (UF1, UF2).Karyogramme des Menschen sachgerecht analysieren sowie Abweichungen vom Chromosomensatz im Karyogramm ermitteln (E5, UF1, UF2).Möglichkeiten und Grenzen der Pränataldiagnostik für ausgewählte Methoden benennen und kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4). | *Problematisierung:*  genetische Beratung bei auffällig verdickter Nackenfalte: Gefahr einer Chromosomenanomalie (Trisomie 21)Erarbeitung des Krankheitsbilds Down-Syndrom:* Informationstexte / Abbildungen z. B. zur Amniozentese, zur Chorionzottenbiopsie und zum Praena-Test
* Analyse des Karyogramms

Erklärung der Ursachen einer Chromosomenfehlverteilung (Non-Disjunction in der ersten oder zweiten Reifeteilung der Meiose) und der Folgen (Systemebenenwechsel: mehr Chromosomen ⇨ mehr Gene ⇨ mehr Genprodukte ⇨ mehr Stoffwechselprodukte. Letzteres kann schädigend sein.)*Die Alltagsvorstellung „Das Down-Syndrom ist eine Erbkrankheit.“ wird durch Perspektivenwechsel korrigiert und konkretisiert.*Ethische Analyse eines Fallbeispiels: Entscheidung bezüglich der Durchführung weitergehender pränataler Untersuchungen zur sicheren Abklärung des Karyotyps mithilfe der Dilemma- Methode [4]  |
| **Sequenzierung:*****Fragestellungen***inhaltliche Aspekte | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Schülerinnen und Schüler können… | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen***Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte* |
|  |  | *Kernaussage: Chromosomenfehlverteilungen können in der Meiose entstehen. Die resultierenden Symptome betreffen die körperliche und geistige Entwicklung der Kinder. Methoden der Pränataldiagnostik liefern mittlerweile aussagekräftige Informationen, bergen aber auch vielfältige Risiken. Eine Auseinandersetzung mit ethischen Fragen und daraus resultierenden Handlungsoptionen ist daher unumgänglich.*  |
| ***Welche Vererbungsregeln lassen sich aus den Erkenntnissen zur sexuellen Fortpflanzung ableiten?***Gen- und Allelbegriff Familienstammbäumeca. 6 Ustd. | die Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen modellhaft darstellen (E6,K1).Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf einfache Beispiele anwenden (UF2).Familienstammbäume mit eindeutigem Erbgang analysieren (UF2, UF4, E5,K1). | Problematisierung: 2. Fall in der genetischen Beratungsstelle: Babytausch II - alles etwas komplizierter! Fallanalyse: Beide Väter haben Blutgruppe A, beide Mütter B, ein Kind 0, das andere Kind ABErarbeitung der Gesetzmäßigkeiten der Vererbung und ihrer Darstellung im Kombinationsquadrat am Beispiel der Blutgruppen, Einführung relevanter Fachbegriffe (z.B. dominant/rezessiv, Phänotyp/ Genotyp). Modell und Realität: Buchstaben für Allele mit Genorten auf Chromosomen in Beziehung setzen.Historischer Kontext: Gregor Mendel und sein Werk [5] Einführung in die Stammbaumanalyse über die genetisch bedingte Erkrankung „Mukoviszidose“, Bearbeitung einer mehrstufigen, kooperativen Lernaufgabe [6] Vernetzung der Konzepte zur Vererbung und Merkmalsentstehung durch umfassende Kontrastierung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der drei Beratungsfälle. |
| **Sequenzierung:*****Fragestellungen***inhaltliche Aspekte | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Schülerinnen und Schüler können… | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen***Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte* |
|  |  | *Alltagsvorstellungen zur „Weitergabe von Merkmalen“ können durch die Auseinandersetzung mit den Gesetzmäßigkeiten der Vererbung unter Berücksichtigung der Systemebenen bei der Merkmalsentstehung nachhaltig kontrastiert werden.**Kernaussage: Die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung lassen sich mit der interchromosomalen Rekombination in der Meiose erklären. Sie ermöglichen Voraussagen darüber, wie wahrscheinlich das Auftreten eines bestimmten Phänotyps in der nächsten Generation ist. Familienstammbäume können zudem Aufschluss über den Modus der Vererbung geben.*  |

**Weiterführende Materialien:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| 1 | <https://www.youtube.com/watch?v=1jS_6EX9yBM> | 360°-Video, auch nutzbar mit VR-Brille. Sehr anschauliche Animation des WDR, die zur Wiederholung wesentlicher Vorkenntnisse dient, ohne bereits zu viel vorwegzunehmen. |
| 2 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718>🡒 siehe „Jg. 10“ | Chromosomen `mal lang, `mal kurz - Zustandsformen von Chromosomen; Anleitung zum Bau eines Modells, Bezug zu Mitose, Replikation und Meiose |
| 3 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718>🡒 siehe „Jg. 10“ | Abbildung, geeignet zur Diagnose der Zusammenhänge von Mitose und Meiose: Der Zyklus des Lebens |
| 4 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718>🡒 siehe „Jg. 10“ | Umfassende Lernaufgabe mit Erwartungshorizont: Pränataldiagnostik bei Verdacht auf Trisomie 21 - ein ethisches Dilemma  |
| 5 | https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/inklusiver-fachunterricht/zu-den-naturwissenschaftlichen-faechern/zum-fach-biologie/klasse-9-10-gene-und-vererbung/index.html  | Materialpakete (stark differenziert mit ausführlichen didaktischen Kommentaren) zur Vorgehensweise und den ersten beiden Regeln Mendels |
| 6 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718>🡒 siehe „Jg.10“ | Lernaufgabe mit Erwartungshorizont zur Stammbaumanalyse in der Humangenetik  |

Letzter Zugriff auf die URL: 14.01.2020