



Schleswig-Holstein  
Ministerium für Schule  
und Berufsbildung

# Leitfaden zu den Fachanforderungen Biologie

Allgemein bildende Schulen  
Sekundarstufe I - Gymnasien  
Sekundarstufe II

## Impressum

Herausgeber: Ministerium für Schule und Berufsbildung des Landes Schleswig-Holstein

Jensendamm 5, 24103 Kiel

Kontakt: [pressestelle@bimi.landsh.de](mailto:pressestelle@bimi.landsh.de)

Layout: Stamp Media im Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, [www.stamp-media.de](http://www.stamp-media.de)

Druck: Schmidt & Klaunig im Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, [www.schmidt-klaunig.de](http://www.schmidt-klaunig.de)

Kiel, April 2017

Die Landesregierung im Internet: [www.schleswig-holstein.de](http://www.schleswig-holstein.de)

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-holsteinischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

# **Leitfaden zu den Fachanforderungen Biologie**

Allgemein bildende Schulen  
Sekundarstufe I - Gymnasien  
Sekundarstufe II

# Inhalt

<b>I Einleitung</b> .....	4
<b>II Hinweise zum schulinternen Fachcurriculum</b> .....	5
2.1 Erstellen des schulinternen Fachcurriculums .....	5
2.2 Entwicklung des Evolutionsgedankens in der Sekundarstufe I .....	8
2.3 Entwicklung des Evolutionsgedankens in der Sekundarstufe II .....	10
2.4 Fachbegriffe in den Jahrgängen .....	12
2.5 Aufbau der Basiskonzepte .....	16
<b>III Didaktisches Konzept für die Sekundarstufe I und II</b> .....	26
<b>IV Unterricht in der Sekundarstufe I</b> .....	28
4.1 Prozessbezogener Kompetenzen in der Sekundarstufe I .....	28
4.2 Unterricht im 5./6. Jahrgang .....	30
4.3 Unterricht im 7.- 9.(10) Jahrgang .....	34
<b>V Unterricht in der Sekundarstufe II</b> .....	40
5.1 Prozessbezogene Kompetenzen in der Sekundarstufe II .....	40
5.2 Konzepte für die Sekundarstufe II .....	41
5.3 Unterricht in der Einführungsphase - Evolutionsökologie .....	44
5.4 Unterricht in der Qualifikationsphase .....	49
<b>VI Abituraufgaben</b> .....	52
<b>VII Förderung der Sprachkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht</b> .....	53
7.1 Sprachsensibel Unterricht planen .....	54
7.2 Sprachsensibel unterrichten .....	56

<b>VIII Anhänge</b> .....	62
<b>Anhang 1</b> Verteilung der Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe I .....	62
<b>Anhang 2</b> Verteilung der Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe II .....	77

# I Einleitung

Die seit dem Schuljahr 2016/17 geltenden Fachanforderungen Biologie lösen die bisher geltenden Lehrpläne Biologie für die Sekundarstufe I und II ab. Dieser Leitfaden soll Lehrkräfte und Fachschaften dabei unterstützen, Unterricht auf der Grundlage der Fachanforderungen zu planen. Dabei steht die Unterstützung bei der Erstellung und Fortschreibung des schulinternen Fachcurriculums im Mittelpunkt.

Die Fachanforderungen verzichten auf kleinschrittige Detailregelungen. Themen und Inhalte sind nicht einzelnen Jahrgangsstufen zugeordnet, weil eine solche Zuordnung neben pädagogischen und didaktischen Abwägungen auch von der Ausgestaltung der Kontingenzstundentafel an der Schule abhängt. Es ist Aufgabe des schulinternen Fachcurriculums, die **grundlegenden Zusammenhänge** und die daraus **formulierten Kompetenzen**, die in den Fachanforderungen ausgewiesen sind, über die einzelnen Jahrgangsstufen hinweg aufzubauen (vgl. Kapitel 4 der Fachanforderungen Seite 33 beziehungsweise Seite 62). Der Leitfaden soll die Fachschaften bei der Erstellung und Fortschreibung ihres schulinternen Fachcurriculums unterstützen, indem er folgende Aspekte in den Blick nimmt:

- Entwicklung des Evolutionsgedankens
- Abstraktionsniveau in den Jahrgängen
- Aufbau der Basiskonzepte
- Vorschläge für die kontext- und kompetenzorientierte Planung des Unterrichts

Kompetenzorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht orientiert sich an drei didaktischen Fragen:<sup>1</sup>

1. Welche Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler in den Bereichen „Umgang mit Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ nach einer Unterrichtseinheit erworben / weiterentwickelt haben?
2. Was sind die dafür geeigneten und notwendigen Inhalte?
3. Welche Lernprozesse müssen mit den gewählten Inhalten verknüpft werden, um einen möglichst effizienten und nachhaltigen Kompetenzgewinn zu erreichen? Gibt es geeignete Kontexte?

Als Basiswerkzeuge der naturwissenschaftlichen Selbst- und Welterschließung dienen im Unterricht die verschiedenen Erkenntnismethoden der Naturwissenschaften:<sup>2</sup>

- distanziertes Beobachten und Analysieren auf der Basis verschiedener Theorien,
- Experimentieren,
- spezifische Modellbildung und Modelldenken,
- Vergleichen und Systematisieren auf der Basis wissenschaftlicher Kriterien.

<sup>1</sup> Nach Ziener, G.: Bildungsstandards in der Praxis – Kompetenzorientiert unterrichten. Stuttgart 2001.

<sup>2</sup> BLK-Expertengruppe (Baumert, J. et al.): Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Bonn 1997 unter <http://www.blk-bonn.de>.

## II Hinweise zum schulinternen Fachcurriculum

Das schulinterne Fachcurriculum ist das zentrale Instrument zur Gestaltung des Biologieunterrichts. Es wird von allen Mitgliedern der Fachschaft gemeinsam geschrieben und kontinuierlich weiterentwickelt. Es ist für die gesamte Fachschaft verbindlich und dient neuen Mitgliedern einer Fachschaft als unentbehrliche Orientierung.

Die nachfolgenden Ausführungen des Leitfadens sollen die Fachschaften beim Erstellen des schulinternen Fachcurriculums unterstützen. Dabei liegen die Schwerpunkte auf didaktischen Überlegungen zur Evolutionstheorie als

didaktische Leitlinie und zum Aufbau der Basiskonzepte im Laufe der Schuljahre.

### 2.1 Erstellen des schulinternen Fachcurriculums

Das schulinterne Fachcurriculum wird von der Fachschaft erstellt. Gemäß Kapitel 4 in den Fachanforderungen für die Sekundarstufe I und II (S. 33 / S. 62) sind im schulinternen Fachcurriculum Vereinbarungen zu folgenden Aspekten zu treffen:

**Tabelle 2.1.1 Aufgaben der Fachschaft gemäß der Fachanforderungen**

Aspekte	Vereinbarungen für die Sekundarstufe I	Vereinbarungen für die Sekundarstufe II
<b>Unterricht</b>	Entwicklung von Unterrichtsthemen und Verteilung auf die zur Verfügung stehenden Jahrgangsstufen Zuordnung der prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen zu den Unterrichtsthemen Absprachen zu den Kontexten im Zusammenhang mit dem Wahlpflichtunterricht zum Zwecke der Vermeidung inhaltlicher Dopplungen Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte	Verteilung der Unterrichtsthemen für die unterschiedlichen Lerngruppen (Biologie als profilgebendes Fach; Biologie als profilergänzendes Fach; Unterricht im Fach Biologie über drei Jahre; Unterricht im Fach Biologie ausschließlich in der Einführungsphase) Zuordnung der prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen zu den Unterrichtsthemen inhaltliche und methodische Unterschiede im Profillfach Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte
<b>Fachsprache</b>	Festlegung von einheitlichen Bezeichnungen und Begriffen Beachtung der Maßnahmen für durchgängige Sprachförderung zur Schulung der Fachsprache	
<b>Fördern und Fordern</b>	Vorschläge für Angebote für besonders leistungsstarke, motivierte beziehungsweise leistungsschwache Schülerinnen und Schüler Ausgestaltung der Binnendifferenzierung außerunterrichtliche Angebote für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler (Wettbewerbe)	
<b>Hilfsmittel und Medien</b>	Anschaffung und Nutzung von Lehr- und Lernmaterial Nutzung digitaler Medien im Unterricht	
<b>Leistungsbewertung</b>	Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen	
<b>Überprüfung und Weiterentwicklung</b>	regelmäßige Überprüfung und Weiterentwicklung getroffener Verabredungen regelmäßige Absprachen über den Fortbildungsbedarf	

Zu den einzelnen Aspekten sollen hier Hinweise gegeben werden.

#### • Unterricht

Die Fachanforderungen geben grundlegende Zusam-

menhänge vor, leiten daraus Kompetenzen ab und legen verbindliche Fachinhalte fest. Es bietet sich daher an, die grundlegenden Zusammenhänge mit den entsprechenden Kompetenzen und Inhalten zunächst den Jahrgängen zuzuordnen.

Eine Zuordnungstabelle könnte folgende Struktur haben:

**Tabelle 2.1.2 Zuordnung der Inhalte auf die Jahrgänge**

Grundlegender Zusammenhang	Kompetenzen	Verbindliche Inhalte Jahrgang 5	Verbindliche Inhalte Jahrgang 6
Sek-SF1 Struktur und Funktion von Organen bzw. Organsystemen bedingen sich gegenseitig.	• beschreiben den Zusammenhang von Aufbau und Funktion an Organen bzw. Organsystemen bei Pflanzen und Wirbeltieren einschließlich des Menschen.	• Aufbau und Funktion von - Blutkreisläufen - Atmungsorganen - Bewegungsapparaten	• Aufbau und Funktion von - Fortpflanzungsorganen
Sek-SF2 Die Leistungen eines Organismus werden durch seinen Körperbau bestimmt.	• erklären die Lebensweise eines Organismus mit den Leistungen seiner Organe und Organsysteme.	• Säugetiere (inklusive Mensch) und mindestens eine weitere Wirbeltiergruppe	
Sek-SF3 Organe verändern sich im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung.	• beschreiben die Veränderung von Organen hinsichtlich Aufbau und Funktion in der stammesgeschichtlichen Entwicklung.		• vergleichende Betrachtung eines Wirbeltierorgans
Sek I-R1 ...	• ...	• ...	• ...
usw.	•	•	•

Der Unterricht ergibt sich, wenn man die Inhalte konkretisiert und gegebenenfalls ergänzt, zu diesen Unterrichtsinhalten ein Unterrichtsthema formuliert und diese in eine

zeitliche Reihenfolge (Unterrichtsabschnitte) bringt. Hierbei empfiehlt es sich jahrgangswise vorzugehen.

**Jahrgangstabellen könnten folgende Struktur haben:**

Jahrgang 5			
Unterrichtsabschnitte	Unterrichtsthemen	Unterrichtsinhalte	Grundlegende Zusammenhänge
Lebewesen bewegen sich	• Rennen, schwimmen, fliegen - kein Tier kann alles! • „Hände und Arme - Füße und Beine“ im Vergleich	• Bewegung im Wasser, an Land und in der Luft. • Vergleich der Extremitäten: Fisch, Fledermaus, Mensch, Pferd, Haushuhn	Sek-SF1 Sek-SF2
...	•	•	
usw.	•	•	

Jahrgang 6			
Unterrichtsabschnitte	Unterrichtsthemen	Unterrichtsinhalte	Grundlegende Zusammenhänge
Lebewesen entwickeln sich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vom Wasser an Land und zurück</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang Wasser-Land-(Luft)-Wasser.</li> <li>• Vergleich Blutkreisläufe, Atmungsorgane, Hautbedeckung, Fortpflanzung: Fisch, Amphib, Reptil, Säuger, Vogel, Wal</li> </ul>	Sek-SF3
Der Mensch beeinflusst die natürliche Entwicklung der Lebewesen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können wir mit dem Wolf leben und er mit uns?</li> <li>• Wie kam der „Wildkohl“ in die Küche?</li> <li>• Rasen oder Wiese?</li> <li>• Alle Lebewesen haben das Recht artgerecht zu leben – was heißt eigentlich „artgerecht“?</li> <li>• Der Maulwurf – der Schrecken des Nachbarn!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Züchtung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vom Wolf zum Hund</li> <li>- Vom Wildkohl zum Gemüsekohl</li> </ul> </li> <li>• Artgerechte Tierhaltung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit Haustieren</li> <li>- Tierhaltung in Ställen</li> </ul> </li> </ul>	Sek-SF1 Sek-SF3
...	•	•	
usw.	•	•	

Entsprechende Beispiele für die Umsetzung finden sich in diesem Leitfaden in den Kapiteln 4.2 und 4.3 für die Sekundarstufe I beziehungsweise in Kapitel 5.3 und 5.4 für die Sekundarstufe II.

Für die folgenden Aspekte des Fachcurriculums empfiehlt es sich, die Absprachen in Textform zu fixieren, um eine inhaltliche Überlastung der Jahrgangstabellen zu vermeiden.

**• Fachsprache**

Anregung zum Umgang mit der Fachsprache und zur durchgängigen Sprachförderung finden sich in Kapitel 7. Im schulinternen Fachcurriculum sollten Absprachen getroffen werden, welche Inhalte/Bedeutungen sich hinter zentralen Fachbegriffen verbergen („Was ist ein Allel?“, „Was versteht man unter Mitose, Zellteilung oder Kernteilung?“). Die Fachschaft muss sich im fachlichen Diskurs auf gemeinsame Definitionen einigen. Hilfreich wäre es, sich auf das Glossar des genutzten Schulbuchs zu einigen.

**• Fördern und Fordern**

In jeder Unterrichtsplanung sollten die Aspekte *Fördern und Fordern* im Rahmen der Binnendifferenzierung angemessen berücksichtigt werden.

Zur Umsetzung im Unterricht kann der Austausch über die Ausgestaltung binnendifferenzierender Maßnahmen sowie die Bereitstellung konkreten Materials sehr hilfreich sein. Darüber hinaus sollte die Fachschaft Absprachen darüber treffen, welche außerunterrichtlichen Angebote für besonders leistungsstarke und/oder motivierte beziehungsweise leistungsschwache Schülerinnen und Schüler gemacht werden können. Hierfür können außerschulische Lernorte und für besonders motivierte Schülerinnen und Schüler Wettbewerbe sehr gut genutzt werden.

### • Hilfsmittel und Medien

Digitale Medien spielen im Unterricht eine zentrale Rolle. Medienkompetenz wird in den Fächern integriert erworben. Absprachen hierzu sollten in der Fachschaft getroffen und im schulinternen Fachcurriculum formuliert werden.

Das KMK-Strategiepapier<sup>3</sup> „Bildung in der digitalen Welt“ (8.12.2016) unterscheidet sechs Kompetenzbereiche, in denen Schülerinnen und Schüler gefördert werden sollen. Die Tabelle 2.1.3 ordnet diesen Kompetenzbereichen Arbeitsmöglichkeiten im Fach Biologie zu. Viele Arbeitsmöglichkeiten lassen sich nicht eindeutig nur einem Kompetenzbereich zuordnen.

**Tabelle 2.1.3 Kompetenzbereiche der KMK und Arbeitsmöglichkeiten im Fach Biologie**

Kompetenzbereiche	Arbeitsmöglichkeiten im Fach Biologie
SUCHEN, VERARBEITEN UND AUFBEWAHREN	z. B. Suchbegriffe formulieren; Nutzung von online-Lexika; Organismen bestimmen; aktuelle Forschungsergebnisse suchen und verarbeiten; digitale Lernangebote nutzen; Lehrvideos und Animationen nutzen; aktuelle Umweltdaten suchen
KOMMUNIZIEREN UND KOOPERIEREN	z. B. gemeinsame Nutzung von Kommunikationssystemen, Cloudangeboten und Lernplattformen; Informationsverarbeitung mit QR-Codes
PRODUZIEREN UND PRÄSENTIEREN	z. B. Texte, Grafiken und Diagramme produzieren und präsentieren; Lehrvideos, Animationen und Trickfilme produzieren; Umweltdaten mit Apps erfassen
SCHÜTZEN UND AGIEREN	z. B. Risiken und Gefahren in digitalen Umgebungen erkennen: Datenschutz, Suchtgefahren, Gesundheitsrisiken, Umweltauswirkungen
PROBLEMLÖSEN UND HANDELN	z. B. Arbeitsprozesse entwickeln; digitale Medien beim Experimentieren einsetzen; Fachinhalte strukturieren; Organismen abbilden; digitale Herbarien anfertigen; Karteikarten zum Lernen nutzen
ANALYSIEREN UND REFLEKTIEREN	z. B. Einsatz von digitalen Medien planen; Web-Seiten mit Bezug zu biologischen Inhalten reflektieren und bewerten; Risiken digitaler Medien einschätzen können

Weiterhin bleiben Absprachen zur Anschaffung und Nutzung von Lehr- und Lernmaterial für die Hand der Schülerinnen und Schüler und für die Sammlung unerlässlich.

### • Leistungsbewertung

Die Fachanforderungen legen im Kapitel 5 (Seite 34) für die Sekundarstufe I und in Kapitel 5 (Seite 63) für die Sekundarstufe II die Rahmenbedingungen für die Leistungsbewertung fest. Ergänzt werden diese Vorgaben durch aktuelle Erlasse. Die Umsetzung dieser Vorgaben muss im Fachcurriculum konkretisiert und schriftlich fixiert werden.

### • Überprüfung und Weiterentwicklung

Alle Absprachen zum Fachcurriculum werden schriftlich fixiert. Zu Beginn eines neuen Schuljahres muss ein Erfahrungsaustausch stattfinden, der neue Impulse zur Weiterentwicklung des Curriculums setzt („Was hat sich bewährt - was muss geändert werden?“).

Die kontinuierliche Weiterentwicklung des Fachcurriculums ist aufgrund der sich rasant ändernden sozialen Bedingungen an der Schule und der ständig wachsenden Zahl neuer fachwissenschaftlicher Erkenntnisse unerlässlich.

<sup>3</sup> Bildung in der digitalen Welt, Strategie der Kultusministerkonferenz, Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. www.kmk.org. Berlin 2016

## 2.2 Entwicklung des Evolutionsgedankens in der Sekundarstufe I

„Die zentrale inhaltliche didaktische Leitlinie in allen Jahrgängen des Biologieunterrichts ist die **Evolutions- theorie nach Darwin**. Das vertiefte Verständnis dieser Theorie der Biologie muss systematisch aufgebaut werden. Zu diesem Zweck werden evolutive Phänomene altersgemäß reduziert und formuliert. Alltagsvorstellungen der Lernenden zur Entwicklung des Lebens auf der Erde werden in einem didaktischen Rekonstruktionsprozess kontinuierlich mit evolutiven Denkweisen verknüpft. Dies ist die zentrale Aufgabe modernen Biologieunterrichts.“<sup>4</sup>

Im Rahmen des Biologieunterrichts in der Sekundarstufe I kann der Evolutionsgedanke stetig und behutsam entwickelt werden. In der Empfehlung der MNU zur Umsetzung der Basiskonzepte wird angeführt ...

„..., dass der Unterricht zur Evolution bereits auf unteren Klassenstufen einsetzt. Damit soll erreicht werden, dass das Verständnis der Evolution in der Klasse 5 angebahnt und in den fortlaufenden Jahrgängen bis zur Klasse 10 vertieft wird.“<sup>5</sup>

Alltagsvorstellungen von Schülerinnen und Schülern sind solange stabil, wie sie die Welt widerspruchsfrei erklären. Besonders Vorstellungen zur Evolution sind mit Alltagsvorstellungen durchsetzt. Um bei den Schülerinnen und Schülern die Vorstellungen zur Evolution zu verändern, darf Evolution nicht nur ein „Unterrichtsthema“ sein, sondern muss ein durchgängiges Unterrichtsprinzip werden.

„Evolution spielte im Unterricht lange Zeit nur eine Nebenrolle. Dabei geht es nicht um den Umfang des Unterrichtsthemas, sondern darum, Evolution als durchgehendes Unterrichtsprinzip anzuwenden.“<sup>6</sup>

Es ist unstrittig, dass Darwins Evolutionstheorie nicht im Unterricht der fünften Klasse hergeleitet werden kann. Vielmehr geht es darum, bereits zu Beginn der Orientierungsstufe wesentliche Aspekte der Evolutionstheorie anzubahnen und im Unterricht immer wieder an ausgewählten Unterrichtsthemen und Unterrichtsinhalten aufzugreifen und zu vertiefen. Die folgende Tabelle enthält Hinweise, welche Aussagen zu diesem Zweck im Unterricht der Jahrgangsstufen aufgenommen und im Unterricht integriert werden können.

5-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit: Alle Lebewesen/Individuen sind an ihre Umwelt angepasst</li> <li>• Arten haben eine Vergangenheit und besitzen einen gemeinsamen Vorfahren (erste Stammbaumidee)</li> <li>• Arten sind daher miteinander verwandt (erste Systematik)</li> <li>• Arten verändern sich im Laufe der Zeit (erste Hinweise auf die Dynamik der Evolution)</li> </ul>
7-9(10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alles Leben hat einen gemeinsamen Ursprung (Stammbaum des Lebens)</li> <li>• Lebewesen lassen sich nach ihrer Abstammung ordnen</li> <li>• Angepasstheit entsteht durch Auslese der besser angepassten Individuen</li> <li>• Angepasstheit ist auf allen Systemebenen eines Organismus zu finden</li> <li>• Eigenschaften können erblich sein → Angepasstheit besitzt somit eine genetische Grundlage (der Genotyp bestimmt den Phänotyp)</li> <li>• Mutation und Rekombination schaffen Neues → Variabilität</li> <li>• der Fortpflanzungserfolg ist ein Schlüsselement der Evolution</li> <li>• Selektion führt zur Angepasstheit</li> </ul>

4 Ministerium für Schule und Berufsbildung (Hrsg): Fachanforderungen Biologie. Kapitel 1.3 Didaktische Leitlinien. Kiel 2016

5 Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.: Arbeiten mit den Bildungsstandards im Fach Biologie - fachspezifisch und fachübergreifend, dimensioniert und niveaull. Bildungsverlag EINS, Troisdorf 2005.

6 Kattmann, U.: Konzeption eines naturwissenschaftlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. Springer, Berlin, Heidelberg 1995.

Es liegt im didaktischen Geschick einer jeden Lehrkraft, Unterrichtssituationen zu erkennen und zu planen, in denen es für die Lerngruppe lohnend ist, auf evolutive Aspekte hinzuweisen. Bei der Unterrichtsplanung sollte diese didaktische Entscheidung immer mitgedacht werden („War das immer so? – Welchen Vorteil hat es?“).

Nicht bei jedem Unterrichtsthema stehen evolutive Aspekte im Vordergrund (zum Beispiel beim Thema Sexualität). Aber in jedem Unterrichtsthema, auch bei der Sexualerziehung, lassen sich Anknüpfungspunkte zu einer evolutiven Entwicklung herstellen, weil jedes biologische Phänomen einen Evolutionsprozess durchlaufen hat. Im Sexualkundeunterricht in der Sekundarstufe I ist es aber sicher nicht zwingend notwendig, evolutive Aspekte zu integrieren.

Bei der Entwicklung des Evolutionsgedankens ist darauf zu achten, dass die Einführung der Fachbegriffe durch unterrichtliche Impulse angebahnt und vorbereitet wird. Über die Verwendung von Fachbegriffen der Evolutionstheorie gibt das Kapitel 2.4 „Fachbegriffe in den Jahrgängen“ weitere Hinweise.

Ein Ziel des Biologieunterrichts ist es, dass die Lernenden selbst evolutive Fragestellungen formulieren, um so die Sichtweise der Lernenden vom „statischen Istzustand“ eines biologischen Phänomens hin zum „dynamischen Werdevorgang“ des Phänomens zu erweitern: „Wie konnte es dazu kommen?“ und „Warum bleibt es nicht so?“.

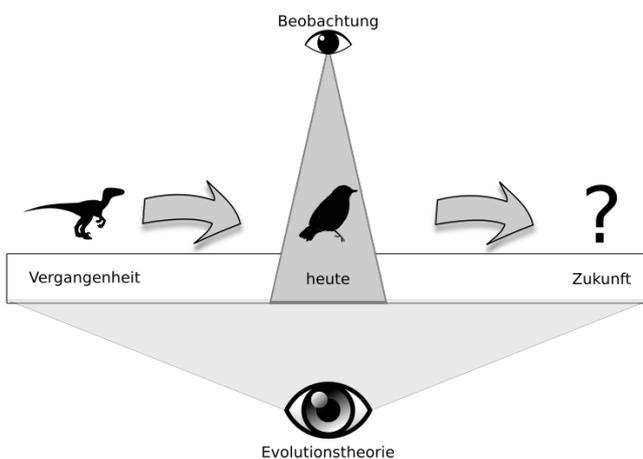


Abbildung 2.2.1 Sichtweise erweitern

In Folgenden werden zwei Beispiele für die Umsetzung dieser Sichtweise aufgeführt.

**Beispiel für das Thema Bewegung in der Orientierungsstufe**

Im Biologieunterricht der Orientierungsstufe kann beim Thema „Bewegung“ Bezug zur Evolution genommen werden. Über den Vergleich der Angepasstheit der Extremitäten von Säugetieren an den jeweiligen Bewegungstyp kann anhand des Aufbaus der Extremitäten auf einen gemeinsamen Vorfahren geschlossen werden.

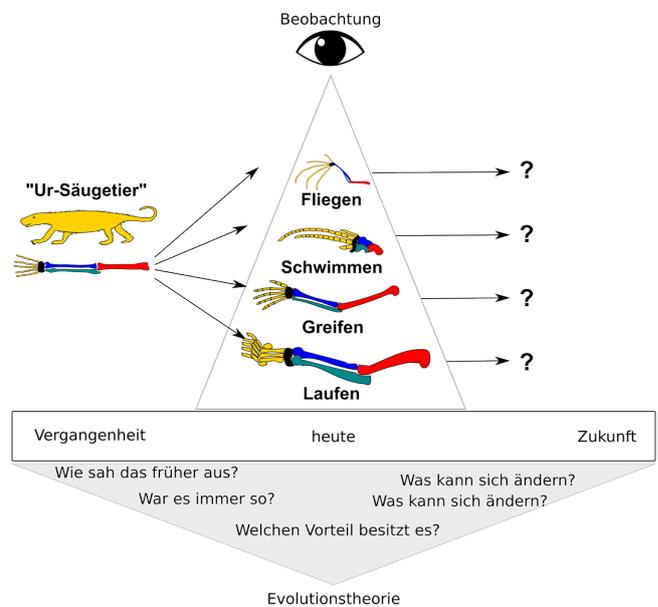


Abbildung 2.2.2 Beispiel für die Orientierungsstufe zur Erweiterung der Sichtweise

**Beispiel für das Thema in den Jahrgängen 7-9(10)**

Bei Vergleich der Verdauungssysteme bei Wirbeltieren erkennt man die Angepasstheit bestimmter Strukturen an die Ernährungsweise des Tieres.

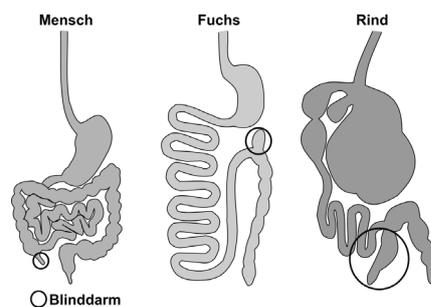


Abbildung 2.2.3 Beispiel ab Jahrgang 7 zur Erweiterung der Sichtweise

### 2.3 Entwicklung des Evolutionsgedankens in der Sekundarstufe II

Bislang wurden den Halbjahren der Oberstufe Kursthemen zugeordnet:

- Zytologie
- Physiologie
- Genetik
- Ökologie
- Evolution
- Neurobiologie

Das Kursthema Evolution wurde bisher meist erst in den letzten Halbjahren der Qualifikationsphase unterrichtet. Die Evolutionstheorie wurde als Erklärungsmodell der Biologie nachgeliefert, das die Erkenntnisse aus der Einführungs- und der Qualifikationsphase zusammenführt.

*„In der Vergangenheit litt der Unterricht zur Evolution häufig daran, dass er auf einen abschließenden Kurs im letzten Halbjahr beschränkt war, der zudem vielfach der Abiturvorbereitung zum Opfer viel. Vielfach wird die Meinung vertreten, dass Evolution den Abschluss des Biologieunterrichts bilden müsse, da Genetik Voraussetzung für ein angemessenes Verständnis sei. Dem ist zu entgegen, dass die Evolutionstheorie ohne zutreffende genetischen Kenntnisse entwickelt wurde. (...) Gewichtiger als dieser wissenschaftshistorischer Hinweis ist der Nachweis, dass die Lernenden ihre zuvor erworbenen genetischen Kenntnisse nur unzureichend oder gar nicht auf Evolutionsprozesse anwenden.“*

*Eine bloße Abfolge der Themen Genetik und Evolution hilft den Lernenden nicht dabei, Evolution besser zu verstehen.“<sup>7</sup>*

In den Fachanforderungen ist die Evolutionstheorie die didaktische Leitlinie, die kontinuierlich verfolgt werden soll. Es erscheint daher nicht sinnvoll die Evolutionstheorie erst in den letzten Halbjahren der Qualifikationsphase zu thematisieren.

In den Fachanforderungen wird festgelegt:

*„Um eine Vernetzung biologischer Fachinhalte zu erreichen und um ein differenziertes Verständnis der Evolutionstheorie in der Oberstufe anzubahnen, **wird in der Einführungsphase der Oberstufe der Schwerpunkt auf evolutionsbiologische und ökologische Inhalte gelegt.** Ziel dieser Phase ist es, den Schülerinnen und Schülern ein grundlegendes Verständnis für die Entwicklung von Lebewesen in ihrem Lebensraum zu vermitteln. Im Zentrum steht dabei zum einen die Angepasstheit von Lebewesen an die Bedingungen ihrer biotischen und abiotischen Umwelt. Zum anderen liefert hier die **Synthetische Evolutionstheorie** Erklärungen, welche Mechanismen im Laufe der Zeit zu dieser Angepasstheit geführt haben.“<sup>8</sup>*

In der Einführungsphase wird die Synthetische Evolutionstheorie thematisiert. Für diese Einführung reichen die genetischen Kenntnisse aus der Sekundarstufe I. Eine molekulargenetische Erklärung ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht notwendig (siehe Exkurs), sie erfolgt in der Qualifikationsphase.

#### **Exkurs: Wie viel molekulare Genetik ist nötig, um evolutive Prozesse angemessen in der Einführungsphase beschreiben zu können?**

Als 1908 der Mathematiker G. H. Hardy und der Arzt und Vererbungsforscher W. Weinberg aufbauend auf den Mendelschen Regeln das Hardy-Weinberg-Gleichgewicht formulierten, begründeten sie damit die Populationsgenetik. Die Häufigkeit homologer Gene (Allele) in einer Population, die Wirkung von Mutationen, Selektion, Gendrift, die Separation von Teilpopulationen und der Genfluss zwischen den Populationen ist dann in der Synthetischen Evolutionstheorie zusammengefasst worden.

Erst 1953 wurde von Watson und Crick der molekulare Aufbau der DNA erkannt. Letztendlich wurde die Synthetische Evolutionstheorie durch diese molekularen Befunde nachträglich nur bestätigt und vertieft. Molekulargenetische Zusammenhänge waren für die Entwicklung der Synthetischen Evolutionstheorie nicht nötig.

Die Synthetische Evolutionstheorie ist daher auch ohne molekulargenetische Zusammenhänge verständlich und fachlich korrekt vermittelbar.

7 Kattmann, U.: Geschichte und Verwandtschaft. In: Unterricht Biologie. Heft 421. Seite 10 - 11. Friedrich-Verlag, Seelze 2017

8 Ministerium für Schule und Berufsbildung (Hrsg): Fachanforderungen Biologie. Kapitel 2.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen. Kiel 2016

Für die Erklärung der Synthetischen Evolutionstheorie ist der Begriff *Population* notwendig. Die Synthetische Evolutionstheorie bildet den Rahmen für die Inhalte der gesamten Qualifikationsphase.

In Kapitel 5.2 dieses Leitfadens werden Oberstufenkonzepte vorgestellt, die die Umsetzung der Fachanforderungen sicherstellen. Die vorgeschlagene Vorgehensweise in Abbildung 2.3.1, die sich von den tradierten Kursthemen löst, wird in Kapitel 5.3 ausführlich dargestellt.

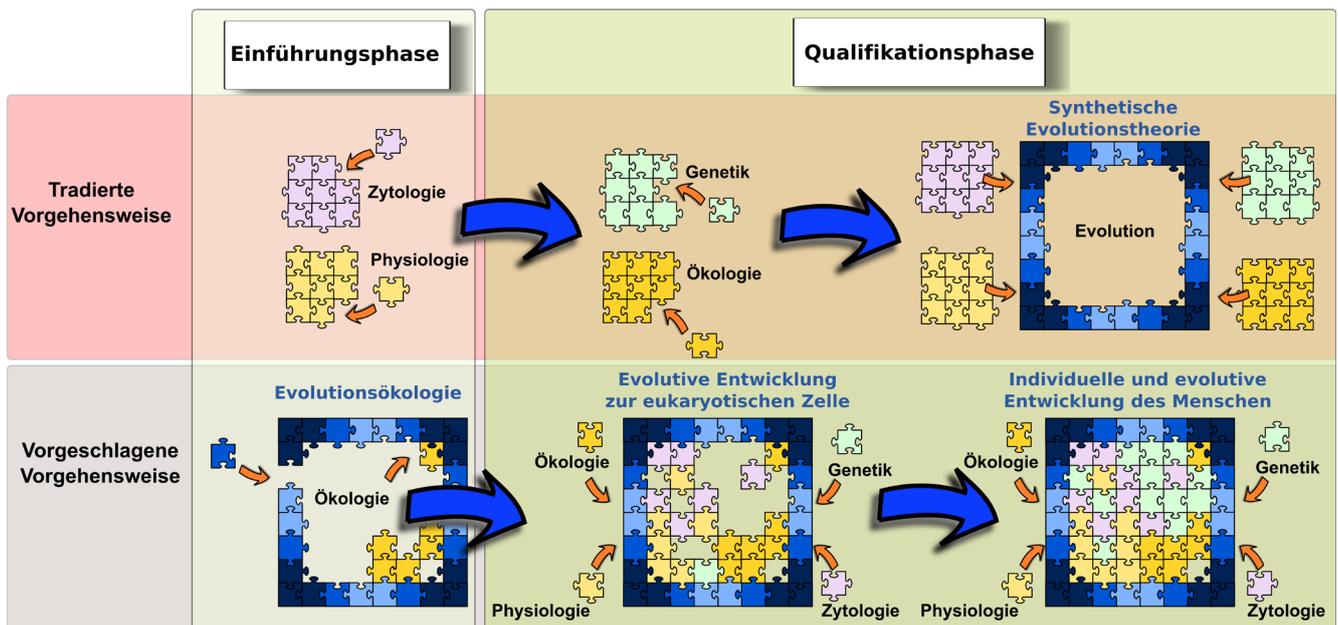


Abbildung 2.3.1 Synthetische Evolutionstheorie als Rahmen für den Unterricht der Oberstufe

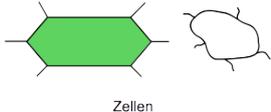
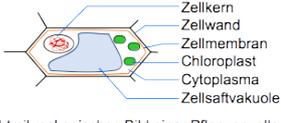
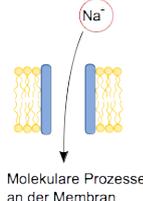
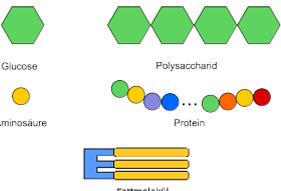
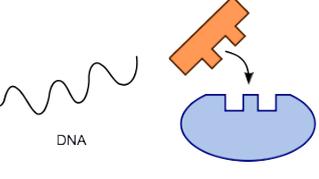
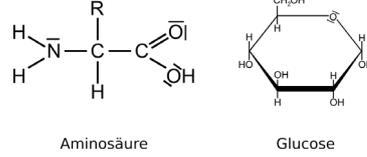
## 2.4 Fachbegriffe in den Jahrgängen

Alle Lebenserscheinungen von Organismen finden letztendlich ihre Erklärung auf zellulärer und molekularer Ebene, denn evolutive Anpassungen werden auf molekularer Ebene fixiert. Diese Systemebenen sind Lernenden in den unteren Jahrgangsstufen nicht zugänglich. Erst in der Qualifikationsphase der Oberstufe wird ein entsprechend hohes Abstraktionsvermögen erreicht, auf dem dann fachlich korrekte Erklärungen formuliert werden können.

In den unteren Jahrgängen muss mit biologischen Sachverhalten gearbeitet werden, ohne die molekulare Ebene als Erklärungsgrundlage zu nutzen. Die Erklärungen müssen aber trotzdem fachlich korrekt dargestellt und formuliert werden (didaktische Reduktion der Inhalte).

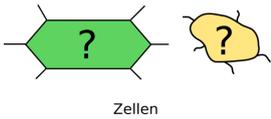
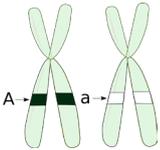
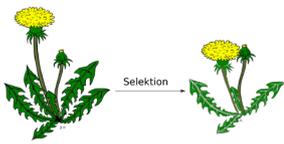
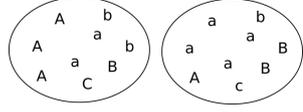
In der Tabelle 2.4.1 werden Hinweise gegeben, auf welchem Abstraktionsniveau zentrale Begriffe schon in den unteren Jahrgängen genutzt werden können. Es sind Begriffe der zellulären und molekularen Ebene sowie Begriffe aus der Evolution.

Tabelle 2.4.1 Abstraktionsniveau zentraler Begriffe

Begriffe	5-6	7-9 (10)	Oberstufe 1
<b>Zelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleinster Baustein der Lebewesen</li> <li>• teilt sich beim Wachsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzierung des Aufbaus auf lichtmikroskopisch sichtbarer Ebene</li> <li>• <i>problematisch</i>: Mitochondrien sind lichtmikroskopisch nicht erkennbar, aber als Organell der Zellatmung nötig</li> <li>• Zellteilung: Prozesse Mitose und Meiose</li> <li>• Prozesse, die in Zellen ablaufen: Fotosynthese und Zellatmung</li> <li>• Pro- und Eukaryoten</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte der Sek I</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung des Aufbaus um elektronenmikroskopisch sichtbare Bestandteile</li> <li>• Betrachtung von Prozessen auf molekularer Ebene</li> <li>• evolutive Entwicklung von Zellen</li> </ul>
	 <p>Zellen</p>	 <p>lichtmikroskopisches Bild einer Pflanzenzelle</p>	 <p>Molekulare Prozesse an der Membran</p>
<b>Biomoleküle</b> Kohlenhydrate, Fette/Lipide, Proteine, DNA, RNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nur Nährstoffgruppen</li> <li>• Bau auf schematischer Ebene möglich → z. B. bei Kohlenhydraten oder Eiweißen im Rahmen der Verdauung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematischer Aufbau von Biomolekülen</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte der Sek I</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ab Q1 molekularer Aufbau auf Strukturformelniveau möglich</li> </ul>
	 <p>Glucose Polysaccharid Aminosäure Protein Fettmolekül</p>	 <p>DNA Enzym und Substrat</p>	 <p>Aminosäure Glucose</p>
<b>Energie/ Energieträger</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebewesen benötigen Energie zum Leben</li> <li>• Lebewesen nehmen Energie auf</li> <li>• Energiequellen sind die Nahrung bzw. das Sonnenlicht</li> <li>• Lebewesen wandeln Energie um</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenhydrate und Fette als Energieträger</li> <li>• Lichtenergie als Energiequelle für die Fotosynthese</li> <li>• Ökosysteme sind durch Stoffkreisläufe und Energieflüsse gekennzeichnet</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trophiestufen</li> <li>• Kosten-Nutzen-Analyse von Verhalten</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung bei Assimilation und Dissimilation</li> <li>• ATP als universeller Energieträger</li> <li>• Reaktionsschema ATP-Umwandlung</li> </ul>
	<p>„Energie wird nicht verbraucht, sondern nur umgewandelt.“</p>	<p>„Es gibt unterschiedliche Energieformen.“</p>	<p>„Energieumwandlungen werden auf molekulare Prozesse zurückgeführt.“</p>

Fortführung der Tabelle »

Begriffe	5-6	7-9 (10)	Oberstufe 1
Fotosynthese		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozess der Energieumwandlung von Lichtenergie in chemische Energie</li> <li>Chloroplasten als Ort der Fotosynthese</li> <li>Wortgleichung der Fotosynthese</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalte der Sek I (Reaktionsschema möglich)</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Primär- und Sekundärreaktion der Fotosynthese</li> <li>Reaktionsschema  <math>6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2</math>  <math>6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}</math> </li> </ul>
		<p>„Pflanzen wandeln Strahlungsenergie in chemische Energie um. Sie bilden energiereiche Stoffe und setzen dabei Sauerstoff frei. Sie sind daher wichtig für die meisten Lebensformen.“</p>	<p>„Die Fotosynthese besteht aus einer Primär- und einer Sekundärreaktion.“</p>
Zellatmung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschiedliche Belastungszustände des Organismus beeinflussen den Sauerstoffbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mitochondrien als Ort der Zellatmung schematisch einführen</li> <li>Wortgleichung der Zellatmung</li> <li>Abbauprozess von energiereichen Kohlenhydraten zu nutzbarer Energie</li> <li>Abhängigkeiten der Zellatmung von Belastungszuständen</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalte der Sek I</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozesse der Zellatmung</li> <li>Prozesse der Gärung</li> <li>Reaktionsschema  <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \longrightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}</math> </li> </ul>
	<p>„Organismen benötigen Sauerstoff, um für den Körper“ nutzbare Energie bereitzustellen.“</p>	<p>„Die Zellatmung ist der Prozess, bei dem Sauerstoff umgesetzt wird. Dabei werden Kohlenhydrate abgebaut, Kohlenstoffdioxid und Wasser freigesetzt und für den Körper nutzbare Energie bereitgestellt.“</p>	<p>„Die Zellatmung besteht aus Glykolyse, Citratzyklus und Endoxidation.“</p> <p>„Adenosintriphosphat (ATP) ist ein universeller Energieträger aller Lebewesen.“</p>
Erbanlagen, Gen, Allel	<ul style="list-style-type: none"> <li>in der Zelle sind Erbanlagen vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Erbanlagen befinden sich in Chromosomen im Zellkern</li> <li>DNA als Bestandteil der Chromosomen</li> <li>auf der DNA befinden sich Gene</li> <li>Allele sind Varianten eines Gens</li> <li>die Gesamtheit aller Gene bilden den Genotyp eines Organismus</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalte der Sek I</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>auch Chloroplasten und Mitochondrien enthalten Erbmaterial</li> <li>Umsetzung des Genotyps in den Phänotyp (Proteinbiosynthese)</li> <li>molekularer Bau der Chromosomen und der DNA/RNA</li> <li>Gene sind Basensequenzen auf der DNA</li> <li>Mutationen sind Änderungen in der Basensequenz (Mutationsarten)</li> <li>Allele unterscheiden sich in der Basensequenz</li> <li>Veränderungen der Allele können zu einer besseren Anpasstheit führen</li> <li>molekulare Mechanismen steuern die Aktivität von Allelen</li> </ul>
Fortführung der Tabelle »			

Begriffe	5-6	7-9 (10)	Oberstufe 1
	 <p>Zellen</p>		<p>... ACTG<b>C</b>TGA ...</p> 
<b>Individuum, Artbegriff, Population, Genpool</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artbegriff: Individuen gehören zu einer Art und können sich untereinander fortpflanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten verändern sich durch Selektionsprozesse</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Populationen sind Fortpflanzungsgemeinschaften</li> <li>• Arten bilden unterschiedliche Populationen</li> <li>• die Gesamtheit aller Genotypen bildet den Genpool einer Population</li> <li>• Evolution ist die Veränderung des Genpools einer Population</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte der Einführungsphase erweitert durch molekulargenetische Erklärungen</li> </ul>
			
<b>Angepasstheit, Anpassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuen sind angepasst (Angepasstheit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten sind angepasst</li> <li>• Anpassung ist ein passiver Prozess</li> <li>• Auslese (Selektion) der besser angepassten Individuen (Anpassung) führen zu Angepasstheit</li> </ul>	<p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuen zeigen Angepasstheit</li> <li>• Angepasstheit ist genetisch fixiert</li> <li>• Anpassung findet auf Populations-ebene statt</li> <li>• Anpassung führt zur Veränderung von Arten</li> <li>• Anpassung kann zur Artbildung führen</li> </ul> <p><b>Q-Phase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit beruht auf der Basensequenz der Allele</li> <li>• Anpassung ist die Veränderung des Genpools</li> </ul>
	<p>„Angepasstheit entsteht durch Anpassungsprozesse über einen langen Zeitraum.“</p>	<p>„Die Evolutionstheorie nach Darwin erklärt den Anpassungsprozess.“</p>	<p>„Die Synthetische Evolutionstheorie erklärt Anpassungsprozesse von Populationen.“</p>

## 2.5 Aufbau der Basiskonzepte

Die Basiskonzepte strukturieren und beschreiben die fachwissenschaftlichen Inhalte und sollen dadurch das Verständnis von naturwissenschaftlichen Phänomenen und Zusammenhängen erleichtern.

Die Basiskonzepte der drei naturwissenschaftlichen Fächer weisen in einigen Bereichen Gemeinsamkeiten auf, sind jedoch in weiten Bereichen sehr unterschiedlich. Die folgende Abbildung 2.5.1 versucht die konzeptuellen Gemeinsamkeiten aufzuzeigen (fachspezifische Basiskonzepte sind in der Grafik nicht enthalten).

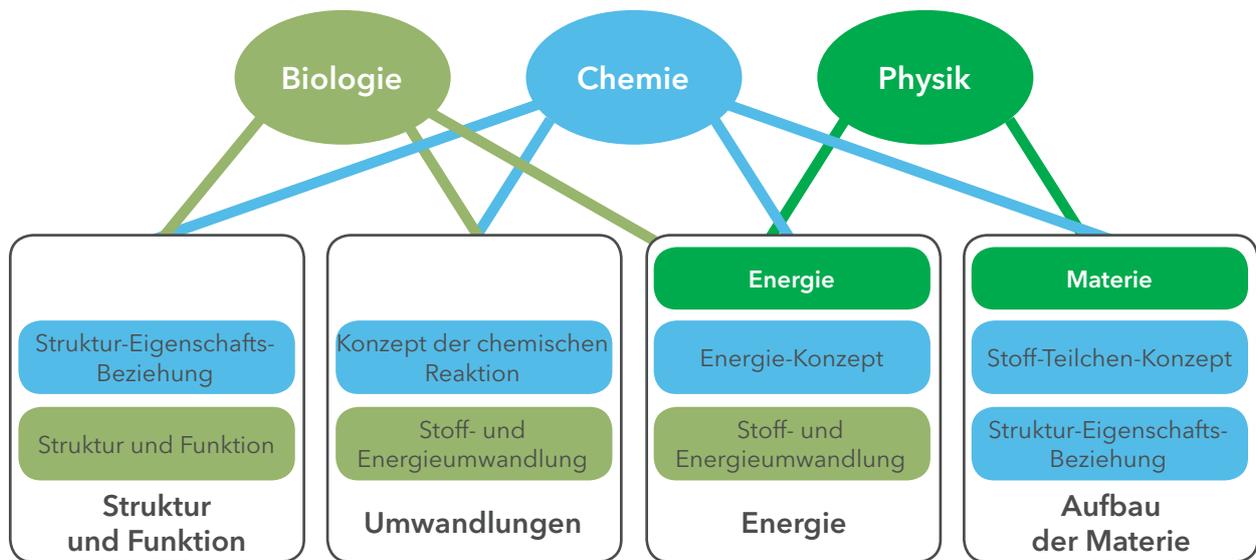


Abbildung 2.5.1 Zusammenhänge der Basiskonzepte Biologie, Chemie und Physik.

Gemeinsamkeiten mit dem Fach Chemie lassen sich in den Bereichen ‚Struktur und Funktion‘, ‚Umwandlungen‘ sowie ‚Energie‘ feststellen, mit dem Fach Physik können Verbindungen in den Bereichen ‚Energie‘ hergestellt werden. Im Unterricht der Fächer sollten die konzeptuellen Gemeinsamkeiten für eine Vernetzung der fachlichen Inhalte genutzt werden.

Das Fach Biologie hat einen spezifischen Zugriff auf die Welt. Die KMK definiert das, was der Biologieunterricht in der Schule leisten soll, folgendermaßen:

*„Der Beitrag des Faches Biologie zur Welterschließung liegt in der Auseinandersetzung mit dem Lebendigen. Die lebendige Natur bildet sich in verschiedenen Systemen ab, z. B. der Zelle, dem Organismus, dem Ökosystem und*

*der Biosphäre sowie in deren Wechselwirkungen und in ihrer Evolutionsgeschichte. Das Verständnis biologischer Systeme erfordert zwischen den verschiedenen Systemen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit gelingt es im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches und systemisches Denken gleichermaßen zu entwickeln. In diesem Systemgefüge ist der Mensch Teil und Gegenüber der Natur. Dadurch dass der Mensch selbst Gegenstand des Biologieunterrichtes ist, trägt dieser zur Entwicklung individuellen Selbstverständnisses und emanzipatorischen Handelns bei. Dies ist die Grundlage für ein gesundheitsbewusstes und umweltverträgliches Handeln sowohl in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung. Für ein aktives Teilhaben fördert der Biologieunterricht die Kompetenzen Kommunizieren und Bewerten.“<sup>9</sup>*

<sup>9</sup> Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Berlin 2004

Die Basiskonzepte sollen das Verständnis biologischer Zusammenhänge erleichtern. Im Unterricht setzen sich die Lernenden mit Fachfragen auseinander. Sie sollen wiederkehrende Muster, die als „Basiskonzepte“ beschrieben werden, erkennen. Damit die Lernenden aus den exemplarischen Unterrichtsthemen allgemeine Erkenntnisse ableiten können, muss der kumulative Aufbau der Basiskonzepte von der Lehrkraft im Blick behalten werden. So muss bei der Planung einer Unterrichtseinheit bedacht werden, welche Aspekte der Basiskonzepte besonders beachtet werden sollen. Dadurch können die Erkenntnisse, die in verschiedenen Unterrichtseinheiten gewonnen werden, zur „Musterbildung“, also zur Verknüpfung und zum Transfer auf eine allgemeine Erkenntnisebene genutzt werden. Erst auf dieser Erkenntnisebene ist problemlösendes Denken und Handeln möglich.

Die Basiskonzepte beinhalten zentrale, aufeinander bezogene Begriffe, Modellvorstellungen und Systematiken. Sie werden Schritt für Schritt durch alle Jahrgangsstufen hindurch in unterschiedlichen Zusammenhängen immer wieder aufgegriffen und weiter differenziert. So kann ein grundsätzliches Verständnis für biologische Phänomene entstehen.

Die folgenden Tabellen (Tabelle 2.5.1 bis 2.5.8) sollen den Aufbau der Basiskonzepte über die Jahrgänge veranschaulichen. Dazu wurden die in den Fachanforderungen formulierten **grundlegenden Zusammenhänge** der inhaltsbezogenen Kompetenzen der Jahrgängen 5/6, 7-9(10) und der Oberstufe in die Tabellen übertragen und den Systemebenen zugeordnet.

**Tabelle 2.5.1 Entwicklung des Basiskonzepts Struktur und Funktion**

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>			Einnischung basiert auf einem evolutiven Prozess und korreliert mit biologischen Strukturen und deren Funktion. <b>OS-SF1, OS-SF4, OS-SF5</b>
<b>Organismus</b>	Organe bzw. Organsysteme zeigen immer den Zusammenhang von Struktur und Funktion. Durch vergleichende Betrachtung bei Wirbeltieren wird eine stammesgeschichtliche Entwicklung skizziert. <b>Sek I-SF1, Sek I-SF2, Sek I-SF3</b>		Es lassen sich idealisierte Grundformen für biologische Strukturen angeben, die alle wesentlichen Merkmale dieser Struktur vereinen. <b>OS-SF1, OS-SF2</b>
<b>Zelle</b>		Zellen haben jeweils eine spezifische Funktion und bedingen bei vielzelligen Organismen die Funktion der Gewebe und Organe. <b>Sek I-SF4, Sek I-SF5</b>	Auch elektronenmikroskopisch sichtbare Bestandteile der Zelle zeigen den Zusammenhang von Struktur und Funktion. <b>OS-SF2</b>
<b>Molekül</b>		Die schematische Darstellung biologischer Makromoleküle veranschaulicht vereinfacht deren Bau und weist so z. T. auf deren Funktion hin. <b>Sek I-SF6</b>	Die schematische Darstellung von biologischen Makromolekülen kann durch Strukturformeln ergänzt werden. Die Funktion kann dann molekular erklärt werden. <b>OS-SF3</b>

Tabelle 2.5.2 Entwicklung des Basiskonzepts Reproduktion

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>			Sexualität erhöht die genetische Variabilität und damit die Anpassungsfähigkeit von Populationen. Umweltbedingungen haben Einfluss auf das Auftreten asexueller und sexueller Fortpflanzung. Das Populationswachstum wird durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Der Mensch beeinflusst durch technische Verfahren die Reproduktionsfähigkeit und die Gesundheit. <b>OS-R1, OS-R4, OS-R5</b>
<b>Organismus</b>	Es gibt asexuelle und sexuelle Fortpflanzung. Die Organe und Strategien der Fortpflanzung sind evolutiv entstanden. <b>Sek I-R1, Sek I-R2</b>	Bei der Reproduktion von Organismen geht es immer um die Weitergabe von Erbinformationen. <b>Sek I-R4, Sek I-R6, Sek I-R7</b>	Die Partnerwahl wird auch durch genetische Faktoren beeinflusst. Reproduktive Fitness ist ein Maß für die Angepasstheit eines Individuums. <b>OS-R2, OS-R3</b>
<b>Zelle</b>		Die Reproduktion von Pro- und Eukaryoten unterscheidet sich grundsätzlich von der Art der Reproduktion bei Viren. <b>Sek I-R3</b>	Gameten- und Zygotenbildung erhöhen die genetische Variabilität. <b>OS-R1</b>
<b>Molekül</b>		Die Weitergabe von Erbinformation unterliegt bestimmten Gesetzmäßigkeiten. <b>Sek I-R5</b>	Chemische Signale spielen bei der Fortpflanzung eine zentrale Rolle. <b>OS-R2</b>

Tabelle 2.5.3 Entwicklung des Basiskonzepts Kompartimentierung

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>		Das Denken in Systemebenen wird auf die Ebene der Biosphäre erweitert. <b>Sek-I-K3</b>	Die Biosphäre lässt sich in Systemebenen strukturieren. Es gibt räumliche und zeitliche Strukturen von Ökosystemen. <b>OS-K3, OS-K4</b>
<b>Organismus</b>	Organismen werden auf der Ebene von Organen und Organsystemen beschrieben. <b>Sek I-K1</b>		
<b>Zelle</b>	Die Systemebene der Zelle wird eingeführt, aber nicht näher beschrieben. <b>Sek I-K1</b>	Das Denken in Systemebenen wird auf lichtmikroskopisch sichtbare Kompartimente der Zelle erweitert. <b>Sek I-K1</b>	Das Denken in Systemebenen wird auf elektronenmikroskopisch sichtbare Kompartimente der Zelle erweitert. <b>OS-K1, OS-K2</b>
<b>Molekül</b>		Moleküle werden schematisch dargestellt. <b>Sek I-K2</b>	Biomembranen sind die Grundlage für die Kompartimentierung der Zelle. Sie bilden Reaktionsräume, die die Steuerung von molekularen Prozessen ermöglichen. <b>OS-K1</b>

Tabelle 2.5.4 Entwicklung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>		Die Biosphäre besteht aus sich nach Gesetzmäßigkeiten gegenseitig beeinflussenden Populationen.  <b>Sek I-SR5</b>	Die Größe und die Zusammensetzung von Populationen in einem Ökosystem befinden sich in einem dynamischen Gleichgewichtszustand.  <b>OS-SR7</b>
<b>Organismus</b>	Steuerungs- und Regelungsprozesse werden im Bereich der Atmung und des Pflanzenwachstums angesprochen.  <b>Sek I-SR1, Sek I-SR2, Sek I-SR3</b>	Individuen werden durch Nerven- und Hormonsystem gesteuert. Das Immunsystem regelt durch Antigen-Antikörper-Reaktionen die Gesundheit des Menschen.  <b>Sek I-SR4</b>	Die Notwendigkeit bestimmte Zustände konstant zu halten, ist eine grundlegende Eigenschaft von Lebewesen.  <b>OS-SR1</b>
<b>Zelle</b>			Alle Steuerungs- und Regelungsprozesse eines Organismus beruhen auf zellulären Vorgängen.  <b>OS-SR5, OS-SR6</b>
<b>Molekül</b>			Alle Steuerungs- und Regelungsprozesse können durch molekulare Vorgänge erklärt werden.  <b>OS-SR2, OS-SR3, OS-SR4</b>

**Tabelle 2.5.5 Entwicklung des Basiskonzepts Stoff- und Energieumwandlung**

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>		<p>Ökosysteme werden auf stofflicher und energetischer Ebene beschrieben; der Einfluss des Menschen wird thematisiert.</p> <p>Der Begriff der nachhaltigen Entwicklung wird eingeführt.</p> <p><b>Sek I-SE7, Sek I-SE8, Sek I-SE9</b></p>	<p>Ökosysteme werden als offene Systeme in einem Fließgleichgewicht analysiert. Der Grundsatz der nachhaltigen Entwicklung wird differenziert dargestellt.</p> <p><b>OS-SE9, OS-SE10, OS-SE11</b></p>
<b>Organismus</b>	<p>Die Verdauung wandelt Stoffe in Bau- und Betriebsstoffe um. Der Blutkreislauf dient der Verteilung von Stoffen. Äußere Atmung ermöglicht den Gasaustausch. Verdauung, Blutkreislauf und äußere Atmung ermöglichen die Energiebereitstellung.</p> <p><b>Sek I-SE1, Sek I-SE2, Sek I-SE3, Sek I-SE4</b></p>		<p>Lebewesen werden als offene Systeme in einem Fließgleichgewicht beschrieben. Kosten-Nutzen-Analysen von Verhaltensweisen werden vorgenommen. Es wird die Energieumwandlung von autotrophen und heterotrophen Organismen verglichen.</p> <p><b>OS-SE1, OS-SE2, OS-SE4, OS-SE5</b></p>
<b>Zelle</b>		<p>Fotosynthese und Zellatmung sind die grundlegenden Prozesse der Stoff- und Energieumwandlung.</p> <p><b>Sek I-SE6</b></p>	<p>Stoff- und Energieumwandlungen werden den Kompartimenten der Zelle zugeordnet.</p> <p><b>OS-SE3</b></p>
<b>Molekül</b>		<p>Vorgänge der Stoff- und Energieumwandlung werden durch modellhafte Darstellungen der Moleküle veranschaulicht.</p> <p><b>Sek I-SE5</b></p>	<p>Es wird mit differenzierteren schematischen Darstellungen gearbeitet, ergänzt durch Reaktionsschemata.</p> <p><b>OS-SE6, OS-SE7, OS-SE8</b></p>

Tabelle 2.5.6 Entwicklung des Basiskonzepts Information und Kommunikation

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>			Kommunikationsprozesse stabilisieren soziale Verbände. Kommunikation ist ein zentraler Bestandteil der Evolution des Menschen.  <b>OS-IK3,OS-IK4</b>
<b>Organismus</b>	Informationsaufnahme und Verarbeitung sind die Grundlage des Verhaltens von Wirbeltieren.  <b>Sek I-IK1</b>	Aufnahme, Verarbeitung und Weitergabe von Informationen werden bestimmten Organen zugeordnet.  <b>Sek I-IK2, Sek I-IK3, Sek I-IK4</b>	Kommunikationsprozesse werden genauer analysiert und immer stärker abstrahiert (Codieren - Decodieren, Redundanz).  <b>OS-IK1</b>
<b>Zelle</b>		Die Aufnahme, Verarbeitung und Weitergabe von Informationen werden zellulären Strukturen zugeordnet.  <b>Sek I - IK4</b>	Kommunikationsprozesse werden auf zelluläre Prozesse übertragen.  <b>OS-IK2</b>
<b>Molekül</b>			Kommunikationsprozesse zwischen Organismen, Organen und Zellen werden durch molekulare Prozesse erklärt.  <b>OS-IK2</b>

**Tabelle 2.5.7 Entwicklung des Basiskonzepts Variabilität und Anpasstheit**

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>			<p>Evolutionsprozesse zeigen sich in Variabilität und Anpasstheit von Individuen in einer Population.</p> <p><b>OS-VA3, OS-VA5, OS-VA7, OS-VA8, OS-VA9, OS-VA10, OS-VA11, OS-VA12</b></p>
<b>Organismus</b>	<p>Lebewesen zeigen Anpasstheit an ihre Umwelt. Unterschiedliche Anpassungen führen zur Biodiversität.</p> <p><b>Sek I-VA1, Sek I-VA2</b></p>	<p>Variabilität und Anpasstheit wird auf der Ebene des Individuums betrachtet. Es wird zwischen individueller und evolutiver Anpasstheit unterschieden. Selektion führt zur evolutiven Anpasstheit.</p> <p><b>Sek I-VA3, Sek I-VA4, Sek I-VA6</b></p>	<p>Individuelle Variabilität und Anpasstheit von Organismen sind die Grundlage für seine reproduktive Fitness.</p> <p><b>OS-VA1, OS-VA4, OS-VA6</b></p>
<b>Zelle</b>		<p>Im Zellkern befindet sich Erbmateriale. Durch Rekombination und Mutation verändert sich das Erbmateriale.</p> <p><b>Sek I-VA5</b></p>	<p>Die Eigenschaften von Zellen werden mit der Variabilität und Anpasstheit von molekularen Prozessen erklärt.</p> <p><b>OS-VA1</b></p>
<b>Molekül</b>		<p>Die Variabilität der Antigen-Antikörper-Reaktion des Immunsystems ermöglicht individuelle Anpassungsprozesse zur Gesundheitserhaltung des Individuums.</p> <p><b>Sek I-VA7</b></p>	<p>Variabilität und Anpasstheit werden auf molekulare Prozesse zurückgeführt und damit erklärt.</p> <p><b>OS-VA1, OS-VA2</b></p>

Tabelle 2.5.8 Entwicklung des Basiskonzepts Geschichte und Verwandtschaft

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Population</b>			<p>Evolutionäre Mechanismen wirken auf den Genpool von Populationen. Die Bildung von Arten wird mit der Synthetischen Evolutionstheorie erklärt. Kreationistische Vorstellungen entsprechen nicht dem naturwissenschaftlichen Denken.</p> <p>Der Mensch als Art ist einerseits Teil eines Evolutionsprozesses und andererseits nutzt er evolutionäre Mechanismen, um Organismen zu verändern.</p> <p><b>OS-GV6, OS-GV7, OS-GV8, OS-GV9, OS-GV10, OS-GV11</b></p>
<b>Organismus</b>	<p>Es gibt eine individuelle und eine evolutionäre Entwicklung. Lebewesen haben gemeinsame Eigenschaften, weil sie sich evolutionär entwickelt haben. Daher sind alle Lebewesen miteinander verwandt.</p> <p>Verwandtschaft lässt sich in Stammbäumen darstellen. Der Mensch verändert Tiere und Pflanzen durch Züchtung.</p> <p><b>Sek I-GV1, Sek I-GV2, Sek I-GV3</b></p>	<p>Die Evolutionstheorie von Darwin liefert eine Erklärung für evolutionäre Veränderungen bei Individuen. Verwandtschaft lässt sich belegen und in Stammbäumen darstellen. Auch der Mensch ist evolutionär entstanden.</p> <p><b>Sek I-GV4, Sek I-GV5, Sek I-GV6, Sek I-GV7</b></p>	
<b>Zelle</b>			<p>Alle Zellen haben gemeinsame Eigenschaften, weil das Leben eine evolutionäre Entwicklung durchlaufen hat.</p> <p>Die Anpassbarkeit eines Organismus beruht auf den evolutionären Anpassungen seiner Zellen.</p> <p><b>OS-GV1, OS-GV2, OS-GV3</b></p>

	5/6	7-9(10)	Oberstufe
<b>Molekül</b>			<p>Die Angepasstheit von Organismen beruht auf physiologischen und molekularen Prozessen, die evolutiv entstanden sind. Der Grad der Verwandtschaft kann molekular ermittelt werden.</p> <p><b>OS-GV4, OS-GV6</b></p>

## III Didaktisches Konzept für die Sekundarstufe I und II

Im Folgenden wird ein didaktisches Konzept vorgestellt, das die Unterrichtsinhalte für die Sekundarstufe I und II durchgängig strukturiert. Den Kolleginnen und Kollegen, aber auch den Schülerinnen und Schülern, wird eine Orientierungshilfe angeboten, die die Vielfalt der biologischen Inhalte strukturiert.

### Strukturierendes Prinzip

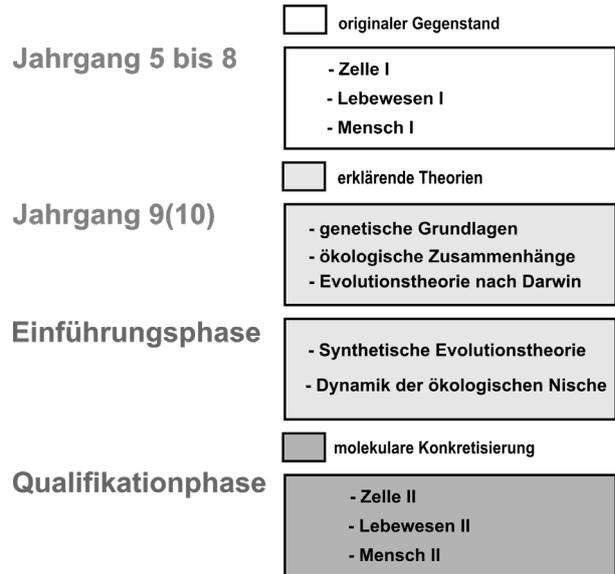


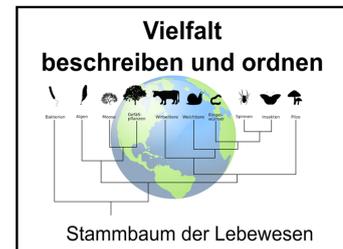
Abbildung 3.1 Struktur Jahrgang 5 bis 12(13)

In den Jahrgängen 5 bis 7 steht die originale Begegnung mit der Vielfalt makroskopischer und mikroskopischer Lebensformen im Mittelpunkt des Unterrichts. Im Jahrgang 8 wird der Mensch in diese Vielfalt eingeordnet. Schwerpunkt der inhaltlichen Arbeit ist die Gesunderhaltung des Körpers durch eine verantwortliche Lebensführung.

#### 5./6. Jahrgang



#### 7. Jahrgang



#### 8. Jahrgang

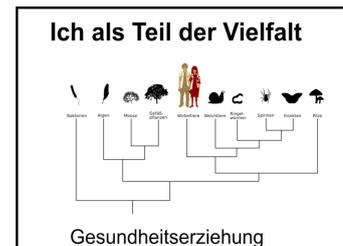
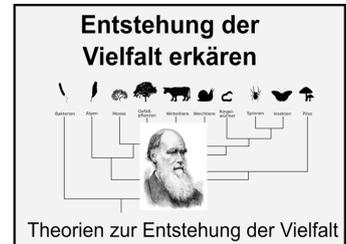


Abbildung 3.2 Struktur Jahrgang 5 bis 8

Um die Entstehung und die Dynamik der Vielfalt des Lebens zu erklären und um Vorhersagen für die Weiterentwicklung von Lebensformen machen zu können, benötigt man wissenschaftliche Theorien. Diese werden im Jahrgang 9(10) zunächst durch die Evolutionstheorie nach Darwin angeboten und anschließend in der Einführungsphase durch die Synthetische Evolutionstheorie ergänzt, präzisiert und aktualisiert.

### 9.(10) Jahrgang



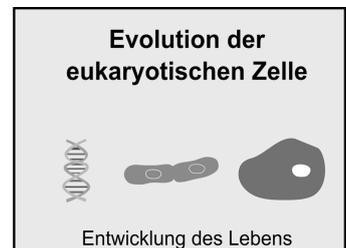
### Einführungsphase



Abbildung 3.3 Struktur Jahrgang 9 (10) und Einführungsphase

In der Qualifikationsphase der Oberstufe wird die Synthetische Evolutionstheorie auf die zelluläre und molekulare Ebene erweitert und angewandt. Es werden Grundlagen geschaffen, die genutzt werden, um die Steuerung der Individualentwicklung des Menschen sowie evolutive Prozesse letztendlich molekulargenetisch schlüssig zu erklären.

### Q<sub>1</sub>-Phase



### Q<sub>2</sub>-Phase



Abbildung 3.4 Struktur der Qualifikationsphase

Die Sichtweise der Schülerinnen und Schüler muss sich im Laufe der Schulzeit von lokalen über regionale zu globalen Phänomenen erweitern. In den unteren Jahrgängen bilden daher Lebewesen und biologische Phänomene aus dem unmittelbaren Umfeld der Schülerinnen und Schüler den unterrichtlichen Kontext. In den höheren Jahrgängen werden zunehmend Phänomene angesprochen, die eine globale Sicht erfordern. Es geht zunehmend um das Leben an sich, um persönliches Handeln in globaler Verantwortung.

Parallel dazu verläuft die Perspektive gemäß dem Basis-konzept *Kompartimentierung* von der Systemebene Organismus über die Ebene der Zelle zur Molekülebene. In den unteren Jahrgängen steht der Organismus in seiner Anpasstheit im Fokus des Unterrichts. In der Qualifikationsphase werden zelluläre Strukturen aus den Eigenschaften der Moleküle abgeleitet, welche die Struktur aufbauen. Die konkrete Vorgehensweise wird in den Kapiteln 4.2 und 4.3 für die Sekundarstufe I und in den Kapiteln 5.3 und 5.4 für die Sekundarstufe II beschrieben.

## IV Unterricht in der Sekundarstufe I

### 4.1 Prozessbezogene Kompetenzen in der Sekundarstufe

Der Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen, die eine naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) charakterisieren. Die Bewältigung naturwissenschaftlicher Probleme erfordert das permanente Zusammenspiel von prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Die prozessbezogenen Kompetenzen Er-

kenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung sind daher untrennbar mit dem Fachwissen verbunden.

Durch die Wahl unterschiedlicher Kontexte können die Lehrkräfte persönliche Schwerpunktsetzungen in ihrem Unterrichtsgang vornehmen. Tabelle 4.1.1 zeigt Kontextbereiche, aus denen geeignete Kontexte für den Unterricht formuliert werden können.

Tabelle 4.1.1 Kontextbereiche in den Naturwissenschaften verändert nach PISA 2006<sup>10</sup>

Kontexte	Persönlich (die Personen)	Sozial (die Gemeinschaft)	Global (das Leben weltweit)
<b>Gesundheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesundheitsvorsorge</li> <li>• Unfallverhütung</li> <li>• Ernährung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krankheitsbekämpfung</li> <li>• Eindämmung der Ansteckungsgefahr</li> <li>• Ernährungsaufklärung</li> <li>• öffentliche Gesundheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erneuerbare und nicht erneuerbare Ressourcen</li> <li>• Ökosysteme</li> <li>• Bevölkerungswachstum</li> <li>• nachhaltige Artennutzung</li> </ul>
<b>natürliche Ressourcen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• persönlicher Material- und Energieverbrauch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz menschlicher Populationen</li> <li>• Lebensqualität</li> <li>• Nahrungsmittelerzeugung</li> <li>• Nahrungsmittelverteilung</li> <li>• Energieversorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversität</li> <li>• ökologische Nachhaltigkeit</li> <li>• Umweltschutz</li> <li>• Bodenertrag und Bodenschwund</li> </ul>
<b>Umwelt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• umweltverträgliches Verhalten</li> <li>• Nutzung und Entsorgung von Materialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevölkerungsverteilung, Abfallentsorgung, Umweltfolgen, örtliche Wetterverhältnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimawandel</li> <li>• Folgen moderner Kriegsführung</li> </ul>
<b>Gefahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturgefahren</li> <li>• vom Menschen ausgehende Gefahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rasche Veränderungen (Erdbeben, Unwetter)</li> <li>• langsame, allmähliche Veränderungen (Küstenerosion, Sedimentablagerung)</li> <li>• Risikoabschätzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artensterben</li> <li>• Raumforschung</li> </ul>
<b>aktuelle Entwicklungen in Forschung und Technologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interesse an naturwissenschaftlichen Erklärungen natürlicher Phänomene</li> <li>• Hobbys, Sport- und Freizeitaktivitäten, Musik, Technologie für den persönlichen Gebrauch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Werkstoffe</li> <li>• Geräte und Verfahren</li> <li>• Gentechnik</li> <li>• Verkehr</li> </ul>	

<sup>10</sup> vgl. Die naturwissenschaftlichen Kontextbereiche von PISA 2006. IN: PISA 2006. Schulleistungen im internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen. Bertelsmann Verlag, Bielefeld 2007.

Die Kompetenzerwartungen im Bereich *Umgang mit Fachwissen* sind in den Fachanforderungen verbindlich an Fachinhalte gebunden. Dies gilt auch **für einige Inhalte im Kompetenzbereich Bewertung** (Fachanforderungen Biologie Seite 18 und 43). Ansonsten sind die **prozessbezogenen Kompetenzen nicht an Fachinhalte gebunden**.

Daher können durch die Wahl der Fragestellung gezielt Schwerpunktsetzungen bei der Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen vorgenommen werden.

In Tabelle 4.1.2 zeigt dies beispielhaft für das Thema „Gesunde Ernährung“.

**Tabelle 4.1.2 Schwerpunktsetzung bei den prozessbezogenen Kompetenzen durch unterschiedliche Fragestellungen**

Thema: Gesunde Ernährung			
	Kommunikation	Erkenntnisgewinnung	Bewertung
	Persönlicher Kontext	Sozialer Kontext	Globaler Kontext
<b>Fragestellung</b>	<i>Welches Gewicht ist „normal“ für mich?</i>	<i>Was ist gesünder: Frisches Gemüse, Tiefkühlgemüse oder Dosengemüse?</i>	<i>Wie viel Fleisch braucht der Mensch?</i>
	<p><b>Informationen erschließen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherchen zu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Essstörungen</li> <li>• Body-Mass-Index</li> <li>• Diäten</li> </ul> </li> <li>• Glaubwürdigkeit der Quelle beurteilen</li> <li>• Umgang mit digitalen Medien üben.</li> </ul> <p><b>Informationen weitergeben/ Ergebnisse präsentieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material aus dem Internet verwalten und aufarbeiten.</li> <li>• Material analysieren und diskutieren.</li> <li>• Geeignete Repräsentationsform auswählen.</li> <li>• Zusammenstellen, aufarbeiten und präsentieren der Ergebnisse.</li> </ul> <p><b>Argumentieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentativ die oben gestellten Fragen anhand der Rechercheergebnisse beantworten.</li> </ul> <p><b>Fach- und Symbolsprache angemessen verwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse in einer angemessenen Fachsprache darstellen.</li> <li>• Grafische Darstellung entwickeln.</li> </ul>	<p><b>Fragen entwickeln:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• s.o.</li> </ul> <p><b>Hypothesen formulieren:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frisches Gemüse ist gesünder, weil es nicht behandelt wird.</li> <li>• Tiefkühlgemüse ist gesünder, weil im gefrorenen Zustand keine Inhaltsstoffe verloren gehen.</li> <li>• Bei der Herstellung von Dosengemüse gehen viele Inhaltsstoffe verloren, daher ist es nicht gesund.</li> <li>• ...</li> </ul> <p><b>Untersuchungsdesigns entwickeln und anwenden:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitamin-C-Gehalt als Maß für die „Gesundheit“ festlegen.</li> <li>• Einen Versuch entwickeln, mit dem man den Vitamin-C-Gehalt ermitteln kann.</li> </ul> <p><b>Datenauswertungen vornehmen und dokumentieren.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten der Vitamin-C-Messung in Tabellen sammeln und dann in Grafen darstellen.</li> <li>• Ausgangsfrage beantworten.</li> </ul> <p><b>Modelle verwenden:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell des Vitamin-C-Moleküls</li> </ul>	<p><b>Bewertungskriterien formulieren und anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werte formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohlbefinden der Tiere</li> <li>• Gesundheit der Tiere</li> <li>• Schutz des Lebens</li> <li>• Gesundheit der Menschen</li> <li>• Niedrige Preise</li> <li>• Einkommen der Landwirte</li> <li>• Fortschritt</li> <li>• ...</li> </ul> </li> <li>• Eine persönliche Gewichtung der Werte vornehmen (persönliche Reihenfolge der Werte).</li> </ul> <p><b>Handlungsoptionen formulieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Fleisch kaufen und sich vegetarisch ernähren.</li> <li>• Wenig Fleisch kaufen und wenn, dann nur aus artgerechter Haltung.</li> <li>• Nur Fleisch kaufen, das aus artgerechter Haltung stammt.</li> <li>• Fleisch aus artgerechter Haltung kaufen, wenn es kostengünstig ist.</li> <li>• Nur kostengünstiges Fleisch konsumieren.</li> <li>• ...</li> </ul> <p><b>Handlungsfolgen beurteilen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu den formulierten Handlungsoptionen jeweils positive und negative Handlungsfolgen formulieren.</li> <li>• Sich für eine Handlungsoption begründet entscheiden.</li> </ul>

## 4.2 Unterricht im 5./6. Jahrgang

Zur Umsetzung der Fachanforderungen in den Jahrgängen 5 und 6 wird vorgeschlagen, die Kennzeichen des Lebens zur Strukturierung des Unterrichts zu nutzen. Zu Beginn des 5. Jahrgangs eingeführt, schaffen sie eine Struktur, die den Schülerinnen und Schülern den Fortgang des Unterrichts transparent macht (Abbildung 4.2.1). Nach der Orientierungsstufe werden die Kennzeichen des Lebens durch die Basiskonzepte der EPA erweitert.

Aus dieser Gliederung lassen sich neun Unterrichtsabschnitte, die in Tabelle 4.2.1 dargestellt sind, ableiten. Zu

jedem Unterrichtsabschnitt sind mehrere mögliche Unterrichtsthemen vorgeschlagen, die einen motivierenden Kontext formulieren sollen. Je nach Fragestellung können unterschiedliche prozessbezogene Kompetenzen angesprochen und gefördert werden (siehe Kapitel 4.1, Tabelle 4.1.2). Bei der Wahl der Unterrichtsthemen und der konkreten Unterrichtsinhalte sollten lokale Bezüge bevorzugt gewählt und Organismen ausgewählt werden, die aus der unmittelbaren Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler stammen.

## Strukturierung des 5./6. Jahrgangs



Abbildung 4.2.1 Struktur Jahrgänge 5 und 6

Tabelle 4.2.1 Möglicher Unterrichtsgang Jahrgangsstufen 5 und 6

Jahrgangsstufen 5/6				
Unterrichtsabschnitte		Unterrichtsthemen	Unterrichtsinhalte	Grundlegende Zusammenhänge der Fachanforderungen
Kennzeichen des Lebens	Alle Lebewesen weisen grundlegende gemeinsame Eigenschaften auf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ich lebe - woran merke ich das?</li> <li>• Die Zwiebel im Kühlschrank - lebt sie noch? - und wie ist es mit der Tomate?</li> </ul>	<p>Übersicht - Kennzeichen des Lebens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reizbarkeit</li> <li>• Bewegung</li> <li>• Stoffwechsel (Zelle)</li> <li>• Wachstum und Vermehrung</li> <li>• Entwicklung</li> </ul>	Vorbereitend auf die Basis-konzepte der EPA werden hier zunächst die Kennzeichen des Lebens eingeführt.
Reizbarkeit	Lebewesen orientieren sich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich in der Welt zurechtfinden - jeder macht es anders!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltreize</li> <li>• Sinnesorgane der Tiere</li> <li>• Verhalten eines Wirbeltieres</li> </ul>	<p>Kommunikation Sek I - IK1</p> <p>Variabilität und Anpasstheit Sek I - VA1</p>
Bewegung	Lebewesen bewegen sich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rennen, schwimmen, fliegen, kratzen- kein Tier kann alles!</li> <li>• „Hände und Arme - Füße und Beine“ im Vergleich.</li> </ul>	<p>Angepasstheit bei Wirbeltieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung im Wasser, an Land und in der Luft</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I - SF1 Sek I - SF2</p>
Stoffwechsel	Lebewesen brauchen Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiere essen „Energie“?</li> <li>• Essen und atmen - warum ist das so wichtig?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumsatz bei Tieren</li> <li>• Ernährung und Verdauung</li> <li>• Betriebsstoffe</li> <li>• äußere Atmung</li> </ul>	<p>Stoff- und Energieumwandlung Sek I - SE1 Sek I - SE2 Sek I - SE3 Sek I - SE4</p>
	Meine Gesundheit ist beeinflussbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vom Bauernhof in den Supermarkt, dann in die Küche und danach auf den Sportplatz!</li> <li>• Was mein Körper kann und was er dazu braucht.</li> <li>• Meine Lebensmittel mach ich selbst!</li> <li>• Welche Schuhe passen zu mir?</li> <li>• Wie lange sitze ich pro Tag?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittelproduktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Käse und Joghurt</li> </ul> </li> <li>• Gesunderhaltung des Körpers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fleisch und Wurst</li> <li>• Getreide und Brot</li> <li>• Gemüse und Obst</li> </ul> </li> <li>• Körperbau und Bewegung</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I - SF1 Sek I - SF2</p> <p>Kompartimentierung Sek I - K1</p> <p>Steuerung und Regelung Sek I - SR1 Sek I - SR2</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung Sek I - SE2 Sek I - SE3 Sek I - SE4 Sek I - SE5</p>

Wachstum und Vermehrung	<b>Lebewesen wachsen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht, Luft und Wasser – das reicht!</li> <li>• Tiere quält man nicht – gilt das auch für Pflanzen?</li> <li>• Das langsame Leben der Pflanzen</li> <li>• Pflanzen in Meer und Wüste – von Blättern, Stängeln und Wurzeln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflanzen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standortbedingungen</li> <li>• Keimung</li> </ul> </li> <li>• Tiere <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährungsformen (Pflanzenfresser, ...)</li> <li>• Baustoffe</li> </ul> </li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I – SF1</p> <p>Kompartimentierung Sek I – K1</p> <p>Steuerung und Regelung Sek I – SR3</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung Sek I – SE1</p> <p>Variabilität und Angepasstheit Sek I – VA1 Sek I – VA2</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft Sek I – GV1 Sek I – GV2</p>
Wachstum und Vermehrung	<b>Lebewesen vermehren sich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle machen es anders, aber doch irgendwie gleich!</li> <li>• Lebewesen wollen sich vermehren – mehr nicht!</li> <li>• Auch Pflanzen haben Sex!</li> <li>• Lebende Steine, die blühen?</li> <li>• Unterschiede bei Jungen und Mädchen, Mann und Frau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermehrung bei Tieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gründe für Sexualität</li> <li>• Vermehrung bei Wirbeltieren</li> <li>• Vermehrung bei Wirbellosen</li> </ul> </li> <li>• Vermehrung bei Pflanzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blüte</li> <li>• Bestäubung</li> <li>• Verbreitung von Samen</li> <li>• Am Blütenbau die Verwandtschaft von Pflanzen erkennen.</li> </ul> </li> <li>• Vermehrung bei Menschen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pubertät</li> <li>• Schwangerschaft und Geburt</li> <li>• Liebe und Sexualität</li> </ul> </li> </ul>	<p>Reproduktion Sek I – R1 Sek I – R2</p> <p>Variabilität und Angepasstheit Sek I – VA1 Sek I – VA2</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft Sek I – GV1 Sek I – GV2</p>

<b>Entwicklung</b>	<b>Das Leben entwickelt sich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vom Wasser an Land und zurück.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang Wasser-Land- (Luft)-Wasser</li> <li>• Stammbaum der Wirbeltiere</li> <li>• Domestikation von Haus- und Nutztieren</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion            Sek I – SF1            Sek I – SF2            Sek I – SF3</p> <p>Information und Kommunikation            Sek I – IK1</p> <p>Variabilität und Anpasstheit            Sek I – VA1            Sek I – VA2</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft            Sek I – GV1            Sek I – GV2</p>
	<b>Der Mensch beeinflusst die natürliche Entwicklung der Lebewesen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können wir mit dem Wolf leben und er mit uns?</li> <li>• Wie kam der „Wildkohl“ in die Küche?</li> <li>• Rasen oder Wiese?</li> <li>• Alle Lebewesen haben das Recht artgerecht zu leben – was heißt eigentlich „artgerecht“?</li> <li>• Der Maulwurf – der Schrecken des Nachbarn!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Züchtung:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• vom Wolf zum Hund</li> <li>• vom Wildkohl zum Gemüsekohl</li> </ul> </li> <li>• artgerechte Tierhaltung:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierhaltung in Ställen</li> <li>• Umgang mit Haustieren</li> </ul> </li> </ul>	<p>Struktur und Funktion            Sek I – SF1            Sek I – SF3</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft            Sek I – GV1            Sek I – GV3</p>

### 4.3 Unterricht im 7- 9 (10) Jahrgang

Biologie wird im Vergleich mit anderen Schulfächern von Schülerinnen und Schüler als interessant empfunden. Dem hohen Interesse am Biologieunterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6 folgt aber meist ein rapider Interessenabfall bis zum Jahrgang 8. In höheren Jahrgangsstufen verbessert sich das Interesse an biologischen Themen langsam wieder. Gründe für diesen Interessenabfall sind die Behandlung von Themen, die weniger Interesse

wecken, die zunehmende Komplexität der Unterrichtsinhalte und der damit einhergehende steigende Schwierigkeitsgrad des Unterrichts. Zusätzlich beeinflussen entwicklungsbedingte Faktoren das Interesse an schulischen Inhalten. Körperliche Veränderungen erfordern eine Neuorientierung im sozialen Umfeld. Den Schülerinnen und Schülern werden die Vielfalt und die Komplexität des Lebens zunehmend bewusst. Sich in dieser Vielfalt zu orientieren und die Entstehung dieser Vielfalt zu verstehen, ist Leitgedanke des Unterrichts der Sekundarstufe I.



Abbildung 4.3.1 Mögliche Strukturierung des 7.-9.(10) Jahrgangs

Es gilt zunächst die Vielfalt des Lebens zu entdecken, zu ordnen sowie sich einen Überblick über die wichtigsten Lebensformen zu verschaffen und in einem Stammbaum zu veranschaulichen (Jahrgangsstufe 7). Dazu werden beispielhaft Organismen gewählt, die das Interesse der Schülerinnen und Schüler wecken. Während in den Jahrgängen 5 und 6 Wirbeltiere und Gefäßpflanzen im Unterricht angesprochen werden, sollten neben diesen beiden Organismengruppen in Jahrgangsstufe 7 Viren, Prokaryoten, Einzeller, Pilze, Algen, Moose und Wirbellose in ihren Anpassungserscheinungen behandelt werden.

Im 8. Jahrgang haben Schülerinnen und Schüler entwicklungsbedingt großes Interesse am eigenen Körper und der Entwicklung ihrer Persönlichkeit im sozialen Umfeld. In dieser Orientierungsphase kann der Biologieunterricht wichtige Hilfestellungen leisten. Daher sollten im gesamten 8. Jahrgang der Mensch und seine Beziehungen zu anderen Lebewesen im Mittelpunkt des Unterrichts stehen.

Den Schülerinnen und Schülern müssen Hilfestellungen zur körperlichen und psychosozialen Gesunderhaltung der eigenen Person angeboten werden. Unterrichtlicher Kontext sollte daher im gesamten 8. Jahrgang die Gesundheitserziehung, beziehungsweise die Gesundheitsförderung sein.

In Jahrgang 9(10) können schließlich die Mechanismen angesprochen werden, die zur Entstehung der Vielfalt geführt haben. Der Begriff des Allels, dessen Weitergabe sowie die Evolutionstheorie von Darwin bilden die fachliche Grundlage für die Erklärung evolutiver Veränderungen. Dabei bleiben alle Erklärungen auf der Ebene des Individuums. Weiterhin kann ein Individuum nie allein betrachtet werden, sondern muss immer im Zusammenleben mit anderen Arten gesehen werden. Daher werden zum Abschluss der Sekundarstufe I ökologische Aspekte angesprochen, die es den Schülerinnen und Schülern erlauben, sich als Mensch in die Vielfalt des Lebens einzuordnen. Die Sichtweise wird zunehmend globaler.

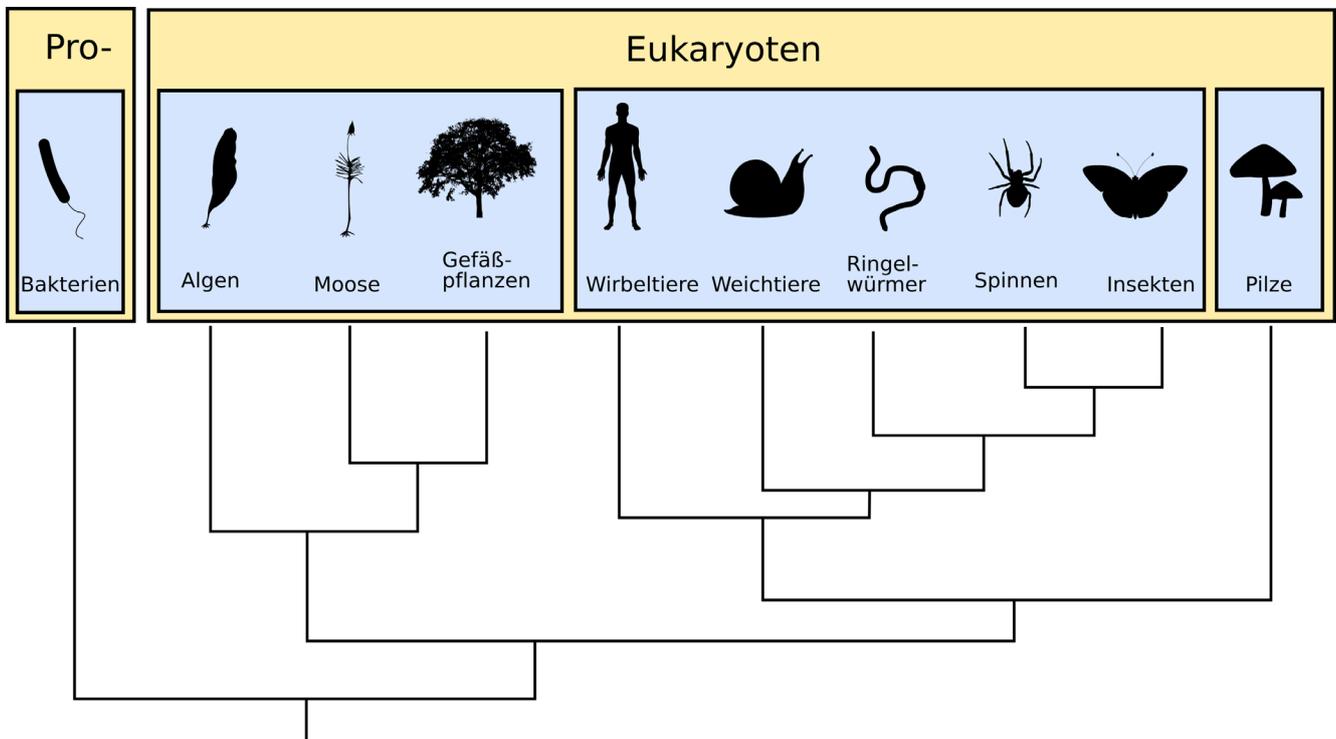


Abbildung 4.3.2 Möglicher Stammbaum von Organismengruppen im 7-9 (10) Jahrgang<sup>11</sup>

Die folgende Übersicht (Tabelle 4.3.1) stellt eine mögliche Abfolge der Unterrichtsabschnitte dar, wenn Biologie in der gesamten Sekundarstufe I durchgängig zweistündig unterrichtet wird. Die Verteilung der Kontingentstunden der Fächer Chemie, Biologie und Physik sowie organisatorische Entscheidungen der Schule müssen aufeinander abgestimmt werden. Ebenso sollten die Möglichkeiten zur Zusammenarbeit der Fächer genutzt werden.

<sup>11</sup> Einzeller bilden keine einheitliche systematische Gruppe, sie können daher in diesem einfachen Stammbaum nicht abgebildet werden, sollten aber im Unterricht thematisiert werden.

Tabelle 4.3.1 Möglicher Unterrichtsgang 7 bis 9(10)

Unterrichtsgang Jahrgangsstufen 7- 9(10)			
Unterrichtsabschnitte	Unterrichtsthemen	Unterrichtsinhalte	Grundlegende Zusammenhänge der Fachanforderungen
<b>Jahrgangsstufe 7</b>			
<p><b>7.1 Vielfalt im Kleinen</b></p> <p><i>Grundprinzipien des Lebens beschreiben und erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Leben verstehen - vom Kleinen zum Großen.</li> <li>• Wozu Zellen? - geht es nicht ohne?</li> <li>• Zellen, die alles allein können, und Zellen, die nur eines können!</li> <li>• Man kann Leben messen!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzepte (EPA) anwenden auf:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viren</li> <li>• Prokaryoten</li> <li>• pflanzliche und tierische Zellen</li> <li>• Einzeller</li> <li>• Vielzeller</li> </ul> </li> <li>• lichtmikroskopisches Bild der Zelle</li> <li>• Entwicklung vom Einzeller zum Vielzeller</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion                              Sek I - SF4                              Sek I - SF5</p> <p>Reproduktion                              Sek I - R3</p> <p>Kompartimentierung                              Sek I - K2</p>
<p><b>7.2 Vielfalt im Großen</b></p> <p><i>Überblick gewinnen in der Vielfalt des Lebens</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sind Pflanzen mit Tieren verwandt?</li> <li>• Leben mit und ohne Knochen.</li> <li>• Wie wachsen Käfer? - Insekten sind anders.</li> <li>• Leben am seidenen Faden.</li> <li>• Leben ohne Beine.</li> <li>• Im Prinzip sind alle gleich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirbellose:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Entwicklung von Insekten</li> <li>• Bau und Entwicklung von anderen Wirbellosen</li> </ul> </li> <li>• Stammbaum aller Lebewesen</li> </ul>	<p>Reproduktion                              Sek I - R6</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft                              Sek I - GV6</p>
<p><b>7.3 Vielfalt in Beziehung setzen</b></p> <p><i>In der Vielfalt die Beziehungen zwischen Lebewesen beschreiben und erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen und verstanden werden.</li> <li>• Parasiten und Wirt - ein ständiges „Wettrüsten“!</li> <li>• Wenn sich Lebewesen gegenseitig helfen.</li> <li>• Von „guten und bösen Lebewesen“.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation zwischen Lebewesen (z.B. Insekten)</li> <li>• Sinnesorgane und Nervensysteme im Tierreich</li> <li>• Parasitismus und Symbiose</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion                              Sek I - SF5</p> <p>Information und Kommunikation                              Sek I - IK2                              Sek I - IK3                              Sek I - IK4</p> <p>Steuerung und Regelung                              Sek I - SR4</p>

<b>Jahrgangsstufe 8</b>			
<p><b>8.1 Vielfalt des eigenen Körpers</b></p> <p><i>Den richtigen Umgang mit meinem Körper beschreiben und erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wer oder was steuert mich?</li> <li>• Die Welt meiner Sinne und meine Reaktion darauf.</li> <li>• Ich brauche laute Musik!</li> <li>• Welches Gewicht ist „normal“ für mich?*</li> <li>• Was ist gesünder: Frisches Gemüse, Tiefkühlgemüse oder Dosengemüse?*</li> <li>• Wie viel Fleisch braucht der Mensch?*</li> </ul>	<p><b>Gesundheitsförderung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährung und Verdauung</li> <li>• Bewegung</li> <li>• Sinnesorgane und Nervensystem des Menschen</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I – SF5 Sek I – SF6</p> <p>Kompartimentierung Sek I – K2</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung Sek I – SE5</p> <p>Information und Kommunikation Sek I – IK2 Sek I – IK3 Sek I – IK4</p>
<p><b>8.2 Sich selbst in Beziehung setzen mit anderen Lebewesen</b></p> <p><i>Das Immunsystem als Kontaktorgan zur Außenwelt beschreiben und erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Quälgeister“ der Menschen und ihre Bekämpfung.</li> <li>• Mein Immunsystem – der Gärtner in meinem „Mikroben-garten“.</li> <li>• Mein Immunsystem trainieren.</li> <li>• Wenn mein Immunsystem mich krank macht ...</li> </ul>	<p><b>Gesundheitsförderung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immunsystem des Menschen</li> <li>• Parasiten des Menschen</li> <li>• sexuell übertragbare Krankheiten und deren Prävention (AIDS/HIV)</li> <li>• Immunisierung</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I – SF5</p> <p>Reproduktion Sek I – R7</p> <p>Information und Kommunikation Sek I – IK2 Sek I – IK3 Sek I – IK4</p> <p>Steuerung und Regelung Sek I – SR4</p> <p>Variabilität und Anpasstheit Sek I – VA7</p>
<p><b>8.3 Sich selbst in Beziehung setzen zu anderen Menschen</b></p> <p><i>Die eigene Sexualität und die anderer Menschen beschreiben, erklären und akzeptieren</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meine Sexualität gehört mir.</li> <li>• Mein Kind soll gesund sein!</li> <li>• Wenn kein Kind kommt, machen wir es im Labor?</li> <li>• Die Party war super - aber danach ging's mir richtig schlecht.</li> </ul>	<p><b>Gesundheitsförderung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexualität des Menschen</li> <li>• Embryonalentwicklung des Menschen</li> <li>• Verfahren der Reproduktionsmedizin</li> <li>• Hormonsystem</li> <li>• Suchtprävention: Verhaltens- und Verhältnisprävention</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I – SF6</p> <p>Reproduktion Sek I – R5 Sek I – R6 Sek I – R8</p>
<p><b>*Siehe Kapitel 4.1 Prozessbezogene Kompetenzen in der Sekundarstufe I, S. 29</b></p>			

Jahrgangsstufe 9			
<p><b>9.1 Grundlagen der Vielfalt</b></p> <p><i>Erbanlagen als Grundlage der Vielfalt beschreiben und erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der geheime Plan!</li> <li>• Wozu gibt es Sex?</li> <li>• Von Krankheiten, die nicht anstecken aber weitergegeben werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA als Bestandteil der Chromosomen</li> <li>• Mitose, Meiose, Keimzellenbildung</li> <li>• Rekombination</li> <li>• dominante, rezessive Allele</li> <li>• Mendelsche Regeln</li> <li>• Genom des Menschen</li> <li>• Stammbaumanalysen autosomaler und gonosomaler Erbgänge</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I – SF6</p> <p>Reproduktion Sek I – R4 Sek I – R5</p> <p>Information und Kommunikation Sek I – IK4</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft Sek I – VA5</p>
<p><b>9.2. Entstehung der Vielfalt</b></p> <p><i>Die Entwicklung der Vielfalt erklären</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alles geht ineinander über, aber nicht alles, was gleich aussieht, gehört zusammen.</li> <li>• Vielfalt schafft Wandel – alles wird besser?</li> <li>• Wer stehen bleibt, hat verloren!</li> <li>• Gibt es einen Plan oder gibt es Regeln?</li> <li>• Nur für die Besten ist Platz!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belege für einen Evolutionsprozess</li> <li>• Fossilien</li> <li>• Übergangsformen</li> <li>• Homologie versus Analogie</li> <li>• Evolutionstheorien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darwin</li> <li>• Lamarck</li> </ul> </li> <li>• Selektion und Variabilität</li> <li>• Mutation und Modifikation</li> <li>• Artbegriff</li> <li>• evolutive Entwicklung des Menschen</li> </ul>	<p>Variabilität und Anpasstheit Sek I – VA3 Sek I – VA4 Sek I – VA5 Sek I – VA6 Sek I – VA7</p> <p>Geschichte und Verwandtschaft Sek I – GV4 Sek I – GV5 Sek I – GV5 Sek I – GV7</p>

<p><b>9.3 Der Mensch als Teil der Vielfalt</b></p> <p><i>Den Menschen in die Biosphäre einordnen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Natur ist grün – ist Grün die Farbe des Lebens?</li> <li>• Atmen alle Lebewesen?</li> <li>• Die „Einbahnstraße“ der Energie.</li> <li>• Was alles im Meer schwimmt und wieso schwimmt dort auch mein Duschgel?</li> <li>• Der Mensch als Teil der Biosphäre – schaffen wir das?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematischer Bau von biologischen Makromolekülen und deren Funktion</li> <li>• Enzyme</li> <li>• Fotosynthese</li> <li>• Zellatmung</li> <li>• Stoffkreisläufe</li> <li>• nachhaltiger Umgang mit den natürlichen Ressourcen</li> <li>• Funktionszusammenhänge in Ökosystemen</li> <li>• Trophiestufen</li> </ul>	<p>Struktur und Funktion Sek I – SF5 Sek I – SF6</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung Sek I – SE5 Sek I – SE6</p> <p>Kompartimentierung Sek I – K2 Sek I – K3</p> <p>Steuerung und Regelung Sek I – SR5</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung Sek I – SE6 Sek I – SE7 Sek I – SE8</p> <p>Variabilität und Angepasstheit Sek I – VA7</p>
--	---	---	--

Die in der Tabelle 4.3.1 dargestellten Vorschläge stellen lediglich eine kleine Auswahl der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten dar. Die prozessbezogenen Kompetenzen sind hier nicht aufgeführt. Je nach regionaler Lage der Schule, aktuellen Ereignissen, Interessen der Schülerinnen und Schüler, aber auch der Lehrkraft, können unterschiedliche Schwerpunkte bei der Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen gesetzt werden.

Weiterhin gilt für eine Reihe von Inhalten (Gesundheit, Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Schutz der Meere, Nutzung von fossilen Brennstoffen, regenerative Energien und Kernenergie, ...), dass sie nicht isoliert im Biologieunterricht betrachtet werden sollten. Absprachen innerhalb und zwischen den Fachschaften sind notwendig, um Synergien zu schaffen.

## V Unterricht in der Sekundarstufe II

Die Einführungsphase der Oberstufe bildet die Schnittstelle zwischen der Sekundarstufe I und der Oberstufe. Diese Phase schulischen Lernens bekommt für die Schülerinnen und Schüler eine besondere Bedeutung. Einerseits markiert sie für die Lernenden den Einstieg in die Vorbereitung zum Abitur und damit zur Vorbereitung auf ein Studium, andererseits werden die Klassen neu zusammengesetzt und zum Teil durch Lernende anderer Schulen ergänzt. Das erhöht die Heterogenität der Klassen und erfordert die Sicherung eines Basiswissens sowie die gezielte Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen, damit der Wissenserwerb zunehmend selbstständig erfolgen kann.

### 5.1 Prozessbezogene Kompetenzen in der Sekundarstufe II

Unter prozessbezogenen Kompetenzen sind diejenigen Fähigkeiten und Fertigkeiten zusammengefasst, die zur Ausübung typischer Handlungsdimensionen in der Biologie, erforderlich sind. Zu diesen Handlungsdimensionen gehören insbesondere

- Erkenntnisse mit naturwissenschaftlichen Methoden zu gewinnen,
- biologische Phänomene und Erkenntnisse zu kommunizieren,
- die Anwendung biologischer Erkenntnisse zu bewerten.

Die prozessbezogenen Kompetenzen werden im Biologieunterricht selbst zum Thema des Unterrichts. Sie werden bereits in der Sekundarstufe I erworben und in der Sekundarstufe II weiter angewandt und vertieft. In diesem Zusammenhang erhält das Reflektieren über die prozessbezogenen Kompetenzen zunehmend Raum, um Schülerinnen und Schülern Wissen und Fähigkeiten über Denk- und Arbeitsweisen der Biologie und der Naturwissenschaften zu vermitteln.

Im Folgenden sind beispielhaft einige Fragen aufgeführt, die im Unterricht zu diesem Zweck geklärt werden sollten (als Vorgabe gelten die Tabellen III 2.1.1 bis 2.1.3; Seite 41 bis 43 in den Fachanforderungen Biologie).

Erkenntnisgewinnung:

- Aus welchen Schritten besteht ein Erkenntnisgewinnungsprozess?

- Was ist eine Hypothese?
- Was ist eine Theorie?
- Was ist der Unterschied zwischen *deduktiv* und *induktiv*?
- Warum liefern Schöpfungsmythen keine naturwissenschaftlichen Aussagen?

Kommunikation:

- Welche Informationsquelle ist passend für den zu bearbeitenden Inhalt?
- Welche Präsentationsform ist angemessen für den zu bearbeitenden Inhalt?
- Wie werden Inhalte adressatengerecht aufgearbeitet?
- Welche Darstellungsformen bieten sich an?
- Wie werden die Daten effektiv aufgearbeitet und dargestellt?
- Welches Sprachniveau ist angemessen?

Bewertung

- Welche Schritte durchläuft ein Bewertungsprozess?
- Was sind Bewertungskriterien und Handlungsoptionen?
- Wie unterscheiden sich Werte von Normen?
- Wie unterscheiden sich Ethik und Moral?
- Was ist ein Perspektivwechsel?
- Warum ist ein Reflexionsprozess am Ende eines Bewertungsprozesses wichtig?

Prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen sind gleichberechtigte Bestandteile des Unterrichts und untrennbar miteinander verwoben. Die Kompetenzerweiterung in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung wird an biologischen Inhalten erworben. Somit dienen sie gleichzeitig dem Erwerb fachlicher Kompetenzen.

Zusammengefasst sind mit den prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht vier Aufgaben verbunden:

1. das Kennenlernen von Methoden und Techniken, die dazu befähigen, selbstständig neue Probleme zu lösen;
2. die Entwicklung eines Verständnisses für die Biologie als Naturwissenschaft durch die Anwendung biologischer Denk- und Arbeitsweisen;
3. die Entwicklung eines aufgeklärten Verhältnisses zur Beurteilung wissenschaftlicher Erkenntnisse durch eine kritische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden;
4. das Erschließen und Einüben von Fachwissen.

## 5.2 Konzepte für die Sekundarstufe II

In den Fachanforderungen Biologie werden auf Seite 61 in Tabelle III 3.2 evolutionsbiologische und ökologische Fachinhalte für die Einführungsphase vorgegeben. Dabei wird zwischen verbindlichen Fachinhalten und möglichen Fachinhalten, die auch in der Qualifikationsphase unterrichtet werden können, unterschieden. Mit dieser Vorgabe soll sichergestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Synthetische Evolutionstheorie als Erklärungsmodell für evolutive Prozesse in der gesamten Oberstufe nutzen können. Die dynamischen Veränderungen von ökologischen Nischen und die damit einhergehende Veränderung von Arten sollen die zentralen fachlichen Schwerpunkte des Unterrichts der Einführungsphase sein.

Nicht festgelegt sind die Halbjahresthemen, die Dauer der Unterrichtseinheiten und die Organismen, an denen diese Prozesse erläutert werden. Wenn Schulen die Inhalte der Tabelle III 3.2 bereits in der Sekundarstufe I thematisiert haben, erscheint es sinnvoll, diese Inhalte in der Einführungsphase lediglich zu wiederholen und zu festigen.

Die Tabelle 5.2.1 zeigt drei mögliche Konzepte, die den Vorgaben der Fachanforderungen entsprechen.

Weitere Konzepte sind denkbar, sie müssen aber den Vorgaben auf Seite 61 der Fachanforderungen erfüllen.

Die drei Konzepte sollen hier kurz dargestellt werden:

**Tabelle 5.2.1 Mögliche Konzepte für die Sekundarstufe II**

Jahrgang	E.1-Phase	E.2-Phase	Q.1.1-Phase	Q.1.2-Phase	Q.2.1-Phase	Q.2.2-Phase
<b>Konzept 1</b>	Evolutionsökologie (Synthetische Evolutionstheorie und ökologische Zusammenhänge)		Evolution der eukaryotischen Zelle		Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen	
<b>Konzept 2</b>	Evolutionsbiologischer und ökologischer Einführungskurs	Cytologie und Physiologie	Ökologie oder Genetik	Ökologie oder Genetik	Evolution (Stammbaum des Lebens incl. Mensch)	Neurobiologie
<b>Konzept 3</b>	Evolution oder Ökologie	Evolution oder Ökologie	Cytologie oder Physiologie	Cytologie oder Physiologie	Genetik	Neurobiologie

**Konzept 1****Einführungsphase: Evolutionsökologie**

Die Synthetische Evolutionstheorie wird aus ökologischen Zusammenhängen abgeleitet. Anhand der dynamischen Veränderung von ökologischen Nischen werden ökologische und evolutive Mechanismen veranschaulicht und miteinander verknüpft. Dazu werden ökologische und evolutive Prozesse gleichzeitig betrachtet. Der Mensch als Teil und Gegenüber der Natur wird in die Betrachtungen mit einbezogen.

**Qualifikationsphase**

In der Qualifikationsphase wird die Synthetische Evolutionstheorie in unterschiedlichen Kontexten auf molekular-genetischer, physiologischer, zellulärer und individueller Ebene sowie auf der Ebene von Populationen weiter angewandt und damit vertieft.

In der Q.1-Phase bildet die Evolution der eukaryotischen Zelle den Leitfaden des Unterrichts. Die Entstehung des Lebens aus biologischen Makromolekülen, die Entstehung der ersten Prokaryoten und deren Stoffwechselprozesse und schließlich die Entstehung der eukaryotischen Zelle und der Vielzeller mit Geweben und Organen werden thematisiert.

In der Q.2-Phase steht die individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen im Mittelpunkt des Unterrichts. Die Steuerung der Embryonalentwicklung, die Fortpflanzung des Menschen, aktuelle gentechnische Verfahren in der Medizin und der Gentechnik bilden unterrichtliche Schwerpunkte, bevor zum Ende der Schulzeit die aktuellen Erkenntnisse zur Evolution des Menschen vorgestellt werden. Das menschliche Gehirn als Ergebnis eines Evolutionsprozesses sowie die proximate und ultimate Sicht auf die Verhaltensweisen von Organismen beenden das schulische Lernen in der Sekundarstufe II.

Konzept 1 entspricht der vorgeschlagenen Vorgehensweise und setzt das in Kapitel 3 vorgestellte didaktische Konzept für die Sekundarstufe I und II um (siehe Abbildung 3.1).

In den Kapiteln 5.3 und 5.4 wird das Konzept 1 ausführlich

dargestellt. Nach diesem Konzept werden im Anhang 2 die Fachinhalte der Basiskonzepte der Einführungsphase und der Qualifikationsphase der Sekundarstufe II zugeordnet.

**Konzept 2****Einführungsphase**

Die Einführungsphase beginnt mit einem evolutionsbiologischen und ökologischen Einführungskurs, der die verbindlichen Inhalte für die Einführungsphase beinhaltet (Tabelle III 3.2 auf Seite 61 der Fachanforderungen). Auch hier gilt es, die dynamische Veränderung von ökologischen Nischen durch die Synthetische Evolutionstheorie zu erklären (siehe Konzept 1). Die Schülerinnen und Schüler erhalten aber nur ein Basiswissen, das im weiteren Verlauf des Oberstufenunterrichts in den tradierten Themengebieten ausgebaut wird.

**Qualifikationsphase**

Der Unterricht nach dem Einführungskurs entspricht der tradierten Vorgehensweise. Um eine Zuordnung der grundlegenden Zusammenhänge zu den in den Schulbüchern üblichen Themengebieten zu erleichtern, werden in Tabelle 5.2.2 die grundlegenden Zusammenhänge der Fachanforderungen den tradierten Themengebieten zugeordnet.

**Konzept 3****Einführungsphase**

Nach dem Konzept 3 wird lediglich die Reihenfolge der Themengebiete in der tradierten Vorgehensweise geändert.

In der Einführungsphase werden die Themengebiete Evolution und Ökologie behandelt. Damit sind die Vorgaben der Fachanforderungen erfüllt (Tabelle III 3.2 auf Seite 61 der Fachanforderungen).

**Qualifikationsphase**

Der Unterricht nach der Einführungsphase entspricht der tradierten Vorgehensweise.

In der Q.1 - Phase ergänzen die Themengebieten Cytologie und Physiologie die evolutiven und ökologischen Aspekte durch molekulare und zelluläre Inhalte. Damit wird auch die Grundlage geschaffen in der Q.2 - Phase evolutive Prozesse molekulargenetisch zu erklären.

Um eine Zuordnung der grundlegenden Zusammenhänge zu den in den Schulbüchern üblichen Themengebieten zu erleichtern, sei auch hier, wie schon beim Konzept 2, auf Tabelle 5.2.2 verwiesen.

**Tabelle 5.2.2 Zuordnung der grundlegenden Zusammenhänge der Fachanforderungen zu den Themenbereichen der Schulbücher**

Basiskonzepte Themengebiete	Struktur und Funktion	Reproduktion	Kompartimentierung	Steuerung und Regelung	Stoff- und Energieumwandlung	Information und Kommunikation	Variabilität und Anpasstheit	Geschichte und Verwandtschaft
<b>Cytologie</b>	SF-1 SF-2		K-1 K-4	SR-1				
<b>Physiologie</b>	SF-3		K-2	SR-4	SE-3 SE-4 SE-5 SE-6 SE-7 SE-8			GV-1 GV-3 GV-4
<b>Genetik</b>		R-1 R-5		SR-2 SR-3 SR-5		IK-1 IK-2	VA-1 VA-2 VA-3 VA-12	GV-1 GV-8 GV-11
<b>Ökologie</b>	SF-5	R-4	K-3 K-4	SR-1 SR-7	SE-1 SE-3 SE-9 SE-10 SE-11	IK-1	VA-4 VA-5	
<b>Evolution</b>	SF-1 SF-4	R-2 R-3		SR-3 SR-7	SE-2	IK-3	VA-1 VA-6 VA-7 VA-8 VA-9 VA-10	GV-2 GV-3 GV-4 GV-5 GV-6 GV-7 GV-9 GV-10 GV-11
<b>Neurobiologie und Verhalten</b>		R-2	K-2	SR-6	SE-2	IK-1 IK-2 IK-3	VA-10 VA-11	

### 5.3 Unterricht in der Einführungsphase – Evolutionsökologie

*„Die Geschichte des Lebens auf der Erde umfasst nicht allein die Evolution der einzelnen Stammeslinien (Phylogenie), sondern auch die Entwicklung der Ökosysteme der Erde. Die Evolution wird damit als ökologischer Prozess verstanden.“<sup>12</sup>*

Es wird das Konzept 1 aus Tabelle 5.2.1 (Evolutionsökologie) näher vorgestellt, da es nicht der tradierten Vorgehensweise entspricht.

Evolutionsökologie integriert die Themengebiete Ökologie und Evolution. Beide Themengebiete zusammen erklären die dynamischen Veränderungen ökologischer Nischen und damit auch die Entstehung neuer Arten sowie ihre Vernetzung in Ökosystemen und damit letztendlich die Biodiversität.

Folgende Inhalte bilden den didaktischen Hintergrund des Unterrichts:

- Anpasstheit
- Interaktionen der Organismen mit ihrer Umwelt
- Interaktionen der Arten
- Effekte von Interaktionen über Zeiträume
- Entstehung von Anpasstheit
- Entstehung von Arten
- Entstehung der Biodiversität
- der Mensch als Teil und Gegenüber der Natur

Zur Umsetzung dieses didaktischen Konzepts wird folgende Strukturierung für den Unterricht der Einführungsphase vorgeschlagen (Abbildung 5.3.1):

<sup>12</sup> Kattmann, U.: Geschichte und Verwandtschaft. In: Unterricht Biologie. Heft 421. Seite 8. Friedrich-Verlag, Seelze 2017

# Strukturierung der Einführungsphase Evolutionsoökologie

## 1. Grundlagen schaffen:

- Basiskonzepte
- naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg

## Ökologie

### 2. Ökosysteme entdecken

#### 2.1 Grundlagenwissen für Ökosysteme schaffen:

- Glieder von Ökosystemen

#### 2.2 Ökosysteme erfahrbar machen

Sammeln von Daten:

- abiotische Faktoren
- Bestimmen von Organismen

#### 2.3 Zusammenhänge im Ökosystem erkennen

Auswerten von Daten:

- abiotische Faktoren
- biotische Faktoren

Exkursion 1

## Evolution

### 3. Ökologische Nische als Ergebnis der Evolution verstehen

#### 3.1 Konkurrenz und ökologische Nische

- ökologische Nische als mehrdimensionales Modell

#### 3.2 Artbildung

- Synthetische Evolutionstheorie
- proximate und ultimate Sicht auf Verhalten

#### 3.3 Verwandtschaft

- Übergangsformen
- Stammbäume



## 4. Den Menschen als Teil und Gegenüber der Natur verstehen

### 4.1 Der Mensch als Teil der Natur

- ökologische Nische des Menschen

### 4.2 Der Mensch als Gegenüber der Natur

- Einflüsse des Menschen auf Lebensräume
- Einflüsse des Menschen auf die Biodiversität

### 4.2 Die Verantwortung des Menschen als Teil und Gegenüber der Natur verstehen

- Umwelt- und Naturschutz
- Nachhaltigkeit
- normative Fragestellungen im biologischen Kontext
- Konsequenzen der Einflussnahme des Menschen auf Ökosysteme und Evolution
- individuelle Verantwortung des Menschen

Exkursion 2

Abbildung 5.3.1 Struktur der Einführungsphase Konzept 1

Die Lernabschnitte des Konzepts sollen hier kurz erläutert werden.

### Lernabschnitt 1: Grundlagen schaffen

Es werden die Basiskonzepte der EPA und der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg mit den Schülerinnen und Schüler nochmals thematisiert.

### Lernabschnitt 2: Ökosysteme entdecken

#### 2.1 Grundlagenwissen für ein Ökosystem schaffen

Den Schülerinnen und Schülern wird zunächst Basiswissen über Zusammenhänge in Ökosystemen vermittelt. Anschließend werden sie gezielt auf die Besonderheiten des ausgewählten Ökosystems fachlich und methodisch vorbereitet, damit sie mit Vorwissen die Freilanduntersuchungen kompetent durchführen können.

#### 2.2 Ökosysteme erfahrbar machen (Exkursion1)

Die Schülerinnen und Schüler sammeln abiotische und biotische Daten.

#### 2.3 Zusammenhänge in einem Ökosystem erkennen

Nach der praktischen Arbeit im Freiland beschreiben die Lernenden die Organismen zunächst als Individuen („Sekundarstufen I - Niveau“) und erkennen, welchen biotischen und abiotischen Einflüssen sie in ihrem Biotop ausgesetzt sind. Diese ökologische Betrachtungsweise beschreibt zunächst nur die Anpasstheit des Individuums. Ergänzend werden Populationswachstum und interspezifische Beziehungen im Unterricht thematisiert.

### Lernabschnitt 3: Ökologische Nische als Ergebnis der Evolution verstehen

#### 3.1 Konkurrenz und ökologische Nische

Es werden ökologische Faktoren beschrieben, die zu Konkurrenz zwischen Organismen führen, und wie durch Einnischung diese Konkurrenz vermieden wird. Die Dynamik der ökologischen Nische wird als mehrdimensionales Modell eingeführt und die Wirkung von Evolutionsfaktoren geklärt.

### 3.2 Artbildung

Artbildungsprozesse werden durch die Synthetische Evolutionstheorie erklärt. Der Organismus wird als Mitglied einer Art in seiner Population (Artbegriff) und als Teil des Ökosystems beschrieben. Proximate und ultimate Verhaltensweisen von Tieren werden thematisiert.

### 3.3 Verwandtschaft

Da alle Lebewesen durch einen gemeinsamen Evolutionsprozess entstanden sind, besteht zwischen ihnen Verwandtschaft. Der Grad der Verwandtschaft lässt sich in Stammbäumen darstellen. Auf molekulargenetische Aspekte wird noch nicht eingegangen (siehe Kapitel 2.3). Sie werden im Laufe des Unterrichts in der Qualifikationsphase der Oberstufe erarbeitet und auf Stammbäume übertragen.

### Lernabschnitt 4: Den Menschen als Teil und Gegenüber der Natur verstehen

#### 4.1 Der Mensch als Teil der Natur

Die Kenntnisse zur evolutiven Entwicklung des Menschen aus der Sekundarstufe I werden aufgegriffen und die ökologische Nische des Menschen beschrieben und problematisiert.

#### 4.2 Der Mensch als Gegenüber der Natur (Exkursion2)

Die ambivalente Rolle des Menschen in der Biosphäre wird kritisch betrachtet. Um diese Ambivalenz zu veranschaulichen, wird in einer zweiten Exkursion nach Einflüssen des Menschen in Ökosystemen gesucht.

#### 4.3 Die Verantwortung des Menschen als Teil und Gegenüber der Natur verstehen

Aus den Erfahrungen der Exkursion werden Konsequenzen formuliert, welche allgemeine und persönliche Verantwortung der Mensch gegenüber der Natur hat. Abschließend müssen die Schülerinnen und Schülern zu einer persönlichen Positionierung bezüglich dieser Ambivalenz angeleitet werden.

Tabelle 5.3.1 Möglicher Unterrichtsgang in der Einführungsphase

Unterrichtsgang Einführungsphase			
Unterrichtsabschnitte („Als Schlagzeile gedacht“)	Unterrichtsthemen	Unterrichtsinhalte	FA (Schwerpunkte)
<b>1. Grundlagen schaffen</b>  <i>„Eine Überblick gewinnen“</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sichtweisen auf biologische Phänomene</li> <li>Wie arbeitet ein Naturwissenschaftler?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basiskonzepte zur Nutzung in der gesamten Oberstufe festigen</li> <li>naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung festigen</li> </ul>	<b>OS - Eg1</b> <b>OS - Eg2</b> <b>OS - Eg3</b> <b>OS - Eg4</b> <b>OS - Eg5</b> <b>OS - Kk1</b>
<b>2. Ökosysteme entdecken</b>			
<b>2.1 Grundlagenwissen für ein Ökosystem schaffen</b>  <i>„Erst nachdenken und vorbereiten, dann handeln.“</i>	<b>Das Ökosystem nebenan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>mögliche Fragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Welches Ökosystem eignet sich für eine Untersuchung?</li> <li>Welche Merkmale charakterisieren das Ökosystem?</li> <li>Welche abiotischen Faktoren sind wichtig und messbar?</li> <li>Welche Organismen sind zu erwarten?</li> </ul> </li> <li>Planung der Exkursion</li> </ul>	<b>Allgemeine</b> Recherche/Informationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Gliederung eines Ökosystems: <ul style="list-style-type: none"> <li>räumlich</li> <li>trophisch</li> </ul> </li> <li>Methoden der Freilandarbeit</li> </ul> <b>Spezifische</b> Recherche/Informationen bzgl. des ausgewählten Ökosystems: <ul style="list-style-type: none"> <li>abiotische Faktoren</li> <li>charakteristische Arten</li> <li>Angepasstheiten an Umweltfaktoren</li> </ul>	<b>OS - Eg1</b> <b>OS - Eg2</b> <b>OS - Eg3</b> <b>OS - Kk1</b>  OS-K3 OS-K4 OS-SE1
<b>2.2 Ökosysteme erfahrbar machen</b>  <i>„Nachschauen, ob es stimmt!“</i>	<b>Exkursion 1:</b> Ein Ökosystem in der Nähe der Schule untersuchen (z. B. See, Wald, Moor, Wiese, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen und messen abiotischer und biotischer Faktoren</li> <li>Bestimmungsübungen</li> </ul>	<b>OS - Eg3</b> <b>OS - Kk2</b>  OS-GV7 OS-SF2
<b>2.3 Zusammenhänge in einem Ökosystem erkennen</b>  <i>„Was hängt mit wem und wie zusammen?“</i>	<b>Auswertung von Daten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Faktoren konnten gemessen werden und stimmen sie mit den Vorhersagen überein?</li> <li>Welche Organismen konnten gefunden werden und in welcher Beziehung stehen sie zueinander?</li> <li>Welche Daten fehlen und müssen ergänzt werden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswertung der Daten</li> </ul>	<b>OS - Eg4</b> <b>OS - Eg5</b> <b>OS - Kk2</b>
	<b>Weitere Zusammenhänge in einem Ökosystem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erweiterung der Fachlichkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Populationswachstum</li> <li>Räuber-Beute</li> <li>Mimikry und Mimese</li> <li>Nahrungsnetze</li> <li>Parasitismus und Symbiose</li> <li>Koevolution</li> <li>Kohlenstoffkreislauf; Assimilation und Dissimilation</li> <li>ökologische Pyramiden</li> </ul>	OS-SR7 OS-R4 OS-SR7 OS-IK10 OS-SE3 OS-SE9 OS-SE10 OS-VA1

3. Ökologische Nische als Ergebnis der Evolution verstehen			
<b>3.1 Konkurrenz und ökologische Nische</b>  <i>„Der kleine wichtige Unterschied!“</i>	<b>Zusammenhang zwischen Ökologie und Evolution herstellen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Faktoren haben zur Angepasstheit der Organismen im untersuchten Ökosystem geführt?</li> <li>• Wie kann man „Angepasstheit“ messen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurrenz</li> <li>• ökologische Nische</li> <li>• Einnischung</li> <li>• reproduktive Fitness</li> </ul>	<b>OS - Eg4</b> <b>OS - Eg5</b> <b>OS - Kk3</b> <b>OS - Kk4</b> <b>OS - SE2</b>  OS-VA5 OS-VA4 OS-VA6
<b>3.2. Artbildung</b>  <i>„Wie konnte alles entstehen?“</i>	<b>Die Bildung von Arten erklären</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie kann die Entstehung von Arten erklärt werden?</li> <li>• Wie kann man das Verhalten von Tieren erklären?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolutionsfaktoren</li> <li>• Artbildung</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie</li> <li>• proximate und ultimate Ursachen von Verhalten</li> <li>• Kosten-Nutzen-Analyse von Verhaltensweisen</li> </ul>	OS-VA7 OS-VA8 OS-VA9 OS-VA10 OS-GV5 OS-GV6 OS-GV7 OS-GV9
<b>3.2 Verwandtschaft</b>  <i>„Die Vergangenheit rekonstruieren“</i>	<b>Verwandtschaften erklären und darstellen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie kann man Verwandtschaft nachweisen und darstellen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammbäume</li> <li>• Stammbaum der Wirbeltiere</li> <li>• Homologie, Analogie, Divergenz und Konvergenz</li> <li>• Fossilien</li> </ul>	
4. Den Menschen als Teil und Gegenüber der Natur verstehen			
<b>4.1 Der Menschen als Teil der Natur</b>  <i>„Wir gehören dazu! Wenn wir Schaden anrichten, schaden wir uns selbst.“</i>	<b>Den Menschen einordnen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Mensch als Teil der Biosphäre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ökologische Nische des Menschen</li> </ul>	<b>OS - Kk4</b> <b>OS - Kk5</b> <b>OS - Bw1</b> <b>OS - Bw2</b> <b>OS - Bw3</b>  OS-SE11
<b>4.2 Der Menschen als Gegenüber der Natur</b>  <i>„Wie sieht's aus? - nochmals hinschauen.“</i>	<b>Exkursion 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo wirkt der Mensch?</li> <li>• Menschliche Einflüsse erkennen!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffkreislauf</li> <li>• Dünger und Pestizide</li> <li>• Artensterben</li> <li>• Umweltverschmutzung</li> </ul>	<b>OS - Kk4</b> <b>OS - Kk5</b> <b>OS - Bw1</b> <b>OS - Bw2</b> <b>OS - Bw3</b>  OS-SE10 OS-K3 OS-SE11

<p><b>4.3 Die Verantwortung des Menschen als Teil und Gegenüber der Natur verstehen</b></p> <p>„Was müssten wir tun und was kann ich tun? – die Zukunft planen“</p>	<p><b>Verantwortung erkennen und übernehmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• globale Verantwortung</li> <li>• individuelle Verantwortung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeit</li> <li>• Natur- und Umweltschutz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensräume in Schleswig-Holstein</li> <li>• aktuelle Natur- und Artenschutzprojekte</li> </ul> </li> <li>• Sukzession und Klimax</li> <li>• praktische Arbeit im Ökosystem</li> <li>• Erhalt von Ökosystemen</li> <li>• ökologischer Fußabdruck</li> </ul>	<p>OS - Kk4 OS - Kk5 OS - Bw1 OS - Bw2 OS - Bw3</p> <p>OS-SE11</p>
---	---	--	--

#### 5.4 Unterricht in der Qualifikationsphase der Oberstufe

In der Qualifikationsphase der Oberstufe bleiben evolutive Erklärungen Bestandteil des Unterrichts. Durch das wiederholte Anwenden evolutiver Mechanismen auf zellulärer und molekularer Systemebene wird das Denken in evolutiven Zusammenhängen bei den Schülerinnen und Schülern angewandt und gefestigt.

#### Q.1 Phase: Evolution der eukaryotischen Zelle

In die Q.1-Phase wird die evolutive Entstehung der Vielzeller Schritt für Schritt nachvollzogen. Dabei werden cytologische und physiologische Veränderungen immer gleichzeitig betrachtet. Den Schülerinnen und Schülern soll verdeutlicht werden, wie die Komplexität der Lebensformen immer mehr zunimmt.

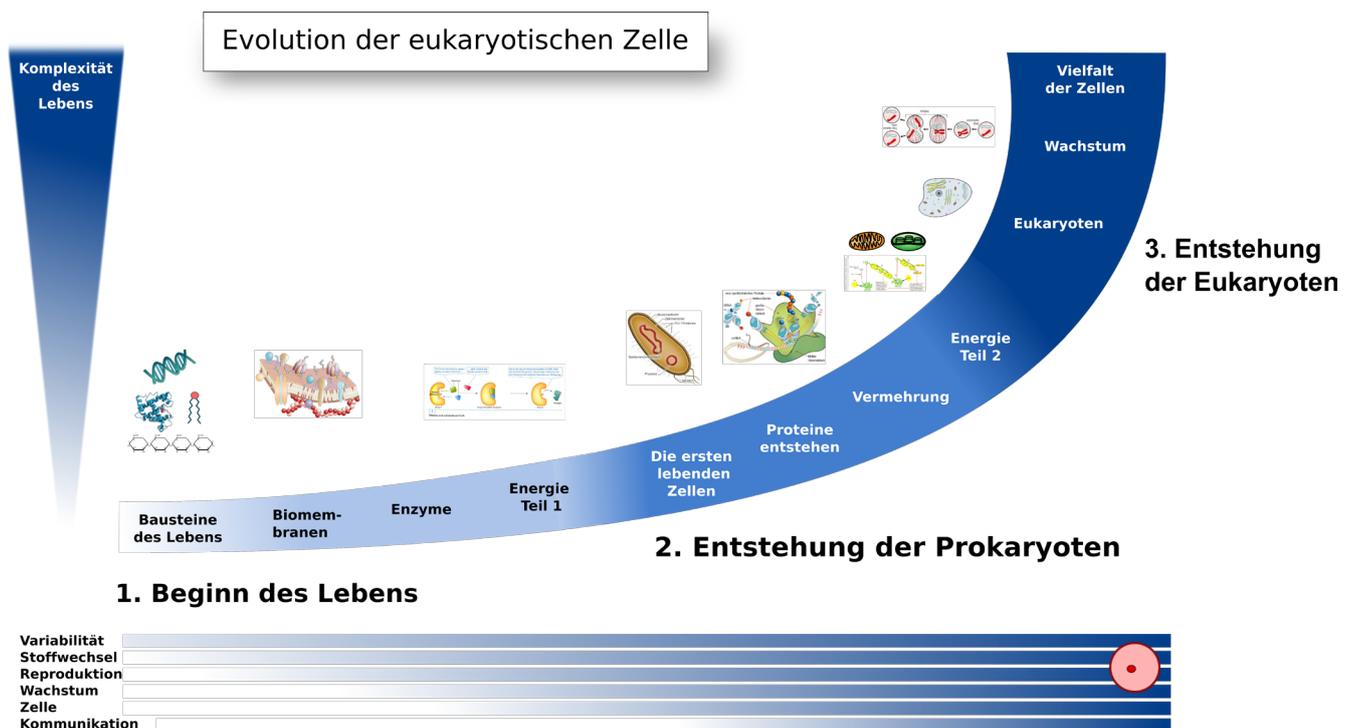


Abbildung 5.4.1 Strukturierung des Unterrichts in der Q1-Phase Evolution der eukaryotischen Zelle

Folgende Unterrichtsschritte strukturieren den Unterricht in der Qualifikationsphase 1:

**Lernabschnitt 1: Beginn des Lebens**

- Theorien zur Entstehung des Lebens
- biologische Makromoleküle als Bausteine des Lebens
- Entstehung und Eigenschaften von Biomembranen
- Funktionsweise von Enzymen

**Lernabschnitt 2: Entstehung der Prokaryoten**

- Energie Teil 1: Energiequellen für Lebewesen (Chemosynthese)
- Eigenschaften der ersten Lebensformen (Prokaryoten)
- Umsetzung des genetischen Codes (Proteinbiosynthese bei Prokaryoten)
- Parasexualität bei Prokaryoten
- Energie Teil 2: Evolution der Fotosynthese
- Zellatmung

**Lernabschnitt 3: Entstehung der Eukaryoten**

- Entstehung der eukaryotischen Zelle (Endosymbiontentheorie)
- Wachstum durch Mitose
- Entstehung der Vielzeller
- pflanzliche und tierische Gewebe

**Q.2-Phase: Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen**

In der Q.2-Phase steht die Betrachtung der menschlichen Entwicklung im Mittelpunkt des Unterrichts. Ausgehend von den cytologischen und physiologischen Kenntnissen aus der Q.1-Phase wird zunächst die individuelle Entwicklung des Menschen von der Zeugung bis zum Erwachsenen nachvollzogen. Dabei spielen Erklärungen auf molekulargenetischer Ebene die zentrale Rolle. In all diese Prozesse greift der Mensch durch gentechnische Verfahren ein und beeinflusst sowohl die individuelle als auch die evolutive Entwicklung von Organismen.

Die Evolution des Menschen bildet den Abschluss der Qualifikationsphase der Oberstufe. Aktuelle molekulargenetische Verfahren zur Verwandtschaftsbestimmung werden genutzt, um die Entstehung der vielfältigen Lebensformen in der Biosphäre nachzuvollziehen.

Die Betrachtung von Nervenzellen als hoch spezialisierte Zellen und die Betrachtung des menschlichen Gehirns als Ergebnis eines Evolutionsprozesses bildet den Abschluss des Unterrichts in der Oberstufe.

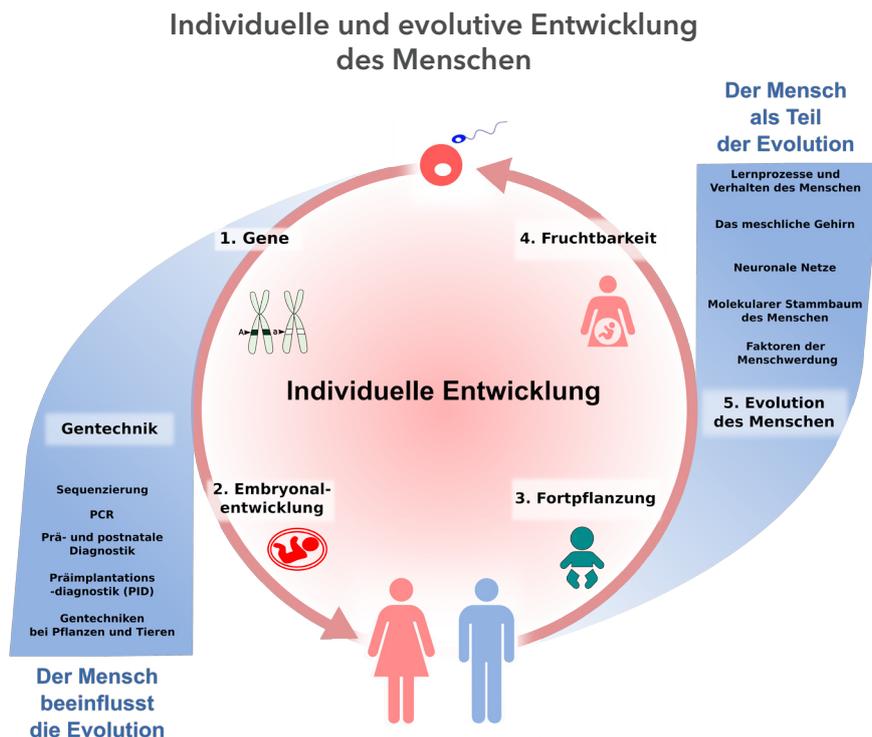


Abbildung 5.4.2 Strukturierung des Unterrichts in der Q.2-Phase: Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen

### **Lernabschnitt 1: Gene**

- Gene und Allele
- Steuerung des Befruchtungsvorgangs
- Genom des Menschen: Chromosomenkarten und Karyogramme
- Sequenzierung von Genen
- Polymerase-Chain-Reaction (PCR)
- Mutationsarten
- Ausbildung des Geschlechts - Intersexualität

### **Lernabschnitt 2: Embryonalentwicklung**

- Verfahren der pränatalen Diagnostik
- Erbkrankheiten beim Menschen
- Stammbaumanalysen
- totipotente Zellen
- Operon-Modell
- Homöobox Gene
- Masterkontrollgene
- Apoptose (Zelltod)
- Proteinbiosynthese bei Eukaryoten
- Embryonalstadien und Entwicklung im Mutterleib
- gentechnische Verfahren in der Tier- und Pflanzenzüchtung
- gentechnische Verfahren in der Medizin

### **Lernabschnitt 3: Fortpflanzung**

- genetische Vielfalt des Menschen
- MHC-System
- Partnerwahl -Verhalten
- Verhalten während der Schwangerschaft

### **Lernabschnitt 4: Fruchtbarkeit**

- Ursachen für Unfruchtbarkeit
- Präimplantationsdiagnostik (PID)
- In-vitro-/in-vivo-Fertilisation
- Leihmutterschaft
- Adoption

### **Lernabschnitt 5: Evolution des Menschen**

- aktueller molekulargenetischer Stammbaum der Hominiden und des Menschen
- Faktoren der Menschwerdung
- Neurone
- neuronale Netze
- das menschliche Gehirn als Produkt der Evolution
- angeborenes Verhalten beim Menschen
- Lernprozesse bei Tieren und beim Menschen
- die Synthetische Evolutionstheorie widerspricht kreationistischen Vorstellungen

## VI Abituraufgaben

In Kapitel 6 (Seite 65) der Fachanforderungen Biologie werden die Grundlagen für die schriftliche und mündliche Abiturprüfung im Fach Biologie festgelegt.

Im Zentrum der Aufgaben steht die Überprüfung des biologischen Verständnisses. Die Aufgaben beziehen sich auf die in den Fachanforderungen beschriebenen inhaltsbezogenen Kompetenzen unter angemessener Berücksichtigung der prozessbezogenen Kompetenzbereiche, so dass biologisches Arbeiten in der Oberstufe hinreichend erfasst wird.

Da in den Fachanforderungen die inhaltsbezogenen Kompetenzen anhand der Basiskonzepte der EPA strukturiert sind und nicht mehr nach den tradierten Themengebieten (Cytologie, Physiologie, Genetik, Ökologie, Evolution, Neurobiologie), ist es erforderlich, inhaltliche Schwerpunktsetzungen anhand der Basiskonzepte vorzunehmen. Wie diese Schwerpunktsetzung vorzunehmen ist, regelt die Durchführungsbestimmung (Regelungen für die Abiturprüfung im Fach Biologie).

Beim Erstellen von Abituraufgaben sind daher die aktuelle Durchführungsbestimmung und die Checkliste für die Genehmigung von Abituraufgaben („MINT-Checkliste“) zu beachten.

Aufgabenbeispiele befinden sich im Fächerportal Biologie.

## VII Förderung der Sprachkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht

### Durchgängige Sprachbildung

Die Schülerinnen und Schüler starten mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Nicht nur das Vorwissen differiert stark, sondern auch die sprachlichen Fähigkeiten. Daher ist die durchgängige Sprachbildung eine Aufgabe aller Fächer (s. Ausführungen der Fachanforderungen Seite 9, 33 und 62). Neben der Vermittlung der Fachsprache werden auch allgemein die Lese- und Schreibkompetenz sowie das Hörverstehen und Sprechen gefördert.

### Sprachebenen im Biologieunterricht

Im Fach Biologie wird Sprache benötigt, die sich deutlich von der Alltagssprache unterscheidet. Schülerinnen und Schüler sprechen im Unterricht beispielsweise über ihre Beobachtungen bei einem Experiment und benutzen dabei die **Alltagssprache**. Diese ist kontextgebunden, da sich die Schülerinnen und Schüler unmittelbar äußern und viele Bezüge werden durch Gesten in der Situation hergestellt. Daher können Äußerungen häufig nur aus dem Kontext heraus verstanden werden. Im Unterrichts-

gespräch zur Beschreibung und Auswertung eines Experiments ist das Sprechen der Schülerinnen und Schüler kontext- und situationsunabhängig und erfolgt damit auf einer anderen Sprachebene, der konzeptionellen Schriftlichkeit, auch **Bildungssprache** genannt. Die Aussagen der Schülerinnen und Schüler sind eindeutig, die Sätze sind lang, vollständig, beinhalten viele Nomen und haben komplexe grammatische Strukturen. Werden zudem noch fachsprachliche Redewendungen, Fachbegriffe und Wissensschemata verwendet, so spricht man von **Fachsprache**.

So wie etwas inhaltlich korrekt, aber sprachlich unpräzise sein kann (... *das kleine Wasser* → das kleine Wassermolekül), kann eine Aussage auch fachsprachlich korrekt, aber inhaltlich falsch sein (*Wenn eine Membran durchlässig ist, ...* → Wenn eine Membran *halb* durchlässig ist).

Beispiel:

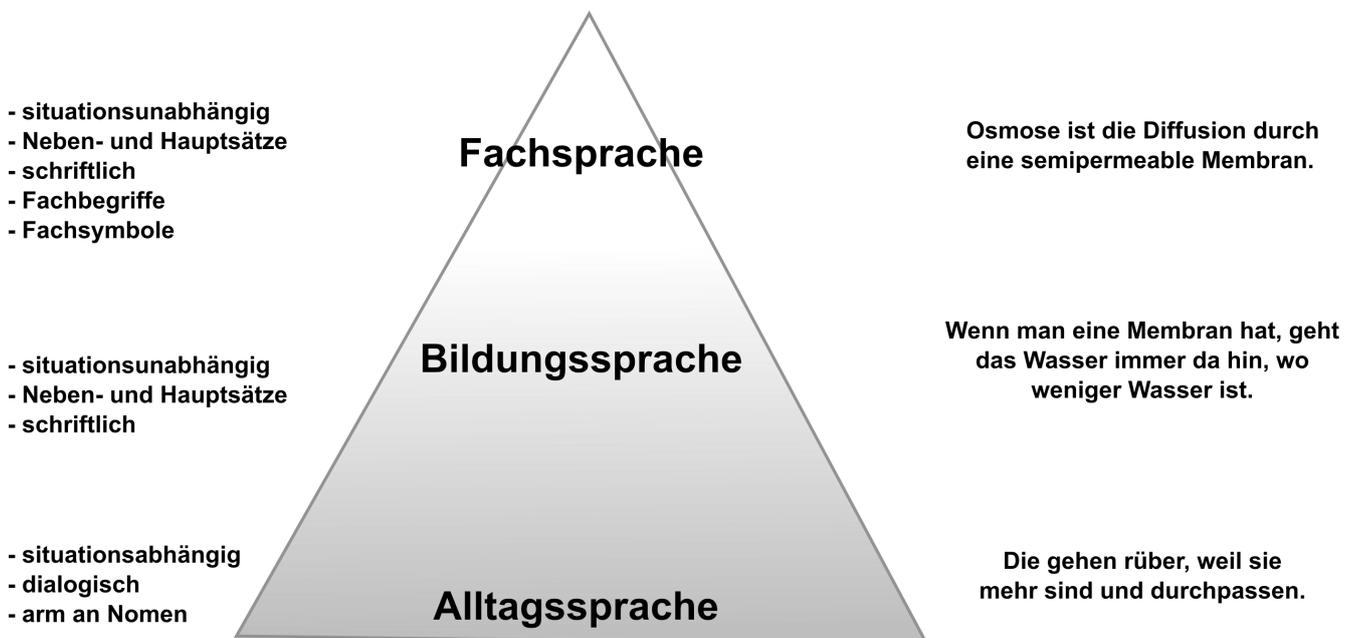


Abbildung 7.1 Sprachebenen

### 7.1 Sprachsensibel Unterricht planen

Ziel des Unterrichts aller Fächer ist, dass sich die Schülerinnen und Schüler bildungs- und fachsprachlich ausdrücken können. Ausgehend von der Alltagssprache wird diese im Unterricht schrittweise durch die Bildungssprache ersetzt und es werden Vorstellungen zu den Bedeutungen der Fachbegriffe und der Fachsprache aufgebaut.

Wenn Unterricht geplant wird, ist zunächst zu klären: welcher Bedarf an Texten und sprachlichen Redemitteln besteht (**Bedarfsanalyse**), welchen Lernstand die Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Sprache haben (**Lernstandsanalyse**) und wie Unterricht zu gestalten ist, um einen sprachlichen Lernzuwachs zu erreichen (**sprachsensible Unterrichtsplanung**).

#### Bedarfsanalyse:

Es ist zu klären, ...

- ... welche sprachlichen Redemittel die Schülerinnen und Schüler benötigen, um den neuen Sachverhalt fachsprachlich zu verstehen,
- ... welche Fachwörter und fachsprachlichen Redewendungen eingeführt werden sollen (Fachverben, Fachadjektive, Fachsynonyme, ...),
- ... welche Fachtextsorte sollen die Schülerinnen und Schüler lesen und welche sollen sie produzieren.

#### Lernstandsanalyse:

Es ist zu klären, ...

- ... ob die Lernenden mit den verwendeten Textsorten vertraut sind,
- ... welche sprachlichen Schwierigkeiten in den Texten auftreten (Fachbegriffe, gehäuftes Auftreten von bestimmten grammatischen Strukturen wie beispielsweise Passivformen, bestimmten Nebensatztypen, Gebrauch der unpersönlichen Form, Verwendung des Konjunktivs, ...).

#### Sprachsensible Unterrichtsplanung:

Um Sprachhürden im Unterricht zu vermeiden, ist zu klären, ...

- ...welches ergänzende Anschauungsmaterial verwendet werden kann,
- ... welche Darstellungsformen genutzt werden sollen (Abbildung 7.2: Bilder, Texte, Tabellen, Graphen, Symbole),

- ... wie die Sequenzierung der Aufgaben und des Unterrichtsmaterials sein soll (vom Konkreten zum Abstrakten, von Alltagssprache zu Fachsprache),
- ... wie hoch der neue sprachliche Input sein soll,
- ... ob eine metasprachliche Reflexion eingebunden werden soll (sollen Wortbedeutungen abgeleitet werden),
- ... wie viel Wortschatzarbeit soll eingeplant werden.

**Abstraktionsgrad**

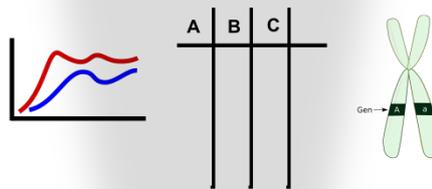
**mathematisch/formale  
Ebene**

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K - N}{K}$$

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$$

**mathematische Formel  
Reaktionsschema**

**symbolische  
Ebene**



**Symbol  
Grafen  
Tabellen  
Diagramme**

**sprachliche  
Ebene**

TextTextTTexttext  
 TextTextTextText  
 TextTextTextText  
 TextTextTextText



**Sprache  
Text**

**bildliche  
Ebene**



**Bild  
Zeichnung  
Foto**

**gegenständliche  
Ebene**



**Gegenstand  
Lebewesen  
Experiment  
Handlung**

Abbildung 7.2 Darstellungsformen verändert nach Leisen<sup>13</sup>

13 Leisen, J: Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Varus Verlag, Bonn 2010.

## 7.2 Sprachsensibel unterrichten

### Unterstützung im Unterrichtsgeschehen - Hören und Sprechen

Insbesondere im Unterrichtsgespräch hat die Lehrkraft die Rolle eines sprachlichen Vorbilds. Daher sollte die Lehrkraft langsam und verständlich sprechen. Das Sprachniveau sollte immer knapp oberhalb des Sprachstands der Lernenden sein. Die Aussagen der Lehrkraft und der Lernenden können mit Gesten und Bildern unterstützt werden. Neue Fachbegriffe oder Wörter (wenn nötig, mit zugehörigem Artikel) sollten an die Tafel geschrieben werden. Bei der Beantwortung von Fragen ist es nicht nur bei sprachschwachen Schülerinnen und Schülern nötig, ausreichend Zeit zum Nachdenken zu geben. Schülerinnen und Schüler brauchen Zeit, um sprachlich produktiv zu werden. Äußerungen können durch Murmelphasen, Partnerarbeit, Gruppenarbeit oder andere Methoden wie „think-pair-share“ vorbereitet werden.

Aussagen sollten von den Lernenden oder der Lehrkraft wiederholt werden, gegebenenfalls unter Verwendung von Fachwörtern. So wird das Unterrichtsgespräch angeregt, der Fachwortschatz trainiert und die Lehrkraft erhält ein klareres Bild, inwieweit die Inhalte verstanden und reproduziert werden können.

### Vermittlung von Wortschatz - Wortschatzarbeit

Damit Wörter in den aktiven Wortschatz eingehen, müssen sie im Allgemeinen etwa 50-mal gehört worden sein<sup>14</sup>. Diese Anzahl lässt sich reduzieren, wenn man die Lernenden systematisch unterstützt<sup>15</sup>. Nachdem man für eine **Unterrichtseinheit** geklärt hat (Bedarfsanalyse), welche sprachlichen Herausforderungen zu bewältigen sind, kann man folgendermaßen den Wortschatzerwerb unterstützen:

#### • Einen neuen Begriff bilden:

- Im Unterrichtsgespräch wird in der Alltagssprache ein Gegenstand, Vorgang, Experiment oder eine Handlung mit den neuen Begriffen beschrieben, vorgeführt oder gezeichnet.

#### • Neue Begriffe üben:

- **Fachbegriffe, Fachverben und Fachadjektive** auf Wortlisten sammeln und als Plakat aushängen.

- *Osmose - Moleküle - Membran - diffundieren - semipermeabel*

- In **Lückentexte** Fachbegriffe, Fachverben und Fachadjektive einsetzen.

- *Moleküle ... durch die ... Membran.*

- Mit Hilfe von **Mustersätzen** (Formulierungen für häufig benötigte Aussagen) eigene Texte umschreiben.

- *Moleküle diffundieren in Richtung ...*

- **Satzanfänge** vorgeben, um Texte zu strukturieren.

- *Zuerst ... Dann ... Danach ... Schließlich ...*

- **Wortgeländer** mit den wesentlichen Elementen eines Satzes vorgeben aber im Nominativ bzw. Infinitiv).

- *Moleküle - diffundieren - Membran*

- **Beispielsätze** oder **Satzbausteine** vorgeben, die zu einem sinnvollen Text beziehungsweise Satz strukturiert werden.

- *... diffundieren Moleküle ... der Osmose ... durch eine semipermeable Membran.*

#### • Verwenden des neuen Wortschatzes:

- Texte produzieren, in denen der Wortschatz verwendet wird (Protokolle, Erklärungen, Dialoge, ...).
- Nach Mustertexten (abgesprochene Musterprotokolle) schreiben.
- Persönliche Texte („*Ich nehme ...*“) in unpersönliche Texte umformen („*Man nehme ...*“).

#### • Reflektieren des neuen Wortschatzes:

- Zur Vernetzung von Fachbegriffen ein Glossar oder eine Concept-Map anlegen.

<sup>14</sup> vgl. Neugebauer, C; Nodari, C.: Förderung der Schulsprache in allen Fächern. Praxisvorschläge für Schulen in einem mehrsprachigem Umfeld. Kindergarten bis Sekundarstufe I. Schulverlag plus, Bern 2012.

<sup>15</sup> Abshagen, M: Praxishandbuch Sprachbildung Mathematik. Sprachsensibel unterrichten - Sprache fördern. Ernst Klett Verlag, Stuttgart 2015.

- Regelmäßig überprüfen der Fachbegriffe durch Tests, Beschriftungen, in spielerischer Form beispielsweise als Kreuzworträtsel.

Schülern zu vermitteln, dass Sprachlernen ein Teil des Fachlernens ist.

**Fachsprache lernen = Fach lernen**

In einem **nicht sprachsensibel** geplanten und durchgeführten Unterricht **verspermt die Sprache den Zugang zum Inhalt**. Ziel muss es daher sein, den Schülerinnen und

In Tabelle 7.2.1 werden die Phasen des Wortschatzerwerbes beispielhaft konkretisiert.

**Tabelle 7.2.1 Sprachförderung am Beispiel osmotischer Vorgänge an der Biomembran**

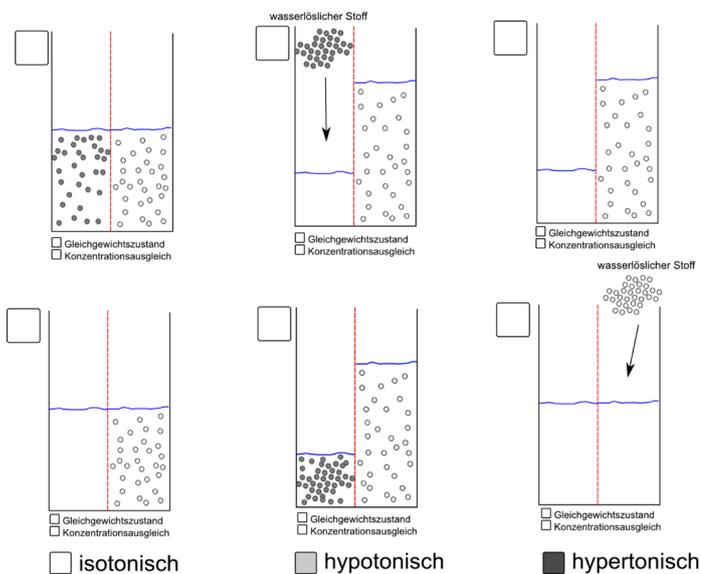
Phase des Wortschatzerwerbs	Thema: Osmotische Vorgänge an der Biomembran einer Zelle		
<b>Sprachbedarfsanalyse der Einheit:</b>	<i>Welcher Wortschatz soll vermittelt werden?</i>		
	<b>Fachbegriffe:</b> • Diffusion • Osmose • Biomembran • Teilchen • Gleichgewichtszustand • Konzentration • Konzentrationsausgleich • Fließrichtung • Volumen • Cytoplasma	<b>Fachverben:</b> • diffundieren • ausgleichen • einströmen • ausströmen • lösen	<b>Fachadjektive:</b> • semipermeabel • osmotisch • löslich • hypoton/hypotonisch • hyperten/hypertonisch • isoton/isotonisch • hoch • niedrig • gleich
	<i>Welche Textsorten kommen vor?</i> • Fachbuchtexte		
	<i>Welche sprachlichen Strukturen treten auf (z. B. Begründungen, Wenn-dann-Beziehungen)?</i> • Beschreibungen von Prozessketten (Konditional- und Kausalsätze)		
<b>Einführung des neuen Wortschatzes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum zu Diffusion und Osmose</li> <li>• Sprachübungen zur Osmose</li> </ul>		
<b>Üben des Wortschatzes</b>	<p>Schülerinnen und Schüler beschreiben die Versuche (mündlich) und fertigen Protokolle an (schriftlich). Zur fachlichen Erklärung der osmotischen Vorgänge erhalten die Schülerinnen und Schüler Sprachhilfen.</p>		
<i>Fortführung der Tabelle »</i>			

Nutzen des Wortschatzes

## Bildfolge - osmotische Prozesse

Aufgaben: **Arbeitet kooperativ!**

1. Schneide die Bilder aus und bringe sie in eine sinnvolle **Reihenfolge**, klebe sie in dein Heft.
2. Zeichne Pfeile ein, die die **Bewegungsrichtung** des Wassers veranschaulichen.
3. Male **isotonische / hypertensive / hypotonische Lösung** jeweils in derselben Farbe aus.
4. Kreuze an, ob es sich um einen **Gleichgewichtszustand** oder um den Prozess des **Konzentrationsausgleiches** handelt.
5. **Schreibe** zu jedem Bild einen erklärenden **Text**, nutze dazu die **Wortlisten**.



Bewegungsrichtung des Wassers

Fachbegriffe:	Fachverben:	Fachadjektive:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion</li> <li>• Osmose</li> <li>• Biomembran</li> <li>• Teilchen</li> <li>• Gleichgewichtszustand</li> <li>• Konzentration</li> <li>• Konzentrationsausgleich</li> <li>• Fließrichtung</li> <li>• Volumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diffundieren</li> <li>• ausgleichen</li> <li>• einströmen</li> <li>• ausströmen</li> <li>• lösen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• semipermeabel</li> <li>• osmotisch</li> <li>• löslich</li> <li>• hypoton/hypotonisch</li> <li>• hyperten/hypertonisch</li> <li>• isoton/isotonisch</li> <li>• hoch</li> <li>• niedrig</li> <li>• gleich</li> </ul>

Reflexion des Wortschatzes

Die Schülerinnen und Schüler legen ein Glossar zum Thema Osmose an. Dabei müssen die Erklärungen keine fachsprachlichen Definitionen sein, sondern sollen von den Schülerinnen und Schülern selbst so formuliert werden, dass sie auch später mit diesen Begriffen arbeiten können.

### Leseförderung - Didaktisieren von Texten

Laut PISA<sup>16</sup> ist die Lesekompetenz eine entscheidende Qualifikation für den Schulerfolg. Daher sollten die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützt werden, Lesestrategien zu erlernen, um selbstständig Inhalte aus Texten zu erschließen.

**Fachtexte** zeichnen sich durch Häufungen von Fachbegriffen und durch **Schwierigkeiten auf der Wort-, Satz- und Textebene**<sup>17</sup> aus:

- zusammengesetzte Wörter (Komposita)
  - *Gleichgewichtszustand*
- fehlende Artikel (Nullartikel)
  - *Flüssigkeiten sind isotonisch, wenn ...*
- Passivkonstruktionen
  - *Werden lösliche Teilchen in Flüssigkeiten gelöst, dann ...*
- Partizipialkonstruktionen
  - *Osmotisch wirkende Teilchen ...*
- unpersönliche Ausdrucksweisen
  - *Erhöht man die Konzentration der gelösten Teilchen ...*

Häufungen dieser Schwierigkeiten findet man auch in Schulbüchern.

Fachtexte müssen dem Sprachniveau der Lernenden angepasst sein und, wenn nötig, sprachlich entlastet werden. Zum Lesen derart aufbereiteter Fachtexte sollten Lesestrategien eingeübt werden:

### Fünf-Phasen-Schema:

- Orientieren im Text
  - *Text überfliegen, Abschnitte ausmachen*
- Suche Verstehensinseln
  - *Verständliches markieren*
- Erschließe Abschnittsweise
  - *Verstehensinseln zueinander in Beziehung setzen*
- Suche den roten Faden
  - *kleine Gliederung erstellen*
- Abschließende Reflexion
  - *Schreibe einen eigenen Text*

Zur weiteren Arbeit mit Texten bieten sich folgende Methoden an:

### Den Text mit Bildern lesen:

- Vergleichen von Grafik und Text.
- Begriffe unterstreichen, die im Bild vorhanden sind.
- Begriffe mit einer anderen Farbe unterstreichen, die in der Grafik fehlen.

### Farborientiert markieren:

- Physikalische, chemische und biologische Begriffe in unterschiedlichen Farben markieren.

### Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen:

- Informationen des Textes in eine Tabelle oder eine Grafik übertragen (Abbildung 7.2).

### Den Text expandieren:

- Einen Text, der für Experten geschrieben wurde, für Laien durch zusätzliche Erklärungen ergänzen.

### Verschiedene Texte zum Thema vergleichen:

- Texte überfliegen und einteilen in verständlich/nicht verständlich/für Experten/für Laien.
- Fragen formulieren, die mit Hilfe der Texte beantwortet werden können (binnendifferenziert).

16 vgl. Die naturwissenschaftlichen Kontextbereiche von PISA 2006. IN: PISA 2006. Schulleistungen im internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen. Bertelsmann Verlag, Bielefeld 2007.

17 Weis, I: DaZ im Fachunterricht. Sprachbarrieren überwinden - Schüler erreichen und fördern. Verlag an der Ruhr, Mülheim an der Ruhr 2013.

## Anhänge

## Anhang 1 Mögliche Verteilung der Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe I

Die Tabellen 1 bis 8 sind als Word-Dateien im Fächerportal des IQSH hinterlegt-

Tabelle 1 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Struktur und Funktion in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I - SF1 <sup>2</sup> Struktur und Funktion von Organen bzw. Organsystemen bedingen sich gegenseitig.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Zusammenhang von Aufbau und Funktion an Organen bzw. Organsystemen bei Pflanzen und Wirbeltieren, einschließlich des Menschen.</li> <li>• beschreiben das Prinzip der Oberflächenvergrößerung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blatt</li> <li>• Differenzierungen der Blätter (Blüte)</li> <li>• Wurzel</li> </ul> </li> <li>• Aufbau und Funktion von:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blutkreisläufen</li> <li>• Atmungsorganen</li> <li>• Bewegungsapparaten</li> <li>• Fortpflanzungsorganen</li> </ul> </li> </ul>			
Sek I - SF2 Die Leistungen eines Organismus werden durch seinen Körperbau bestimmt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Lebensweise eines Organismus mit den Leistungen seiner Organe und Organsysteme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Säugetiere (inklusive Mensch) und mindestens eine weitere Wirbeltiergruppe</li> </ul>			
Sek I - SF3 Organe verändern sich im Laufe der Stammesgeschichtlichen Entwicklung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Veränderung von Organen hinsichtlich Aufbau und Funktion in der Stammesgeschichtlichen Entwicklung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichende Betrachtung eines Wirbeltierorgans</li> </ul>			
<i>Fortführung der Tabelle »</i>					

2 Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit und um die Kommunikation zu erleichtern sind die grundlegenden Zusammenhänge mit einem Kürzel versehen (In der Sekundarstufe I im Basiskonzept **Struktur und Funktion** der **erste** grundlegende Zusammenhang: **Sek. I SF 1**).

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
<p>Sek I - SF4 Pro- und eukaryotische Zellen sowie Viren unterscheiden sich grundlegend in ihrem Bau.</p> <p>Sek I - SF5 Differenzierte Zelltypen haben jeweils eine spezifische Funktion und bestimmen bei vielzelligen Organismen die Funktion des entsprechenden Gewebes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden zwischen prokaryotischen und eukaryotischen Zellen sowie Viren hinsichtlich Aufbau und Funktion.</li> <li>• beschreiben und erklären den Zusammenhang von Aufbau und Funktion an lichtmikroskopischen Bestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterscheidungsmerkmale von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viren</li> <li>• Prokaryoten</li> <li>• Eukaryoten</li> </ul> </li> <li>• Unterschiede pflanzlicher und tierischer Zelltypen</li> <li>• Zellwand und Zellmembran (Biomembranen)</li> <li>• Bau und Funktion lichtmikroskopischer Bestandteile von Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cytoplasma</li> <li>• Zellkern</li> <li>• Chloroplasten</li> <li>• Vakuole</li> <li>• Zellwand</li> <li>• Zellmembran</li> </ul> </li> </ul>		
Fortführung der Tabelle »					

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang					
<p>Sek I - SF6 Biologische Makromoleküle ermöglichen aufgrund ihrer Struktur bestimmte Funktionen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben schematisch den Bau wichtiger biologischer Makromoleküle und leiten daraus deren Funktion ab.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematischer Bau von biologischen Makromolekülen</li> <li>• Proteine</li> <li>• Lipide</li> <li>• Kohlenhydrate</li> <li>• Funktion von biologischen Makromolekülen</li> <li>• Proteine als strukturgebende und regulierende Makromoleküle</li> <li>• Lipide als Energiespeicher</li> <li>• Kohlenhydrate als strukturgebende und energieliefernde Makromoleküle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematischer Bau von biologischen Makromolekülen</li> <li>• DNA</li> <li>• Funktion von biologischen Makromolekülen</li> <li>• DNA als Informationsträger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Kenntnisse über Bau und Funktion biologischer Strukturen und Makromoleküle für die Erklärung zellulärer Vorgänge an.</li> <li>• beschreiben das Schlüssel-Schloss-Prinzip.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme (Schlüssel-Schloss-Prinzip)</li> <li>• Energiespeicher (Stärke)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherung und Weitergabe von Erbinformation (Chromosomen, DNA)</li> </ul>

Tabelle 2 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Reproduktion in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I- R1 Lebewesen pflanzen sich fort. Dies wird durch die Entwicklung unterschiedlicher Organe und Strategien ermöglicht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass sich Fortpflanzungsprozesse evolutiv entwickelt haben.</li> <li>• erklären die Funktion unterschiedlicher Organe und Strategien von Lebewesen bei Fortpflanzungsprozessen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asexuelle Vermehrung</li> <li>• sexuelle Vermehrung</li> </ul>			
Sek I – R2 Sexualität des Menschen umfasst biologische und persönliche Aspekte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben biologische und persönliche Aspekte der menschlichen Fortpflanzung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pubertät</li> <li>• Sexualorgane bei Mann und Frau</li> <li>• Schwangerschaft und Geburt</li> </ul>			
Sek I – R3 Viren unterscheiden sich grundlegend in ihrer Vermehrung von Pro- und Eukaryoten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Vermehrung von Viren einerseits und die Vermehrung von Pro- und Eukaryoten andererseits.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermehrung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viren</li> <li>• Prokaryoten</li> <li>• Eukaryoten</li> </ul> </li> </ul>		
Sek I – R4 Die Evolution von Mechanismen der Weitergabe von Erbinformation ermöglicht die Fähigkeit zur Reproduktion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Mechanismen der Weitergabe von Erbinformation.</li> <li>• erklären die Bildung von Keimzellen.</li> <li>• erklären Unterschiede im Phänotyp mit Unterschieden im Genotyp.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA als Bestandteil der Chromosomen</li> <li>• Genom des Menschen</li> <li>• Mitose</li> <li>• Meiose</li> <li>• Keimzellenbildung</li> </ul>

Fortführung der Tabelle »

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – R5 Die Weitergabe von Erbinformation unterliegt Gesetzmäßigkeiten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Regeln der Weitergabe von Erbinformation.</li> <li>• erklären die Risiken bei der Weitergabe von Erbkrankheiten.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• dominante, rezessive Allele</li> <li>• Mendelsche Regeln</li> <li>• Stammbaumanalysen autosomaler und gonosomaler Erbgänge</li> </ul>
Sek I – R6 Bei Wirbellosen und Wirbeltieren gibt es Unterschiede in der Individualentwicklung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Individualentwicklung bei Wirbellosen und Wirbeltieren.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metamorphose bei Insekten</li> <li>• Embryonalentwicklung bei Wirbeltieren</li> </ul>		
Sek I – R7 Die Sexualität des Menschen umfasst auch soziale und kulturelle Aspekte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben soziale und kulturelle Aspekte der Sexualität.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit dem Sexualpartner</li> <li>• Schwangerschaftskontrolle</li> <li>• Homo- und Heterosexualität</li> </ul>	
Sek I – R8 Umgang mit Sexualität kann die Gesundheit beeinflussen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben gesundheitliche Risiken beim Umgang mit Sexualität.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• sexuell übertragbare Krankheiten und deren Prävention</li> <li>• AIDS/HIV</li> </ul>	
Sek I – R9 Menschen nehmen mit Reproduktionstechniken Einfluss auf die eigene Fortpflanzung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Reproduktionstechniken beim Menschen.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Verfahren der Reproduktionsmedizin</li> </ul>	

Tabelle 3 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Kompartimentierung in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I - K1 Lebewesen lassen sich auf der Ebene von Organismus, Organsystem, Organ und Zelle beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Lebewesen auf der Ebene von Organismus, Organsystem, Organ und Zelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelle als Grundbaustein lebender Organismen (ohne Organellen)</li> <li>• Organsysteme und Organe als Bestandteil eines Organismus an Beispielen von Pflanzen und Wirbeltieren</li> </ul>			
Sek I - K2 Die Beschreibung der Lebewesen lässt sich von der zellulären Ebene bis auf die molekulare Ebene erweitern.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau von Zellen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lichtmikroskopisch sichtbare Funktionseinheiten von Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cytoplasma</li> <li>• Zellkern</li> <li>• Chloroplasten</li> <li>• Vakuolen</li> <li>• Zellwand</li> <li>• Zellmembran</li> </ul> </li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen unterschiedliche Zelltypen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellen von Pro- und Eukaryoten</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben biologische Makromoleküle schematisch.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematische Darstellungen von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteine/Enzyme</li> <li>• Lipide</li> <li>• Glucose</li> <li>• Stärke</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schematische Darstellungen von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA</li> </ul> </li> </ul>
Fortführung der Tabelle »					

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – K3 Die Biosphäre lässt sich in verschiedene Systemebenen gliedern.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau der Biosphäre aus Ökosystemen.</li> <li>• beschreiben die strukturelle und funktionelle Organisation im Ökosystem.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Biosphäre</li> <li>• Aufbau eines Ökosystems</li> <li>• zeitliche Veränderungen in Ökosystemen</li> </ul>

Tabelle 4 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Steuerung und Regelung in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – SR1 Unterschiedliche Faktoren beeinflussen Blutkreislaufsystem und äußere Atmung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und beschreiben Faktoren, die Blutkreislauf und äußere Atmung beeinflussen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belastung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• körperliche Aktivität</li> <li>• Temperatur</li> <li>• Gesundheitszustand</li> <li>• Emotionen</li> </ul> </li> </ul>			
Sek I – SR2 Unterschiedliche Belastungszustände des Organismus beeinflussen den Sauerstoffbedarf.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Zusammenhang zwischen Belastungszuständen und Sauerstoffbedarf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belastungszustände führen zu einem erhöhten Energiebedarf.</li> <li>• Organe benötigen Sauerstoff zur Bereitstellung von Energie</li> </ul>			
Sek I – SR3 Unterschiedliche Faktoren beeinflussen das Pflanzenwachstum.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und beschreiben Faktoren, die das Pflanzenwachstum beeinflussen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerung durch Licht, Feuchtigkeit und Temperatur</li> </ul>		

Fortführung der Tabelle »

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – SR4 Nerven-, Hormon- und Immunsysteme steuern Individuen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Bestandteile des Nervensystems und deren Funktion.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nervenzellen als Bestandteil des vegetativen und somatischen Nervensystems und des Gehirns</li> <li>• Steuerung von Körperfunktionen an einem Beispiel</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Bestandteile des Hormonsystems und deren Funktion.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormondrüsen als Produktionsstätte der Hormone</li> <li>• Wirkung von Hormonen an Empfangsorganen (Schlüssel-Schloss-Prinzip)</li> <li>• Rolle der Hormone in der menschlichen Sexualität</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Bestandteile des Immunsystems und deren Funktion.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandteile des Immunsystems</li> <li>• Antigen-Antikörper-Reaktion</li> <li>• Infektionskrankheiten</li> <li>• Immunisierung</li> </ul>	
Sek I – SR5 Biozöosen in Ökosystemen entwickeln sich nach Regelungs- und Steuerungsmechanismen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Veränderungen in Ökosystemen mit Regelungs- und Steuerungsmechanismen.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• menschliche Einflüsse</li> <li>• Nahrungsnetze</li> <li>• Trophiestufen</li> </ul>

Tabelle 5 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Stoff- und Energieumwandlung in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – SE1 Verdauung wandelt Stoffe in Bau- und Betriebsstoffe um.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bereitstellung von Bau- und Betriebsstoffen durch die Verdauung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fette, Kohlenhydrate, Eiweiße, Vitamine, Ballaststoffe, Mineralstoffe als Nahrungsbestandteile</li> <li>• Verarbeitung von Fetten, Kohlenhydraten und Eiweißen durch Enzyme zu Betriebs- und Baustoffen</li> </ul>			
Sek I – SE2 Der Blutkreislauf dient der Verteilung von Stoffen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Funktion des Blutkreislaufes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme und Verteilung von Stoffen durch das Blut</li> </ul>			
Sek I – SE3 Äußere Atmung ermöglicht den Gasaustausch.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Mechanismus des Gasaustauschs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauch- und Brustatmung</li> <li>• modellhafte Darstellung des Gasaustauschs.</li> </ul>			
Sek I – SE4 Verdauung, Blutkreislauf und äußere Atmung ermöglichen die Energiebereitstellung in den Organen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Funktion von Verdauung, Blutkreislauf und äußerer Atmung bei der Umwandlung von Energie in den Organen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebereitstellung:</li> <li>• Abbau von Kohlenhydraten</li> <li>• Aufnahme von Sauerstoff</li> <li>• Abgabe von Kohlenstoffdioxid</li> </ul>			

Fortführung der Tabelle »

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
<p>Sek I – SE5</p> <p>Fotosynthese und Zellatmung sind die grundlegenden Prozesse der Stoff- und Energieumwandlung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Zusammenhang von Fotosynthese und Zellatmung.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotosynthese:</li> <li>• Prozess der Energieumwandlung von Lichtenergie in chemische Energie</li> <li>• Glucose als Produkt der Fotosynthese</li> <li>• Zellatmung</li> <li>• Abbauprozess von energiereichen Kohlenhydraten zu nutzbarer Energie</li> </ul>
<p>Sek I – SE6</p> <p>Ökosysteme sind durch Stoffkreisläufe und Energieflüsse gekennzeichnet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bedeutung von Fotosynthese und Zellatmung für den Stoff- und Energieumwandlung in der Biosphäre.</li> <li>• beschreiben Stoffkreisläufe und Energieflüsse in Ökosystemen.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produzenten, Konsumenten, Destruenten</li> <li>• Kohlenstoffkreislauf</li> <li>• Energiefluss</li> </ul>
<p>Sek I – SE7</p> <p>Ökosysteme werden durch den Menschen beeinflusst.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Einfluss des Menschen auf Ökosysteme und die Biosphäre.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein lokaler Einfluss</li> <li>• ein globaler Einfluss</li> </ul>
<p>Sek I – SE8</p> <p>Nachhaltigkeit bedeutet, ein Ökosystem zu nutzen, ohne die Existenzgrundlage des Menschen zu zerstören.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Nachhaltigkeit als die Bewahrung der natürlichen Regenerationsfähigkeit der Biosphäre.</li> <li>• beschreiben Verhaltensweisen, die ein Ökosystem nutzen, ohne die Existenzgrundlage des Menschen zu zerstören.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeitsdreieck</li> <li>• Anwendungen auf die persönliche Lebensweise der Lernenden</li> </ul>

Tabelle 6 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Information und Kommunikation in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – IK1 Informationsaufnahme ist die Grundlage für Kommunikation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Informationsaufnahme als Grundlage für die Reaktion von Lebewesen auf ihre Umwelt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten eines Wirbeltieres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinnesorgane bei Wirbeltieren als Rezeptoren für Reize aus der Umwelt</li> </ul>		
Sek I – IK2 Sinnesorgane ermöglichen die Aufnahme von Information.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Aufnahme von Information durch Sinnesorgane.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele aus der Tier- und Pflanzenwelt:</li> <li>• Kommunikation bei Insekten (z.B. Bienen)</li> <li>• koevolutive Aspekte (z.B. Blütenspezifität bei Insekten, Räuber-Beute-Systeme)</li> </ul>		
Sek I – IK3 Lebewesen können Informationen verarbeiten, speichern und weitergeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Möglichkeiten, wie Lebewesen Informationen verarbeiten, speichern und weitergeben können.</li> </ul>				
Sek I – IK4 Kommunikationsprozesse finden auf unterschiedlichen Systemebenen des Individuums statt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Kommunikationsprozesse auf verschiedenen Systemebenen eines Individuums.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ebene der Organe</li> <li>• Hormonsystem</li> <li>• Nervensystem</li> <li>• Immunsystem</li> <li>• Ebene der Individuen</li> <li>• Wahrnehmung der Umwelt mit einem Sinnesorgan (z.B. visuelle Wahrnehmung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zelluläre Ebene:</li> <li>• Weitergabe von Erbinformationen</li> </ul>

Tabelle 7 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Variabilität und Anpasstheit in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – VA1 Wirbeltiere und Pflanzen sind an ihre Umwelt angepasst.	• beschreiben die Anpasstheit von Wirbeltieren und Pflanzen an ihre Umwelt.	• Vergleich von Anpassungserscheinungen bei Wirbeltieren und Pflanzen			
Sek I – VA2 Biodiversität ist eine Folge der Anpasstheit der Arten an ihre Umwelt.	• beschreiben Biodiversität als Folge der Anpasstheit der Arten an ihre Umwelt.	• Artenkenntnis in heimischer Umgebung: • Blütenpflanzen • Wirbeltiere • Ansprüche heimischer Organismen an ihre Umwelt			
Sek I – VA3 Genetische Variabilität ist Ergebnis und Grundlage von evolutionen Prozessen.	• erklären, dass die genetische Variabilität die Grundlage von evolutionen Prozessen ist.				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänotyp und Genotyp</li> <li>• Gen als Erbanlage</li> <li>• Allel als Ausprägungsform eines Gens</li> <li>• Genom als die Gesamtheit der Erbanlagen eines Individuums</li> <li>• Variabilität im Phänotyp hat genetische Ursachen und ermöglicht Selektionsprozesse</li> </ul>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>					

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – VA4 Modifikationen sind individuelle Anpassungen eines Organismus innerhalb einer genetisch festgelegten Variationsbreite.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben individuelle Anpassungen eines Organismus an die Umwelt als Modifikationen.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifikationen</li> </ul>
Sek I – VA5 Die genetische Variabilität von Nachkommen wird durch Mutationen und Rekombinationsprozesse ermöglicht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären, dass die genetische Variabilität auf Individualebene durch Mutationen und Rekombinationsprozesse bestimmt wird.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekombination</li> <li>• Mutation</li> </ul>
Sek I – VA6 Angepasstheit ist eine Folge der Selektion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Fortpflanzungserfolg unterschiedlich angepasster Individuen durch Selektion.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion an einem Beispiel</li> </ul>
Sek I – VA7 Angepasstheit ist auf zellulärer und molekularer Ebene zu finden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Veränderungen im Immunsystem durch zelluläre und molekulare Anpassungsprozesse an Antigene.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandteile des Immunsystems des Menschen</li> <li>• Anpassungsmechanismen des Immunsystems</li> <li>• Antigen-Antikörper-Reaktion</li> </ul>	

Tabelle 8 Verteilung der Unterrichtsinhalte des Basiskonzepts Geschichte und Verwandtschaft in der Sekundarstufe I

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
Sek I – GV1 Lebewesen unterlie- gen einer Individu- alentwicklung und einer evolutiven Ent- wicklung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden zwi- schen individueller und stammesgeschichtli- cher Entwicklung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Individualentwick- lung von Pflanzen und Wirbeltieren</li> <li>Angepasstheit von Pflanzen und Wirbel- tieren als Prozess</li> </ul>			
Sek I – GV2 Lebewesen wer- den verglichen und geordnet, um ihre evolutive Entwicklung abzubilden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben Gemein- samkeiten und Unter- schiede von Organis- men und schließen daraus auf Verwand- tschaft.</li> <li>beschreiben Verwand- tschaft als das Ergebnis evolutiver Prozesse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Systematik und Stammbaum der Wirbeltiere</li> <li>Übergang Wasser- Land bei Wirbeltieren</li> <li>Systematik bei Blü- tenpflanzen auf der Ebene von Pflanzen- familien (beispiel- haft)</li> </ul>			
Sek I – GV3 Der Mensch nutzt evolutive Mechanis- men bei der Tier- und Pflanzenzucht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Entstehung von Nutzpflanzen und von Haus- oder Nutztie- ren mit der Anwendung evolutiver Mechanismen durch den Menschen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Züchtung</li> <li>eines Säugetieres</li> <li>einer Nutzpflanze</li> </ul>			
Sek I – GV4 Es gibt Belege, die die Existenz aller Le- bewesen durch einen Evolutionprozess erklären.	<ul style="list-style-type: none"> <li>nennen Sachverhalte, die Evolutionsprozesse belegen.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Fossilien</li> <li>Übergangsformen</li> </ul>

Fortführung der Tabelle »

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	5./6. Jahrgang	7. Jahrgang	8. Jahrgang	9(10). Jahrgang
<p>Sek I – GV5 Die Evolutionstheorie von Darwin gibt eine Erklärung für die Entstehung von Arten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden die Evolutionstheorie von Darwin zur Erklärung der Entstehung der Arten an.</li> <li>erklären die Unterschiede zur Theorie von Lamarck.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Evolutionstheorien:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Darwin</li> <li>Lamarck</li> </ul> </li> <li>Selektion und Variabilität</li> </ul>
<p>Sek I – GV6 Die stammesgeschichtliche Verwandtschaft aller Organismen lässt sich systematisch in einem Stammbaum darstellen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die stammesgeschichtliche Verwandtschaft der Organismen mit Hilfe eines Stammbaums.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>vereinfachter Stammbaum der Lebewesen</li> </ul>		
<p>Sek I – GV7 Die Verwandtschaft der Primaten ist evolutionär begründet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Verwandtschaft der Primaten durch einen evolutionären Prozess.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Körpermerkmale der Primaten</li> <li>Faktoren der Menschwerdung</li> <li>vereinfachter Stammbaum des Menschen</li> </ul>

## Anhang 2 Verteilung der Unterrichtsinhalte in der Sekundarstufe II nach Konzepten 1, siehe Tabelle 5.2.1

Die Tabellen 9 bis 18 sind als Word-Dateien im Fächerportal des IQSH hinterlegt.

**Tabelle 9 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Struktur und Funktion in der Sekundarstufe II**

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - SF1 Es lassen sich idealisierte Grundtypen für biologische Strukturen angeben, die alle wesentlichen Merkmale dieser Struktur vereinen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären, wie aus Grundtypen durch geringe Abwandlungen neue Strukturen mit neuen Funktionen abgeleitet werden können.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homologie und Analogie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution der eukaryotischen Zelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammzellen</li> <li>• Zelldifferenzierung</li> </ul>
OS - SF2 Die Struktur-Funktions-Beziehung gilt für alle Systemebenen eines Organismus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Zusammenhang von Struktur und Funktion an den unterschiedlichen Systemebenen eines Lebewesens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organe</li> <li>• Habitus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pflanzliche und tierische Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellorganellen</li> <li>• Zelltypen</li> </ul> </li> </ul>	
OS - SF3 Die Struktur von Molekülen ermöglicht deren biologische Funktion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den molekularen Bau von biologischen Makromolekülen und erklären damit deren Funktion.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• molekularer Bau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA</li> <li>• Proteine</li> <li>• Lipide, Phospholipide</li> <li>• Kohlenhydrate</li> </ul> </li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Funktion von Stoffwechselprozessen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• vereinfachte Darstellung von Stoffwechselprozessen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymreaktionen</li> <li>• Replikation</li> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Fotosynthese</li> <li>• Glykolyse</li> <li>• Gärung</li> <li>• Atmung</li> </ul> </li> </ul>	
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - SF4 Das Prinzip von Struktur und Funktion ist im Rahmen einer stammesgeschichtlichen Entwicklung zu sehen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Zusammenhang von Struktur und Funktion im Rahmen einer stammesgeschichtlichen Entwicklung.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der Pro- und Eucyte</li> <li>• Endosymbiontentheorie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stammesgeschichtliche Entwicklung von Organismen</li> </ul>
OS - SF5 Das Prinzip von Struktur und Funktion ist auf ökologischer Ebene zu betrachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Zusammenhang von Struktur und Funktion als Anpassung an die Umwelt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einnischung</li> </ul>		

Tabelle 10 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Reproduktion in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - R1 Umweltbedingungen haben Einfluss auf das Auftreten asexueller und sexueller Fortpflanzung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben sexuelle Fortpflanzung als Rekombination des genetischen Materials durch Gameten.</li> <li>• beschreiben den Unterschied von weiblichen und männlichen Keimzellen und deren Entstehung.</li> <li>• <i>beschreiben und erklären unterschiedliche Möglichkeiten der Geschlechtsbestimmung.</i></li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gametenbildung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiosephasen</li> <li>• intra- und interchromosomale Rekombination</li> </ul> </li> <li>• Zygotenbildung</li> <li>• Bau, Funktion und Entstehung von Eizellen und Spermien beim Menschen</li> <li>• <i>genotypisch</i></li> <li>• <i>durch andere Faktoren</i></li> </ul>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Vorteil der genetischen Rekombination bei einer instabilen Umwelt.</li> <li>• beschreiben und erklären den Vorteil genetisch identischer Nachkommen bei einer stabilen Umwelt.</li> <li>• beschreiben und erklären die Vermehrung von Bakterien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Variabilität durch genetische Rekombination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau von Bakterien</li> <li>• Zweiteilung</li> <li>• relevante Bakterien für den Menschen:</li> <li>• Lebensmittelproduktion</li> <li>• <i>Escherichia coli</i> als Modellorganismus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitosephasen</li> <li>• asexueller Fortpflanzung</li> <li>• <i>Klone als künstlich erzeugte, erbgleiche Individuen</i></li> <li>• Parasexualität bei Bakterien</li> <li>• Transformation</li> <li>• Konjugation</li> <li>• Transduktion</li> </ul>
OS - R2 Die Partnerwahl basiert auf genetischer Disposition.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Sonderfälle bei sexuell reproduktiven Organismen.</li> <li>• beschreiben und erklären artspezifisches Verhalten bei der Partnerfindung und beim Paarungsverhalten.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. Parthenogenese</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die unterschiedlichen Fortpflanzungsstrategien im weiblichen und männlichen Geschlecht.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partnerfindung durch:</li> <li>• Lockstoffe</li> <li>• akustische Verfahren</li> <li>• Balz</li> <li>• sexuelle Selektion</li> <li>• Paarungssysteme</li> <li>• MHC-System</li> <li>• weibliches Investment in Qualität</li> <li>• männliches Investment in Quantität</li> </ul>
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - R3 Das Populationswachstum ergibt sich aus der Anpasstheit der Individuen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die reproduktive Fitness als Maß für die Anpasstheit eines Individuums.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reproduktive Fitness</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Altruismus</i></li> </ul>
OS - R4 Das Populationswachstum wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Zusammenhang zwischen begrenzten Ressourcen und Fortpflanzungsstrategien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r- und K-Strategen</li> </ul>		
OS - R5 Der Mensch beeinflusst mit technischen Verfahren seine Reproduktionsfähigkeit und seine Gesundheit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Verfahren der pränatalen Diagnostik und Reproduktionstechniken beim Menschen.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Verfahren der:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• pränatalen Diagnostik beim Menschen</li> <li>• Reproduktionstechniken beim Menschen</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Verfahren der Stammzellentherapie beim Menschen.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Verfahren der Stammzellentherapie</li> </ul>

Tabelle 11 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Kompartimentierung in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - K1 Biomembranen sind die Grundlage für eine Kompartimentierung der Zelle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Biomembran als Grundelement der Kompartimente in der Zelle.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Biomembran als Flüssig-Mosaik-Modell</li> </ul>	
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - K2 Kompartimente auf zellulärer Ebene sind eine Voraussetzung für arbeitsteilige Stoff- und Energieumwandlungsprozesse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Abgrenzungs- und Schutzfunktion der Biomembran bei physiologischen Prozessen.</li> <li>• erklären grundlegende Stoff- und Energieumwandlungsprozesse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranfluss</li> <li>• Diffusion und Osmose</li> <li>• Transportmechanismen</li> <li>• Membranpotential</li> <li>• Protonengradient und ATP-Bildung</li> </ul>		
OS - K3 Ökologische Systeme lassen sich auf verschiedenen Ebenen räumlich und zeitlich strukturieren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die räumlich vielfältigen Strukturen eines Ökosystems und erklären damit die Grundlage der Biodiversität.</li> <li>• beschreiben zeitliche Veränderungen eines Ökosystems.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spezifische räumliche Strukturen am Beispiel von einem Ökosystem</li> <li>• jahreszeitliche Veränderungen</li> <li>• Sukzession und Klimax</li> <li>• Biosphäre</li> <li>• Ökosystem</li> <li>• Population</li> <li>• Organismus</li> </ul>		
OS - K4 Von zellulärer Ebene bis auf die Ebene der Biosphäre lassen sich biologische Strukturen nach dem Baukastenprinzip durch Systemebenen gliedern.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Biosphäre als eine Einheit von immer kleiner werdenden Kompartimenten.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewebe</li> <li>• Zelle</li> <li>• Organell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organ</li> </ul>

Tabelle 12 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Steuerung und Regelung in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - SR1 Lebende Systeme halten bestimmte Zustände durch Regulation aufrecht und reagieren so auf Veränderungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären, dass Lebewesen Schwankungen ihres inneren Milieus durch Regulationsmechanismen in engen Grenzen halten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung der Körpertemperatur:</li> <li>• Endothermie</li> <li>• Ektothermie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osmotische Vorgänge</li> <li>• Transportmechanismen an Biomembranen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Homöostase an einem Beispiel erläutern</i></li> </ul>
OS - SR2 DNA ist von grundlegender Bedeutung für die Steuerung von Vorgängen in Zellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>erklären die Homöostase als grundlegenden Selbstregulationsmechanismus lebender Systeme.</i></li> <li>• beschreiben und erklären die Proteinbiosynthese.</li> <li>• beschreiben und erklären Mechanismen, wie die DNA die Differenzierung der Zelle steuert.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• bei Prokaryoten</li> <li>• bei Eukaryoten</li> <li>• Genregulation</li> <li>• bei Prokaryoten: Operon-Modell</li> <li>• bei Eukaryoten: <i>Transkriptionsfaktoren</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Determination von Zellen</i></li> </ul>
OS - SR3 Die Expression der DNA kann durch epigenetische Faktoren gesteuert werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>beschreiben den Einfluss eines epigenetischen Faktors auf die DNA.</i></li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Beispiel für einen epigenetischen Mechanismus</i></li> </ul>
OS - SR4 Enzyme steuern Reaktionen in der Zelle in Abhängigkeit von inneren und äußeren Faktoren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Faktoren und Mechanismen, die die Enzymaktivität beeinflussen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktoren, die die Enzymaktivität beeinflussen</li> <li>• Regelmechanismen der Enzymaktivität</li> </ul>	
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
<p>OS - SR5</p> <p>Voraussetzung für das Entstehen und die Entwicklung eines vielzelligen Organismus ist die Steuerung des Zellzyklus und die Steuerung der Embryonalentwicklung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Phasen des Zellzyklus.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur der DNA</li> <li>• Struktur von Chromosomen</li> <li>• Replikation der DNA</li> <li>• Mitosephasen</li> <li>• Zellzyklus</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Phasen der Embryonalentwicklung.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasen der Embryonalentwicklung bei Wirbeltieren</li> <li>• steuernde Faktoren der Embryonalentwicklung durch Homöobox-Gene</li> </ul>
<p>OS - SR6</p> <p>Zellen des Nervensystems steuern Individuen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Funktionsweise des Nervensystems.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionsweise von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nervenzellen</li> <li>• Nervensystemen</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Wirkung von Drogen auf das menschliche Nervensystem.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsweise von Drogen</li> </ul>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
<p>OS - SR7</p> <p>Die Größe und die Zusammensetzung der Populationen eines Ökosystems befinden sich in einem dynamischen Gleichgewichtszustand.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Rückkopplungseffekte innerhalb einer Population.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• intraspezifische Beziehungen</li> <li>• dichte- und dichteunabhängige Faktoren</li> <li>• Konkurrenz</li> <li>• Koexistenz</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Wechselbeziehungen von Populationen in einer Lebensgemeinschaft.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interspezifische Beziehungen</li> <li>• Räuber-Beute-Beziehung</li> <li>• Symbiose</li> <li>• Parasitismus</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Rückkopplungseffekte zwischen den Populationen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lotka-Volterra Regeln</li> <li>• top-down- / bottom-up-Kontrolle</li> </ul>		

Tabelle 13 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Stoff- und Energieumwandlung in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsoökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - SE1 Lebewesen sind offene Systeme mit Energie- und Stoffaustausch.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären, dass Lebewesen der Umwelt Stoffe und Energie entnehmen, diese umwandeln und in anderer Form wieder abgeben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produzenten</li> <li>• Konsumenten</li> <li>• Destruenten</li> </ul>		
OS - SE2 Die Energiemenge, die ein Organismus (Individuum) in Lebensprozesse investieren kann, ist beschränkt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben unterschiedliche Strategien der Energiegenutzung bei Organismen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten-Nutzen-Analyse anwenden auf Verhaltensweisen</li> </ul>		
OS - SE3 Autotrophe und heterotrophe Organismen nutzen unterschiedliche Prozesse des Energieumsatzes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden zwischen Assimilation und Dissimilation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assimilation als aufbauender Stoffwechselprozess</li> <li>• Dissimilation als abbauender Stoffwechselprozess</li> </ul>		
OS - SE4 Autotrophe Organismen nutzen chemische oder physikalische Energiequellen zum Aufbau körpereigener Materie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben zentrale Stoffwechselprozesse der Energiebereitstellung durch Assimilation.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht als Energiequelle</li> <li>- Fotosynthese: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primärreaktionen</li> <li>• Sekundärreaktionen</li> </ul> </li> <li>• Evolution des Fotosyntheseprozesses</li> <li>• chemische Energie als Energiequelle</li> <li>• ein Beispiel für Chemosynthese</li> </ul>	
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - SE5 Heterotrophe und autotrophe Organismen nutzen energiereiche organische Materie als Energiequelle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben zentrale Stoffwechselprozesse der Energiebereitstellung durch Dissimilation.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glykolyse (vereinfacht)</li> <li>• Gärung (vereinfacht)</li> <li>• Citratzyklus (vereinfacht)</li> <li>• Endoxidation (vereinfacht)</li> </ul>	
OS - SE6 Redoxprozesse sind grundlegende Reaktionen bei Dissimilation und Assimilation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Assimilations- und Dissimilationsprozesse als Prozesse, bei denen Elektronen und Protonen verschoben werden.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• NAD<sup>+</sup>, NADP<sup>+</sup> und FAD als Elektronen und Protonenüberträger</li> <li>• Assimilationsprozesse als Reduktionsprozesse</li> <li>• Dissimilationsprozesse als Oxidationsprozesse</li> </ul>	
OS - SE7 Es gibt aerobe und anaerobe Prozesse der Energiebereitstellung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden zwischen aeroben und anaeroben Prozessen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• aerob: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse der Zellatmung</li> </ul> </li> <li>• anaerob: <ul style="list-style-type: none"> <li>• alkoholische Gärung</li> <li>• Milchsäuregärung</li> </ul> </li> </ul>	
OS - SE8 Adenosintriphosphat (ATP) ist ein universeller Energieträger aller Lebewesen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den unterschiedlichen Energieumsatz bei aeroben und anaeroben Prozessen.</li> <li>• beschreiben ATP als universellen Energieüberträger.</li> <li>• beschreiben das Funktionsprinzip der ATP-Synthase</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebilanz der ATP-Synthese</li> <li>• Reaktionsschema ATP-Umwandlung</li> </ul>	
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - SE9 Ökosysteme sind offene Systeme in einem Fließgleichgewicht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Fließgleichgewicht von Ökosystemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahrungsnetze</li> <li>• Trophiestufen</li> </ul>		
OS - SE10 Trophiestufen beschreiben Stoffkreisläufe und Energieumsätze.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Stoffkreisläufe in einem Ökosystem.</li> <li>• beschreiben und erklären den Energiefluss in einem Ökosystem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenstoffkreislauf</li> <li>• Stickstoffkreislauf</li> </ul>		
OS - SE11 Nachhaltige Entwicklung umfasst soziale, ökonomische und ökologische Aspekte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und konkretisieren es an einem lokalen und einem globalen Thema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beispielhaft an einem Ökosystem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trophiestufen</li> <li>• ökologische Pyramiden</li> <li>• Energiefluss</li> </ul> </li> <li>• Leitbild Nachhaltigkeit (Nachhaltigkeitsdreieck) konkretisiert an einem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• lokalen Thema</li> <li>• globalen Thema</li> <li>• Naturschutz: Erhalt der Biodiversität</li> </ul> </li> </ul>		

Tabelle 14 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Information und Kommunikation in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - IK1 In Kommunikationsprozessen werden Informationen in Form von Signalen räumlich oder zeitlich weitergegeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben intra- und interspezifische Kommunikationsprozesse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mimikry</li> <li>• Mimese</li> <li>• optische, olfaktorische und akustische Signale im Tier- und Pflanzenreich</li> </ul>		
OS - IK2 Kommunikationsprozesse finden nicht nur zwischen Organismen sondern auch auf molekularer und zellulärer Ebene statt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Proteinbiosynthese als einen Kommunikationsprozess auf molekularer Ebene.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• genetischer Code</li> <li>• Transkription</li> <li>• Translation</li> </ul>	
OS - IK3 Hochentwickelte Kommunikationssysteme dienen in Sozialverbänden der Verständigung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Notwendigkeit von hochentwickelten Kommunikationssystemen in Sozialverbänden.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reizeitung an Nervenzellen</li> <li>• Funktion von Synapsen</li> </ul>
OS - IK4 Kommunikation ist ein zentraler Bestandteil der Evolution des Menschen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten die menschliche Sprache als einen wesentlichen Faktor der Menschwerdung.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation in Sozialverbänden</li> <li>• Formen des Lernens</li> <li>• <i>Rangordnung</i></li> <li>• <i>Aggression</i></li> <li>• <i>Altruismus</i></li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der menschlichen Sprache in der kulturellen Evolution</li> </ul>

Tabelle 15 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Variabilität und Anpassbarkeit in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - VA1 Variabilität gibt es auf molekularer und zellulärer Ebene sowie auf der Ebene von Organen und Organismen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Ursachen für genetische Variabilität.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hier auf der Grundlage des Wissens der Sek I:</li> <li>• Rekombination</li> <li>• Mutation</li> <li>• Auswirkungen von Mutationen und sexueller Fortpflanzung auf das Genom</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutagene</li> <li>• Mutationsarten</li> <li>• Rekombination von Allelen durch:</li> <li>• Meiose</li> <li>• Zygotenbildung</li> <li>• Gentechnik</li> </ul>
OS - VA2 Der Genotyp bestimmt den Phänotyp durch molekulare Prozesse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Koevolution von Populationen als ständigen Anpassungsprozess.</li> </ul>	Koevolution		
OS - VA3 Die Variabilität einer Population kann auf genotypischer und phänotypischer Ebene betrachtet werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Umsetzung des Genotyps in den Phänotyp.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinbiosynthese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyphänie</li> <li>• Polygenie</li> </ul>
OS - VA4 Selektion führt zu einer Optimierung der Anpassbarkeit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden zwischen genotypischer und phänotypischer Variabilität.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genotyp</li> <li>• Phänotyp</li> <li>• Modifikation</li> <li>• Polymorphismus</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Selektionsprozesse als eine Ursache für die individuelle Anpassbarkeit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpassbarkeit an Umweltfaktoren:</li> <li>• abiotisch</li> <li>• biotisch</li> </ul>		
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
<p>OS - VA5 Die ökologische Nische ist multidimensional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Anpasstheit in verschiedenen Dimensionen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variationsbreite</li> <li>• physiologische und ökologische Potenz (Fundamental- und Realnische)</li> <li>• ökologische Nische als multidimensionales Modell</li> </ul>		
<p>OS - VA6 Angepasstheit zeigt sich in reproduktiver Fitness.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Einnischung der Lebewesen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurrenz</li> <li>• Koevolution</li> <li>• Stellenäquivalenz</li> </ul>		
<p>OS - VA7 Evolutionen beeinflussen die Variabilität des Genpools einer Population.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Einfluss von Evolutionsfaktoren auf die genetische Variabilität eines Genpools.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reproduktive Fitness</li> </ul>		
<p>OS - VA7 Evolutionen beeinflussen die Variabilität des Genpools einer Population.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Einfluss von Evolutionsfaktoren auf die genetische Variabilität eines Genpools.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genpool</li> <li>• Mutation</li> <li>• Rekombination</li> <li>• Selektion</li> <li>• Isolation</li> <li>• Migration</li> <li>• Gendrift</li> <li>• Flaschenhalseffekt</li> </ul>		
<p>Fortführung der Tabelle »</p>				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - VA8 Evolution findet auf Populationsebene statt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären genetische Veränderung in einer Population und ihre Folgen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektionstypen</li> <li>• Artbildung</li> </ul>		
OS - VA9 Die Entstehung von Arten beruht auf der Isolation von Teilpopulationen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Entstehung von Arten mit der Synthetischen Evolutionstheorie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artbegriff</li> <li>• Isolationsmechanismen</li> <li>• allopatrische und sympatrische Artbildung</li> <li>• Genfluss</li> <li>• adaptive Radiation</li> </ul>		
OS - VA10 Verhaltensweisen können mit Hilfe von proximat und ultimat Ursachen erklärt werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Verhalten von Tieren, indem sie zwischen proximat und ultimat Ursachen von Verhalten unterscheiden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proximate und ultimate Ursachen von Verhalten</li> <li>• Kosten-Nutzen-Analyse von Verhalten</li> </ul>		
OS - VA11 Die Variabilität und Anpasstheit des Menschen beruht auf der Leistungsfähigkeit seines Gehirns.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die menschliche Anpassungsfähigkeit mit der Leistungsfähigkeit seines Gehirns.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Leistungen des menschlichen Gehirns.</li> </ul>
OS - VA12 Der Mensch ist in der Lage durch gentechnische Verfahren Lebewesen gezielt zu verändern.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären gentechnische Verfahren und deren Anwendung.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundoperationen der Gentechnik</li> <li>• Anwendungen der Gentechnik</li> </ul>

Tabelle 16 Verteilung der Fachinhalte des Basiskonzepts Geschichte und Verwandtschaft in der Sekundarstufe II

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS – GV1 Alle heute lebenden Organismen haben gemeinsame Eigenschaften.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die gemeinsamen Eigenschaften von Lebewesen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• biologische Makromoleküle</li> <li>• genetischer Code</li> <li>• Stoffwechselprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homöobox-Gene</li> </ul>
OS – GV2 Die Entstehung des Lebens lässt sich evolutiv erklären.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Hypothesen zur Entstehung von Biomolekülen und Zellen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypothesen zur Entstehung des Lebens</li> <li>• <i>chemische Evolution</i></li> </ul>	
OS – GV3 Die evolutive Entstehung der Zelle ist die Grundlage für alle Lebensformen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Entstehung der Prokaryoten, Eukaryoten und der Vielzeller.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung der Prokaryoten und der Eukaryoten</li> <li>• Endosymbiontentheorie</li> <li>• Entstehung der Vielzeller</li> </ul>	
OS – GV4 <i>Physiologische Prozesse haben sich evolutiv und zeitlich gestaffelt entwickelt.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>beschreiben und erklären die evolutive Entwicklung anaboler und kataboler Prozesse in der Zelle.</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Glykolyse</i></li> <li>• <i>Gärung</i></li> <li>• <i>Chemosynthese</i></li> <li>• <i>Fotosynthese</i></li> <li>• <i>Zellatmung</i></li> </ul>	
OS – GV5 Der Verwandtschaftsgrad aller heute lebenden Arten ist ein Maß für die Dauer der gemeinsamen Entwicklung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Dauer der gemeinsamen Entwicklung als ein Maß der Verwandtschaft der heute lebenden Arten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammbäume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Entstehung der Erde</i></li> <li>• <i>Erdzeitalter</i></li> </ul>	

Fortführung der Tabelle »

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsoökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS – GV6 Der Verwandtschaftsgrad kann auf molekularer und auf morphologischer Ebene ermittelt werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären molekularbiologische Verfahren der Verwandtschaftsbestimmung</li> <li>• beschreiben und erklären morphologische Befunde, die Hinweise auf den Verwandtschaftsgrad geben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homologie und Divergenz</li> <li>• Analogie und Konvergenz</li> <li>• Fossilien</li> <li>• Brückentiere</li> <li>• Methoden der Altersbestimmung</li> <li>• <i>lebende Fossilien</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA-Sequenzvergleiche</li> <li>• molekulare Uhr</li> </ul>
OS – GV7 Geschichte und Verwandtschaft von Lebewesen kann mit Hilfe von Stammbäumen verdeutlicht werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären den Verwandtschaftsgrad von Lebewesen mit Hilfe von Stammbäumen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordnungssystem der Lebewesen</li> <li>• Stammbaum der Wirbeltiere</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• molekularer Stammbaum</li> </ul>
OS – GV8 Die Weitergabe von Merkmalen lässt sich mit Hilfe von Stammbäumen analysieren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Weitergabe von Merkmalen mit Hilfe von Stammbäumen.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erbgänge: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dominant-rezessiv</li> <li>• autosomal-gonosomal</li> <li>• intermediär</li> </ul> </li> </ul>
OS – GV9 Der Artbegriff kann auf unterschiedliche Weise definiert werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären verschiedene Artkonzepte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artbegriff: <ul style="list-style-type: none"> <li>• biologischer</li> <li>• morphologischer</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Problematik des Artbegriffs</i></li> </ul>
Fortführung der Tabelle »				

Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts	Die Schülerinnen und Schüler...	Einführungsphase Evolutionsökologie	Evolution der eukaryotischen Zelle	Individuelle und evolutive Entwicklung des Menschen
OS - GV10 Der heutige Mensch ist das Ergebnis eines Evolutionsprozesses.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Evolution des Menschen.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktoren der Menschwerdung</li> <li>• Stammbaum des Menschen</li> </ul>
OS - GV11 Die Synthetische Evolutionstheorie wird ständig erweitert, sie widerspricht kreationistischen Vorstellungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten kreationistische Vorstellungen aus naturwissenschaftlicher Sicht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schöpfungsgeschichte</li> <li>• Kreationismus</li> <li>• Intelligent Design</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• weitere Aspekte der Evolutionstheorie, z.B.:</li> <li>• Epigenetik</li> <li>• evolutionsstabile Strategien</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>beschreiben und erklären Erweiterungen der Synthetischen Evolutionstheorie.</i></li> </ul>			



