

Biologie 8. Klasse im G8, Didaktik

Thomas Nickl, 2018

Inhalt:

1	Grundsätzliche Probleme in der 8. Klasse	1
2	Grundsätzliche Tipps für die 8. Klasse	3
3	Vorschlag für einen Unterrichtsplan:	5
	B 8.1. Einfache Organisationsstufen von Lebewesen	5
	B 8.2. Einblick in die Biodiversität bei wirbellosen Tieren	10
	B 8.3 Evolutionstheorie	11
	B 8.4. Fortpflanzung und Entwicklung des Menschen	13

Mit „ALP“ werden Hinweise gegeben auf den Praktikums-Ordner „Bio? – Logisch!“, Akademiebericht 506 der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen.

Die im Skript aufgeführten Arbeitsblätter finden Sie auf meiner Webseite unter Materialien → Materialien Mittelstufe

1 Grundsätzliche Probleme in der 8. Klasse

Lehrerseitig:

Im alten G9 stand das Thema „Wirbellose“ für sich alleine mit einigen Monografien, ziemlich vielen Einzelheiten bei Insekten und relativ breiter exemplarischer Behandlung von wirbellosen Arten außerhalb der Gliedertiere. Im G8-Lehrplan dient die Behandlung der Wirbellosen dagegen einem übergeordneten Zweck: Es sollen im Vergleich mit den Wirbeltieren alternative Lösungen für die gleichen Lebensprobleme aufgezeigt werden, um damit eine kleine Vorstellung von Biodiversität zu vermitteln, d. h. einen kleinen Ausschnitt aus der Vielfalt der Lebenserscheinungen. Es besteht die Gefahr, diesen weiterführenden Aspekt bei der Behandlung der Wirbellosen aus dem Blick zu verlieren.

Schülerseitig:

► Fehlende Kontinuität

In der 5. und 6. Jahrgangsstufe lernten die Schüler grundlegende biologische Prinzipien am Beispiel des Menschen kennen und erhielten einen Überblick über die Wirbeltiere und die Blütenpflanzen. In der 7. Jahrgangsstufe gibt es keinen Biologieunterricht, so dass die Biologie in der 8. Jahrgangsstufe wieder einen Neuanfang darstellt. Dies wird dadurch noch dramatisiert, dass das Leitthema jetzt nicht mehr so lebensnah ist wie in der Unterstufe, sondern ausgesprochen abstrakt, wobei die jüngeren Schüler gerade erst 13 Jahre alt sind.

► Fehlendes Vorwissen

- Die Kennzeichen der Lebewesen bzw. die allgemeinen Lebensprinzipien werden in ihrer Tragweite nicht erfasst.
- Die ungeheure Vielfalt der Arten ist den Schülern nicht annähernd bewusst.
- Die Variabilität der Individuen innerhalb einer Art oder einer Population ist nicht bekannt bzw. bleibt unberücksichtigt.
- Die Bedeutung der Proteine sowie ihr Aufbau aus Aminosäuren ist nicht oder nicht ausreichend bekannt. (Die Bedeutung des Urey-Miller-Versuchs kann dann nicht richtig eingeschätzt werden.)

- Die hierarchische Ordnung der Lebewesen in der biologischen Systematik als Ausdruck einer abgestuften Ähnlichkeit ist oft nicht oder nur unzureichend bekannt.
- Grundprinzipien der Vererbung sind unbekannt. Ohne sie ist die schrittweise Veränderung der Lebewesen in der Evolution aber nicht erklärbar.
- Der Energiebegriff ist bei den Schülern meist noch sehr vage. Der Zusammenhang zwischen Stoffen und Energie ist den Schülern unbekannt. Das Prinzip der Energieerhaltung ist manchen zwar geläufig, dennoch können sie dieses Prinzip kaum auf den Stoffwechsel bei Lebewesen übertragen.

► **Alltagsdenken**

Die Denkweise der Evolutionslehre widerspricht vordergründig unserem Alltagsdenken. Wie die meisten Menschen neigen auch unsere Schüler dazu zu glauben, dass Lebewesen zielgerichtet und willentlich ihre körperlichen Eigenschaften verändern, um einer Veränderung ihrer Umweltbedingungen zu begegnen. (Die mittlerweile sehr massiv agitierenden Kreationisten gehen sogar noch weiter und predigen eine absolute Konstanz der Arten über alle Zeitalter hinweg!)

Dass Evolution zunächst Erb-Änderungen (Mutationen) voraussetzt, die zu einer Variabilität in den Populationen führen, und dass Artenwandel nur über vererbte Merkmale möglich ist, liegt den Schülern nicht nahe.

► **Persönlichkeitsentwicklung**

In der 8. Klasse sind viele Schüler bereits in der Hauptphase der Pubertät. Ganz allgemein sind dann viele nur noch schwer zu erreichen, oft trifft man auf „coole“ Ablehnungs- und Verweigerungshaltung, vor allem bei lehrerzentriertem Unterricht. Oft sprechen sie aber gut auf schülerzentrierte Arbeitsweisen an, die sich allerdings nicht für schwierigen, abstrakten neuen Stoff eignen, sondern nur in Bereichen, in denen bereits Vorwissen vorhanden ist und in denen die Zusammenhänge nicht zu komplex sind. Allerdings reagieren nicht alle Klassen gleich: Die einen laufen in Gruppenarbeit zur Hochform auf, andere fühlen sich im lehrerzentrierten Unterricht wohl

Ganz allgemein lehnen Schüler in diesem Alter gerne ab, was sie als Kind noch begeistert hat. Das kann auch das Fach Biologie betreffen, das dann als „Kinderkram“ der Unterstufe betrachtet wird. Verschärft wird diese Situation dadurch, dass die Unterstufenphase von der 8. Klasse durch ein biologiefreies Schuljahr scharf getrennt wird. Deshalb muss man den Schülern der 8. Klasse von der ersten Stunde an demonstrieren, dass Biologie jetzt ein Fach mit Anspruch an das Denken in Zusammenhängen ist.

► **Verbreitete Irrtümer**

- Pflanzen würden Kohlenstoffdioxid in Sauerstoff umwandeln.
 - > Diese Formulierung ist so stark verkürzt, dass sie verfälschend ist. Richtig ist nur die Formulierung der gesamten Fotosynthesereaktion:
Wasser und Kohlenstoffdioxid werden von den Pflanzen mit Hilfe von Licht umgewandelt in Sauerstoff und Glucose.
- Treibhausgase zerstören die Ozonschicht.
 - > Richtig ist: Treibhausgase sorgen für eine Erwärmung der Erde. Die Zerstörung der Ozonschicht mit der Folge erhöhter UV-Einstrahlung ist ein anderes Problem.
- Energie entsteht und verschwindet, Energie wird gewonnen und geht verloren bzw. wird verbraucht.
 - > Das widerspricht dem Energieerhaltungssatz. Richtig ist: Energie wird von einer Form in eine andere Form umgewandelt, z.B. von Lichtenergie in chemische Energie.

- Lamarckistische Vorstellungen beim Artenwandel: Vererbung individuell erworbener Eigenschaften (dass das über längere Zeiträume nicht stimmt, widerlegt auch die Epigenetik nicht)
- Individuen steuern zielgerichtet und absichtsvoll auf einen als erstrebenswert erachteten Zustand hin.
- In der Evolution entsteht nichts Neues, sondern bereits Vorhandenes werde lediglich modifiziert.

- Zellen besäßen nur die Erbinformation, die sich für ihren Betrieb brauchen.
 - > Jede Zelle (Keimzellen ausgenommen) enthält das gesamte „Rezeptbuch“. Die Zellen unterscheiden sich in der Nutzung der „Rezepte“.
- „die Bakterie“, „die Vire“ (korrekt ist: das Bakterium, das (!) Virus, NB: der Virus bezieht sich auf dem Computer)
- „Antibiotica“ als Singular
 - > das Antibioticum ist der Singular

2 Grundsätzliche Tipps für die 8. Klasse

2.1 Anforderungen an Lebewesen / Lebensprinzipien

Es ist sinnvoll, eine Darstellung (z. B. Mindmap) der Lebensprinzipien früh zu erstellen und immer wieder zu zeigen.

Zunächst sollte das evolutive Ergebnis vorgestellt und verstanden werden, also die Anpasstheiten. Dann erst sollte die Theorie dazu behandelt werden.

Die zentrale Rolle der Proteine, ihre praktisch unendliche Vielfalt, ihr Aufbau aus Aminosäuren sollte früh eingeführt und immer wieder angesprochen werden. Sämtliche Anpasstheiten (lange Beine, guter Sehsinn, Möglichkeit der Verdauung bestimmter Stoffe usw.) beruhen letztlich auf Proteinen. Ebenso wichtig ist die Erkenntnis, dass die „Baupläne“ für alle Proteine des Körpers in jeder Zelle vollständig im Erbgut gespeichert sind. Das geschieht am besten beim Abschnitt „Bakterien“.

=> Die Bedeutung des Urey-Miller-Versuchs kann damit erfasst werden.

Bau der Eukaryoten-Zelle und ihre Vorteile gegenüber einer Prokaryoten-Zelle: Eine Vielfalt von abgeschlossenen Reaktionsräumen ermöglicht gleichzeitig viele chemische Prozesse, ohne dass sie sich gegenseitig stören (Kompartimentierung); Mitochondrien als „Kraftwerke der Zelle“ liefern große Mengen an Zell-Energie durch die Zellatmung; bei Pflanzenzellen kommt noch die Selbstversorgung mit energie-reichen (Haupt-)Nährstoffen dazu aufgrund der Photosynthese in den Chloroplasten.

=> Die Endosymbionten-Theorie kann damit in ihrer Bedeutung erfasst werden.

2.2 Die abgestufte Ähnlichkeit der Tiere

Eine sehr einfache Darstellung der Wirbeltiere mit ihren Klassen (am besten noch weiter untergliedert; ggf. SKOFGA wiederholen) sowie weiterer Tier-Stämme. Die Darstellung kann als Roter Faden durch das Schuljahr dienen und führt letztlich zu der Frage, wieso die verschiedenen Tiere nicht irgendwie aussehen, sondern einander mehr oder weniger ähnlich sind (abgestufte Ähnlichkeit). Zunächst müssen die Schüler diese Beobachtung verstanden haben, denn sonst fragen sie nicht nach ihrer Ursache (Evolution).

Dafür eignet sich z. B. das „SKOFGA-Spiel“ im Praktikums-Ordner „Bio? – Logisch!“, ALP Blatt 08_4_v01 mit allen Druckvorlagen auf dem USB-Stick.

Oder wird eine Wirbeltier-Klasse mit einem Club analogisiert, wo man dem Türsteher die richtigen Merkmale vorweisen muss (bei einer Liste von Merkmalen drückt der auch schon mal ein Auge zu, wenn eines fehlt, aber nicht, wenn ein falsches vorliegt).

Wichtig ist auch, den Begriff „Art“ kurz zu definieren und immer wieder abzufragen.

2.3 Erbinformation (DNA) und Proteinsynthese

Es ist sinnvoll, zumindest die Grundidee möglichst am Anfang des Schuljahres vorzustellen: Erbinformation (in Form des Riesenmoleküls DNA im Zellkern) enthält „Baupläne“ für Proteine. Proteine sind lange Ketten aus Aminosäuren. Ihre Wirksamkeit erhalten sie durch eine komplizierte „Faltung“, durch die eine sehr spezifische Oberfläche entsteht, die wie ein Werkzeug wirkt (einfaches Modell: Schlüsselbart, der aber nur 1-dimensional ist, während die Oberfläche eines Proteins 3-dimensional ist; den Einfluss unterschiedlicher Ladungen und Teilladungen würde ich in der 8. Klasse noch weglassen).

2.4 Insekten

Nicht versuchen, den Körperbau möglichst vollständig abzuhandeln! Wichtig ist vielmehr, an verschiedenen Beispielen aufzuzeigen, dass die Insekten auf ähnliche Anforderung an Lebewesen mit völlig anderen, teils konträren Lösungen reagieren als die Wirbeltiere. Das lässt sich durchaus humorvoll gestalten, indem man augenzwinkernd davon ausgeht, dass wir Wirbeltiere die „seriösen“ Lösungen besäßen, während die Insekten die „verrückten“ verwirklicht haben, z. B.: geschlossener bzw. offener Blutkreislauf, Beförderung des Sauerstoffs im Körper durch das Blut bzw. durch enge Luftröhren (Tracheen), Linsen- bzw. Facettenaugen, Innen- bzw. Außenskelett, Knochensubstanz bzw. Chitin usw.

2.5 Energie-Konzept

Zunächst wiederholen, z. B. bei der Zellatmung: Stoffumwandlung und Energieumwandlung, die gleichzeitig ablaufen.

Was energie-arme bzw. energie-reiche Stoffe sind, sollten die Schüler vor der Behandlung der Stoffwechsel- bzw. Ernährungs-Typen in einem Praktikum selbst erarbeiten:

- ein Stoff, der (zumindest theoretisch) brennbar ist, ist energie-reich
- ein Stoff, der zum Löschen verwendet werden kann, ist energie-arm

► AB zum Energiepraktikum

NB: Im Physikunterricht beinhaltet das erste Kapitel die Energiearten, ihre Umwandlung ineinander sowie die Energieerhaltung. => Zusammenarbeit mit Physik. Erfahrungsgemäß ist es aber nicht effektiv, gleich mit der Behandlung des Themas Energie einzusteigen. Das Thema sollte zunächst von der Physik vollständig behandelt worden sein. Wenn die Biologie mit einem gewissen zeitlichen Abstand das selbe Thema, wenn auch unter anderem Aspekt, wieder aufgreift, also kumulativ arbeitet, dürfte der Erfolg größer sein.

2.6. Die didaktische Rekonstruktion:

Von der Alltagsvorstellung zur wissenschaftlichen Theorie

Beispiel Birkenspanner (Ursache von Veränderungen eines Körpermerkmals)

- Vorgabe: Birkenspanner sind helle Schmetterlinge, die tagsüber gerne auf Birkenrinden sitzen. Sammler entdeckten im frühen 19. Jahrhundert aber auch sehr dunkle Formen.
- Die Schüler formulieren schriftlich eine kurze Hypothese zur Entstehung einer dunklen Variante.

=> vorunterrichtliche Vorstellungen werden bewusst

fachliche Klärung der Ursache

- Mutation als ungerichtete Abweichung führt zur dunklen Variante
- Vergleich mit eigenen Vorstellungen

Beispiel Birkenspanner (Ursache von Veränderungen in einer Population)

- Geschichte: Als dunkle Birkenspanner im späten 19. Jahrhundert stark zunehmen
- Die Schüler formulieren schriftlich eine kurze Hypothese für die Zunahme der dunklen Formen.
- ggf. Selektionsspiel zur Simulation der wissenschaftlichen Theorie
- Die Schüler korrigieren ihren selbst verfassten Aufsatz und kommentieren ihre Fehler.

2.7 Wesentliche Erkenntnisse für die Schüler:

- Variabilität: entspricht unterschiedlichen Strategien gegenüber den Anforderungen an die Lebewesen bzw. Umwelt-Bedingungen => Anpasstheit (Selektionsvorteil)
- abgestufte Ähnlichkeit wird ermöglicht aufgrund Veränderlichkeit der Arten
- unterscheidet: Homologie und Analogie
- Baukastensystem:
Atome > Moleküle/Biomoleküle > Organellen > Zellen > > Organe > Organismen
(Beispiel: Hauskatze → Zuordnung zu diesen Ebenen)

3 Vorschlag für einen Unterrichtsplan (und didaktisch-methodische Hinweise)

NB: Dies ist nur eine von mehreren sinnvollen Möglichkeiten, den Lehrplan umzusetzen!

*Im folgenden Beispiel wird die Reihenfolge des Lehrplans eingehalten. Eine günstige Alternative ist auch, mit den **Insekten** zu beginnen, v.a. im Vergleich zu den Wirbeltieren, denn dabei zeigt der Biologieunterricht noch am ehesten die Struktur, wie sie den Schülern aus der Unterstufe her bekannt ist (Verwirklichung biologischer Prinzipien bei einer Tiergruppe, Biene als Referenz-Organismus). Das Neue und Mittelstufengemäße dabei ist u. a., dass Gliedertiere auf die gleichen Herausforderungen andere Strategien entwickelt haben (evolutives Prinzip). Die Gefahr bei dieser Reihenfolge besteht allerdings darin, dass man sich eventuell zu lange bei den Gliedertieren und ggf. weiteren wirbellosen Stämmen aufhält und dann für die abstrakteren Themen zu wenig Zeit hat, die die Schüler aber dringend benötigen.*

B 8.1. Einfache Organisationsstufen von Lebewesen

Das Schuljahr beginnt mit der Wiederholung (von Jgst. 5) bzw. Erarbeitung der allgemeinen **Lebensprinzipien** (abgeleitet aus den Anforderungen an Lebewesen). Das Ergebnis wird auf einem Arbeitsblatt festgehalten und zusätzlich als Poster im Klassenzimmer dauerhaft ausgestellt. Das ausgefüllte Arbeitsblatt gibt es auch als Folie, so dass die Darstellung jederzeit projiziert werden kann.

► AB Lebensprinzipien

Bevor Theorien zum Evolutionsprozess besprochen werden können, müssen die Schüler das Ergebnis der Evolution kennen lernen und es auch verstehen. Deshalb wird das Lernziel „Modellvorstellung zur Entstehung des Lebens“ nur kurz angesprochen und keinesfalls erschöpfend behandelt. An dieser Stelle steht lediglich ein Überblick über die groben Schritte

der Entwicklung des Lebens auf der Erde: von der Prokaryoten- zur Eukaryotenzelle, vom Einzeller zum Vielzeller, vom Wasser auf das Land.

Die abgestufte Ähnlichkeit der Tiere wird wiederholt bzw. neu besprochen und in einer sehr einfachen Darstellung gesichert, die ebenfalls als Folie jederzeit im Schuljahr projiziert werden kann.

Schüler haben oft Fehlvorstellungen über den Begriff „**Bakterium**“, z. B. dass sie nicht direkt Lebewesen seien bzw. so etwas wie Vielzeller, nur viel kleiner, oder lediglich mit Giftstoffen gefüllte Behälter. Man kann zunächst die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schüler anonym sammeln (Folie als Impuls) und mit der Zeit Schritt für Schritt korrigieren. [Vgl. Ulrich Kattmann: Schüler besser verstehen – Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht, Aulis 2015, Seite 57ff]

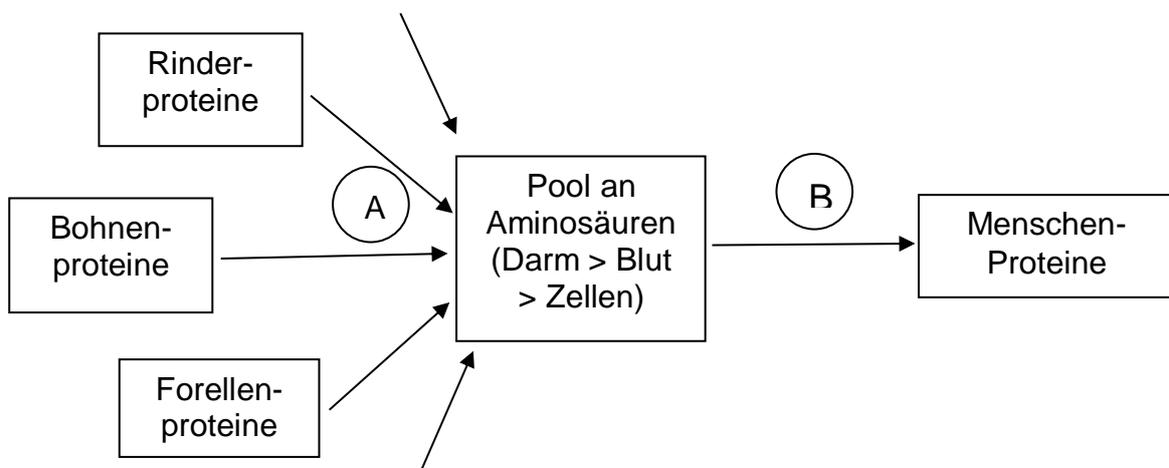
► AB Umfrage Bakterien

Bakterien sind für die Schüler zunächst nicht alltagsnah. Um ihnen einen emotionalen Zugang zu diesen Mikroorganismen zu verschaffen, schickt man sie zunächst auf **Bakterienjagd**: Sie machen Abklatschpräparate im Unterrichtsraum (Türklinke, Abstrich von der Tischplatte, Abstrich vom Handrücken, Schwamm, Computertastatur u. v. m.), die verschlossen bebrütet und nach ausreichendem Wachstum wieder an die Schüler ausgeteilt werden. (Sicherheitsvorschriften beachten, v.a. die Anzuchten nicht öffnen!) Vgl. ALP Blatt 14_v09

Vielleicht ist es angebracht, an dieser Stelle die drei **Betrachtungsebenen** zu wiederholen bzw. neu einzuführen, die in der Biologie eine Rolle spielen: die makroskopische, die mikroskopische und die submikroskopische Ebene. Die Erfahrung zeigt, dass nicht alle Schüler einen von der Lehrkraft vorgenommenen Ebenenwechsel mitvollziehen. Dazu kann ein Arbeitsblatt dienen, das im weiteren Verlauf des Schuljahres immer weiter vervollständigt wird. Ggf. druckt man die drei Symbole auf DIN A4 aus und heftet sie während des Unterrichts an die Tafel, um während des Unterrichtsgespräch nonverbal auf jeweils angesprochene Ebene zu verweisen.

► AB Ebenen Bio 8

Tafelbild zur Bedeutung der Proteine:



- A: Verdauung = chemische Zerlegung der Nährstoffmoleküle (hier: Proteine) in ihre Bausteine (hier: Aminosäuren)
- B: Synthese von körpereigenen Proteinen aus Aminosäuren. Die Bauvorschriften sind im Erbgut (Zellkern) gespeichert.

Behandelt man den **Aufbau einer prokaryotischen Zelle**, muss die überragende Bedeutung der **Proteine** (Enzyme als Beschleuniger von chemischen Reaktionen, Baustoffe, Tunnelproteine Schleusen für Stoffe durch Membranen, für Bewegung verantwortliche Proteine usw.) für den Bau von Lebewesen sowie ihre Lebensvorgänge verdeutlicht werden. Die Schüler sollten aus Jgst. 5 wissen, dass Proteine bei der Verdauung in Aminosäuren zerlegt werden. Neu: Durch beliebige Kombination der (heute) 20 Aminosäuretypen lassen sich praktisch beliebig viele Proteintypen herstellen. (Keine weiteren Details zum Proteinbau!) Nur wenn den Schülern die Bedeutung der Proteine für lebende Systeme und ihr Aufbau aus Aminosäuren bewusst ist, können sie die Bedeutung des Urey-Miller-Versuchs erfassen, der gezeigt hat, dass in einer unbelebten mineralischen Welt Aminosäuren spontan entstehen können, was eine Voraussetzung für das irdische Leben ist.

Die Baupläne zur Herstellung der Proteine liegen in der **Erbinformation**. Der Informationsträger ist dabei das Riesemolekül DNA im Zellkern. Jeder Zellkern enthält die vollständige Erbinformation. Jeder Zelltyp nutzt aber eine andere Auswahl an Bauplänen, je nach Bedarf.

Vor der Behandlung des Lernziels „Ernährungsformen und Stoffwechselformen...“ müssen die Schüler erkannt haben, dass alle Lebensvorgänge (wie z. B. Bewegung oder Synthese komplexer Stoffe) von der Zufuhr von **Energie** abhängig sind und dass diese Energie nicht als Wärme- oder Licht-Energie vorliegen kann, sondern in Form von Zell-Energie, die durch den Stoffwechsel der Organismen bereitgestellt werden muss.

Eine Stunde sollte man für die Ableitung verwenden, welche Stoffe energiereich und welche energiearm sind: Ein Stoff, der (theoretisch) brennbar ist, ist energiereich; Stoffe, die die Feuerwehr zum Löschen benutzt, sind sicherlich energiearm. (Demonstrationsversuche oder besser Schülerpraktikum)

► AB Praktikum Energie

Dann wiederholt man die Summengleichung der Zellatmung (5. Jgst.) sowie der Photosynthese (6. Jgst.) und benennt die energie-reichen und -armen Stoffe. Ich bezeichne das ATP (genau: die bei der Hydrolyse von ATP freigesetzte Energie) von der 5. bis zum Anfang der 10. Klasse als „Zell-Energie“:



Es ist darauf zu achten, dass die Schüler die Zellenergie nicht als stoffliches Produkt ansehen => in anderer Weise schreiben oder besser noch Stoff-Umwandlung und Energie-Umwandlung trennen, wobei der Schleifenpfeil bei der Energie-Umwandlung ausdrückt, dass es sich hierbei keinesfalls um eine Stoff-Umwandlung handeln kann:



Hinweis: In Physik verwendet man zur Visualisierung der Energieumwandlung gerne ein Pfeildiagramm, wobei darauf geachtet werden muss, dass die Energieerhaltung gut sichtbar ist, d.h. die Pfeile müssen zu jedem Zeitpunkt in der Summe die gleiche Dicke ergeben.

Beispiel: brennende Kerze



Nun werden die neuen Begriffe eingeführt: Autotrophe Lebewesen stellen in der Photosynthese Zucker aus anorganischen Stoffen her. Lebewesen ohne Photosynthese nennt man heterotroph, weil sie Zucker und andere Nährstoffe von anderen Organismen als Nahrung aufnehmen müssen. Etymologie: *trophein*, gr. = sich ernähren; *auto*, gr. selbst; *hetero*, gr. = anders.

Erfahrungsgemäß nehmen die Schüler diesen Unterrichts-Stoff nicht besonders intensiv auf. Deshalb empfiehlt es sich, die Kontraste klar aufzuzeigen:

autotroph – heterotroph

Innerhalb der Heterotrophie: aerob – anaerob

Die Erfahrung zeigt, dass die Schüler nur sehr schwer Zugang zu dieser abstrakten Betrachtungsweise erhalten. Es ist deshalb sinnvoll, in den Überschriften den Hefteintrags nicht die neuen Fachbegriffe zu verwenden, sondern die allbekanntesten wie: Zellatmung und Photosynthese; als neuer Fachbegriff kommt dann noch die Gärung dazu, der aber keine großen Probleme bereitet.

Hinweis: Selbst in Lehrbüchern wird behauptet, Gärung sei praktisch synonym mit anaerobem Abbau. Das ist falsch; beispielsweise wird in der Essigsäure-Gärung die Aldehydform mit Hilfe von Luftsauerstoff zur Säure oxidiert. Gärung wird besser definiert als unvollständiger Abbau, der zwangsläufig weniger Zell-Energie bereit stellt als theoretisch möglich wäre.

Der Begriff „autotroph“ kann durch die Frage eingeführt werden, woher eigentlich die Stoffe kommen, aus denen ein Baum aufgebaut ist. Wenn sie aus dem Boden kommen würden, müsste dort ein entsprechend großes Loch sein, das man aber nicht beobachten kann. Wenn die Baustoffe nicht aus dem Boden kommen (und nicht aus der Luft), dann muss sie der Baum selbst hergestellt haben. Er hat also seine Nährstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) selbst hergestellt. Heterotrophe Lebewesen besorgen sich fertige Nährstoffe dagegen aus ihren Nahrungs-Organismen.

In den Lehrbüchern wird an dieser Stelle die Chemosynthese als Alternative zur Fotosynthese gerne aufgeführt (foto-, chemoautotroph). Ich halte das für kontraproduktiv, denn es ist ohnehin schon sehr schwer, mentale Bilder zu den beiden oben genannten Begriffspaaren aufzubauen. Ein weiterer Begriff, der im Rahmen des Gymnasiums an keiner Stelle weiter führt, würde die Schülervorstellungen nur verwässern und ins Wanken bringen. Hier gilt auf jeden Fall: Weniger ist mehr!

Schließlich stellt man heraus, dass, ausgehend von der gleichen Nährstoffmenge, der aerobe Abbau erheblich mehr Kurzzeitenergiespeicher herstellt (mehr Zellenergie zur Verfügung stellt) als der anaerobe Abbau. Evolutionärer Zusammenhang: Anaerober Abbau ist dort von Vorteil, wo kein Sauerstoff zur Verfügung steht; unter aeroben Verhältnissen ist der aerobe

Abbau von Vorteil, denn alle Lebensvorgänge hängen von der Energieversorgung ab, d. h. auch, dass Lebewesen, die besser mit Energie versorgt sind, sich auch schneller vermehren und sich deshalb mit der Zeit durchsetzen. (Solche Gedankengänge sind ausgesprochen abstrakt und unterscheiden sich grundsätzlich von allem, was die Schüler in der Unterstufe im Biologieunterricht erfahren haben. Deshalb: Geduld! Viel Zeit einplanen! Weniger ist Mehr! Mehrfach wiederholen!)

Im Zentrum steht der Leitgedanke Evolution, deshalb kommt es hier mehr auf den Konkurrenzgedanken, den Selektionsvorteil in der jeweiligen Situation an als auf Details des bloßen Stoffwechsels!

Lernzielkontrolle bzw. Vertiefung: Die Schüler erhalten eine Graphik mit dem Sauerstoff-Gehalt der Atmosphäre in den verschiedenen Erdzeitaltern und sollen begründen, zu welchen Zeiten welche Ernährungs-Typen möglich waren bzw. in welcher Reihenfolge die verschiedenen Typen entstanden sein könnten (Anaerobier, Fotosynthese, Aerobier).

Man sollte allerdings darauf achten, dass die Bakterien nicht ausschließlich unter dem Gesichtspunkt der Evolution behandelt werden, sondern dass zwischendurch immer wieder Bezüge zum **Schüleralltag** hergestellt werden, z. B.: Umwandlung von Milch in Joghurt durch Milchsäurebakterien (Versuch vgl. ALP Blatt 12_v09) oder die Entdeckung der Bakterien.

Vom Einzeller zum Vielzeller: grobe Übersicht

- Bakterien: Urzelle plus Sensoren, Motoren, Gewinnung von Zellenergie
- Einzeller, z.B. Amöbe, Euglena: neu sind sämtliche Organellen sowie der Zellkern (Hier sind die Begriffe Räuber und Destruent leicht einführbar.)
- Einfache Vielzeller: Arbeitsteilung der Zelltypen, Bewegung, Tod der Körperzellen
- Komplexe Vielzeller:
 - Modul-Bauweise (sequenzielle Wiederholung z. B. bei Ringelwürmern; dabei teilweise Genabschaltung => Spezialisierung der Segmente)
 - Entwicklung verschiedener Stämme aus einem wurmartigen Grundtyp:
 - Gliederfüßer, Wirbeltiere, Weichtiere, Ringelwürmer

Beim Vergleich der **Eukaryotenzelle** mit der Bakterienzelle müssen die enormen evolutionären Fortschritte herausgestellt werden: Organellen bilden abgeschlossene Reaktionsräume innerhalb der Zelle und ermöglichen so eine weitreichende Spezialisierung, die in diesem Umfang in der Bakterienzelle nicht verwirklichtbar ist (den Fachbegriff „Kompartimentierung“ müssen die Schüler nicht unbedingt beherrschen, wohl aber die Idee): Mitochondrien als Kraftwerke der Zelle, die Kurzzeitenergiespeicher (Zellenergie) zur Verfügung stellen (ähnlich wie ein Kraftwerk den elektrischen Strom); Chloroplasten, die mit Hilfe der Lichtenergie aus dem Kohlenstoffdioxid der Luft (und Wasser) den Nährstoff Glucose als mittel- und langfristigen Energiespeicher herstellen; ein Zellkern, der mit seiner Doppelmembran die Erbinformation von den Vorgängen im Cytoplasma abschirmt. Jetzt erst wird verständlich, warum die Aufnahme von Bakterien mit aerobem Abbau in einen Vorläufer der Eukaryotenzelle so einen großen Fortschritt für diese Zelle bedeutete, und noch mehr die Aufnahme autotropher Bakterien, die dann zu Chloroplasten wurden (Endosymbiontentheorie).

Damit die Schüler verstehen können, wie Bakterien von einer Eukaryotenzelle verschlungen, dann aber nicht verdaut werden, ist es sinnvoll, die **Phagocytose** und die Bildung einer Nahrungsvacuole z. B. bei einer Amöbe kurz zu besprechen.

Beim Lernziel „Vermehrung der Eukaryoten durch **Zweiteilung**: Bildung erbgleicher Zellen“ treten gerne Fehlvorstellungen auf, denen man mit einer Powerpoint-Präsentation vorbeugen kann: Wurzeln bei der Küchenzwiebel wachsen schnell. Was steckt dahinter? Zellteilung! Die

Schüler sollen an der Tafel zeichnen, wie sie sich schematisch die Vermehrung durch Zellteilung vorstellen. Meist teilen sie die Mutterzelle in zwei Tochterzellen der halben Größe, diese in weitere Tochterzellen von einem Viertel der Größe usw. Eine Zelle wird aber nicht wie eine Schokoladen-Tafel geteilt, sondern jede Tochterzelle wächst erst einmal wieder zur Ausgangsgröße heran, bevor sie sich wieder teilt. Dass beide Tochterzellen gleich sind, setzt voraus, dass sie die selbe Erbinformation haben. An dieser Stelle bespricht man das Grundprinzip der **Mitose** in stark vereinfachter Form (also keine einzelnen Phasen, nur wenige Details; wesentlich ist die Entstehung von Tochterzellen mit identischer Erbinformation). Den Aufbau eines Chromosoms und seine Veränderung (vor der Mitose zweichromatidig, nach der Mitose einchromatidig) kann man problemlos auf die 9. Klasse verschieben. In der 8. Klasse ist nur wichtig, dass zu Beginn jeder Mitose die Erbinformation in zwei Kopien vorliegen muss, damit jede Tochterzelle eine davon erhält. Stehen weitere Zellteilungen an, muss eine neue Kopie erstellt werden.

Das Thema „**Arbeitsteilung und Differenzierung**“ soll die evolutionären Vorteile von Vielzellern exemplarisch herausstellen. Hier empfiehlt sich ein Vergleich bei den Vorgängen der Ernährung [nach Unterricht Biologie 329, 2007, KOMPAKT].

Beim Thema „**sexuelle Fortpflanzung**“ steht der Vorteil des Austausches von Erbinformation im Vordergrund, der die Chancen vergrößert, dass bei einer Umweltveränderung rasch eine zufällige Neuabmischung der Erbinformation zustande kommt, die an die neuen Verhältnisse besser angepasst ist.

Vorsicht: Dieser Zusammenhang ist sehr komplex und umfasst bereits die wesentlichen Aussagen der Evolutionstheorie. Wesentliches Lernziel an dieser Stelle sollte sein: Sexualität sorgt für ständig neue Mischungen des Erbguts innerhalb einer Art; bei veränderter Umwelt kann eine zufällige neue Mischung von Vorteil sein.

Die Meiose wird in Jgst. 8 nicht besprochen (das ist Thema in Jgst. 9)!

B 8.2. Einblick in die Biodiversität bei wirbellosen Tieren

In diesem Kapitel wird das Ergebnis der Evolution vorgestellt, also ein kleiner Einblick in die ungeheure Vielfalt an Organismen mit ihren sehr unterschiedlichen Lösungen bezüglich der Anforderungen an Lebewesen.

Hinweis: Der Begriff „Wirbellose“ bezeichnet alle Tiere außer den Wirbeltieren und somit kein glücklich gewählter Begriff. Ich würde ihn aus dem Unterricht fernhalten und nur von Stämmen sprechen (Gliedertiere, Hohltiere ...).

Es ist empfehlenswert, die **Honigbiene** als Referenz-Organismus für die Insekten auszuwählen. Im Vergleich mit den Wirbeltieren zeigen sich enorme Unterschiede: Außen- statt Innenskelett (aber ein ähnlich verwirklichtes Gegenspielerprinzip der Muskulatur); Chitin statt Knochen; Facetten- statt Linsenaugen; Bauch- statt Rückenmark. Fortpflanzung und Entwicklung (vollständige Metamorphose), Staatenbildung, Fortbewegung (mit der Orientierungsproblematik: Bienensprache; aber auch indirekte Flugmuskulatur) lassen sich ebenfalls an der Biene abhandeln, die neben dem Seidenspinner (*Bombyx mori*) das einzige bedeutende Nutztier unter den Insekten darstellt.

Weitere Insektenarten tauchen (kurz) auf bei vergleichenden Darstellungen der Fortbewegung und der Ernährungsstrategien. Damit soll ein möglichst eindrucksvoller Einblick in die ungeheure Artenvielfalt der Insekten verbunden sein. Ein Beispiel für unvollständige Metamorphose sollte darunter sein. Als Lernzielkontrolle zur Metamorphose bietet sich das Gedicht „Die Made“ von Heinz Erhardt an: „Hinter eines Baumes Rinde wohnt die Made mit dem Kinde ...“ (Vortrag des Autors auf youtube).

Beim Vergleich von Insektenbeinen wird klar, dass sie alle den gleichen Grundbauplan haben, der lediglich variiert ist. An dieser Stelle muss der Begriff Homologie noch nicht eingeführt werden, aber die Idee der Homologie kann hier bereits vertieft werden (in der Unterstufe sollte das Prinzip der Homologie bei den Wirbeltierextremitäten bereits eingeführt worden sein).

Bei den Hohltieren kann die Kolonriebildung (als Beispiel für ungeschlechtliche Vermehrung) sowie der sehr primitive Aufbau des Körpers aus zwei Schichten besprochen werden. Ein weiterer Vertreter der Wirbellosen (z. B. Regenwurm, Weinbergschnecke, Kalmar etc.) soll kurz (!) aufzeigen, dass es noch völlig andersartige biologische Konstruktionen gibt. Mehr Gruppen sollte man nicht behandeln, weil die Zeit dafür zu knapp ist. An dieser Stelle nicht zu viel Zeit investieren! Weitere Beispiele lieber an das Jahresende schieben.

Jetzt erst sind die Voraussetzungen geschaffen, um über die Einzelheiten der Evolutionslehre zu sprechen:

B 8.3 Evolutionstheorie: eine naturwissenschaftliche Erklärung zur Entstehung der Arten

Wenn man das ganze bisherige Schuljahr über den Leitgedanken der Evolution im Auge hatte und den Schülern an vielen Beispielen immer wieder evolutive Prinzipien gezeigt hat (wenn auch, ohne sie zu benennen), dann bereitet dieser Abschnitt erfahrungsgemäß keine Probleme mehr. Noch größer sind die Erfolge, wenn bereits in der Unterstufe Wert auf die Vermittlung evolutiver Prinzipien gelegt wurde wie Selektionsvorteil, abgestufte Ähnlichkeit oder sichere Kenntnis des Skeletts der Wirbeltierextremität mit der Grundidee der Homologie (wenn auch noch ohne den Fachbegriff).

Am Anfang steht die Frage: Woher wissen wir, dass Evolution stattfindet? Und sie sollte in jeder Stunde neu gestellt und von den Schülern beantwortet werden. Die Schüler sollen sicher wissen, dass die Evolutions-Theorie nicht nur eine von vielen beliebigen Meinungen darstellt, sondern auf (sehr vielfältigen und sehr gut untersuchten) Fakten beruht.

Fossilien werden als Überreste früherer Lebewesen gedeutet. Fossilien sind interessant => Die Schüler sollen sie in die Hand nehmen, Beobachtungen durchführen. Vielleicht bespricht man 1 Art der Fossilbildung. Vielleicht gibt es dazu Schülerfragen, auf die man natürlich eingeht. Wichtig ist der Hinweis, dass die Fossilien den heute lebenden Organismen umso ähnlicher sind, je jünger sie sind, d. h. je höher die Schicht liegt, in der sie gefunden wurden (außer, wenn die Gesteinsschichten bei der Gebirgsbildung nachträglich in ihrer Lage verändert wurden: überschoben bzw. gekippt).

Als **Brückentier** bespricht man in der Regel den Urvogel Archaeopteryx, an dem die Schüler einige Reptilien- wie Vogelmerkmale erarbeiten (Klassenmerkmale: Grundwissen aus Jahrgangsstufe 6).

Die Behandlung eines Brückentiers führt zur Thematisierung der abgestuften Ähnlichkeit. Als Erklärung dafür bietet sich Verwandtschaft an: Artenwandel findet statt, neue Formen entstehen aus älteren Formen. Der kreationistische Ansatz geht von einer spontanen Neuschöpfung der Formen aus, die lediglich in sehr engem Rahmen variieren. Dieser Ansatz erklärt die Ähnlichkeiten auf Art- und Gattungsebene, aber in keiner Weise die Ähnlichkeiten bei den höheren Kategorien wie Klasse oder Stammgruppe.

Bei der Auswahl der Beispiele zur Erarbeitung der Begriffe „**Homologie**“ und „**Analogie**“ muss man sehr überlegt vorgehen. Der Vergleich von Vogel- und Fledermausflügel verwirrt die Schüler, denn bezüglich des Grundbauplans der Wirbeltierextremität sind sie homolog, bezüglich der Flügelkonstruktion aber analog. Man vergleicht also besser einen menschlichen Arm mit einem Katzen- und einem Pferdovorderbein sowie einem Vogelflügel, um Homologie darzustellen (Ähnlichkeit bezüglich des Grundbauplans, der mehr oder weniger stark

abgewandelt sein kann). Das funktioniert in der Regel gut, wenn man (ohne den Begriff „Homologie“ genannt zu haben) das Prinzip der Homologie zuvor schon vorgestellt hat.

Zur Behandlung von Analogie wählt man Beispiele, bei denen die analogen Organe keine homologe Beziehung auf anderer Ebene aufweisen, also z. B. den Vergleich der Vordergliedmaßen von Maulwurf und Maulwurfsgrille (äußere Ähnlichkeit aufgrund ähnlicher Aufgaben; als Kriterium für Verwandtschaft untauglich).

Hinweis: Die Beurteilung von Homologie und Analogie bei Wirbeltier-Flügeln (Vogel, Flugsaurier, Fledermaus) ist sehr anspruchsvoll (Homologie auf Ebene des Stammes, Analogien auf Ebene der Klasse) und gehört deshalb in die Oberstufe, nicht in die 8. Klasse.

Für die Behandlung der **Evolutionstheorie** empfiehlt sich die Methode der didaktischen Rekonstruktion: von der Alltagsvorstellung zur wissenschaftlichen Theorie. Die Unterrichtssequenz kann beispielsweise so gegliedert sein [nach Unterricht Biologie 329, 2007, KOMPAKT]:

- Darbietung: Birkenspanner (Anfang des 19. Jahrhunderts fast alle hell, dunkle Exemplare als seltene Sammlerstücke)
- Vorunterrichtliche Vorstellungen: Die Schüler formulieren schriftlich ihre Thesen über die Gründe, warum dunkle Exemplare auftauchen.
- Fachliche Klärung der Ursache: **Mutation** als ungerichtete Abweichung von der Urform; viele helle und wenige dunkle Exemplare in der gleichen Population (**Variation**)
- Vergleich mit den zuvor notierten eigenen Vorstellungen
- Darbietung: In der Mitte des 19. Jahrhunderts Umkehrung der Verhältnisse: wenige helle unter vielen dunklen Exemplaren
- Die Schüler formulieren schriftlich ihre Thesen über die Gründe, warum dunkle Exemplare so stark überhand nehmen.
- Fachliche Klärung der Ursache: **Selektion** durch Fressfeind Vogel (Kontrast auf zuerst hellem, dann dunklem Untergrund)
- Vergleich mit den zuvor notierten eigenen Vorstellungen
- Selektionsspiel zur Simulation der wissenschaftlichen Theorie (virtuell oder Pappmodell)
- Die Schüler korrigieren ihre selbst verfassten Thesen und kommentieren ihre Fehler.

Dadurch ist gleichzeitig das Lernziel „Tarnen“ behandelt. Beispiele für „Warnen“ und „Schrecken“ sind z. B.: Wespen, Feuersalamander, Nachfalter mit Augenflecken auf den (in Ruhe zunächst verdeckten) Hinterflügeln.

Die **stammesgeschichtliche Entwicklung des Menschen** behandelt man nur sehr knapp und in sehr grober Übersicht: Gemeinsamer (unbekannter) Vorfahre aller Hominiden – Australopithecus – Homo. Die Systematik ändert sich alle paar Jahre aufgrund neuer Erkenntnisse; deshalb nicht zu viele Details lernen lassen!

Einordnung des Menschen in das **natürliche System**: Achtung, vor Kurzem wurden die Familien Hominidae und Pongidae zu einer einzigen Familie vereinigt, den Menschenaffen = Hominiden. Auslöser war die 98%ige Übereinstimmung der untersuchten Genomteile aus Mitochondrien von Mensch und Schimpanse.

► AB Evolution Fehlertext zur Lernzielkontrolle

B 8.4. Fortpflanzung und Entwicklung des Menschen

Die vorbildlich formulierten **Richtlinien für die Familien und Sexualerziehung** von 2016 finden Sie im Internet unter:

https://www.km.bayern.de/.../493_richtlinien_familien_und_sexualerziehung.pdf

Allgemeine Ausführungen zu diesem Thema von meiner Seite finden Sie in meinem Skript 3 zur 5. Jahrgangsstufe.

Eine mögliche Gliederung des Unterrichts:

- Bau und Funktion der Geschlechtsorgane: Wiederholung aus Jgst. 5 mit AB (zum Zeit sparen am besten als vorbereitende Hausaufgabe)
- Pubertät: Wiederholung aus Jgst. 5 und Vertiefung
- weiblicher Zyklus: stark vereinfachte Darstellung des Ablaufs; exemplarische Darstellung der hormonellen Steuerung („Weniger ist mehr!“; Leitlinie: Was die Lehrkraft ohne nachzusehen aus dem Gedächtnis nicht mehr sicher weiß, sollte kein Unterrichtsstoff sein); Praxisaspekte in den Vordergrund stellen (Binden und Tampons, Unpässlichkeit während der „Tage“, fruchtbare Tage...)
- Verschmelzen von Eizelle und Spermienzelle führt zur Zygote = Befruchtung
- Schwangerschaft: Zellteilung der Zygote (NB: Die Meiose ist erst in der 9. Jahrgangsstufe Lernziel, die Mitosestadien erst in Jgst. 11! Wesentlich ist der Gedanke, dass nach der mitotischen Zellteilung die beiden Tochterzellen genau die gleiche Erbinformation besitzen wie die Mutterzelle zuvor: Wiederholung des Vorwissens aus dem ersten Halbjahr), Zellwachstum, wenige Stationen von Embryo und Fetus (sukzessive Ausbildung der Organe), Geburt
- Empfängnisregulation: Enthaltbarkeit, Pille und Kondom als sichere Methoden; Abraten von der alleinigen Verwendung anderer Methoden; Grundprinzip der Funktionsweise sowie Nebenwirkungen der Pille; Schwangerschaftsabbruch: ethische und rechtliche Aspekte
- Kondom als einziger Schutz vor sexuell übertragbaren Krankheiten wie Siphilis oder AIDS (doppelte Schutzfunktion des Kondoms hervorheben!)
- moderne Reproduktionsmedizin: künstliche Stimulation des Eisprungs, künstliche Befruchtung nach Aufbereitung von Sperma, In-Vitro-Befruchtung (Diskussion z. B.: ethisch: Eingriff in die Natur? biologisch: Förderung wenig erwünschter Erbinformation? familienplanerisch: oft Mehrlingsgeburten als „Nebeneffekt“)
- sexuelle Orientierung und Geschlechterrolle: Toleranz, Mut machen zum Finden der eigenen Rolle; Betonung der Verantwortung gegenüber dem Partner

Hinweis: Es hat sich sehr bewährt, mit externen Experten zusammen zu arbeiten. Meist wird dafür eine Doppelstunde reserviert, in der Buben und Mädchen getrennt von einem Arzt bzw. einer Ärztin ohne Anwesenheit der Lehrkraft einen Vortrag hören und Gelegenheit zur Aussprache haben.

Fächerübergreifende Zusammenarbeit: Das Thema Familien- und Sexualerziehung wird in der 8. Klasse auch in Religion bzw. Ethik aufgegriffen.