

I.H.10

Genetik

Mutationen – Ursachen, Folgen und genetische Grundlagen

Dr. Detlef Eckebrecht



Das Verständnis von Mutationen ist ein zentrales Element für angemessene Vorstellungen zu verschiedenen Bereichen der Themengebiete Genetik und Evolution. Mutationen sind die wichtige Ausnahme von der Konstanz des genetischen Materials bei der Zellteilung und der Fortpflanzung über Generationen. In dieser Einheit erarbeiten sich Ihre Lernenden diese Zusammenhänge schrittweise.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9, 10
Dauer:	9 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Sachkompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz
Inhalt:	Mutationen, Genetik, Erbkrankheiten, Chromosom, Mitose, Meiose, Trisomie 21, Mukoviszidose, Sichelzellenanämie, Genotyp, Phänotyp, DNA, Proteinsynthese, Erbgänge, Familienstammbäume.

Auf einen Blick

1. Stunde

Thema:	Der Zellkern enthält das genetische Material
M 1	Wie entstehen Fellmerkmale bei Meerschweinchen?
M 2	Lebewesen haben einen Bauplan
Benötigt:	☐ Beamer/Whiteboard oder Dokumentenkamera

2. Stunde

Thema:	Bau der Chromosomen und deren Verdopplung
M 3	Neue Zellen erhalten Chromosomen mit Erbanlagen

3. Stunde

Thema:	Mitose
M 4	Der Zellteilung geht eine Kernteilung voraus
Benötigt:	☐ ggf. Internetzugang für die Animation der Mitose ☐ ggf. 1 digitales Endgerät pro Lernende

Schülerversuch: Mikroskopie eines Fertigpräparats

Dauer:	Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 15 min
Objekt:	☐ Fertigpräparat: Längsschnitt Teilungszone in der Wurzelspitze der Küchenzwiebel mit angefärbten Chromosomen
Geräte:	☐ Mikroskop ☐ ggf. Kameraokular ☐ Bleistift und Papier für die Zeichnung

4. Stunde

Thema:	Karyogramm und Meiose des Menschen
M 5	Der Chromosomensatz enthält Erbanlagen beider Eltern



5. Stunde

Thema: Proteinbiosynthese und Merkmalsausbildung

M 6 DNA-Abschnitte auf Chromosomen führen zu Merkmalen

Benötigt: ☐ ggf. 1 digitales Endgerät pro Lernende mit Internetzugang

6. Stunde

Thema: Mutationen und deren Auswirkungen

M 7 Es gibt verschiedene Formen von Mutationen

Benötigt: ☐ getrocknete Bohnensamen
☐ Lineal
☐ 5 Standzylinder (100 ml)

7. Stunde

Thema: Keimbahnmutationen und somatische Mutationen

M 8 Mutationen in Körper- und Keimzellen wirken verschieden

Benötigt: ☐ Beamer/Whiteboard für den Bildimpuls

8. Stunde

Thema: Stammbäume mit autosomaler Vererbung

M 9 Stammbäume geben Aufschluss über die Vererbung

9. Stunde

Thema: Stammbäume mit gonosomaler Vererbung

M 10 Manchmal hat das Geschlecht Einfluss auf die Vererbung

Benötigt: ☐ ggf. Beamer/Whiteboard für den Bildimpuls

10. Stunde

Thema: Mendelsche Regeln – mono- und dihybrider Erbgang

M 11a/M 11b Vererbung folgt Regeln

Benötigt: ☐ ggf. 1 digitales Endgerät pro Lernende mit Internetzugang



11. Stunde

Thema: Polyploidisierung und Gentransfer

M 12 Mutationen können nützlich sein

Benötigt:

- ☐ Beamer/Whiteboard
- ☐ 1 digitales Endgerät pro Lernende mit Internetzugang

Minimalplan

Die Materialien sind so konzipiert, dass sie weder vollständig noch genau in dieser Reihenfolge bearbeitet werden müssen. Für die Planung der Unterrichtseinheit bietet es sich an, die Materialien in der gewünschten Reihung anzuschauen und gegebenenfalls ergänzende Informationen einzuplanen, wenn sie dadurch notwendig werden, dass das Material mit entsprechenden Informationen entfallen soll. Konkrete Möglichkeiten zur Kürzung bestehen im Auslassen der Themen somatische Mutationen und Mosaikformen und ggf. im Verzicht auf die Besprechung der Besonderheiten bei gonosomaler Vererbung.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.		
	leichtes Niveau		mittleres Niveau
			schwieriges Niveau

M 2

Lebewesen haben einen Bauplan

Vielzellige Lebewesen bestehen aus unterschiedlich gebauten Zellen, die an ihre Funktionen angepasst sind. Die Entwicklung ist durch Erbanlagen gesteuert.

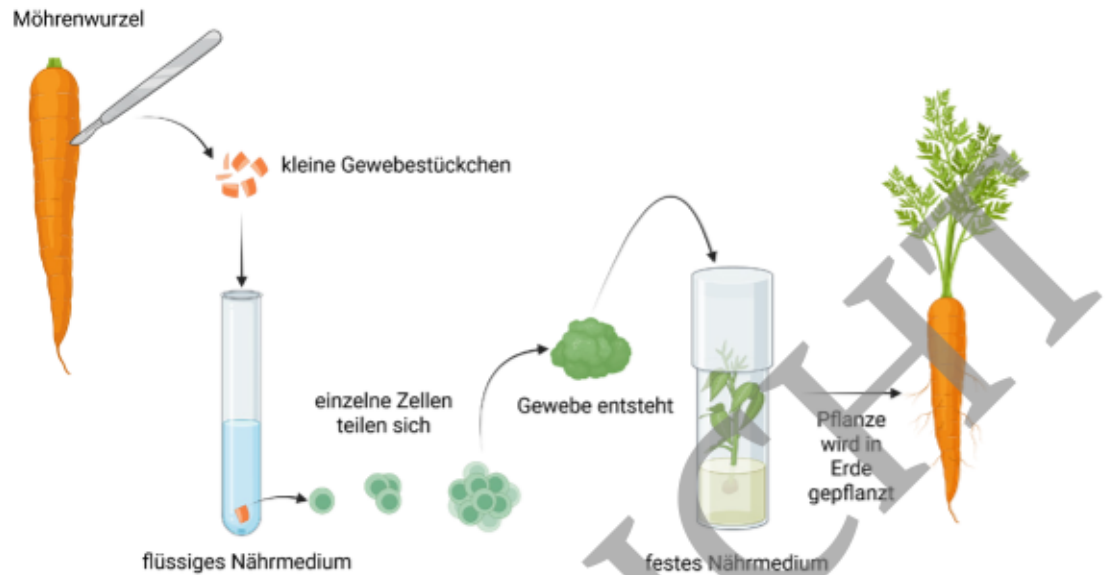


Abb. 1: F. C. Stewart führte ein Experiment durch, das Rückschlüsse über die Erbanlagen zulässt.

© RAABE, erstellt mit <https://www.biorender.com/>

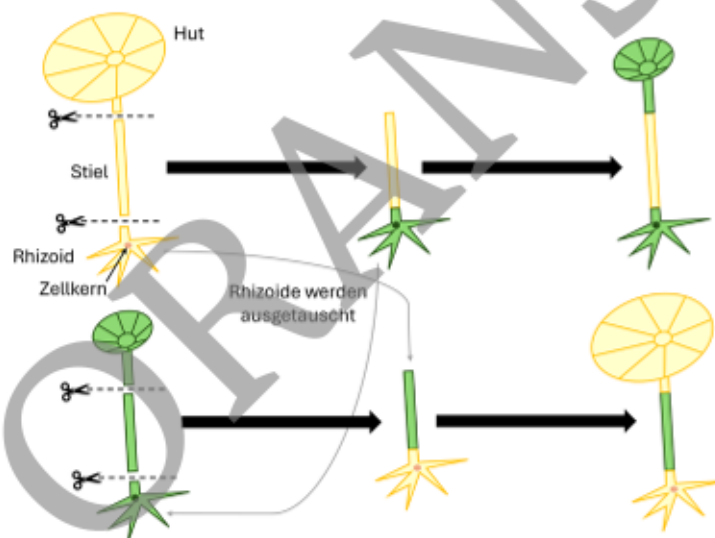


Abb. 2: J. Hämmerling experimentierte mit einzelligen Algen der Gattung *Acetabularia*. Einzelne Arten unterscheiden sich durch die Form des Hutes.

© RAABE, erstellt mit <https://www.biorender.com/>

Aufgaben

1. Leite aus dem Versuchsergebnis von Stewart Aussagen über Erbanlagen in der Möhre ab.
2. Erkläre die Versuchsergebnisse von Hämmerling.
3. Zeige, dass Hämmerling spontane Änderungen der Erbanlagen (Mutationen) genutzt hat.

DNA-Abschnitte auf Chromosomen führen zu Merkmalen

M 6



Abb. 1: Ein Rudel Rehe mit einem weißen Albino-Tier

© weisschr/iStock/Getty Images Plus

Die Fellfarbe bei Rehen ist ein genetisch bedingtes Merkmal. An der Erzeugung der Farbe sind Proteine beteiligt. Den Weg vom Gen zum Merkmal findet man in den Zellen, die an der Entstehung der Haare beteiligt sind.

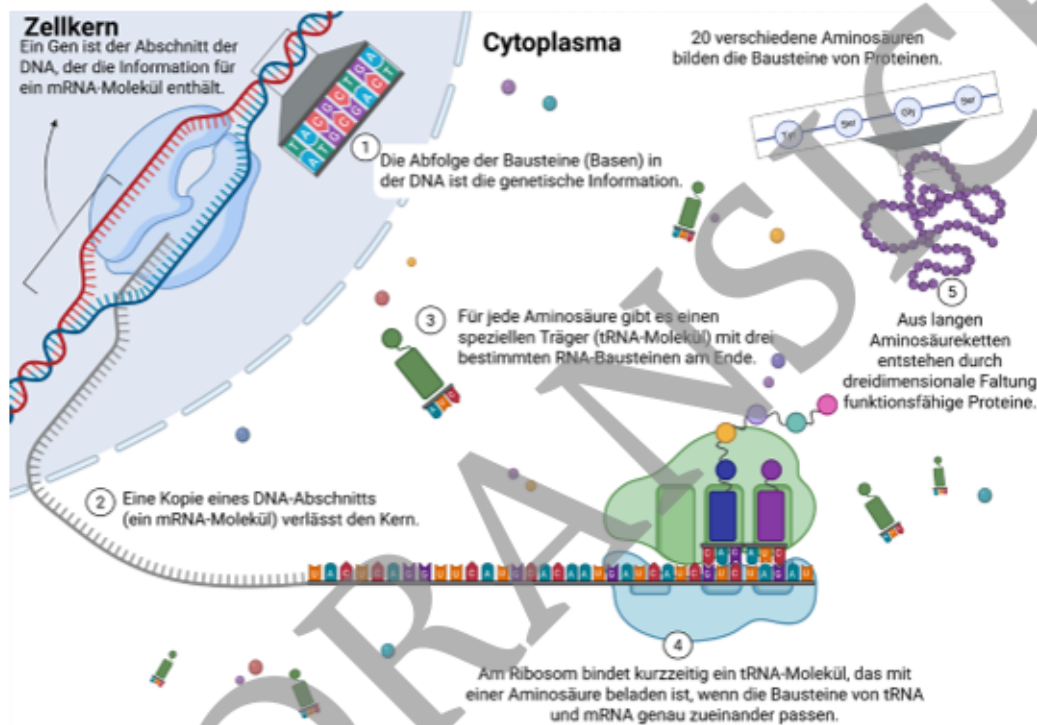


Abb. 2: Der Weg vom Gen zum Protein

© RAABE, erstellt mit <https://www.biorender.com>

Aufgaben

1. **Erläutere** anhand von Abbildung 2, wie eine genetische Information ein Merkmal bewirken kann.
2. In seltenen Fällen treten sogenannte Albinos auf. Deren Fell enthält nicht den typischen Farbstoff. **Nenne** eine Hypothese zur Erklärung.
3. **Recherchiere** mit den Stichworten Albinismus und Genmutation und vergleiche das Ergebnis mit deiner Hypothese.

Manchmal hat das Geschlecht Einfluss auf die Vererbung

M 10

Ein berühmtes Beispiel für einen Stammbaum mit einer Abweichung von den bisher betrachteten Beispielen ist die Verbreitung einer genetisch bedingten Krankheit in Familien des europäischen Hochadels. Ab 1831 regierte Victoria als Königin des Vereinigten Königreichs Großbritannien und Irland. Nach der Heirat mit Prinz Albert von Sachsen-Coburg und Gotha im Jahre 1840 wurden dem Paar neun Kinder geboren, von denen vier in europäische Herrschaftshäuser einheirateten. Bei dem Merkmal Hämophilie A handelt es sich um eine genetisch bedingte Störung der Blutgerinnung. Ursache für diese Krankheit der Mangel an einem intakten Protein, das an der Blutgerinnung beteiligt ist. Kleine Verletzungen können bei Betroffenen zu einem hohen Blutverlust führen. Früher hatten die Träger des Merkmals eine deutlich geringere Lebenserwartung, da es keine Möglichkeit zur Behandlung gab.

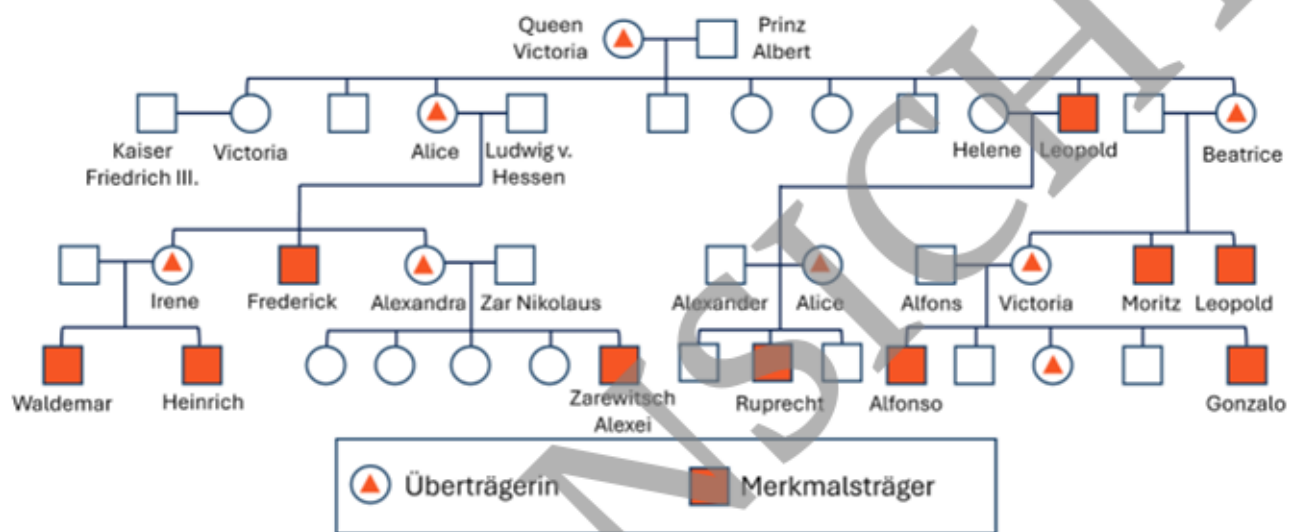


Abb. 1: Stammbaum mit Hämophilie A (Überträgerinnen weisen das Merkmal nicht auf.)

© RAABE

Aufgaben

1. **Beschreibe** die Verbreitung des Merkmals Hämophilie A im Stammbaum.
2. **Leite aus dem Stammbaum ab**, dass Hämophilie rezessiv vererbt werden muss.
3. **Erkläre** anhand des Stammbaums, dass das Gen für das Protein zur Blutgerinnung auf dem X-Chromosom liegen muss.
4. **Erläutere**, in welchen Fällen auch bei Frauen Hämophilie A auftreten kann.