

Auf den Spuren der **Genetik**

## LEHRERKOMMENTAR



Kompetenzorientierte Unterrichtseinheit zum  
Thema Genetik für die Sekundarstufe I

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
Vorwort .....	2
Handhabung des Lehrmittels .....	3
Übersicht über die Arbeitsblätter .....	4
Kompetenzorientierter Unterricht .....	6
<b>Lerngelegenheiten</b> .....	<b>8</b>
Lerngelegenheit 1: Einführung in die Genetik .....	8
Lerngelegenheit 2: Die Zelle .....	10
Lerngelegenheit 3: Das menschliche Genom .....	11
Lerngelegenheit 4: Die Vererbung von Merkmalen .....	12
Lerngelegenheit 5: Klassische Genetik .....	13
Lerngelegenheit 6: Von der Zygote zum ausgewachsenen Organismus .....	15
Lerngelegenheit 7: Molekulare Genetik .....	16
Lerngelegenheit 8: Mutationen .....	18
Lerngelegenheit 9: Gentechnik .....	19
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>21</b>
Arbeitsblätter .....	21
Lehrerkommentar .....	23

# Einleitung

## Vorwort

Aussagen wie «*Du hast die Augen deiner Mutter!*» tauchen in alltäglichen Begegnungen immer wieder auf. Es kommt auch nicht selten vor, dass Geschwister sich so ähnlich sind, dass man ihnen von weitem ihre Verwandtschaft ansieht. Doch warum sehen viele Menschen ihren Geschwistern, Eltern oder sogar Grosseltern so ähnlich?

Der Begriff, der dafür auch verwendet wird, lautet **Vererbung**. Merkmalausprägungen wie die Augenfarbe können von den Eltern an die Kinder vererbt werden.

Die Übertragung der elterlichen Merkmale auf die Nachkommen kann im Alltag überall erkannt werden. Bei den Pflanzen an der Blütenfarbe und Blattform, an der Wuchshöhe oder an der Anfälligkeit gegen Pilzschädlinge. Bei den Tieren und Menschen können wir es an der Augen- und Haarfarbe, an der Körpergrösse, an gewissen Krankheiten oder zum Beispiel an einer grossen Nase erkennen.

Bereits seit Jahrhunderten ist der Menschheit bekannt, dass elterliche Merkmale auch bei den Nachkommen auftauchen. Diese Beobachtung machte man sich schon früh in der Tier- und Pflanzenzucht zunutze. So belegen beispielsweise alte babylonische Inschriften, dass eine gezielte Kreuzung von Dattelpalmen durchgeführt wurde, um ihre Eigenschaften zu verbessern.

Wie diese Vererbung der elterlichen Merkmale zu erklären ist, blieb aber lange Zeit unbekannt. Durch wissenschaftliche Erkenntnisse wie Mendels Gesetze und durch technische Errungenschaften wie verbesserte Mikroskope liess sich die Vererbung ab dem 19. Jahrhundert mehr und mehr erklären.

Die Wissenschaft, die untersucht, wie Vererbung erklärt werden kann, wird **Genetik** genannt. Das Ziel dieser Unterrichtseinheit besteht darin, sich mit der Genetik auseinanderzusetzen und somit Grundlagen der menschlichen, tierischen, aber auch der pflanzlichen Natur zu verstehen.

## Handhabung des Lehrmittels

Diese Unterrichtseinheit umfasst die wichtigsten Gebiete der Genetik für das Niveau der Sekundarstufe I.

Die Themen wurden zu folgenden neun Lerngelegenheiten zusammengestellt:

1. Einführung in die Genetik
2. Die Zelle
3. Das menschliche Genom
4. Die Vererbung von Merkmalen
5. Klassische Genetik
6. Von der Zygote zum ausgewachsenen Organismus
7. Molekulare Genetik
8. Mutationen
9. Gentechnik

Das Lehrmittel wurde für verschiedene Niveaus konzipiert. Es liegt im Ermessen der Lehrperson, die jeweiligen Teilthemen auszuwählen, die dem Niveau ihrer Klasse entsprechen. Um die Auswahl zu erleichtern, sind die Arbeitsblätter in *Grundanspruch (GA)* oder *erweiterter Anspruch (EA)* unterteilt

Je nach Niveau oder nach Zeit, die für das Thema Genetik zur Verfügung steht, kann das Lehrmittel folgendermassen reduziert werden:

Die Lehrperson kann die **Lerngelegenheiten** auswählen, die sie mit ihrer Klasse behandeln will und es liegt in ihrer Hand zu entscheiden, welche **Arbeitsblätter** bei der jeweiligen Lerngelegenheit bearbeitet werden sollen. Eine Lerngelegenheit kann je nach Bestimmung der Lehrperson eine Lektion lang dauern oder sich über mehrere Lektionen hinziehen.

Auf den folgenden Seiten befindet sich eine Übersicht über die Arbeitsblätter, welche der Lehrperson als Hilfestellung für das Zusammenstellen eines massgeschneiderten Programmes dienen kann. Neben verschiedenen Schlagwörtern werden bei jedem Arbeitsblatt ein möglicher Zeitaufwand, die jeweilige Kompetenzstufe und die Seite, auf der das Arbeitsblatt zu finden ist, angegeben. Die Arbeitsblätter werden zudem in Grundanspruch (GA) und erweiterter Anspruch (EA) eingeteilt. Ausserdem werden die wichtigsten Denk- Arbeits- und Handlungsweisen (DAH) angegeben sowie die Aufgabenart, wo zwischen Basisaufgabe (vermitteln Wissen und erklären Fachbegriffe), weiterführende Aufgabe (Vertiefung und Repetition) und Experiment (Fragen und untersuchen) unterschieden wird.

Die Kernideen mancher Aufgaben dieser Unterrichtseinheit wurden anderen Lehrmitteln entnommen. Die Angaben dazu stehen im Literaturverzeichnis.

## Übersicht über die Arbeitsblätter

Lerngelegenheit	Arbeitsblatt	Schlagwörter	Zeitaufwand [min]	Kompetenzstufe	Anspruch (GA, EA)	Aufgabenart	DAH	Seite
1	1. Einführung in die Genetik	Einleitung, Vererbung, Ähnlichkeit	20	8.3a	GA	Basisaufgabe	erfahren, vermuten	2
1	2. Was ist Genetik?	Einleitung, Vererbung, Definition Genetik	20	8.3a	GA	weiterführende Aufgabe	ordnen, analysieren	3
2	3. Die pflanzliche Zelle	Pflanzliche Zelle mikroskopieren	30	8.3a	GA	Experiment	laborieren, dokumentieren	4
2	4. Die tierische Zelle	Tierische Zelle mikroskopieren	30	8.3a	GA	Experiment	laborieren, dokumentieren	5
2	5. Der Unterschied zwischen der tierischen und der pflanzlichen Zelle	Tierische und pflanzliche Zelle	10	8.3a	EA	weiterführende Aufgabe	vergleichen	6
2	6. Die Zelle: Grundbaustein aller Lebewesen	Aufbau Zelle, Funktion Zellorganelle	40	8.3a	EA	Basisaufgabe	sich informieren, entwickeln	7-9
3	7. Das Chromosom: Träger der Erbinformation	Aufbau und Funktion von Chromosomen	20	8.3a	GA	Basisaufgabe	dokumentieren	10
3	8. Das Karyogramm des Menschen	Karyogramm	15	8.3a	GA	Basisaufgabe	strukturieren	11
4	9. Die Meiose	Vorgang der Meiose	15	8.3c	GA	Basisaufgabe	vermuten, beschreiben	12
4	10. Die Vererbung von Merkmalen	Schema Vererbung	15	8.3c	GA	Basisaufgabe	analysieren, beschreiben	13
4	11. Die Vererbung des Geschlechts	Kreuzungsschema, Vererbung des Geschlechts	10	8.3c	GA	weiterführende Aufgabe	modellieren	14
5	12. Vererbung erfolgt nach Regeln	Mendel, Uniformitätsregel, Kreuzungsregel, dominant, rezessiv, Phänotyp, Genotyp	30	8.3c	GA	Basisaufgabe	explorieren, dokumentieren	15-16
5	13. Dominant-rezessive Erbgänge	Erbgang, Stammbaum, dominant-rezessiv	15	8.3c	GA	weiterführende Aufgabe	modellieren, umsetzen	17
5	14. Blütenfarbe	Erbgang, Stammbaum, dominant-rezessiv	15	8.3c	GA	weiterführende Aufgabe	modellieren, umsetzen	18

5	15. Geschlechtsgebundene Erbgänge	Erbgang, Stammbaum, geschlechtsgebunden	20	8.3c	GA	weiterführende Aufgabe	explorieren, reflektieren	19-20
5	16. Vererbung der Blutgruppe	Blutgruppe, Erbgang	15	8.3c	GA	weiterführende Aufgabe	umsetzen	21-22
5	17. Zusammenfassung Vererbung	Mindmap	15	8.3c	GA	weiterführende Aufgabe	strukturieren, ordnen	23
6	18. Von der Zygote zum ausgewachsenen Organismus	Zellstreckung, Zellteilung, Zelldifferenzierung	15	8.2c	GA	Basisaufgabe	sich informieren	24
6	19. Zellteilung bei Hefezellen	Zellteilung bei Hefezellen	45	8.2c	GA	Experiment	untersuchen, experimentieren	25-27
7	20. Zellteilung-Die Phasen der Mitose	Mitose	10	8.3a	GA	Basisaufgabe	erkennen	28
7	21. Die Mitose	Mitose	10	8.3a	GA	weiterführende Aufgabe	umsetzen	29
7	22. Der Bau der DNA	Aufbau DNA	20	8.3a	GA	Basisaufgabe	erkennen, ordnen	30-31
7	23. Die Verdoppelung der DNA	Replikation	15	8.3a	EA	Basisaufgabe	erkennen, ordnen	32
7	24. Vertiefungsaufgaben <i>molekulare Genetik</i>	molekulare Genetik, Replikation	20	8.3a	EA	weiterführende Aufgabe	strukturieren, reflektieren	33
7	25. Vom Gen zum Merkmal	Transkription, Translation	20	8.3a	EA	Basisaufgabe	sich informieren, erklären	34-35
7	26. Vom Gen zum Merkmal-richtig oder falsch?	Transkription, Translation	10	8.3a	EA	weiterführende Aufgabe	umsetzen	36
7	27. Praktikum: DNA isolieren	Experiment, DNA	30	8.3a	EA	Experiment	laborieren	37
7	28. Zusammenfassung <i>molekulare Genetik</i>	Mindmap	15	8.3a	EA	weiterführende Aufgabe	strukturieren, ordnen	38
8	29. Resistente Keime	Mutationen, Antibiotikaresistenz	30	8.3b	GA	Basisaufgabe	reflektieren, entwickeln	39
8	30. Mutationen	Mutationsarten	30	8.3b	GA	Basisaufgabe	sich informieren	40-41
9	31. Gentechnik	Pflanzenzüchtung, Gentechnik	15	8.3b	GA	Basisaufgabe	erkennen, beschreiben	42
9	32. Klonierung	Asexuelle Reproduktion, Klonierung	20	8.3b	GA	Basisaufgabe	sich informieren	43
9	33. Klonierung eines Menschen	Klonierung	20	8.3b	GA	Basisaufgabe	erklären	44
9	34. Rollenspiel Gentechnik	Gentechnik, Landwirtschaft, Rollenspiel	60	8.3b	EA	weiterführende Aufgabe	reflektieren, austauschen	45-46

## Kompetenzorientierter Unterricht

Der kompetenzorientierte Unterricht steht im Vordergrund dieses Lehrmittels. Viele Aufgaben sind kompetenzorientiert gestaltet und im Lehrerkommentar befinden sich zu den Lerngelegenheiten Anregungen für die Lehrpersonen, wie sie die jeweilige Unterrichtseinheit kompetenzorientiert gestalten kann.

Die Unterrichtseinheit basiert auf folgende Kompetenzen aus dem Lehrplan 21:

8.2 c	Die Schülerinnen und Schüler können Informationen zu Zellteilung, -streckung und -differenzierung recherchieren und damit Ergebnisse von Keimungs- und Wachstumsexperimenten interpretieren. <i>Zellteilung, Zellstreckung, Zelldifferenzierung</i>
8.3 a	Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang von DNS, Genen, Proteinen und Merkmalsausprägungen darstellen. <i>Molekulare Genetik: DNS, Gene, Proteine, Phäne</i>
8.3 b	Die Schülerinnen und Schüler können Ursachen und Wirkungen von Mutationen beschreiben und zur Erklärung von Merkmalsveränderungen herbeiziehen. <i>Mutationen, gentechnische Veränderung, gentechnisch veränderte Organismen</i>  Die Schülerinnen und Schüler können aus dem Grundverständnis der molekularen Genetik das Prinzip der Gentechnik ableiten.
8.3 c	Die Schülerinnen und Schüler können die Gesetzmässigkeiten der Vererbung erkennen und zur Erklärung von Phänomenen herbeiziehen. <i>Klassische Genetik: Wahrscheinlichkeit, Mendelsche Regel</i>

## **Was bedeutet es, kompetenzorientiert zu unterrichten?**

Ziel des Unterrichts sollte sein, dass die Lernenden nicht nur Wissen erwerben, sondern die Kompetenz lernen, das erworbene Wissen auch in neuen Situationen anwenden zu können.

Kompetenzorientiert zu unterrichten bedeutet unter anderem, den Lernenden einen Zugang zu den erwünschten Kompetenzen zu ermöglichen. Es muss über die Stoffvorgaben hinaus explizit an die Wissensstrukturen, Fähigkeiten und Fertigkeiten gedacht werden, die sich die Lernenden aneignen sollten.

Folgende didaktische Qualitätsmerkmale tragen laut dem Lehrplan 21 zu einem wirksamen kompetenzorientierten Unterricht bei:

- Fachliche und lebensweltliche Bedeutsamkeit der Unterrichtsinhalte und Lernaufgaben
- Qualität von Lehrmitteln, Lern- und Wissensmedien
- Unterstützung durch die Lehrpersonen
- Transparenz von Zielen und Leistungserwartungen für die Lernenden im Unterricht
- Klarheit, Verständlichkeit und Strukturierung der zu erlernenden Inhalte
- Kognitive Aktivierung der Lernenden
- Festigung des Gelernten und intelligentes Üben
- Effektives Klassenmanagement zur Schaffung einer störungsarmen Lernumgebung, in der die Lernzeit effizient genutzt werden kann
- Positives Schul- und Klassenklima
- Respektvolle, lernförderliche Arbeitsatmosphäre mit einer entsprechenden Kommunikations-, Feedback- und Fehlerkultur
- Dialogische Gesprächsführung
- Diagnostische Fähigkeit der Lehrpersonen und Unterstützung durch die Lehrpersonen
- Förderung von Selbststeuerung und von Lernstrategien



# Lerngelegenheiten

## Lerngelegenheit 1: Einführung in die Genetik

Bei dieser Lerngelegenheit handelt es sich um eine Einführung in das Thema Genetik. Durch eine einleitende Aufgabe soll das Interesse der Schülerinnen und Schüler zu diesem Thema geweckt werden. Ausserdem werden während der Bearbeitung der Aufgabe und während der darauffolgenden Diskussion die Vorkenntnisse der Lernenden aktiviert und mit den Vorkenntnissen der Mitschülerinnen und Mitschülern in Beziehung gesetzt.

Nach dem Bearbeiten der Aufgabenstellung kann eine Plenumsdiskussion erfolgen, bei der die Aufgabe besprochen wird, die Meinungen der Schülerinnen und Schüler zusammengefasst werden und unklare Begriffe im Plenum erörtert werden.

Am Schluss der Unterrichtseinheit sollen die Schülerinnen und Schüler wissen, womit sich die Genetik befasst und was Begriffe wie *DNA*, *Gene* oder *Vererbung* bedeuten und wie sie diese in das Thema einordnen können.

## Kompetenz

8.3 a	Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang von DNS, Genen, Proteinen und Merkmalsausprägungen darstellen.
-------	---

## Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler können erklären, was Vererbung bedeutet.
- Die Schülerinnen und Schüler können erklären, womit sich die Genetik befasst.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass Merkmalausprägungen von den Eltern an die Nachkommen vererbt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler können ihre erworbenen Kenntnisse über die Vererbung von Merkmalen anwenden, um bestimmte Sachverhalte zu analysieren.

## Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
1. Einführung in die Genetik	erfahren, vermuten
2. Was ist Genetik	ordnen, analysieren

## Hinweise

- Die Aufgabe auf dem Einführungsblatt, bei der die Kinder den Eltern zugeordnet werden sollen, lässt sich lösen, ohne dass Vermutungen angestellt werden müssen. Die Lernenden sollen also nicht einfach raten, welche Kinder zu welchen Eltern gehören könnten. Die Familien sollen durch logisches Denken zusammengestellt werden. Anhaltspunkte: Grösse der Augen, Nase, Mund sowie Form der Haare (glatt-gewellt).
- Ablauf der Diskussion:  
Nachdem sich die Schülerinnen und Schüler mit den gestellten Aufgaben auseinandergesetzt haben, erfolgt eine Diskussion im Plenum. Die Schülerinnen und Schüler kriegen die Möglichkeit, ihre Erkenntnisse mit der Klasse zu teilen. Nach einigen Schülerbeiträgen können diese miteinander verglichen werden und von der Lehrperson zusammengefasst und falls nötig noch ergänzt werden.

Mögliche Fragen, um die Diskussion anzuregen:

- Welche Merkmale werden an die Nachkommen vererbt?
- Wird Intelligenz auch vererbt?
- Was könnte die Definition von Genetik lauten?
- Kennt ihr noch weitere Begriffe, die mit der Genetik etwas zu tun haben? (DNA-Analysen, Vaterschaftstest, ...)

Während der Diskussion kann die Lehrperson die von den Schülerinnen und Schülern erwähnten Schlüsselbegriffe an die Tafel schreiben (z.B. falls Begriffe wie Gen, DNA, Vererbung, Merkmalausprägung auftreten). Im Verlaufe der Diskussion können dann auch diese Begriffe mit der Klasse erörtert werden.

- Das Aufgabenblatt *Was ist Genetik?* dient als Ergebnissicherung. Hier können die Schülerinnen und Schüler die in der Plenumsdiskussion besprochenen Erkenntnisse festhalten. Die Lehrperson sollte also darauf achten, dass alle benötigten Informationen in der Plenumsdiskussion erörtert wurden.

## Lerngelegenheit 2: Die Zelle

Allgemeine Kenntnisse über den Aufbau einer Zelle und die Aufgaben der Zellorganellen (vor allem die Aufgabe des Zellkerns) sind eine Voraussetzung für diese Unterrichtseinheit. Falls die Zelle bereits mit den Lernenden behandelt wurde, kann diese Lerngelegenheit übersprungen werden oder als Wiederholung gelten.

Der Sinn dieser Lerngelegenheit ist es, die Schülerinnen und Schüler mit einem vereinfachten Modell einer Zelle vertraut zu machen und Grundkenntnisse bezüglich der Aufgaben der Zellorganelle zu vermitteln. Aus zeitlichen Gründen werden nicht alle Zellorganellen behandelt und auf den Unterschied zwischen einer tierischen und einer pflanzlichen Zelle wird tiefer eingegangen.

### Kompetenz

8.3 a	Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang von DNS, Genen, Proteinen und Merkmalsausprägungen darstellen.
-------	---

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler wissen, was eine Zelle ist.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen den vereinfachten Aufbau einer tierischen und einer pflanzlichen Zelle.
- Die Schülerinnen und Schüler können eine tierische Zelle von einer pflanzlichen Zelle unterscheiden.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Aufgaben einiger Zellorganellen.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
3. Die pflanzliche Zelle	laborieren, dokumentieren
4. Die tierische Zelle	laborieren, dokumentieren
5. Der Unterschied zwischen der tierischen und der pflanzlichen Zelle	vergleichen
6. Die Zelle: Grundbaustein aller Lebewesen	sich informieren, entwickeln

### Hinweise

- Falls die Lernenden wenig Erfahrung mit dem Mikroskopieren haben, wäre es sinnvoll, zuerst die Funktionsweise eines Mikroskops zu behandeln.
- Das Modell der Zelle lässt sich auch gut mit einer Stadt, anstelle einer Fabrik, erklären.

## Lerngelegenheit 3: Das menschliche Genom

Diese Unterrichtseinheit behandelt das menschliche Genom. In einem ersten Schritt werden die Schülerinnen und Schüler lernen, was ein Chromosom ist. Sie setzen sich mit den Eigenschaften der Chromosomen auseinander und erkennen, wie das menschliche Genom aufgebaut ist.

### Kompetenz

8.3 a	Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang von DNS, Genen, Proteinen und Merkmalsausprägungen darstellen.
-------	---

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen den Aufbau und die Funktion von Chromosomen.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, was ein Karyogramm ist und kennen einige Charakteristika des menschlichen Genoms.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
7. Das Chromosom: Träger der Erbinformation	dokumentieren
8. Das Karyogramm des Menschen	strukturieren

-

### Hinweise

- Für den Theorie-Input kann ein Film über den Aufbau der Chromosomen gezeigt werden.
- Falls die Lehrperson das Thema erweitern will, können Anomalien bei der Chromosomenanzahl wie das Down-Syndrom, das Jacobs-Syndrom oder das Turner-Syndrom behandelt werden. Dies könnte mit Hilfe einer Lernwerkstatt oder durch Gruppenpräsentationen geschehen.

## Lerngelegenheit 4: Die Vererbung von Merkmalen

Bei dieser Lerngelegenheit lernen die Schülerinnen und Schüler, wie Merkmale vererbt werden. An erster Stelle wird die Bildung der Geschlechtszellen durch die Meiose näher angeschaut. Mit diesem Wissen können die Lernenden anschliessend mit dem Arbeitsblatt *Die Vererbung von Merkmalen* ein allgemeines Schema der Vererbung untersuchen. Daraufhin wird dieses Schema angewandt, um die Vererbung des Geschlechts zu erklären.

### Kompetenz

8.3 c	Die Schülerinnen und Schüler können die Gesetzmässigkeiten der Vererbung erkennen und zur Erklärung von Phänomenen herbeiziehen. <i>Klassische Genetik</i>
-------	--

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie Geschlechtszellen gebildet werden.
- Die Schülerinnen und Schüler können den Vorgang der Meiose erklären.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie Merkmale vererbt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler können das Wissen über die Vererbung von Merkmalen auf die Vererbung des Geschlechts anwenden.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
9. Die Meiose	vermuten, beschreiben
10. Die Vererbung von Merkmalen	analysieren, beschreiben
11. Die Vererbung des Geschlechts	modellieren

### Hinweise

- Wenn der Zeitplan es erlaubt, kann die Lehrperson bei der Meiose noch eine enaktive Phase einbauen. Die Lernenden können den Ablauf der Meiose mit Knetmasse modellieren und jede Phase fotografieren. Ihre Bilder können sie dann mit Hilfe der App *Stop Motion Studio* zu einem animierten Film zusammenfügen. Der gleiche Auftrag folgt später beim Thema Mitose (Arbeitsblatt 21. *Die Mitose*).

## Lerngelegenheit 5: Klassische Genetik

Bei der folgenden Lerngelegenheit stehen Mendels Gesetze und das Analysieren und Aufstellen von Vererbungsstammbäumen im Vordergrund.

Mit dem Arbeitsblatt *Vererbung erfolgt nach Regeln* erarbeiten sich die Lernenden die theoretischen Grundlagen der klassischen Genetik. Aus zeitlichen Gründen und aufgrund der hohen Komplexität werden nur zwei Gesetze von Mendel behandelt: Die Uniformitätsregel und die Spaltungsregel. Nach erarbeiteter Theorie kann das Arbeitsblatt *Dominant-rezessive Erbgänge* bearbeitet werden, damit die Schülerinnen und Schüler sich mit Stammbäumen auseinandersetzen können. Daraufhin kann eine kleine Stationenarbeit durchgeführt werden, wo die Lernenden selbstständig oder in Gruppen arbeiten können, um die gelernte Theorie auf neue Bereiche der klassischen Genetik anwenden zu können. Am Schluss wird die klassische Genetik in Form eines Mindmaps zusammengefasst.

### Kompetenz

8.3 c	Die Schülerinnen und Schüler können die Gesetzmässigkeiten der Vererbung erkennen und zur Erklärung von Phänomenen herbeiziehen. <i>Klassische Genetik: Wahrscheinlichkeit, Mendelsche Regel</i>
-------	--

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Uniformitätsregel und die Spaltungsregel.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen dominant-rezessive und geschlechtsgebundene Erbgänge.
- Die Schülerinnen und Schüler können mit Hilfe eines Vererbungsstammbaums einen Erbgang bestimmen.
- Die Schülerinnen und Schüler können bei einer gegebenen Krankheit einen Vererbungsstammbaum aufstellen/ergänzen.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
12. Vererbung erfolgt nach Regeln	explorieren, dokumentieren
13. Dominant-rezessive Erbgänge	modellieren, umsetzen
14. Blütenfarbe	modellieren, umsetzen
15. Geschlechtsgebundene Erbgänge	explorieren, reflektieren
16. Vererbung der Blutgruppe	umsetzen
17. Zusammenfassung Vererbung	strukturieren, ordnen

## Hinweise

- **Stationenarbeit**

Drei Stationen: 1. Wiederholung dominant-rezessive Erbgänge  
2. Geschlechtsgebundene Erbgänge  
3. Blutgruppe

Bei Bedarf an mehr Stationen könnten noch weitere Krankheiten hinzugezogen werden (z.B. Bluterkrankheit) oder weitere Themen wie *Ist musikalisches Talent vererbbar?* behandelt werden, indem Stammbäume von bekannten Musikern untersucht werden. Ein weiteres Thema könnte die Auseinandersetzung mit der folgenden Frage sein: *Ist Intelligenz vererbbar?*

- Bei Bedarf an Differenzierung kann beim Blutgruppen-Arbeitsblatt noch der Rhesusfaktor behandelt werden.

## Lerngelegenheit 6: Von der Zygote zum ausgewachsenen Organismus

Nachdem bei den vorherigen Lerngelegenheiten die Bildung der Geschlechtszellen, deren Verschmelzung zur Zygote und die Vererbung der Gene behandelt wurden, liegt der Fokus bei dieser Lerngelegenheit beim Prozess des Wachstums und der Entwicklung eines Organismus.

In einem ersten Schritt recherchieren die Lernenden Informationen zu Zellteilung, Zellstreckung und Zelldifferenzierung. In einem zweiten Schritt wird ein Experiment durchgeführt, bei dem das Wachstum einer Hefezellen-Kolonie untersucht wird.

### Kompetenz

8.2 c	Die Schülerinnen und Schüler können Informationen zu Zellteilung, -streckung und -differenzierung recherchieren und damit Ergebnisse von Keimungs- und Wachstumsexperimenten interpretieren. <i>Zellteilung, Zellstreckung, Zelldifferenzierung</i>
-------	---

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Vorgänge der Zellteilung, Zellstreckung und Zelldifferenzierung.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie sich Hefezellen fortpflanzen.
- Die Schülerinnen und Schüler können in einem Experiment das Wachstum einer Hefezellen-Kolonie analysieren.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
18. Von der Zygote zum ausgewachsenen Organismus	sich informieren
19ab. Zellteilung bei Hefezellen	untersuchen, experimentieren



## Lerngelegenheit 7: Molekulare Genetik

Die folgende Lerngelegenheit behandelt die molekulare Genetik. Da die molekulare Genetik ein grosses Gebiet abdeckt, bietet dieses Thema viele Differenzierungsmöglichkeiten. Auf folgende Teilgebiete der molekularen Genetik wird in dieser Unterrichtseinheit eingegangen:

- Die Mitose (Zellteilung)
- Der Bau der DNA
- Die Replikation (Verdoppelung der DNA)
- Der Weg vom Gen zum Merkmal (Transkription und Translation)

Je nach Niveau der Klasse können einige Teilgebiete ausgelassen werden oder noch weiter ausgeführt werden. Bei einer heterogenen Klasse kann auch innerhalb der Klasse differenziert werden.

Bei der Mitose steht enaktives Handeln im Vordergrund, bei dem die Lernenden mit Knetmasse ein Modell des Zellteilungsvorganges nachbilden. Um den Aufbau der DNA zu verinnerlichen, können die Lernenden aus dem Arbeitsblatt *Bausteine* die Bestandteile der DNA ausschneiden und anschliessend korrekt anordnen. Die Arbeitsblätter zur Replikation, Transkription und Translation sind für Klassen mit einem höheren Niveau gedacht, da sie theoretisch anspruchsvoller sind.

Als Abschluss dieses Themas kann DNA aus einer Tomate isoliert werden. Bei diesem Praktikum geht es in erster Linie nicht um den Erwerb von Fachwissen, sondern um die Kompetenz des Experimentierens.

### Kompetenz

8.3 a	Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang von DNS, Genen, Proteinen und Merkmalsausprägungen darstellen. <i>Molekulare Genetik: DNS, Gene, Proteine, Phäne</i>
-------	---

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen den Ablauf der Mitose.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie die DNA aufgebaut ist.
- Die Schülerinnen und Schüler können erklären, wie sich die DNA verdoppelt.
- Die Schülerinnen und Schüler können den Weg vom Gen zum Merkmal erklären.

## Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
20. Zellteilung-Die Phasen der Mitose	erkennen
21. Die Mitose	umsetzen
22. Der Bau der DNA	erkennen, ordnen
23 Die Verdoppelung der DNA	erkennen, ordnen
24. Vertiefungsaufgaben <i>molekulare Genetik</i>	strukturieren, reflektieren
25. Vom Gen zum Merkmal	sich informieren, erklären
26. Vom Gen zum Merkmal-richtig oder falsch?	umsetzen
27. Praktikum: DNA isolieren	laborieren
28. Zusammenfassung <i>molekulare Genetik</i>	strukturieren, ordnen

### Hinweise

- Wenn keine Knetmasse für den Nachbau der Mitose vorhanden ist, kann auch mit anderem Material wie z.B. Pfeifenputzer gearbeitet werden.
- Beim Arbeitsblatt *Bau der DNA* müssen die Lernenden DNA-Bestandteile ausschneiden und zu einem DNA-Strang zusammenfügen. Diese Aufgabe kann gut in Partnerarbeit bewältigt werden. Somit würde auch der DNA-Strang länger werden, da die Bauteile doppelt vorhanden sind.

## Lerngelegenheit 8: Mutationen

Das Thema Mutationen bietet den Lernenden einen grossen Alltagsbezug. Sie wurden im Alltag bereits damit konfrontiert und bringen deshalb im Idealfall Vorkenntnisse mit. Durch diese Vorkenntnisse bietet sich eine problemorientierte Aufgabe als Einleitung in das Thema gut an.

Den Einstieg in dieses Thema bildet also eine problemorientierte Aufgabe, bei der die Lernenden in Gruppen die Ursache eines Problems finden müssen (Warum werden Keime mit der Zeit resistent gegen Antibiotika?). Mit Hilfe von gegebenen Fragestellungen können sie dem Problem auf den Grund gehen und anschliessend den Mitschülerinnen und Mitschülern ihre Ideen präsentieren. In einem Klassengespräch können die Ergebnisse gesichert werden und mit dem zweiten Arbeitsblatt *Mutationen* wird den Lernenden ein Theorieblatt geliefert.

Zu den Informationen zum Arbeitsblatt Mutationen können die Lernenden kommen, indem sie selbstständig im Internet recherchieren oder mit Hilfe eines von der Lehrperson verteilten Textes. Im Arbeitsblätter-Dossier befindet sich eine mögliche Variante eines solchen Lehrtextes.

### Kompetenz

8.3 b	Die Schülerinnen und Schüler können Ursachen und Wirkungen von Mutationen beschreiben und zur Erklärung von Merkmalsveränderungen herbeiziehen. <i>Mutationen</i> (...)
-------	---

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler können Ursachen und Wirkungen von Mutationen beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang zwischen Mutationen und Genetik erklären.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen die verschiedenen Mutationstypen.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
29. Resistente Keime	reflektieren, entwickeln
30 Mutationen	sich informieren

### Hinweise

- Wenn die Lehrperson das Thema Mutationen eingehender behandeln will, kann der Ablauf von Mutationen auf Ebene der Molekulargenetik näher betrachtet werden.

## Lerngelegenheit 9: Gentechnik

Das Thema Gentechnik bildet den krönenden Abschluss der Unterrichtseinheit. Dieses Thema ist von grosser Wichtigkeit, da es einen grossen Bezug zum Alltagsleben der Lernenden aufweist.

Nach einer Einleitung mit Hilfe des Arbeitsblattes *Gentechnik* wird der Fokus auf die Klonierung gesetzt. Dabei wird die ungeschlechtliche Vermehrung bei Lebewesen behandelt und anschliessend eine hypothetische Klonierung eines Menschen. Wenn die Zeit es zulässt, kann am Ende noch ein Rollenspiel gespielt werden, wo die Lernenden Position zum Einsatz von Gentechnik in der Landwirtschaft nehmen sollen.

### Kompetenz

8.3 b	Die Schülerinnen und Schüler können Ursachen und Wirkungen von Mutationen beschreiben und zur Erklärung von Merkmalsveränderungen herbeiziehen. <i>Mutationen, gentechnische Veränderung, gentechnisch veränderte Organismen</i>
	Die Schülerinnen und Schüler können aus dem Grundverständnis der molekularen Genetik das Prinzip der Gentechnik ableiten.

### Grobziele

- Die Schülerinnen und Schüler können den Ablauf der Pflanzenzucht mit Hilfe der Kenntnisse über die Mutation erklären.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen den Begriff Gentechnik.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, was Klonierung bedeutet und können über die Bedeutung der Klonierung für unsere Gesellschaft reflektieren.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie die Gentechnik in der Landwirtschaft angewendet werden kann und verstehen die Vor- und Nachteile des Gebrauchs von Gentechnik.

### Arbeitsblätter und Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen

Arbeitsblatt	DAH
31. Gentechnik	erkennen, beschreiben
32. Klonierung	sich informieren
33. Klonierung eines Menschen	erklären
34. Rollenspiel: Gentechnik	reflektieren, austauschen

## Hinweise

- Nach dem Bearbeiten des Arbeitsblattes Gentechnik empfiehlt sich je nach Zeitplan der Lehrperson ein Klassengespräch, um über das Erfahrene zu reflektieren und um das Gelernte zu festigen. Mögliche Input-Fragen: Was ist der Unterschied zwischen der herkömmlichen Pflanzenzucht und der gentechnischen Veränderung der Nutzpflanzen? Birgt die Gentechnik auch Risiken? ...
- Beim Arbeitsblatt *Klonierung eines Menschen* kriegen die Lernenden den Auftrag, gewisse Fragen auf einem Plakat zu beantworten und ihre Lösungen anschliessend der Klasse zu präsentieren. Hier kann die Lehrperson den Unterricht differenzieren, indem die schnelleren Gruppen ihre Antworten detaillierter beschreiben können oder indem ihnen noch weitere Fragen zu diesem Thema gestellt werden.  
Bei der dritten Frage sollen die (schnelleren) Gruppen zwischen den Argumenten im Bezug zu den **Tieren** und den **Menschen** unterscheiden.
- Für das Rollenspiel soll die Landschaftskarte allen Lernenden verteilt werden und dann jeweils eine Rollenbeschreibung einer Person zugeteilt werden. Je nach Klassengrösse können mehrere Gruppen gebildet werden. In diesem Fall könnten sich jeweils alle Pfarrer, alle Johans etc. vor der Diskussion zusammensetzen und ihre Argumente und Strategien austauschen.  
Rollen wie der Pfarrer oder Herr Tobler sind eher für Klassen mit einem höheren Niveau gedacht. Es liegt an der Lehrperson, die jeweiligen Rollen auszuwählen, die für ihre Klasse geeignet sind.
- Wenn die Lehrperson in das Thema Genetik viel Zeit investieren will, kann bei der Gentechnik noch weit ausgeholt werden. Gentechnisch veränderte Pflanzen wie Bt-Mais könnten detailliert behandelt werden oder man könnte gentechnische Veränderungen mit Hilfe der molekularen Genetik genauer untersuchen.

# Literaturverzeichnis

## Arbeitsblätter

Die Kernideen mancher Aufgaben dieser Unterrichtseinheit wurden anderen Lehrmitteln entnommen, vor allem aus den folgenden Büchern:

- Arbeitsblätter Biologie, Genetik (Klett Verlag, Stuttgart, 2009)
- Natura, Genetik (Klett und Balmer AG, Baar, 2014)
- Zelle – Fortpflanzung – Genetik (Elk Verlag, Winterthur, 2008)
- Erlebnis Biologie, Vererbung/Evolution/Verhalten/Zellen/Einzeller (Schroedel, 2002)

Die Bilder, welche in der folgenden Auflistung nicht erwähnt werden, wurden vom Verfasser dieser Unterrichtseinheit erstellt.

### Allgemein:

Titelblatt

Bild: <https://bit.ly/2OTkdWJ>

DNA-Maskottchen

Bild: <https://bit.ly/2pzw3u>

### Lerngelegenheit 1:

Arbeitsblatt *Was ist Genetik*

Bild: <https://bit.ly/2PXUk7W>

### Lerngelegenheit 2:

Arbeitsblatt *Die pflanzliche Zelle*

Aufgabe: Zelle – Fortpflanzung – Genetik

Bild: <https://bit.ly/2lbf75j>, <https://bit.ly/2zroF9G>

Arbeitsblatt *Die tierische Zelle*

Bild: <https://bit.ly/2Ns1SIV>

Arbeitsblatt *Der Unterschied zwischen der tierischen und der pflanzlichen Zelle*

Bild: <https://bit.ly/2xvICYz>

Arbeitsblatt *Die Zelle: Grundbaustein aller Lebewesen I*

Bild: <https://bit.ly/2cNzRIY>

Arbeitsblatt *Die Zelle: Grundbaustein aller Lebewesen II*

Aufgabe: <https://bit.ly/2xEHogy>

Bild: <https://bit.ly/2xEHogy>

### Lerngelegenheit 3:

Arbeitsblatt *Das Chromosom: Träger der Erbinformation*

Text: FWU Institut für Film und Bild, Zellteilung: Mitose

Bild: FWU Institut für Film und Bild, Zellteilung: Mitose

Arbeitsblatt *Das Karyogramm des Menschen*

Aufgabe: Zelle – Fortpflanzung – Genetik

Bild: <https://bit.ly/2OPA3S2>, Zelle – Fortpflanzung – Genetik

### Lerngelegenheit 4:

Arbeitsblatt *Die Vererbung des Geschlechts*

Aufgabe: Arbeitsblätter Biologie, Genetik

Bild: <https://bit.ly/2xP2zMp>, <https://bit.ly/2Q59A34>

#### **Lerngelegenheit 5:**

Arbeitsblatt *Vererbung erfolgt nach Regeln*

Bild: <https://bit.ly/2xKixr0>

Arbeitsblatt *Dominant-rezessive Erbgänge*

Aufgabe: Natura, Genetik

Bild: <https://bit.ly/2OfdhWQ>

Arbeitsblatt *Dominant-rezessive Erbgänge: Zungenrollen*

Aufgabe: Erlebnis Biologie

Arbeitsblatt *Geschlechtsgebundene Erbgänge*

Text: Natura, Genetik

Bild: <https://bit.ly/2pxAwNE> , <https://bit.ly/2pycfXN>

Arbeitsblatt *Vererbung der Blutgruppe I*

Aufgabe: Arbeitsblätter Biologie, Genetik

Arbeitsblatt *Vererbung der Blutgruppe II*

Aufgabe: Zelle – Fortpflanzung – Genetik

Arbeitsblatt *Vererbung der Blutgruppe II*

Bild: <https://bit.ly/2pyFHNT> , <https://bit.ly/2NGouAb>

#### **Lerngelegenheit 6:**

Arbeitsblatt *Zellteilung bei Hefezellen I*

Aufgabe: Forscherfragen Biologie (Ingold Verlag)

Bild: <https://bit.ly/2KFJ2qd> , <https://bit.ly/2pvTRPo> , <https://bit.ly/2pAwBiY>

Arbeitsblatt *Zellteilung bei Hefezellen I*

Aufgabe: Forscherfragen Biologie (Ingold Verlag)

Bild: <https://bit.ly/2KFJ2qd> , <https://bit.ly/2Oclsmo>

#### **Lerngelegenheit 7:**

Arbeitsblatt *Die Mitose*

Bild: <https://bit.ly/2zsTyux>

Arbeitsblatt *Der Bau der DNA*

Text: Natura, Genetik

Bild: <https://bit.ly/2OcmZcj>

Arbeitsblatt *Die Verdoppelung der DNA*

Text: Natura, Genetik

Bild: <https://bit.ly/2O8DKVH>

Arbeitsblatt *Vertiefungsaufgaben molekulare Genetik*

Bild: <https://bit.ly/2MZHN27> , <https://bit.ly/2pxceDu>

Arbeitsblatt *Vom Gen zum Merkmal*

Text: Natura, Genetik

Bild: <https://bit.ly/2Ifu7iy>

Theorieblatt Sachbuch: Natura, Genetik

Arbeitsblatt *Praktikum: DNA isolieren*

Aufgabe: <https://bit.ly/2xREnsy>

Bild: <https://bit.ly/2xREnsy>

### **Lerngelegenheit 8:**

Arbeitsblatt *Resistente Keime*

Text: <https://bit.ly/2OPVAtY>

Arbeitsblatt *Mutationen*

Text: Natura, Genetik

Theorieblatt Sachbuch: Natura, Genetik

### **Lerngelegenheit 9:**

Arbeitsblatt *Gentechnik*

Bild: <https://bit.ly/2DFczOz>

Arbeitsblatt *Gentechnik*

Bild: <https://bit.ly/2O8g9oc>

Arbeitsblatt *Klonierung eines Menschen*

Aufgabe: Erlebnis Biologie

Bild: <https://bit.ly/2lekZe8>, <https://bit.ly/2OSYka1>, <https://bit.ly/2xWXNfZ>

Arbeitsblatt *Rollenspiel Gentechnik*

Bild: <https://bit.ly/2xP9IBP>, <https://bit.ly/2xRnMW6>, <https://bit.ly/2xL6lq0>

## **Lehrerkommentar**

### **Vorwort**

- Natura, Genetik (Klett und Balmer AG, Baar, 2014)

### **Kompetenzorientierter Unterricht**

- Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (2016). Lehrplan21. *Lern- und Unterrichtsverständnis*, [Online] Zugriff am 28.09.2017, <http://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|2>