



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

## „Evolution als roter Faden des Biologieunterrichts

Inhaltliche Analyse eines Unterrichtskonzepts sowie Darstellung des fachlichen und pädagogischen Wissens der Lehrkraft und dessen Kohärenz“

Verfasst von / submitted by

Helene Bauer

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 190 423 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Chemie  
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ.- Prof. Dr. Günther Pass  
degree(s) first name family name

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Martin Scheuch  
degree(s) first name family name



## **Danksagung:**

Mein größter Dank gilt meinem Diplomarbeitsbetreuer Dr. Martin Scheuch und dem gesamten „Roter Faden der Evolution“-Forschungsteam, zu dem noch Mag. Amon und Mag. Scheibstock gehören, die meine Diplomarbeit möglich machten und die mir dabei halfen, meine Ideen immer bestmöglich in die Tat umzusetzen. Herr Dr. Scheuch möchte ich noch einmal explizit danken, da er mir immer mit Rat und Tat, Literatur und Tipps zur Seite stand, obwohl ich manchmal andere Wege gehen wollte, als zuerst geplant.

Ein weiterer Dank geht an meine große Liebe Simon Schusterbauer, der mir stets zur Seite steht und mir viel Kraft und Tipps gegeben hat. Auch meinen Freunden und Studienkollegen, vor allem Julius Radmeyer, möchte ich danken, für all die Unterstützung, die Diskussionen, die Motivation und die gewollten und ungewollten Ablenkungen. Ein großer Dank geht noch an Stefanie Drexler, die mir meine Arbeit Korrektur gelesen hat. Danke natürlich auch an meine wunderbaren und unterstützenden Eltern, die mir das gesamte Studium erst ermöglicht haben.



## Inhaltsverzeichnis:

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Einleitung und Fragestellung: .....                       | 7   |
| 2. Theorieteil: .....                                        | 11  |
| 2.1. Didaktische Rekonstruktion.....                         | 11  |
| 2.2. Fachspezifisch-pädagogisches Coaching .....             | 16  |
| 2.3. Kompetenzorientierung .....                             | 21  |
| 2.4. Lehrplan .....                                          | 28  |
| 2.5. Evolutionsunterricht und Schülervorstellungen dazu..... | 30  |
| 2.6. Pedagogical Content Knowledge .....                     | 36  |
| 3. Methoden und Material: .....                              | 39  |
| 4. Ergebnisse .....                                          | 53  |
| 4.1.  Aufarbeitung der geplanten Stunden .....               | 53  |
| 4.1.1. Unterrichtseinheiten für die vierte Klasse .....      | 53  |
| 4.1.2. Unterrichtseinheiten für die fünfte Klasse .....      | 65  |
| 4.1.3. Unterrichtseinheiten für die sechste Klasse .....     | 75  |
| 4.2.  Content Representation .....                           | 87  |
| 4.2.1. Variation.....                                        | 97  |
| 4.2.2. Arten und Populationen .....                          | 104 |
| 4.2.3. Selektion .....                                       | 110 |
| 4.2.4. „Angepasstheit“ .....                                 | 118 |
| 4.2.5. Sexuelle Fortpflanzung .....                          | 125 |
| 4.2.6. Evolutionstheorien .....                              | 133 |
| 5. Zusammenfassung und Schlussfolgerung .....                | 141 |
| 6. Literaturverzeichnis .....                                | 148 |
| 7. Abbildungsverzeichnis .....                               | 159 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 8. Tabellenverzeichnis ..... | 160 |
| 9. Zusammenfassung: .....    | 162 |
| 10. Abstract.....            | 163 |

## 1. Einleitung und Fragestellung:

*„If superior creatures from space ever visit earth, the first question they will ask, in order to assess the level of our civilization, is: ‚Have they discovered evolution yet?‘*” (Dawkins, 1989,1) und wir könnten sagen: „Ja, vor über 150 Jahren, dank einem großartigen Mann namens Charles Darwin.“

Auf dessen Spuren können Schülerinnen und Schüler lernen, naturwissenschaftliche Fragen zu stellen. Dazu können die Lernenden auf Darwins Reise geschickt werden und kommen vielleicht durch eigene Neugier und die Entdeckungen, die er bereits gemacht hat, auf Ideen und Experimente, diese Beobachtungen begründet zu erklären (Marquardt-Mau & Rojek, 2011, S. 53).

Diesen Einblick und das Finden von Erklärungen für die Artenvielfalt formulierte Darwin (1859) mit folgenden Worten: *„Ein Naturforscher, der die Verwandtschaft der Lebewesen bedenkt, mag zu dem Schluss kommen, dass die Lebewesen nicht getrennt voneinander erschaffen sind, sondern – wie die Varietäten – voneinander abstammen. Dennoch wäre ein solcher Schluss, wie gut er auch begründet sein mag, unbefriedigend, so lange nicht auch erwiesen wird, wie sich die unzähligen unserer Erde bewohnenden [...] Arten abgeändert haben [...] Es ist daher von größter Wichtigkeit, einen klaren Einblick in die Mittel zu gewinnen, durch welche solche Abänderungen und Anpassungen bewirkt worden sind.“*

Somit kann zusammengefasst werden, dass es das Leben, wie es heute auf der Erde vorhanden ist, nicht ohne Evolution gäbe und dass diese demnach zu den Kernaussagen der modernen Biologie gehört. Jedoch ist die Evolutionsbiologie auch eine der größten Herausforderungen der biologischen Grundlagenforschung. Die Konzepte der Mutation, Selektion und Anpassung können allen anderen Teildisziplinen der Biologie eine grundlegende Orientierung geben (Krull, 2011). Obwohl in die Forschung an Universitäten viel Geld und Aufmerksamkeit fließt, fehlt es an Schulen umso mehr an einem zusammenhängenden und grundlegenden Evolutionsunterricht. Im jetzigen Curriculum ist die Evolution nur in der dritten und achten Klasse AHS verortet. Doch um es mit den berühmten Worten von Theodosius Dobzhansky (1973) zu sagen: „Nothing in Biology makes sense, except in the light

of evolution.“ Aus diesem Grund wird auch von Dreesmann et al. folgendes gefordert:

*„Es ist jedoch nicht angemessen, die Wissenschaft Biologie, um bei Dobzhanskys Bild zu bleiben, erst am Ende der Schulzeit – quasi nachträglich – Sinn zu verleihen. Vielmehr muss das sinnstiftende Element der Evolutionsbiologie von Anfang an ... eingeführt werden. Das Thema sollte nicht nur in jedem Biologieunterricht mitgedacht und mitbedacht werden, sondern es muss in verschiedenen Altersstufen im Sinne eines Spiralcurriculums immer wieder als eigenständiges Thema aufgegriffen werden“ (Dreesmann et al., 2011)*

Die Relevanz des Themas ist heute ungebrochen hoch, so wurde erst kürzlich im April 2017 in einer Stellungnahme der Leopoldina (Nationale Akademie der Wissenschaften in Deutschland), mit dem Titel *„Evolutionenbiologische Bildung in Schulen und Hochschulen – Bedeutung und Perspektiven“*, die *Entwicklung eines bundesweiten, die einzelnen Klassenstufen überspannenden Rahmen-Curriculums „Evolutionenbiologie für alle Schulstufen gefordert“* (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2017).

Den Schwierigkeiten, welche mit Evolutionsunterricht einhergehen, sollte wesentlich mehr Beachtung geschenkt werden. Die einzelnen Konzepte, wie die Zeitdimensionen, die Variation und Selektion, fordern von den Lehrerinnen und Lehrern viel Veranschaulichungstalent. Aber warum ist es nun wichtig über die Evolutionsbiologie Bescheid zu wissen, und die Konzepte und Denkpfade dahinter verstanden zu haben? Dazu werden hier einige der Punkte genannt, die aus der Stellungnahme der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2017) stammen:

- *Ohne Evolutionsbiologie keine wissenschaftliche Erklärung der Diversität des Lebens.*
- *Ohne ein Verständnis der Evolution kein fundiertes Verständnis von biologischer Komplexität.*

- *Ohne Evolutionsbiologie kein Verständnis der Beziehung von Mensch und Umwelt* (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2017).

Durch die Schwierigkeiten, die komplexen evolutionären Konzepte zu unterrichten, liegen nur wenige Daten aus der Evolutionsunterrichtsforschung vor. Jegliche Umgestaltung zu einem nachhaltigeren Evolutionsunterricht in Form eines roten Fadens, der sich wie ein Spiralcurriculum durch die gesamte Schulzeit zieht, erfordert eine langfristige Planung und Evaluation (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2017).

Diese Arbeit knüpft genau an diesem Punkt an. Aus Zusammenhängen heraus, die später in dieser Arbeit genauer erläutert werden, wurden Stunden zum Thema Evolution für die vierte, fünfte und sechste Klasse AHS geplant. Diese Einheiten wurden auf Grundlage der Didaktischen Rekonstruktion innerhalb eines fachdidaktisch–pädagogischen Coachings in Kooperation zwischen einer Lehrerin und einer Fachdidaktikerin erarbeitet.

Zur Wirksamkeit der Stunden fand schon 2014 eine Evaluation in Form einer Prä- und Postinterview Studie statt (Scheibstock 2014), die zurzeit in einer Dissertation fortgesetzt wird. Diese Arbeit beschäftigt sich nicht mit der Evaluation der Wirksamkeit der geplanten Stunden, sondern mit dem fachdidaktischen Professionswissen dieser Lehrerin und der Fachdidaktikerin, das in die Planung und Umsetzung des Evolutionsunterrichtes eingeflossen ist. Dieses Hintergrundwissen, bestehend aus pädagogischem und wissenschaftlichem Fachwissen, wird versucht in einem PCK-Raster (Pedagogical Content Knowledge) bzw. einer CoRe (Content Representation) darzustellen.

Die dazugehörigen Forschungsfragen dieser Arbeit lauten:

- Welche zentralen inhaltlichen Kategorien bilden die Grundlage für schulstufenübergreifenden und evolutionsorientierten Unterricht?
- Welches fachdidaktische Professionswissen steckt hinter den geplanten Stunden?
- Kann mit Hilfe des Rasters die Konsistenz der Lernsequenz beurteilt werden?

Um diese Fragen beantworten zu können, ist der Theorieteil so aufgebaut, dass mit der grundlegenden Theorie hinter der Planung begonnen wird, der Didaktischen Rekonstruktion, um dann weiter dem Ursprung und Verlauf der Planung nachzugehen.

In weiterer Folge wird die jetzige Situation der Lehrplanverankerung geklärt und die Wichtigkeit der Kompetenzförderung durch geeignete Unterrichtseinheiten verdeutlicht. Den, für die didaktische Rekonstruktion wichtigen, Schülervorstellungen zum Thema Evolution ist ein kurz gehaltenes Kapitel gewidmet, an späteren Stellen werden diese jedoch immer wieder aufgegriffen.

Mit all diesen genannten Punkten wird zu Beginn der Teil beschrieben und erklärt, an dem die Verfasserin dieser Arbeit als außenstehende Beobachterin nicht direkt beteiligt war.

Die über die Beobachtung hinausgehende Arbeit beschäftigt sich mit dem Versuch die Stunden und das Professionswissen der Lehrkraft in einen PCK-Raster einzuarbeiten und aufzubereiten. Kurz wird hierzu darauf eingegangen, wie ein solches PCK zu verstehen ist, und wo das Konzept herkommt, gefolgt von genaueren Erläuterungen zur Erstellung einer CoRe. Die CoRe sollte sowohl die Komplexität des Evolutionsunterrichts darstellen, als auch als Vorbild für andere Biologielehrkräfte in Österreich dienen. Er zeigt die vielen Verstrickungen zwischen den einzelnen Konzepten, in dieser Arbeit „Big Ideas“ genannt. Was die verschiedenen Konzepte Variation, Arten und Populationen, Selektion, „Angepasstheit“, sexuelle Fortpflanzung und Evolutionstheorie ausmacht, wie sie zusammenhängen und wie sie sich über mehrere Schulstufen hindurchziehen, wie einzelne Fäden die einen roten Faden ergeben, soll diese Arbeit auf den folgenden Seiten zeigen.

## 2. Theorieteil:

### 2.1. Didaktische Rekonstruktion

Am Beginn steht die zu Grunde liegende Theorie, der in dieser Arbeit vorgestellten Stundenbilder zum Thema Evolution, die Didaktischen Rekonstruktion.

Als Grundlage der Didaktischen Rekonstruktion kann man das Strukturmomentenmodell von Heimann, Otto und Schulze (1969) sehen (Abbildung 1). In Abbildung 1 ist dieses Modell veranschaulicht: Es beinhaltet die Fragen, wie,

was, warum und womit und kann viele didaktische Fragen

beantworten die man sich beim Planen des

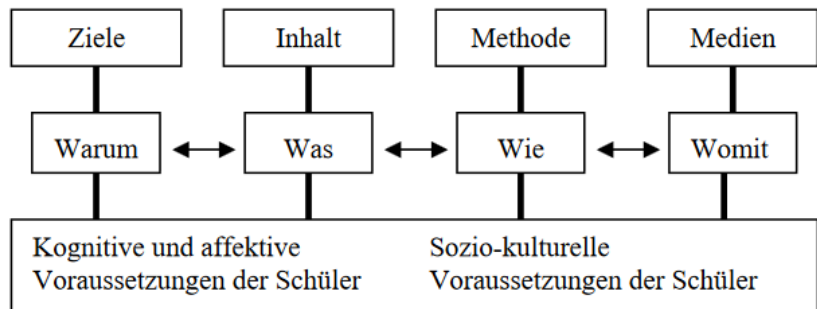


Abbildung 1: Strukturmomentenmodell von Heimann, Otto & Schulz (1969); S. 1

Unterrichts stellen sollte (Duit, 2004).

Diese vier Variablen stehen in einem engen Zusammenhang miteinander und müssen immer auf Grundlage der affektiven, kognitiven und soziokulturellen Vorrausetzungen der Schülerinnen und Schüler gesehen werden (Duit, 2004).

Dieses Modell wurde von Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek 1998 zum Modell der Didaktischen Rekonstruktion weiterentwickelt. Dieses Modell wird in der folgenden Abbildung 2 dargestellt (Duit, 2004).

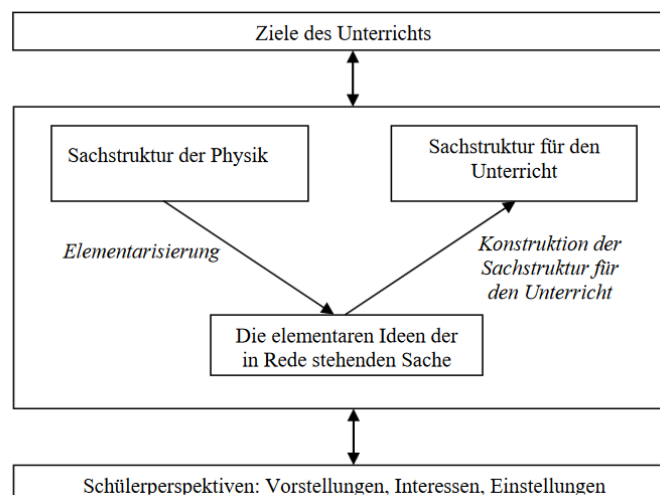


Abbildung 2: Modell der Didaktischen Rekonstruktion von Kattmann et. al. (1998); S. 2

Dieses Modell stellt den fachlichen Inhalt, sowie die kognitiven und affektiven Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler auf eine Stufe und dies hat zur Folge, dass es zu einer Gleichberechtigung bei der Unterrichtsplanung kommt. Die Sachstruktur wird also auf Basis der Vorstellungen, Interessen und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler geplant (Duit, 2004).

Das Modell von Abbildung 2 wurde nochmals weiterentwickelt und von Kattmann et al. 1997 im Artikel „Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung“ folgendermaßen dargestellt, wie in Abbildung 3 ersichtlich ist:

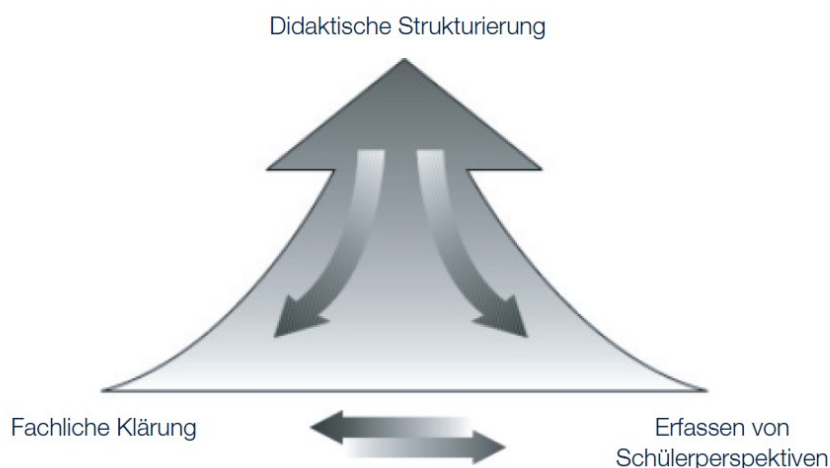


Abbildung 3: Triplettmodell von Kattmann et. al. 1997

Es bildet den theoretischen und methodischen Rahmen für die fachdidaktische Lehr-Lernforschung und für die schulische Unterrichtsplanung. Es besteht aus den drei Teilen: fachliche Klärung, Erfassung der Schülerperspektiven und didaktische Strukturierung (Reinfried, Mathis und Kattmann, 2009).

Die Didaktische Rekonstruktion wurde von Kattmann et al. 1997 auch mit den folgenden Worten beschrieben:

*„Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Vorstellungen, wie sie in Lehrbüchern und anderen*

*wissenschaftlichen Quellen Ausdruck finden, mit Schülerperspektiven so in Beziehung gesetzt, dass daraus ein Unterrichtsgegenstand entwickelt werden kann. Das Herstellen von Bezügen zwischen fachlichem und interdisziplinärem Wissen einerseits sowie der Perspektive der Lerner, deren Verständnis, Anschauungen und Werthaltungen andererseits ist deshalb notwendig, weil Methoden und Aussagen der Fachwissenschaften nicht unbesehen und unverändert in den schulischen Fachunterricht übernommen werden können.“ (Kattmann et al. 1997; S. 3)*

Der Vorgang der Didaktischen Rekonstruktion ist rekursiv, dass bedeutet die drei Teilbereiche werden aufeinander rückbezogen. Es werden also folgende Forschungs- und Entwicklungsleistungen von diesem Konzept erbracht:

- Erhebung der Schülervorstellungen zu einem expliziten Thema, zum Beispiel mit einem Interview.
- Fachliche Klärung mithilfe der Konfrontation von Schülervorstellungen mit historischen und aktuellen Erkenntnissen aus der Wissenschaft, die mit hermeneutischen Methoden analysiert werden können.
- Rekonstruieren eines didaktischen Unterrichts, durch Erstellen einer Lernstruktur, wobei die erfassten Schülervorstellungen und die Sachstruktur berücksichtigt werden (Reinfried, Mathis und Kattmann, 2009).

Es wird versucht, die pädagogischen Aspekte mit der Vermittlung von Wissen ins Gleichgewicht zu bringen. Es sind sowohl fachliche, aber auch fächerübergreifende Bezüge zu berücksichtigen, aber auch die umweltlichen, sozialen und die individuellen Zusammenhänge (Reinfried, Mathis und Kattmann, 2009).

*„Das Modell ist darauf angelegt, das Problem des Verhältnisses von Theorie und Praxis in der Biologiedidaktik konstruktiv zu lösen“*  
(Kattmann 1994, Zit. nach Krüger und Vogt 2007, S. 93)

Die vorunterrichtlichen Vorstellungen von Schülerinnen sollten nicht sofort als lernhinderliche „misconceptions“ betrachtet werden, sondern als „Lernmittel“. Mit dem Wort „Lernmittel“ ist gemeint, dass diese Vorstellungen weder gemieden noch ersetzt werden können, sondern dass sie bewusst für das Lernen eingesetzt werden sollten. Dieser Ansatz steht im Konflikt mit dem Conceptual Change, der die Schülervorstellungen als Lernhindernisse sieht, die ersetzt werden müssen (Kattmann 1994, Zit. nach Krüger und Vogt, 2007).

Von Posner et al. 1982 und Strike und Posner 1992 werden vier Bedingungen formuliert, unter welchen es zu einem Wechsel von Alltagsvorstellungen zu fachwissenschaftlich begründeten Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler kommt, also zum Conceptual Change:

1. Es muss eine gewisse Unzufriedenheit mit den bestehenden Vorstellungen herrschen.
2. Das neue Konzept sollte verständlich sein und
3. plausibel erscheinen. Das bedeutet, es sollte den Anschein besitzen, besser Probleme lösen zu können als das alte Konzept.
4. Und die neue Vorstellung sollte fruchtbar sein, dies setzt Punkt eins und zwei voraus. Mit Fruchtbarkeit ist gemeint, dass die neue Vorstellung noch ausbaufähig und auch auf andere Bereiche anwendbar sein sollte (Krüger, 2007).

Mit der Didaktischen Rekonstruktion sollten lebensweltliche Erfahrungen mit dem wissenschaftlichen Fachwissen in Verbindung gebracht werden. Es werden Vorstellungen konstruiert, in denen Erfahrung in das Wissen und gleichermaßen Wissen in die Erfahrung hineingenommen wird. Die Didaktische Rekonstruktion fungiert also als Vermittlungswissenschaft, da sie Wissenschaft mit Hilfe von pädagogischer Zielsetzung erst zu einem Schulunterricht rekonstruiert (Kattmann, 1994; Zit. nach Krüger und Vogt, 2007).

Ziel ist das lern- und lehrbar machen der wissenschaftlich geklärten Vorstellungen:  
*„Durch Schülervorstellungen werden wissenschaftliche Vorstellungen also nicht in*

*ihrer Bedeutung eingeschränkt, sondern auf eine für das Lernen bedeutsame Basis gestellt werden.“ (Reinfried, Mathis u. Kattmann; 2009, S. 405)*

Werden die Schülervorstellungen in der Unterrichtsplanung nicht berücksichtigt, bleibt der tatsächliche Lernerfolg häufig weit hinter dem intendierten Lernerfolg zurück, selbst wenn gute, erfolgversprechende Lernziele formuliert, geeignete Methoden und Medien ausgewählt und die motivationalen Unterschiede berücksichtigt wurden. Wenn Schülerperspektiven in der Planung nicht berücksichtigt werden, können Lernwege häufig nicht effektiv beschritten werden und es kann zu keiner Vorstellungsänderung kommen (Brown & Clement, 1992; Reinfried et al., im Druck; zit. von Reinfried, Mathis u. Kattmann; 2009, S. 405).

Unter Berücksichtigung der oben genannten Punkte, wurden die Stunden für die vierte, fünfte und sechste Klasse AHS geplant, da *„Schülerinnen und Schüler mit Vorstellungen in den Unterricht kommen, die oft stark von den wissenschaftlichen Vorstellungen abweichen. Solche vorunterrichtlichen Vorstellungen sind zäh und widerständig und lassen sich durch Unterricht, der ohne die Kenntnis von Schülervorstellungen entwickelt wurde, kaum verändern. Unterricht, der die Schülervorstellungen konsequent berücksichtigt, ist erfolgreicher.“* (Wiesner, 1995; Häussler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998; Reinfried, Rottermann, Aeschbacher & Huber, im Druck; zit. von Reinfried, Mathis u. Kattmann; 2009, S. 404)

Mit dem Wissen um die Wichtigkeit der Einbeziehung der Schülervorstellungen in den Unterricht, wurden die erwähnten Einheiten des Evolutionsunterrichts im Zuge einer Lehrer- und Lehrerinnenfortbildung mit Hilfe eines fachspezifisch-pädagogischen Coachings (Jelemenská, 2010 a) auf Grundlage der Didaktischen Rekonstruktion von Kattmann (1997) erarbeitet.

## 2.2. Fachspezifisch-pädagogisches Coaching

Die didaktische Rekonstruktion wurde im Rahmen eines fachspezifisch-pädagogischen Coachings zur Planung der in dieser Diplomarbeit präsentierten Stunden verwendet (Jelemenská, 2010 a). Das Coaching erfolgte als eine Kooperation zwischen einer Lehrerin und einer Fachdidaktikerin in der Zeitspanne von 2008 bis circa 2011. Es wurden dabei Unterrichtseinheiten für die vierte, fünfte und sechste Klasse AHS zum Thema „Roter Faden der Evolution“ geplant.

Das fachspezifisch-pädagogische Coaching wurde von West und Staub entwickelt und von Staub 2001 folgendermaßen definiert:

*„Fachspezifisch-pädagogisches Coaching ist ein Ansatz zur Weiterbildung der Lehrpersonen in der Praxis bei der Gestaltung, Durchführung und Reflexion eines Teils ihres Unterrichts in einem bestimmten Fachbereich unterstützen will. Langfristiges Ziel ist die Entwicklung allgemeindidaktischer Reflexionsstrategien und fachspezifisch-pädagogischen Wissens als zentrale Elemente von Unterrichtsexpertise.“ (Staub (2001), S.175)*

Der Fokus liegt dabei auf der Unterstützung einer Lehrperson „on the job“, bei der Gestaltung und Durchführung des Unterrichts. Damit sollte auch die professionelle Entwicklung als Lehrerin oder Lehrer gefördert werden (Staub, 2001 S.175).

Der Begriff Coach hat in diesem Kontext nicht die Bedeutung eines Anführers, sondern wird eher die eines Begleiters bzw. einer Begleiterin während der Unterrichtsgestaltung. Er bzw. sie hat die Aufgabe konstruktive, aber auch kritische Sichtweisen anzubieten, um die Lehrkraft bei der Planung von innovativen Unterrichtsideen optimal und professionell zu unterstützen (Jelemenská, 2010, a).

Aufgrund der fachlichen Kompetenz des Coachs und seines Wissens über Lern- und Lehrprozesse inklusive fachspezifischer Unterrichtsinhalte, übernimmt auch der

Coach Verantwortung für das Lernen der Schülerinnen und Schüler (Staub, 2001, S. 176).

Laut Collins et. al. (1989) soll ein Coach der zu betreuenden Lehrkraft mit so wenig Hinweisen, Erinnerungshilfen und Rückmeldungen zur Seite stehen, wie minimal nötig sind, um so die Kompetenz der Lehrperson zu stärken (Staub, 2001, S. 184).

Genau diese Mischung aus fachlichem und pädagogischem Wissen soll ein Coach mitbringen, da sie die Grundlage dafür ist, wie mit bestimmten Themenbereichen, Problemen und Fragestellungen im Unterricht umgegangen wird. Außerdem muss die Unterstützung des Coachs an die unterschiedlichen motivationalen und kognitiven Voraussetzungen der jeweiligen Lehrpersonen angepasst werden (Staub, 2001, S. 179/180).

Laut Resnick und Hall (1998) ist es ein Zeichen von Professionalität, wenn die Lehrperson eine persönliche Bereitschaft hat, über ihren eigenen Unterricht kontinuierlich zu reflektieren (Jelemenská, 2010). Neben der Reflexion zählt auch das Streben nach Weiterentwicklung zum professionellen Verhalten: *„Es wird zunehmend von Lehrpersonen erwartet, dass sie als reflektierende Praktiker ihr professionelles Tun während ihres gesamten Berufslebens weiterentwickeln.“* (Staub (2001), S.175)

Im Anschluss an die oben genannte Definition des Coachings, erfolgt an dieser Stelle die Betrachtung des konkreten Falls: Zu Beginn des Projekts sah sich die Lehrerin als Dirigentin und Leiterin des Unterrichts. Sie vertrat die Meinung, dass, wenn sie die Lerninhalte gut strukturiert vorbereitet, die Schülerinnen und Schüler dieses Wissen optimal aufnehmen können. Außerdem war ihr die Beziehung zwischen Lehrperson und Schülerinnen und Schülern sehr wichtig, womit ihrer Ansicht nach ein positives Verhältnis zu einer extrinsischen Lernmotivation, also zu einem „für den Lehrer oder für die Lehrerin lernen“-Effekt, führt. Sie war der Überzeugung, dass die Schülervorstellungen in ihrem Unterricht eine große Bedeutung haben und dass eben die schon erwähnte „gute Strukturierung“ reichen würde, um die Lerninhalte aufzunehmen (Jelemenská, 2010, b).

Doch durch Schülerinnen- und Schüleraussagen zum Thema Evolution in der Abschlussklasse änderte sich ihre Sichtweise, da die Schülerinnen und Schüler Begriffe und Konzepte in einem falschen Zusammenhang benutzten und auch viele Denkprozesse verinnerlicht hatten, die sie in ihrem Unterricht nicht forciert hatte. Sie kam zu der Conclusio, dass die Wirksamkeit ihres Evolutionsunterrichts nicht den Effekt zeigte, den sie sich erwartet hatte. Die Schülervorstellungen die sie gesammelt und analysiert hatte, haben ihr die Wichtigkeit dieser verdeutlicht und sie ermunterte das Konzept der Didaktischen Rekonstruktion, mithilfe eines fachdidaktischen Coachings auszuprobieren und Stunden für die vierte, fünfte und sechste Klasse zu planen. Das Ziel der Lehrerin war es also, in allen Schulklassen das Thema Evolution und die Konzepte die dahinterstehen, als zentrales Strukturierungsprinzip, mithilfe der Metapher des roten Fadens, zu etablieren (Jelemenská, 2010, b).

Dieses Ziel konnte aber erst gesteckt werden, als sie die Erkenntnis über die geringe Wirksamkeit ihres Unterrichts gewonnen hatte: *„Die Bereitschaft zur Veränderung von etablierten Routinen wird sich erst dann einstellen, wenn diese als suboptimal oder dysfunktional erkannt werden; sei dies durch Krisen und/oder durch neu erworbene Sichtweisen.“* (Staub, 2001, S. 186)

Diese Veränderungen können laut Evans 1996 aber auch auf Widerstände treffen: *„Die problematisierende Reflexion von Praxis kann in der Interaktion auf unterschiedliche Weise ausgelöst werden: beispielsweise indirekt durch das Bekanntmachen mit einer kompetenteren Praxisform, oder auf konfrontative Weise, indem die Praxis als ungenügend bewertet wird.“* (Staub, 2001, S.186)

Der Ausgangspunkt der geplanten Stunden war die didaktische Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997), wobei zu Beginn die lernhinderlichen und die lernförderlichen Inhalte reflektiert werden mussten (Jelemenská, 2010, a).

Ein wichtiger Knackpunkt, der für die didaktische Rekonstruktion wichtig ist, wird als „conceptual change“ (Strike & Posner, 1992, s.a. „conceptual reconstruction“ Kattmann, 2005) bezeichnet. Um ein vertieftes Wissen über den conceptual change

zu erhalten und die didaktische Rekonstruktion für die Unterrichtsplanung zu verwenden, kann es von großer Bedeutung sein, ein solches fachspezifisch-pädagogisches Coaching zu nutzen. Der Coach ist ein Fachdidaktiker, der eine Doppelrolle übernimmt. Zum einen als Berater und zum anderen als Forscher (Fischer & Schröder, 2003). Der Coach sollte auch auf die spezifischen Bedürfnisse und Interessen der Lehrperson eingehen (Knight, 2009, zit. von Jelemenská, 2010, a).

*„Akzeptieren sowohl die Lehrperson als auch der Coach ihre gemeinsame Verantwortung für den Unterricht im Dienste des Lernens der Schüler, so wird damit eine Dynamik erzeugt, welche zu einer intensiveren Kooperation bei der Gestaltung und Entwicklung von Unterricht führt. Die Notwendigkeit zur Einigung auf einen Handlungsplan sowie die Erfordernis, die Handlungen von Coach und Lehrperson während des Unterrichts zu koordinieren, setzen ein geteiltes Verständnis der spezifischen Unterrichtsgestaltung voraus.“ (Staub, 2001, S. 187/188)*

Der Coach berät bei der Unterrichtsplanung, regt zur Reflexion und zur Überprüfung der Wirksamkeit an. Auf Wunsch der Lehrerin oder des Lehrers kann der/die Fachdidaktiker/in auch selbst Stunden oder Sequenzen planen, wobei die Wünsche und innovativen Ideen der Lehrerin oder des Lehrers eine wichtige Rolle spielen sollten (Jelemenská, 2010, b).

Der Ablauf sieht folgendermaßen aus:

- Unterrichtseinheiten werden von der Lehrerin oder dem Lehrer geplant,
- nach einer Unterredung zwischen Lehrkraft und Coach alleine in der Klasse durchgeführt und
- im Anschluss reflektiert und gegebenenfalls modifiziert.

In der untenstehenden Grafik (Abbildung 4) werden diese Prozesse des fachspezifisch-pädagogischen Coachings noch einmal bildlich verdeutlicht.

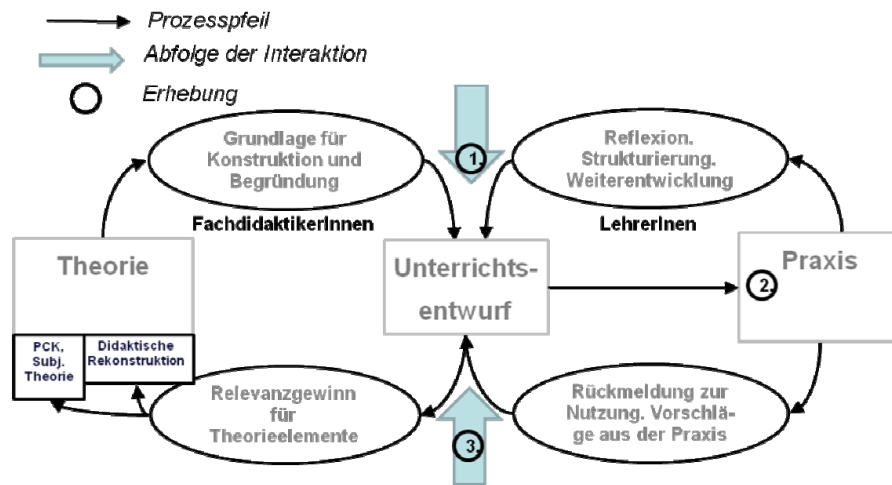


Abbildung 4: Interaktionen und Ablauf von FPC von Staub (2004)

Die Zusammenarbeit zwischen Fachdidaktikerin und Lehrerin fand mithilfe von Prä- und Postinterviews statt, diese wurden face-to-face durchgeführt. All diese Rückmeldungen und Aufarbeitungen dienten der Reflexion, um die Wirksamkeit des neu geplanten Unterrichts zu verbessern (Jelemenská, 2010, b). Diese werden im Zuge der vorliegenden Forschungsarbeit analysiert, um basierend auf den Ergebnissen ein PCK-Raster zu erstellen. Das Erstellen eines solchen wird im Kapitel Methoden und Materialien genauer erklärt (Kapitel 8).

Ein weiterer Aspekt der Unterrichtsplanung, dem das nächste Kapitel gewidmet ist und der einen großen Einfluss auf die Erstellung der Arbeitsblätter hatte, ist die Kompetenzorientierung, die in den letzten Jahren in Österreich zu einem wichtigen Standard im Schulsystem geworden ist und soll daher im Folgenden näher beleuchtet werden.

### **2.3. Kompetenzorientierung**

Das Feststellen von Leistungen der Schülerinnen und Schüler in österreichischen Schulen wurde in den letzten Jahren auf das Erlangen bestimmter Kompetenzen ausgelegt und mittels unterschiedlicher Maßnahmen ins Schulsystem implementiert. Wie es zu dieser Umstellung kam, welchen Überlegungen von Bedeutung waren und was guten kompetenzorientierten Unterricht ausmacht, soll in diesem Kapitel geklärt werden.

Da die Schule auch ein Teil der Gesellschaft ist und sich diese häufig und in vielfältiger Weise Veränderungen unterzieht, müssen sich auch der Unterricht und vor allem die Ziele des Schulsystems weiterentwickeln. Deshalb muss sich Schule in eine Richtung begeben, die den Schülerinnen und Schülern einen Grund gibt, das schulische Lernen positiv zu bewerten (Beer & Benischek, 2011, S. 5).

Dieses Lernen vollzieht sich in jedem Menschen anders, es kann konstruierend, adaptiv-aktiv, reflexiv oder nicht-reflexiv sein. Aber es geht immer um eine individuelle Interaktion mit den für das Lernen förderlichen oder nicht förderlichen Umgebungen. Vom Lerner wird eine Bereitschaft für das Interagieren mit der Lernumgebung vorausgesetzt. Vom Lehrenden muss auch die Bedeutung, die das zu Lernende für die Schülerinnen und Schüler hat, beachtet werden, denn der Mensch sucht nach Bedeutungsbestimmung. Wenn sich die Lernenden nun diesen Sinn selbst suchen sollen, wird es als Konstruktion bezeichnet, bilden sie den Sinn nach, der von anderen diesem Inhalt beigemessen wird, bezeichnet man dies als Rekonstruktion. Diese Rekonstruktion findet sich auch in der oben genannten Didaktischen Rekonstruktion in einem gewissen Maße wieder (Beer & Benischek, 2011, S. 5).

Außerdem gelingt das Lernen besser, wenn der Lernstoff an bereits bestehendes Wissen anknüpft und einen Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler herstellt (Bönsch, Kohnen, Möller, 2010, S. 30; zit. von Beer & Benischek, 2011, S. 6).

Damit in Zusammenhang steht auch das Handeln von Lehrerinnen und Lehrern, welches oft als absichtsvolles Handeln verstanden wird, und *„daher stehen die Lehrkräfte oft vor dem Problem der Differenz zwischen Handlungsintention und Handlungsergebnis, einschließlich nicht intendierter Folgen. Es ist somit die Schwierigkeit gegeben, im pädagogischen Handeln bestimmte Zielzustände treffsicher initiieren zu können.“* (Combe & Kolbe, 2008, S. 857, zit. von Beer & Benischek, 2011, S. 7)

Diese Differenz zwischen Handlungsintention und dem Handlungsergebnis zeigt sich in einem Zitat einer Biologiestudentin, die an einer Befragung zum Thema Evolution teilnahm und Biologie als Leistungskurs in der Schule hatte:

*„Anscheinend habe ich nie die Evolutionstheorie im Unterricht durchgenommen, da ich erschreckend wenig weiß. Alles sind eigentlich nur Vermutungen. Dabei habe ich gedacht, es wäre bestimmt vorgekommen und ich hätte es nur vergessen. Aber das, was ich weiß oder glaube zu wissen, ist Alltagswissen beziehungsweise -denken!“* (Graf und Hamdorf, 2011. S. 26)

Das Zitat zeigt, dass der Unterricht wahrscheinlich durchgeführt wurde, also die Handlungsintention der Lehrperson zwar vorhanden war, das Handlungsergebnis jedoch wenig Wirksamkeit vermuten lässt.

Um eine höhere Nachhaltigkeit beziehungsweise Wirksamkeit zu erzielen, sollten bei Schülerinnen und Schülern bei den Aufgaben im Unterricht, alle Sinne angesprochen werden und sich kumulativ ergänzen. Das bedeutet, dass der Lernstoff handlungsbetont erarbeitet, dokumentiert, präsentiert, strukturiert, archiviert und wiederholt werden sollte (Klippert, 2008, S. 37; zit. von Beer & Benischek, 2011; S. 18). Daraus folgt weiter, dass die schulische Bildung, der Unterricht und das Lehren in der Schule nicht automatisch auch das Lernen bewirkt. *„Der Prozess der Bildung ist durch Selbstaneignung, Eigenverantwortung und Selbstständigkeit geprägt. Dafür braucht es Raum, Motivation, Herausforderung und*

*unabdingbar klare Ziele. Lehrer/innen geben diese vor, leiten diese Prozesse an, beraten und sind Vorbild“ (Beer & Benischek, 2011; S. 8)*

Dieses Zitat zeigt die Relevanz des Themas Kompetenzen auf und spiegelt die Intentionen bei der Planung der in dieser Arbeit präsentierten Stunden wieder. Folgende Definitionen liegen der Verwendung des Begriffs „Kompetenz“ in dieser Arbeit zu Grunde:

Laut Weinert (2003; S. 27–28) sind Kompetenzen *„die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“* (zit. von Beer & Benischek, 2011, S. 9)

Heckhausen (1980) sagt weiter, dass *„die Verbindung der kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten heißt, das Wissen mit dem Können, also akademisches Wissen mit Handlungswissen zu verbinden, und geht damit über das bloße Verstehen und Replizieren hinaus. Das führt zum zweiten zentralen Aspekt der Problemlösung: Wissen bildet nicht zum Selbstzweck, sondern in Begegnung mit der Wirklichkeit, am konkreten Handeln operationalisierbar, den Kern des Kompetenzbegriffs.“* (zit. von Beer & Benischek, 2011, S. 9)

Somit geht es bei der Kompetenzorientierung auch um die Nachhaltigkeit von Wissen und Fähigkeiten. Erreichen kann man diese Nachhaltigkeit laut Müller (2006, S. 19) indem man den Schülerinnen und Schülern eine aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff gewährt. Durch diese Auseinandersetzung können sich die Schülerinnen und Schüler ihre Verstehensprozesse selbstständig gestalten. Die Lernenden können die Zeit sinnvoller, präsenter und beteiligter nutzen und dies sollte zu einer gesteigerten Nachhaltigkeit führen. (zit. von Beer & Benischek, 2011, S. 12)

Um als Lehrerin oder Lehrer nun guten kompetenzorientierten Unterricht zu gestalten, sollten die lehr- und lernorganisatorischen Methoden auf pädagogischen Diagnosen basieren. Die Individualität der Schülerinnen und Schüler sollte berücksichtigt werden und die Anforderungen sollten angemessen sein, das bedeutet, die Lernenden sollten weder über- noch unterfordert, aber trotzdem anreizend gefordert und im gleichen Maße gefördert sein. Die Rückmeldungen an die Schülerinnen und Schüler, sowie die emotionale und soziale Beziehung zur Lehrkraft und zur Lernumgebung ist nicht außer Acht zu lassen (Thun, 2006, S. 9; zit. von Beer & Benischek, 2011, S. 14).

In der Diskussion werden die geplanten und in dieser Arbeit vorgestellten Stunden mit Hilfe dieser Aussagen zu nachhaltigem und kompetenzorientiertem Unterricht kurz reflektiert.

Auch in der Unterrichtsplanung sollte das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe eine Rolle spielen, dies gilt auch für die Oberstufe AHS. Beim Rekonstruieren und Erarbeiten von Unterrichtsmaterialien, sollte man die geplanten Aufgaben im Kompetenzmodell verorten. Die Grafik zeigt das dreidimensionale Modell, das aus der Handlungsdimension (x-Achse), der Inhaltsdimension (y-Achse) und der Anforderungsdimension (z-Achse) besteht und in Abbildung 5 zu sehen ist.

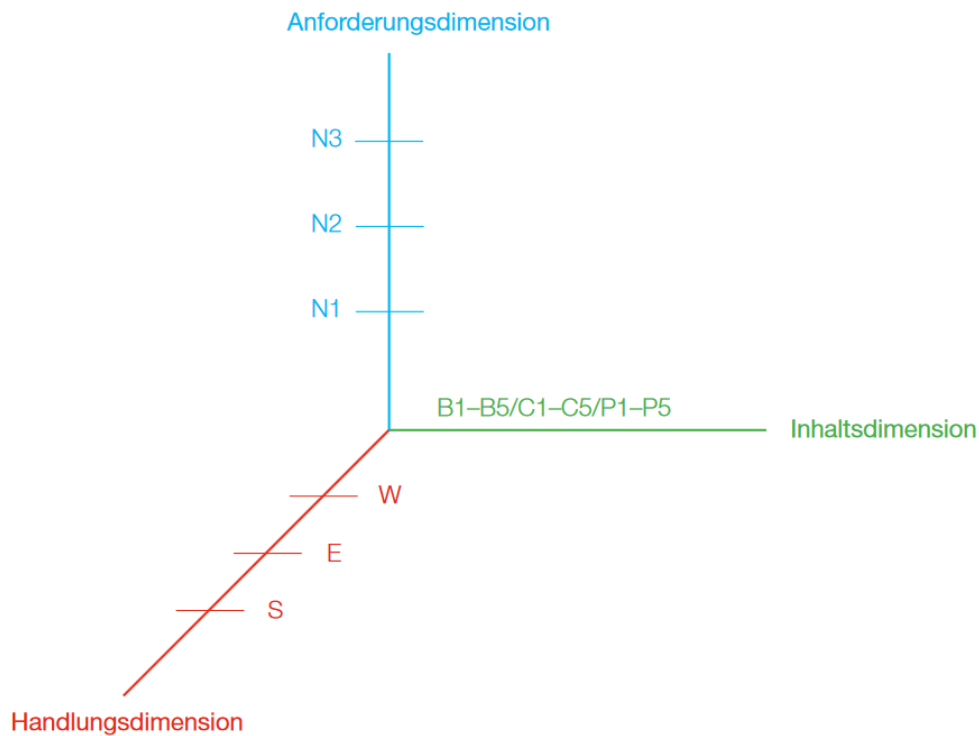


Abbildung 5: Kompetenzmodell der Naturwissenschaften (bifie, 2011)

## 1. Handlungsdimension (Handlungskompetenzen (H))

### *Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren*

Ich kann einzeln oder im Team ...

W 1 - Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen

W 2 - aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen

W 3 - Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren

W 4 - die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

(Bifie, 2011)

### *Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren*

Ich kann einzeln oder im Team ...

E 1 - zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben

E 2 - zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

E 3 - zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

E 4 - Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

(Bifie, 2011)

### *Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln*

Ich kann einzeln oder im Team ...

S 1 - Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen

S 2 - Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln

S 3 - die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden

S 4 - fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

(Bifie, 2011)

## **2. Anforderungsdimension (N)**

### **N1 Anforderungsniveau I**

Ausgehend von stark angeleitetem, geführttem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln. (Bifie, 2011)

### **N2 Anforderungsniveau II**

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln. (Bifie, 2011)

### **N3 Anforderungsniveau III**

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln. (Bifie, 2011)

## **3 Inhaltsdimension (I)**

In Bezug auf die Inhaltsdimension wird auf das nachfolgende Kapitel „Lehrplan“ verwiesen. In diesem wird die Verortung des Themas Evolution im österreichischen Lehrplan dargestellt.

Die Kompetenzorientierung sowie auch das hier abgebildete Modell sind auch in großem Umfang in die Planung der Einheiten eingeflossen. Auch die Überlegungen zum Lernen und Handeln der Lehrkräfte wurden dabei beachtet.

Im Bereich der Kompetenzorientierung spielt auch der Lehrplan eine Rolle, in dem teilweise noch Aufholbedarf hinsichtlich der Strukturierung eines durchgängigen kompetenzorientierten Evolutionsunterrichtes besteht.

## 2.4. Lehrplan

In diesem Kapitel wird die derzeitige Lage des Lehrplans zum Thema Evolution dargestellt.

Zunächst muss festgehalten werden, dass in Österreich keine durchgehenden Lernwege geplant sind, die sich durch die Primar- bis in die Sekundarstufe durchziehen. Doch das Fehlen von Evolution im Unterricht und in den Lehrplänen beginnt schon in der Volksschule, in der das Interesse der Schülerinnen und Schüler für frühere Lebensformen, wie die Dinosaurier, teilweise sehr groß ist. In der dritten Klasse des Lehrplans für die allgemein bildende höhere Schule in Österreich kommt die Evolution zum ersten Mal vor und wird mit folgenden Worten beschrieben: *„Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens.“* Dies wurde im Kompetenzmodell der Sekundarstufe 1 leicht umformuliert: *„Geschichte der Erde und seiner Lebewesen.“* (Scheuch et. al, 2017).

Das zweite Mal findet sich das Thema in der 8. Klasse AHS unter dem Punkt *„Weltverständnis und Naturkenntnis“* wieder. An dieser Stelle wird die Evolution als Unterpunkt direkt angesprochen. Die Schülerinnen und Schüler sollen die *„Grundlagen chemischer und biologischer Evolution erwerben; Einblick in Evolutionstheorien und Überblick über den Ablauf der Entwicklungsgeschichte und Evolution als Basis für die Vielfalt der Organismen und für Wandel von Ökosystemen, Organen und zellulären Strukturen“* bekommen. (Lehrplan Oberstufe, Biologie und Umweltkunde, BMB, S. 4)

Im Kompetenzmodell für die Sekundarstufe wurden folgende Kompetenzbereiche im Zusammenhang mit Evolution genannt:

- *Fachwissen aneignen und kommunizieren: W5: Biologische Vorgänge und Phänomene im Kontext ihres evolutionären Zusammenhangs erläutern.*
- *Erkenntnisse gewinnen: E2: Biologische Vorgänge und Phänomene hinsichtlich evolutionsbiologischer Kriterien analysieren und Beziehungen herausarbeiten.*

- *Bereich Standpunkte begründen und reflektiert handeln: S4: Menschliche Erlebens- und Verhaltensmuster aus evolutionsbiologischer Sicht reflektieren* (Scheuch et. al, 2017).

Über das Kompetenzmodell und mithilfe der Basiskonzepte, wobei die Konzepte *Reproduktion, Variabilität und Angepasstheit, Geschichte und Verwandtschaft* am besten die evolutionären Abläufe widerspiegeln, hat die Schulbehörde versucht die Grundlage für ein kompetenzorientiertes Lernen zu bieten (Scheuch et. al, 2017).

Die Verantwortung für guten und strukturierten Evolutionsunterricht bleibt jedoch immer noch bei den Lehrerinnen und Lehrern. Die Evolution sollte dabei als ganzheitliches Erklärungsprinzip im gesamten Biologieunterricht angewendet werden, denn wie aus zahlreichen Studien und dieser Diplomarbeit hervorgeht, kommt es gerade bei diesem komplexen und umfassenden Thema zu vielen Fehlkonzepten und fehlerhaften Schülervorstellungen (Scheuch et. al, 2017):

*„Die Befunde legen nahe, dass es einen kontinuierlich gedachten und über die gesamte Schullaufbahn geplanten Unterricht braucht, damit Schülerinnen und Schüler Evolution begreifen können.“* (Scheuch et. al, 2017, S. 2)

Dies wurde auch von Dreesmann, Graf und Witte (2011) in dem Buch „Evolutionenbiologie – Moderne Themen für den Unterricht“ schon im Sinne eines Spiralcurriculums vorgeschlagen, da erst die Evolution der Biologie und ihren Konzepten grundlegend Sinn verleiht und die Auseinandersetzung damit sollte daher nicht erst in der zwölften Schulstufe passieren. Mit diesem Ansatz und auch mit einigen gängigen Schülervorstellungen zum Thema Evolution befasst sich das nachfolgende Kapitel.

## 2.5. Evolutionsunterricht und Schülervorstellungen dazu

Einleitend beschreiben folgende Worte die jetzige **Situation in Österreichs** Schulen:

*„Leider wird der schulische Biologieunterricht der Bedeutung des Themas „Evolution“ nur bedingt gerecht. (...) In der Oberstufe bildet Evolution oft einen die anderen Themen integrierenden Abschluss. Es ist jedoch nicht angemessen der Wissenschaft Biologie, um bei Dobzhanskys Bild zu bleiben, erst am Ende der Schulzeit – quasi nachträglich – Sinn zu verleihen. (...) Das Thema sollte nicht nur in jedem Biologieunterricht mitgedacht und mitbedacht werden, sondern es muss in verschiedenen Altersstufen im Sinne eines Spiralcurriculums immer wieder als eigenständiges Thema aufgegriffen werden.“ (Dreesmann, Graf und Witte; 2011, S. 9)*

Zusammengefasst kann man sagen, dass die Evolution in Schulen im Biologieunterricht meist nur eine untergeordnete Rolle spielt. Dabei geht es nicht nur um ein mehr oder weniger umfangreiches Thema, sondern eben um einen roten Faden evolutionsbiologischer Beschreibungen, Deutungen und Erklärungen für biologische Sachverhalte. Leider hat es sich als negative und einseitige Tendenz erwiesen, den Evolutionsunterricht mit allgemeinen Unterrichtsmethoden zu gestalten. Somit ist der Weg nicht immer schon das Ziel, sondern es ist notwendig, wie kognitionspsychologische Untersuchungen zu Schülervorstellungen gezeigt haben, sowohl die formalen Lernprozesse, also auch die Verstehensweisen zu berücksichtigen. Diese fordern dazu auf, sich in einer anderen Art und Weise mit „Inhalten“ des Unterrichts zu beschäftigen (Kattmann, 1995).

Jedoch sollte man beim problemorientierten Unterricht nicht auf das Fachwissen verzichten, denn dieses bildet die Grundlage für das Lösen von ausgewählten Problemen im Unterricht. Wird auf diese verzichtet, kann das zum einen zur Folge haben, dass es zu einer biologischen Überschätzung kommt und zum anderen zu einer ideologischen Vernachlässigung von biologischem Fachwissen führen. Diesen

hohen Ansprüchen wird aktueller Biologieunterricht nur in den wenigsten Fällen gerecht, da die Inhalte oft ohne die nötigen Grundlagen für ein nachhaltiges Verstehen vermittelt werden, und zwar ohne die Evolutionsbiologie (Kattmann, 1995).

Es ist also kein Wunder, dass der Evolutionsunterricht so schwierig ist, denn wie schon erwähnt, sind nicht nur die biologischen Begriffe und Beziehungen komplex, sondern auch die Weltsicht der Lernenden, die dieses Thema beeinflusst. Biologielehrerinnen und -Lehrer sollten einfühlsam sein und bedenken, dass sie nicht indoktrinieren sollten, denn das Wesen des Dogmas ist dem der Naturwissenschaft diametral entgegengesetzt. Es kann von den Lehrkräften zwar ein Beherrschen des biologischen Inhalts verlangt werden, aber keine sofortige, unhinterfragte kognitive Umwandlung ihres wissenschaftlichen Standpunktes erwartet werden: *„Ansichten über das Selbst, den Geist und die Kultur stehen für die Lernenden auf dem Spiel, nicht nur Erklärungen von Ursprung und Veränderung des Lebens auf der Erde.“* (Wandersee, Good und Demasters; 1995; S. 51) Damit die Schülerinnen und Schüler diesen Konflikt lösen können, kann viel Zeit erforderlich sein und es bedarf der Bereitschaft der Lehrkraft sich einen schülerzentrierten Unterricht anzueignen. Von Scharmann wurde festgestellt, dass man keine zufriedenstellenden Ergebnisse bekommt, wenn man die Schülerinnen und Schüler beim Thema Evolution zu schnell zu weit voranstößt. Viele Schülerinnen und Schüler sehen das Thema Evolution als kontrovers an und müssen sich der intellektuellen und emotionalen Herausforderung stellen. Die Überwindung dieser Herausforderung kann meist nicht in einem nur kurzen Evolutionsunterricht stattfinden. Es ist wichtiger ihnen eine gute Ausgangsposition für die nächste Evolutionseinheit und den folgenden Biologieunterricht zu vermitteln (Wandersee, Good und Demasters; 1995; S. 51).

Der Unterschied zwischen gesetzlichem (nemologischem) und geschichtlichem (historischem) Denken, macht die große Bedeutung der Evolutionsbiologie aus. Das nemologische Denken betrachtet Beziehungen, Regeln und Prozesse und das historische Denken legt den Blick auf die Einmaligkeit von Ereignissen und die damit verbundene Unwiederholbarkeit von bestimmten Geschehnissen. Mit diesem

Wissen im Hinterkopf, ist zu zeigen, wie der Biologieunterricht unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten aussehen sollte (Kattmann, 1995).

Diese Erkenntnis wird von Kattmann 1995 in folgendem Zitat verdeutlicht:

*„Nicht Evolution soll mit Hilfe der biologischen Sachverhalte belegt und erklärt werden, vielmehr werden dieselben durch die Evolution zutreffend erklärt. Die Naturgeschichte gibt den Schülerinnen und Schülern den Schlüssel zu ihrer Deutung in die Hand.“* (Kattmann, 1995; S. 37)

Dieses Zitat bildet bereits den Anfang einer Antwort auf die Frage, warum Evolutionsunterricht in der Schule wichtig ist.

Laut Kattmann und Isensee (1977) kann die Umgestaltung des Biologieunterrichts in einen naturgeschichtlich-evolutionsbiologischen Unterricht langsam und schrittweise vonstattengehen und muss nicht gleich das ganze Curriculum umfassen. Begonnen werden sollte mit konkreten Aufgaben, um das Verständnis von Evolution zu fördern und dann kann auch die Basis des Biologieunterrichts umgewandelt werden. Aufgrund dieser Voraussetzung sollte, laut Eschenhagen (1976), Kattmann (1992) und Becker & Berck (1992), so früh wie möglich mit Evolutionsthemen begonnen werden, dies entspricht dem Spiralcurriculum von Jerome Brunner. Die jetzige Sichtweise, dass zuerst Belege gebracht werden sollten und dann erst die Ursachen für Evolution, sollte umgekehrt werden. Die Dynamik, sowie populationsbezogene Phänomene wie die genetische Vielfalt, Mutation, Selektion, Artumwandlung und Artaufspaltung sollten im Vordergrund stehen. Nur durch die Voranstellung der Dynamik bekommt die Stammesgeschichte ihren evolutionstheoretischen Hintergrund und Rahmen. Die Züchtung, als künstlicher Modellfall der natürlichen Selektion, kann und sollte schon in der Primarstufe eingesetzt werden um auf die Überlegungen Darwins zur Zuchtwahl einzugehen. Das Beispiel der Züchtung von bestimmten Haustieren, wie zum Beispiel der Hundezüchtung, kann ein anschauliches Beispiel für die Geschichte von Populationen darstellen (Kattmann, 1995).

Zusammengefasst kommt es darauf an wann, wo und wie oft Evolutionsunterricht in Laufe der Schullaufbahn der Schülerinnen und Schüler eingebaut wird. Außerdem ist insbesondere die Art und Weise, wie Evolution unterrichtet wird, ausschlaggebend dafür, ob der Unterricht erfolgreich ist oder nicht. Dabei bilden Schülervorstellungen die Grundlage für das „Wie“ des Evolutionsunterrichts. Werden diese Schülervorstellungen bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt, agiert man als Lehrkraft im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion. Aufgrund der schon vorhandenen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern, wird jedes neuerworbene Wissen in Zusammenhang mit bestehendem Wissen gebracht. Dies entspricht dem konstruktivistischen Paradigma, woraus sich wiederum die Notwendigkeit ergibt, Schülervorstellungen in die Planung von Unterricht einzubeziehen. Da es zu aufwendig und daher unrealistisch ist, dass Lehrpersonen, zu jedem neuen Unterrichtsthema, Schülervorstellungen neu erheben, haben Wissenschaftler begonnen, regelmäßig auftretende Vorstellungen zu wichtigen biologischen Konzepten zu ermitteln und zu systematisieren. Im Folgenden werden einige ausgewählte Fehlvorstellungen angesprochen, die im Ergebnisteil bei den „Big Ideas“ (Konzepte, die den geplanten Unterricht ergeben) noch genauer ausgeführt sind (Graf und Hamdorf; 2011):

#### 1. *„Evolution ist nur eine Theorie“:*

Hinter dieser These verstecken sich zwei Vorstellungen:

- Die Evolution ist keine bloße Annahme, sondern eine empirisch-wissenschaftliche Theorie. Es gibt genügend Forschung und Belege aus den letzten 150 Jahren, dass man mit hinreichender Gewissheit bei der „Evolutionstheorie“ von einem Faktum sprechen kann.
- Häufig wird das Wort „Theorie“ in einem negativen und abwertenden alltagssprachlichen Kontext verstanden, im Sinne einer reinen Spekulation. Wissenschaftliche Theorien haben eine andere Bedeutung, denn sie erklären Tatsachen (Graf und Hamdorf; 2011).

Somit sind Theorien, im Gegensatz zu Glaubenssätzen, einer ständigen empirischen Prüfung unterzogen (Graf und Hamdorf; 2011):

***„Wissenschaftliche Theorien sind das Beste, was eine empirische Wissenschaft zu bieten hat, sie bleiben jedoch immer vorläufig und werden niemals zu Tatsachen!“*** (Graf und Hamdorf; 2011; S. 29)

## *2. Fehlvorstellungen zur Zeitdimension:*

Die Erde ist vor etwa 4,5 Milliarden Jahren entstanden. Diese gewaltige Zeitdimension übertrifft die Vorstellungskraft der meisten Menschen. Jedoch sind korrekte Auffassungen und Vorstellungen der Zeitdimensionen wichtig, wenn nicht sogar zwingend notwendig, um eine angemessene Vorstellung von Evolution zu bekommen. Die Zeiträume, die ein evolutionärer Prozess durch natürliche Selektion benötigt, können sehr lange sein. Solche Dimensionen können von Schülerinnen und Schülern meist nicht erfasst werden. Als Vorschlag für eine bessere Veranschaulichung wird vorgeschlagen, Metaphern von Längenmaßen zu verwenden (Graf und Hamdorf; 2011). Wie zum Beispiel von Mark Twain (2004, S. 226): ***„Wenn die Höhe des Eiffelturms dem Alter der Erde entspräche, dann entspräche dem Alter der Menschheit die dünne Lackschicht auf der obersten Turmspitze.“*** (zit. von Graf und Hamdorf; 2011, S. 34)

## *3. Finalismus und Teleologie:*

Synonyme für Finalismus sind zum Beispiel Finalität oder auch die Teleologie. Darunter versteht man die unangemessene Vorstellung einer „Zweck-“ beziehungsweise „Zielgerichtetheit“ der Entwicklung von Populationen, Arten und Individuen. Laut diesem Konzept, würden einige Eigenschaften entstehen, weil sie bestimmte Funktionen ermöglichen würde. Diese gerichtete und absichtsvolle Steuerung, durch eine höhere Instanz oder durch die Individuen selbst, widerspricht dem Konzept des Zufalls komplett. Laut Darwin kommt es zu evolutionären Prozessen durch zufällige

Variation, basierend auf zufälliger Mutation und Rekombination von mütterlichem und väterlichem Erbgut, und darauffolgende Selektion. Somit können evolutionär entstandene Eigenschaften und Merkmale durchaus „zweckmäßig“, im Sinne von sinnvoll unter gegebenen Umweltbedingungen sein (Graf und Harmdorf; 2011, S. 34).

#### 4. *Typologisches Denken:*

Dieses unangemessene Denken kommt bei vielen Menschen vor. Sie glauben, dass sich die gesamte Population als Ganzes verändert, wenn sich die Umwelt verändert. Die Vielfalt innerhalb von Populationen wird als unwichtige Abweichung vom Ideal gesehen. Der Fokus des Betrachters liegt auf den Gemeinsamkeiten zwischen Individuen einer Population. Darwin löste sich jedoch vom typologischen Denken, da er der Variation zwischen den Individuen einer Population große Bedeutung zusprach. Seine Erkenntnis und Behauptung ist, dass jedes Individuum innerhalb einer Population einzigartig ist und die Variation das Entscheidende für die darauffolgende Selektion ist. Diese Denkweise führt zum äußerst wichtigen „Populationsdenken“ (Mayr, 1982 und Graf und Harmdorf; 2011).

Diese Schülervorstellungen sowie die bisher genannten theoretischen Inhalte und Forschungen zur Didaktischen Rekonstruktion, zum fachspezifisch-pädagogischen Coaching, zur Kompetenzorientierung und auch zum Lehrplan, werden mithilfe des PCK, welches im nachfolgenden Kapitel erklärt wird, zusammengefasst und nutzbar gemacht.

## **2.6. Pedagogical Content Knowledge**

Das Konzept des Pedagogical Content Knowledge (PCK) ist ein in der modernen Lehr- und Lernforschung anerkanntes Paradigma des Konstruktivismus. Es stellt ein überzeugendes akademisches Konstrukt dar, welches darauf basiert, dass man Wissen nicht ohne bestimmte Vorgehensweisen weitergeben kann. Dies bedeutet, dass die Lehrkraft ihr Wissen nicht einfach als ein „Wissenspaket“ (vgl. Nürnberger Trichter) liefert, das die Schülerinnen und Schüler schlichtweg absorbieren, sondern dass gewisse Prozesse nötig sind, um dieses zu vermitteln.

PCK meint vor diesem Hintergrund das Wissen, dass eine Lehrerin oder ein Lehrer durch jahrelange Erfahrung entwickelt. Er oder sie erarbeitet sich mit der Zeit ein Gespür dafür, beziehungsweise ein ganz bestimmtes Wissen darüber, wie in bestimmten Situationen und in bestimmten Bereichen das Verständnis der Schülerinnen und Schüler gefördert werden kann (Loughran et. al, 2006, S. 9).

Um die Entwicklung ihres eigenen PCKs erkennen und wertschätzen zu können, müssen Lehrpersonen ein tiefgreifendes Verständnis der Konzepte und Inhalte, die sie unterrichten, haben. Es ist die Kombination aus tiefgehendem pädagogischen Wissen und Fachwissen (content knowledge), welche sich gegenseitig formen und miteinander interagieren, die dazu führt, dass die Lehrinhalte bewusster strukturiert sind. Das stellt sicher, dass die Inhalte auch von den Schülerinnen und Schülern besser verstanden werden. Die Organisation, Planung, Analyse und Präsentation der Inhalte sind hierbei von großer Bedeutung. Jede Lehrkraft verfügt über ihr spezifisches PCK, da es auf individuellen Erlebnissen und Erfahrungen basiert (Loughran et. al, 2006, S. 9).

Jedoch kann man, bei Lehrerinnen und Lehrern mit ähnlichen Erfahrungen und gleichem Fachgebiet, auch Ähnlichkeiten in deren PCK feststellen. Aufgrund dieser, wenn auch eingeschränkten, Generalisierbarkeit von PCK innerhalb einzelner Fachbereiche könnten detaillierte Darstellungen des PCKs erfolgreicher Lehrerinnen und Lehrer eine hilfreiche Ressource für andere Lehrerinnen und

Lehrer dieses Fachbereiches bilden (Loughran et. al, 2006, S. 15). Daher versucht die vorliegende Arbeit diese Lücke für den Themenbereich Evolution zu schließen, indem das PCK bezüglich tragender evolutionsbiologischer Konzepte in einem PCK-Raster dargestellt wird.

Die Grundidee des PCKs geht auf Lee Shulman 1986 zurück. Er erkannte, dass es ein „missing paradigm“ gab (Shulman, 1986, S. 8). Dabei geht es um die Frage, wie Lehrerinnen und Lehrer entscheiden, wie sie welches Thema unterrichten. Auch die Fragen nach dem, was sie unterrichten und wie sie mit Schülervorstellungen und Verständnisschwierigkeiten umgehen, befand sich im Fokus von Shulmans (1986, S. 8) Überlegungen.

Es gibt zwei verschiedene Modelle, das transformative (Magnusson et al, 1999 & Park und Oliver, 2008) und das integrative Modell. Das transformative Modell ist stark in Kategorien getrennt und hat kaum Vernetzungen und wird meist von Junglehrerinnen und Junglehrern verwendet (Scheuch, 2013, S. 21). Das PCK-Wissen von Lehrerinnen und Lehrern ist jedoch viel umfassender und nicht immer in nur eine Kategorie einzuordnen. Das integrative Modell bezieht die zwei Domänen Fachwissen und pädagogisches Wissen mit ein, wodurch das PCK-Wissen von Lehrerinnen und Lehrern nicht mehr in Kategorien trennbar ist, sondern als untrennbares Netzwerk angesehen werden sollte. Dieses integrative Modell wird meist bei erfahrenen Lehrpersonen beobachtet. Somit kann geschlussfolgert werden, dass man zu Beginn mit einem transformativen Modell arbeitet, das sich dann durch jahrelange Erfahrung zu einem vernetzten integrativen Modell wandelt. (Scheuch 2013, S. 22, zit. nach Panhuber, 2016, S. 9-10)

Aufgrund der vielfältigen Definitionen, Modelle und Erhebungsarten von PCK in der Forschung fand 2015 ein PCK-Gipfel mit vielen Forscherteams aus den verschiedensten Staaten statt. Dabei einigte man sich auf neue Definitionen im großen Themenfeld des PCKs, in diesem Fall ist das TSPK von Bedeutung. Die Abkürzung TSPK steht für „Topic-specific professional knowledge“. Das TSPK wird für ein bestimmtes Unterrichtsthema und eine bestimmte Schülerinnen- und

Schülergruppe, das bedeutet, für ein gewisses Alter oder Entwicklung, erfasst (Panhuber, 2016, S. 11).

In dieser Diplomarbeit wurde dieses TSPK anhand des Themas „Roter Faden der Evolution“ für die Schulstufe 8-10 mit einer CoRe (Content Representation) dargestellt. Mithilfe welcher Vorgehensweise dies erfolgte und was genau eine Content Representation bzw. ein PCK-Raster ist, wird im nächsten Kapitel „Methoden und Material“ ausführlich beschrieben.

### **3. Methoden und Material:**

Im Zentrum der gesamten Diplomarbeit stehen die geplanten Stunden, die im Zuge eines fachspezifisch-pädagogischen Coachings erarbeitet wurden. In diesem wurden auf Grundlage der didaktischen Rekonstruktion, Stunden für die achte, neunte und zehnte Schulstufe bzw. die vierte, fünfte und sechste Klasse einer AHS, zum Thema „Roter Faden der Evolution“ geplant. Die Inhalte dieser Stundenbilder werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

#### **Vierte Klasse:**

##### **Erste Stunde:**

- A) Einleitung, Ziel der Stunde klarstellen, Hundezüchtung
- B) Darwins Leben und Reise
- C) Beobachtungen/ Beispiele und Schlussfolgerungen von Darwin
- D) Zusammenfassung – Schlussfolgerung und Einführung des Begriffes Selektion für Züchtung

##### **Zweite Stunde:**

- E) Wiederholung der ersten Stunde und Weiterführung von Darwin
- F) Ordnen von heimischen Vögeln
- G) Ordnen von Vögeln die Darwin auf Galapagos gefunden hat
- H) Besprechen der Beispiele und Vergleiche ziehen
- I) Diskussion eines Zitates von Darwin
- J) Überleitung zu Finkenarten auf Galapagos und deren Nahrungsspektrum; Besprechen, wie Finken auf die Insel gekommen sind.

##### **Dritte Stunde:**

- K) Besprechung der Finkenarten auf Galapagos und deren Nahrungsspektrum
- L) Arbeitsblatt „Grundfinken“

- M) Besprechung des Arbeitsblattes „Grundfinken“

### **Fünfte Klasse:**

#### **Erste Stunde:**

- A) Wiederholung und Erinnerungen an die vierte Klasse
- B) Hundezüchtung + eigenständige Durchführung der SchülerInnen in Teams
- C) Besprechung der Hundezüchtung + Überleitung und Vergleich mit Finken und Darwin

#### **Zweite Stunde:**

- D) Anknüpfung an erste Einheit und vierte Klasse; Nischenbildung; Künstliche Selektion gezielt – natürliche ungezielt; Züchter; Zeitdimension;
- E) Gruppenarbeit Arbeitsblatt „Finken auf Galapagos 2“

#### **Dritte Stunde:**

- F) Fertigstellen der Aufgaben „Finken auf Galapagos 2“
- G) Besprechen der Antworten im Plenum (Pro Frage präsentiert eine Gruppe)
- H) Interessensfrage: Warum glaubt ihr, beschäftigen wir uns bzw. ist es wichtig, dass wir uns so intensiv mit dem Thema Evolution beschäftigen?
- I) Beispiel: Mönchsgrasmücke; Transfer der Variation auf Flugrichtung; Video von Mönchsgrasmücke, einige Daten; Fütterung;
- J) Gruppenarbeit „Wie und warum pendeln Zugvögel?“

#### **Vierte Stunde:**

- K) Wiederholung der Mönchsgrasmücke + Verknüpfung der Schnabelvariabilität
- L) Gruppenarbeit: „Füttere einen Vogel, spalte eine Art“
- M) Besprechung der Gruppenarbeit „Füttere einen Vogel, spalte eine Art“; Zusammenhänge mit Hundezüchtung und Darwin-Finken herstellen

#### **Sechste Klasse:**

##### **Erste Stunde:**

- A) Wiederholung der 4. und 5. Klasse
- B) Simulation: Birkenspanner oder Froschselektion
- C) Vergleich von Darwins Finken mit Birkenspanner
- D) Überleitung zur sexuellen Selektion (Hirsche)
- E) Vorstellen der Witwenvögel, Pfaue und Schwalben (Eckdaten und Bilder)
- F) Arbeitsauftrag: Untersuchung von Andersson (1982), Hypothesen bilden zu: „Warum sind so lange Schwanzfedern entstanden?“
- G) Hypothesen an Tafel sammeln
- H) Arbeitsauftrag: „Wie sind diese Hypothesen zu beweisen?“

##### **Zweite Stunde:**

- I) Fertigstellen der Partnerarbeit „Hypothesenbeweise“
- J) Vorstellen der Ergebnisse aller Forschungsteams
- K) Video (Pfauen)
- L) Einzelarbeit: Ausformulieren der geplanten Untersuchungen

##### **Dritte Stunde:**

- M) Video „Warum Sex“ (Film über Paarungsverhalten von Pfauen)
- N) Wiederholung der letzten Stunden und Hypothesen

- O) Unterschiede female / male choice; Witwenvögel und Hirsche
- P) Gruppenarbeit: Schreibdialog zur Untersuchung von Møller (1990)

#### **Vierte Stunde:**

- Q) Besprechen der Ergebnisse der Untersuchung von Møller (1990)
- R) Überleitung zum Thema Mensch, Video „Wozu Sex?“ (ca. 12 min)
- S) Besprechung des Videos mithilfe der Leitfragen
- T) Beispiel „Soziale Verbände“ im Schulbuch bio@school; Transfer zur Soziobiologie

Ausgehend von diesen Stunden und einigen Protokollen, Videos, Tonaufnahmen, die während der Planung geführt wurden, ist versucht worden die Schulstunden und das pädagogische Wissen, das hinter den Einheiten und den Überlegungen steht, optimal darzustellen.

Um das gesamte Projekt „Roter Faden der Evolution“ in ein Methodensetting einzugliedern, bietet sich die *„Aktionsforschung als Teil fachdidaktischer Entwicklungsforschung“* (Ralle & Di Fuccia, 2014, S. 43) an.

Dabei handelt es sich um einen Ansatz von Lewin (1948) zur Erforschung von Veränderungen in realen und sozialen Umfeldern: *„Darin spielen Zyklen von Zustandsdiagnosen, Analyse und aktive Entwicklung eine zentrale Rolle.“* (Ralle & Di Fuccia, 2014, S. 43).

Viele Jahre später erst wurde die Praktiker-orientierte Aktionsforschung zuerst von Elliott (1978) und dann von Altrichter und Posch (1998) entwickelt. In dieser soll der Praktiker – in unserem Fall die Lehrerin, als handelnde und zentrale Figur – im Mittelpunkt stehen: *„Das Interesse besteht im Wesentlichen an der konkreten Weiterentwicklung ihrer Praxis und / oder seiner individuellen Professionalität. Dabei ist die Einzelperson in Aktionsforschungsprozesse in der Regel in professionelle Lerngemeinschaften eingebunden.“* (Ralle & Di Fuccia, 2014, S. 43 - 44).

Laut Woest (1995) sowie Eilks und Ralle (2002) kann man die fachdidaktische Aktionsforschung zur curricularen Entwicklung nutzen, welche eine Symbiose aus

den Erkenntnissen der fachdidaktischen Forschung und der systematischen Miteinbeziehung des Professionswissens der Lehrkräfte darstellt, um alltagstaugliche und erprobte Handlungsansätze zu entwickeln. Jedoch müssen diese auch durch geeignete Methoden zur Qualitätssicherung überprüft werden (Ralle & Di Fuccia, 2014, S. 44).

Durch die Komplexität der meisten Fragestellungen der Aktionsforschung spielen qualitative und auch quantitative empirische Methoden bei der Datenerfassung eine Rolle (Ralle & Di Fuccia, 2014, S. 44).

Die Aktionsforschung läuft meist in fünf Schritten ab:

*1. Diagnose der Fragestellung bzw. des Problems:*

Dabei geht es um den Beginn der gesamten Forschung, dieser wird im Kapitel 3 des Theorieteils dargestellt: Den Beginn stellte in diesem Fall die Unzufriedenheit der Lehrkraft mit der Wirksamkeit von Evolutionsunterricht, der laut österreichischem Lehrplan nur in der siebten und zwölften Schulstufe verankert ist (siehe Kapitel 5), dar.

*2. Entwicklung und Erprobung neuer Ansätze zur Lösung:*

Zur Entwicklung von neuen Stunden, um einen „Roten Faden der Evolution“ durch den gesamten Biologieunterricht zu legen, erfolgte ein fachdidaktisches Coaching (siehe dazu Kapitel 3) und in diesem Rahmen wurden entsprechende Einheiten geplant.

*3. Evaluation und Messung der Ergebnisse:*

Bei der Evaluation geht es um das Überprüfen der Wirksamkeit von Maßnahmen, die innerhalb der Aktionsforschung geplant wurden. Diese Evaluierung mit Prä- und Postinterviews von Schülerinnen und Schülern fand im Rahmen der Diplomarbeit von Scheibstock (2014) statt. Dabei erfolgte die Beschreibung und Analyse von didaktischen Unterrichtseinheiten zum Thema „Roter Faden der Evolution“. Die Fragestellungen dieser Diplomarbeit sollten die Wirksamkeit der Stunden und die Veränderung in den Denkmustern der Schülerinnen und Schüler zum Thema Variation und Selektion während den

Unterrichtsstunden betrachten und messen (Scheibstock, 2014, S. 54). Für nähere Informationen und die genauen Ergebnisse der Wirksamkeit der Stunden wird an dieser Stelle auf die Diplomarbeit von Frau Scheibstock (2014) mit dem Titel „Lerneffekte im Unterricht zum Thema Evolution – eine Untersuchung zur Entwicklung von SchülerInnenvorstellungen zu Selektion und Variation“ verwiesen. Frau Scheibstock arbeitet nun im Rahmen ihrer Dissertation daran weiter, somit ist die Evaluation dieser Aktionsforschung noch nicht abgeschlossen.

#### *4. Interpretation und Reflexion:*

Der nächste Schritt ist die Interpretation und Reflexion des Aktionsprozesses und der zugehörigen Evaluation. Die zu beantwortenden Fragen dieser Diplomarbeit könnten an diesem Punkt verortet werden. Es geht nicht um das Feststellen der Wirksamkeit dieser Einheiten, sondern um die Entwicklungsarbeit, die hinter diesen Stunden steckt. Mithilfe der ausgewählten theoretischen Bestandteile sowie einer CoRe der Stunden und der Lehrerin, wird versucht den gesamten Entwicklungsprozess zu entwirren und sichtbar zu machen.

Die in dieser Arbeit gestellte Forschungsfragen sind:

- Welche zentralen inhaltlichen Kategorien bilden die Grundlage für schulstufenübergreifenden und evolutionsorientierten Unterricht?
- Welches fachdidaktische Professionswissen steckt hinter den geplanten Stunden?
- Kann mit Hilfe des Rasters die Konsistenz der Lernsequenz beurteilt werden?

Die Fragestellung „Welche zentralen inhaltlichen Kategorien bilden die Grundlage für schulstufenübergreifenden und evolutionsorientierten Unterricht?“ führte im Zusammenspiel mit der Reflexion des Aktionsprozesses zur Entwicklung einer CoRe, der das Professionswissen der Lehrkraft abbildet. Dieses Professionswissen stellt die gesamte

Erarbeitung der Stunden und das pädagogische Hintergrundwissen der Lehrperson, sowie der gesamten Aktionsforschungsgruppe dar. Diese Content Representation ist der Versuch, die Forschungsfrage so detailliert wie möglich zu beantworten. Dazu muss im Folgenden geklärt werden was eine Content Representation ist.

Eine CoRe (Content Representation) liefert, mittels eines Rasters (sh. Tabelle 1), einen Überblick darüber, wie Lehrerinnen und Lehrer ihre Unterrichtsinhalte konzeptualisieren. Eine CoRe wird entwickelt, indem die Lehrkräfte, bezogen auf ihr jeweiliges Fach, nach den „Big Ideas“ (nähere Erklärung folgt in diesem Kapitel) befragt werden, die ihrem Unterricht zu Grunde liegen. Diese Big Ideas bzw. Konzepte werden anschließend mit Hilfe unterschiedlicher Fragestellungen aufgeschlossen. Dadurch können Informationen sichtbar gemacht werden, die sich auf die Art und Weise, wie die Inhalte vermittelt werden, auswirken. Durch diesen Prozess, in welchem das „Wie“, das „Wieso“ und das „Was“ der Unterrichtsinhalte mit dem verbunden werden, was die Lehrkräfte bei der Gestaltung von Unterrichtskonzepten und dem Schaffen von Lernumgebungen für wichtig halten, wird die CoRe zu einer generalisierbaren Form des PCKs der Lehrerinnen und Lehrer (Loughran et. al, 2006, S. 21).

Bei der Gestaltung einer CoRes ist es üblich, dass einige Abschnitte mehr Details vorweisen als andere. Die Menge der Informationen, die eine CoRe enthält, sollte nicht auf ein vorgegebenes Maß festgelegt werden. Schließlich beinhaltet die CoRe lediglich die Informationen und Ideen, welche die Lehrerinnen und Lehrer aufwerfen. Die Form der CoRe erlaubt es Inhalte hinzuzufügen oder zu verändern, wenn im Laufe der Zeit neue Erkenntnisse oder Einblicke gewonnen werden. Es gibt also nicht nur eine Version pro Themenbereich, sondern die Möglichkeit, dass unterschiedliche Gruppen von Lehrerinnen und Lehrern zum selben Thema unterschiedliche CoRes entwickeln. Kontextfaktoren und persönliche Erfahrungen gehören unter anderem zu den Aspekten, die dies beeinflussen. Die CoRe stellt damit ein wesentliches Mittel zur Darstellung des PCKs von Lehrerinnen und Lehrern dar. Allerdings ist trotz dieser wichtigen Funktion ein weiteres Werkzeug

erforderlich, um Einblick in die Praxiserfahrungen der Lehrpersonen zu erhalten (Loughran et. al, 2006, S. 23f).

In der folgenden Tabelle 1 ist eine beispielhafte, unausgefüllte CoRe abgebildet.

| Wichtige Konzepte, Themenkomplexe, Big Ideas                                                                            | Big Idea A | Big Idea B | Big Idea C |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Was die SchülerInnen über dieses Konzept lernen sollen. (1)                                                             |            |            |            |
| Warum es wichtig für die SchülerInnen ist, darüber Bescheid zu wissen. (2)                                              |            |            |            |
| Was Sie noch über dieses Konzept wissen (den SchülerInnen aber nicht beibringen). (3)                                   |            |            |            |
| Schwierigkeiten und Einschränkungen bei der Vermittlung dieses Themenbereichs. (4)                                      |            |            |            |
| Ihr Wissen über das Denken von SchülerInnen zu diesem Thema, das Ihren Unterricht beeinflusst. (5)                      |            |            |            |
| Andere Faktoren, die Ihre Lehrtätigkeit hinsichtlich des Konzepts beeinflussen. (6)                                     |            |            |            |
| Methodisches Vorgehen (und Gründe, warum genau diese Methoden für diese Konzepte angewandt werden) (7)                  |            |            |            |
| Mittel und Wege um feststellen zu können, ob SchülerInnen das Konzept verstanden haben oder ob es Verwirrungen gab. (8) |            |            |            |

Tabelle 1: CoRe Arbeitsraster leer

Hier nun einige Erläuterungen und Informationen zu den unterschiedlichen Fragen der CoRe in Tabelle 1, deren Beantwortung in Hinblick auf das Thema Evolution in dieser Arbeit versucht wurde.

**Big Ideas:** Die Big Ideas, die sich auf der horizontalen Achse wiederfinden, entsprechen den wissenschaftlichen Konzepten, die die Lehrerinnen und Lehrer als essentiell für das Verständnis ihrer Schülerinnen und Schüler ansehen. Die von Lehrkräften aufgestellten Big Ideas müssen aber nicht zwangsläufig den „Big

Science Ideas“ entsprechen. Es gibt keine festgelegte Anzahl, typischerweise ergeben sich allerdings zwischen fünf und acht Big Ideas. Zu wenige verweisen darauf, dass zu viel in den einzelnen Gebieten enthalten ist, während zu viele Big Ideas darauf hindeuten, dass das Thema in Informationsblöcke heruntergebrochen wurde, die unzusammenhängend erscheinen können. Dadurch kann die Entwicklung von Big Ideas sehr zeitaufwendig sein (Loughran et. al, 2006, S. 22).

**Was die SchülerInnen über dieses Konzept lernen sollen:** Dies ist die erste Frage der CoRe und hier beginnt der Prozess des Entflechtens der Big Ideas. Forschungen legen nahe, dass erfahrene Lehrerinnen und Lehrer kaum Schwierigkeiten dabei haben, zu formulieren, was ihre Schülerinnen und Schüler lernen sollen. Im Gegensatz dazu neigen unerfahrene Lehrkräfte dazu, schlecht einschätzen zu können, was ihre Schülerinnen und Schüler erreichen sollten. Daher ist diese Frage ein guter Startpunkt, um festzustellen, was Lehrerinnen und Lehrer bezüglich eines Themengebietes für wichtig befinden und warum (Loughran et. al, 2006, S. 22).

**Warum es wichtig für die Schülerinnen und Schüler ist, darüber Bescheid zu wissen:** Um aus einer Vielzahl von Möglichkeiten auswählen zu können, was sie unterrichten sollen, müssen Lehrerinnen und Lehrer eine Verbindung dazu herstellen, wieso es wichtig ist, dass etwas Bestimmtes unterrichtet wird. Es wird nahegelegt, dass Lehrerinnen und Lehrer Verbindungen zwischen dem Unterrichtsstoff und dem täglichen Leben der Schülerinnen und Schüler herstellen sollten. Dies liefert für die Schülerinnen und Schüler Gründe dieses Konzept für relevant und lernenswert zu befinden. Oft ist der Grund, warum Schülerinnen und Schüler über das entsprechende Konzept Bescheid wissen sollten, jener, dass es für das Verständnis anderer Abschnitte des Lehrplans, oder anderer Big Ideas notwendig ist (Loughran et. al, 2006, S. 22).

**Was Sie noch über dieses Konzept wissen (den SchülerInnen aber nicht beibringen):** Lehrerinnen und Lehrer müssen oftmals schwierige Entscheidungen treffen, wenn es um die Auswahl der Themen geht, welche sie in ihren Unterricht

inkludieren und welche nicht. Erfolgreiche Lehrerinnen und Lehrer vermeiden es, Inhalte zu sehr zu vereinfachen, haben aber gleichzeitig ein Bewusstsein dafür, dass wahrgenommene Schwierigkeiten und unnötige Verwirrung dem Lernerfolg abträglich sein können. Dies beeinflusst ihr Denken in Bezug auf die nächste Frage (Loughran et. al, 2006, S. 22).

**Schwierigkeiten und Einschränkungen bei der Vermittlung dieses Themenbereichs:** Wie Shulman (1986) und viele andere festgestellt haben, reagieren Lehrerinnen und Lehrer auf potentielle Schwierigkeiten beim Unterrichten eines Themas. Alternative Konzepte und Fehlkonzepte seitens Schüler spielen hierbei eine große Rolle. Die Wirksamkeit von Modellen und Analogien bei der Erklärung von Phänomenen ist teilweise eingeschränkt und erfolgreiche Lehrerinnen und Lehrer nutzen dieses Wissen, um ihren Unterricht dementsprechend anzupassen (Loughran et. al, 2006, S. 22).

**Ihr Wissen über das Denken von SchülerInnen zu diesem Thema, das Ihren Unterricht beeinflusst:** Diese Frage ist wichtig, um deutlich zu machen, was Lehrerinnen und Lehrer durch Erfahrung beim Unterrichten gelernt haben und wie dieses Wissen ihr Denken über den eigenen Unterricht beeinflusst. Erfolgreiche Lehrerinnen und Lehrer planen ihren Unterricht im Bezug darauf, was sie über verbreitete Schülervorstellungen wissen. Dies schließt auch alternative Konzepte und Fehlvorstellungen ein, muss aber nicht notwendiger Weise dasselbe sein. Außerdem gehen erfolgreiche Lehrerinnen und Lehrer bei der Planung ihres Unterrichts darauf ein, wie Schülerinnen und Schüler normalerweise auf verschiedene Themen und Lernsituationen reagieren (Loughran et. al, 2006, S. 22f).

**Andere Faktoren, die Ihre Lehrtätigkeit hinsichtlich des Konzepts beeinflussen:** Diese Frage zielt auf das Kontextwissen von Lehrerinnen und Lehrern über Schülerinnen und Schüler und auch ihr generelles pädagogisches Wissen ab, um herauszufinden wie diese Faktoren die Art und Weise, wie sie ihren Unterricht konstruieren, beeinflussen (Loughran et. al, 2006, S. 23).

**Methodisches Vorgehen (und Gründe, warum genau diese Methoden für diese Konzepte angewandt werden):** Lehrmethoden können gezielt angewandt werden, indem Lehrerinnen und Lehrer entscheiden wann, wie und wieso spezifische Methoden zur Anwendung kommen. Eine Lehrstrategie sollte eine ganzheitliche Herangehensweise beinhalten, wie zum Beispiel die Schaffung eines Klassenklimas, das Risikofreudigkeit unterstützt (Mitchell & Mitchell; 1997).

Ein Repertoire vieler verschiedener Lehrmethoden ist ein wichtiger Aspekt des PCK: Zu wissen welche Lehrmethoden im Hinblick auf welche gewünschten Ergebnisse anzuwenden sind und wieso, unter welchen Umständen und wie sie an neue Kontextbedingungen angepasst werden können, ist ein Zeichen für hochentwickeltes Pedagogical Content Knowledge (Loughran, 2006; zit. nach Loughran et. al, 2006, S. 23).

Die Lehrmethoden alleine können das Lernen nicht garantieren, aber die durchdachte Anwendung von methodischer Vielfalt an passender Stelle kann das Denken der Schülerinnen und Schüler beeinflussen und zu einem besseren Verständnis wissenschaftlicher Konzepte führen (Leach und Scott, 1999; zit. nach Loughran et. al, 2006, S. 23).

**Mittel und Wege um feststellen zu können, ob SchülerInnen das Konzept verstanden haben oder ob es Verwirrungen gab:** Lehrerinnen und Lehrer überwachen den Fortschritt ihrer Schüler und Schülerinnen sowie ihr Verständnis kontinuierlich. Dies geschieht sowohl formal als auch informal. Diese Frage ergründet, wie Lehrerinnen und Lehrer an diesen Aspekt ihres Unterrichts in ihrem Thema herangehen. Dadurch werden verschiedene Perspektiven auf die Effektivität ihres Unterrichts und die Anpassung ihres Denkens über dieselbe Situation oder ähnliche Situationen in der Zukunft gesammelt (Loughran et. al, 2006, S. 23).

Um die oben gestellten Forschungsfragen beantworten zu können, wurde eine CoRe erstellt.

Die Hypothese dahinter war, dass in den geplanten Schulstunden nicht nur die im Vordergrund stehende Selektion, in Form von künstlicher, natürlicher und sexueller Selektion, den roten Faden der Evolutionseinheiten bildet, sondern auch andere

Kategorien, beziehungsweise die eben erwähnten Big Ideas: Verschiedene Big Ideas zum Thema Evolution ziehen sich demnach wie viele kleine rote Fäden durch alle Einheiten und Jahre hindurch und bilden ein dichtes Geflecht.

Alle Daten, die bereits vorhanden waren, und auch jene, die bei der Planung der Stunden entstanden sind, wurden gesammelt und in digitaler Form, als Textdokumente, Videos, Power Points und eingescannte Schülerantworten, analysiert.

Diese Datenmenge reichte jedoch nicht aus, um die Fragen in der CoRe zu beantworten und eindeutige Big Ideas zu formulieren.

Aus diesem Grund wurden Hospitationen durchgeführt: Zuerst wurde in einer zehnten Schulstufe in einem Großstadtgymnasium hospitiert, dies fand am 24.5.16 und am 7.6.16 statt. Dabei wurde die Lehrkraft mit einem Tonaufnahmegerät aufgezeichnet und die wichtigsten Daten zum Ablauf der Stunde in einem Raster notiert. Der Raster bestand aus drei Spalten: Zeit, Frage, Bemerkung. Außerdem wurden zusätzliche Informationen, die nicht in dieses Raster passten, in einer Mappe notiert. Der Raster wurde bewusst so aufgebaut, da man hoffte, aufgrund der gestellten Fragen und den Antworten der Schülerinnen und Schüler oder durch die Beantwortung der Lehrkraft, auf wichtige Konzepte und Probleme schließen zu können, welche dann zu den Big Ideas führen sollen.

Weiters wurde am 26.9.16 und am 29.9.16 in einer achten Schulstufe hospitiert, mit demselben Setting wie zuvor bei der anderen Klasse. Im Anschluss an die Hospitationen wurden die Tonaufnahmen transkribiert. Das Transkript wurde wieder in Form des dreispaltigen Rasters der Hospitationen angefertigt. Auch Aufzeichnungen von 2009, die eine neunte Schulstufe zeigte, wurde in derselben Form transkribiert.

Auf Grundlage dieser Transkripte wurden von der Verfasserin dieser Arbeit, in Diskussion mit der Arbeitsgruppe Evolution, die aus Martin Scheuch, Heidemarie Amon und Jaqueline Scheibstock besteht, die sechs Big Ideas definiert, die den Evolutionsunterricht ausmachen.

Im weiteren Verlauf wurden alle Unterlagen, die von der Lehrkraft zur Verfügung

standen, die Transkripte, die Fachliteratur zu Schülervorstellungen im Evolutionsunterricht und die Fachliteratur die es zum Thema Evolutionsunterricht gibt, codiert.

Die Codierung fand aufgrund der definierten Big Ideas statt:

- A) Variation
- B) Arten und Populationen
- C) Selektion
- D) „Angepasstheit“
- E) Sexuelle Selektion
- F) Evolutionstheorien

Durch die Treffen und Zusammenarbeit der Evolutionsgruppe und die weiteren Materialien, die erarbeitet wurden, konnte eine CoRe dieser vorgestellten Stunden zum Thema Evolution erstellt werden. In diese CoRe sind alle gesammelten Daten und Unterredungen eingeflossen.

Diese CoRe in Form eines Rasters ist natürlich subjektiv zu betrachten, wie jede CoRe, das nicht ausschließlich von einer Expertengruppe erstellt wurde, doch es kann als exemplarisches Beispiel für andere Lehrerinnen und Lehrer in Österreich dienen.

Es wird an dieser Stelle angemerkt, dass die Verfasserin dieser Arbeit erst im Rahmen ihrer Diplomarbeit Teil dieser Arbeitsgruppe geworden ist und an der Erarbeitung der Stunden sowie der Evaluation, die 2014 von Frau Scheibstock durchgeführt wurde, nicht beteiligt war.

## 4. Ergebnisse

Im Ergebnisteil werden zuerst die geplanten Stundenbilder für die vierte, fünfte und sechste Klasse dargestellt. Dies wird mit Hilfe einer kurzen Übersicht, einem genauen zeitlichen Verlaufsplan und einer schriftlichen und detaillierteren Aufarbeitung veranschaulicht.

Im Anschluss an die Aufbereitung der Stunden ist die erstellte CoRe zu finden, der dieser Arbeit auch als herausnehmbarer, übersichtlicher DIN A3 Raster zur Verfügung steht.

Die einzelnen Big Ideas werden dann noch ausführlich und genau beschrieben und auch mittels Fachliteratur unterstützt.

### 4.1. Aufarbeitung der geplanten Stunden

#### 4.1.1. Unterrichtseinheiten für die vierte Klasse

**Klasse:** 4. Klasse AHS (8. Schulstufe)

**Dauer:** 3 Schulstunden zu je 50 min

**WICHTIG:** Alle Arbeitsblätter und Aufgaben werden im Plenum besprochen oder präsentiert, dabei muss die Lehrkraft auf die Formulierungen achten, um Fehlkonzepte nicht aufkommen zu lassen bzw. sofort ausbessern zu können.

**Materialien:**

- Hundezüchter – **Software** (© H.D.Lichtner, Bückeberg; <http://www.biologieunterricht.homepage.t-online.de/Biodateien/biosoft.html>).
- **Arbeitsblätter:** Hundezüchtung, Partnerarbeit: Galapagosinseln

**Erste Stunde:**

- A) Einleitung, Ziel der Stunde klarstellen, Hundezüchtung
- B) Darwins Leben und Reise
- C) Beobachtungen/ Beispiele und Schlussfolgerungen von Darwin
- D) Zusammenfassung – Schlussfolgerung und Einführung des Begriffes Selektion für Züchtung

**Zweite Stunde:**

- E) Wiederholung der ersten Stunde und Weiterführung von Darwin
- F) Ordnen von heimischen Vögeln
- G) Ordnen von Vögeln die Darwin auf Galapagos gefunden hat
- H) Besprechen der Beispiele und Vergleiche ziehen
- I) Diskussion eines Zitates von Darwin
- J) Überleitung zu Finkenarten auf Galapagos und deren Nahrungsspektrum;  
Besprechen, wie Finken auf die Insel gekommen sind.

**Dritte Stunde:**

- K) Besprechung der Finkenarten auf Galapagos und deren Nahrungsspektrum
- L) Arbeitsblatt „Grundfinken“
- M) Besprechung des Arbeitsblattes „Grundfinken“

**Wichtige Ziele der Stunden:**

- Die Schülerinnen und Schüler (Abk. S&S) sollen ein Verständnis von Züchtung entwickeln. Bedeutung der Variation in der Population für die Züchtung, der Auslese von bestimmten Individuen, die zum Ziel der Züchtung bestimmte Merkmale aufweisen und deren Fortpflanzung. Interessant ist ebenso die kurze Zeit, in der das Züchten bestimmter Rassen (hier Hunden) „sichtbar“ wird.
- S&S sollen die Bedeutung der Variabilität anhand der Hundezüchtung verstehen.
- S&S das Problem der natürlichen Variabilität selbst finden und die natürliche Selektion als Lösung erkennen sowie die Unterschiede zur künstlichen Selektion verstehen.

- S&S sollen verstehen, dass die Selektion in der Natur sehr langsam stattfindet und nicht gezielt ist. Durch die Veränderung der Lebensbedingungen werden nur bestimmte Merkmale verändert, die gerade für die Lebensweise der Organismen entscheidend sind. Bei den Galapagos-Schildkröten fällt beispielsweise besonders der Panzer auf. Je nach Ernährungsweise haben die Tiere im Laufe der Evolution verschieden geformte Panzer entwickelt, wobei Unterarten, die sich vorwiegend von Bodenbewuchs ernähren, einen kuppelförmigen Panzer aufweisen.
- S&S sollen ein Verständnis für die Bedeutung der Unterschiedlichkeit innerhalb von Populationen für die Veränderung der Schnabelgröße (Merkmalverschiebung) entwickeln.
- S&S sollen die Veränderung der Lebensbedingungen durch Veränderung der Umweltbedingungen (trockene und feuchte Jahre), Veränderung durch Konkurrenz (wichtig: wie wird eigentlich auf die evolutionäre Anpassung geschlossen) erkennen.
- Den S&S sollen Zeiträume von Evolution nähergebracht werden. In welchen Zeiträumen denken die Schülerinnen und Schüler, dass Veränderungen beobachtbar sind? Selektion ist schon in kurzen Zeiträumen zu beobachten (d.h. man spricht hier nicht von der Entwicklung von Insektenfresser zu Körnerfresser, sondern nur über die Veränderung der Schnabelgröße aufgrund der Veränderung der Lebensbedingungen).
- S&S sollen verstehen, dass eine Grundvoraussetzung für Evolution und Selektion das Überleben und erfolgreiche Fortpflanzen ist.

## Verlaufsplan:

### 1. Einheit:

| Zeit (min) | Inhalt                                                                                          | Big Ideas                                                                              | Methode                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 5          | Organisatorisches                                                                               |                                                                                        |                                                                       |
| 15         | <b>A)</b> Einleitung, Ziel der Stunde klarstellen, Hundezüchtung                                | Künstliche Selektion, Variation, Arten und Population                                  | L-S Gespräch + Arbeitsblatt + Hundezüchtung – Software<br>Lehrvortrag |
| 15         | <b>B)</b> Darwins Leben und Reise                                                               | Evolutionstheorien                                                                     | Lehrvortrag<br>Video Darwin                                           |
| 10         | <b>C)</b> Beobachtungen/ Beispiele und Schlussfolgerungen von Darwin                            | Variation, Population und Arten, Selektion, sexuelle Fortpflanzung, Evolutionstheorien | Lehrvortrag<br>L-S Gespräch                                           |
| 5          | <b>D)</b> Zusammenfassung – Schlussfolgerung<br>Einführung des Begriffes Selektion für Züchtung | Selektion, Evolutionstheorien                                                          | L-S Gespräch<br>Lehrvortrag                                           |

Tabelle 2: Erste Einheit vierte Klasse

## 2. Einheit:

| <b>Zeit<br/>(min)</b> | <b>Inhalt</b>                                                                                                                       | <b>Big Ideas</b>                                                                  | <b>Methode</b>                                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 5                     | Organisatorisches                                                                                                                   |                                                                                   |                                                            |
| 20                    | <b>E)</b> Wiederholung der ersten Stunde und Weiterführung von Darwin                                                               | Evolutionstheorien, Variation, Selektion                                          | Video 2 Darwin<br>L-S Gespräch                             |
| 4                     | <b>F)</b> Ordnen von heimischen Vögeln                                                                                              | Variation                                                                         | Lehrvortrag<br>Schülerdiskussion<br>+<br>Plenumsdiskussion |
| 4                     | <b>G)</b> Ordnen von Vögeln die Darwin auf Galapagos gefunden hat                                                                   | Variation                                                                         | Lehrvortrag<br>Schülerdiskussion<br>+<br>Plenumsdiskussion |
| 2                     | <b>H)</b> Besprechen der Beispiele und Vergleiche ziehen                                                                            | Variation                                                                         | Lehrvortrag                                                |
| 10                    | <b>I)</b> Diskussion eines Zitates von Darwin                                                                                       | Evolutionstheorien, Arten u. Populationen, Variation, Selektion, „Angepasstheit“, | Lehrvortrag<br>Plenumsdiskussion                           |
| 5                     | <b>J)</b> Überleitung zu Finkenarten auf Galapagos und deren Nahrungsspektrum<br><br>Besprechen, wie Finken auf Insel gekommen sind | Variation, Selektion, Arten u. Populationen, „Angepasstheit“, sexuelle Selektion  | Lehrvortrag                                                |

Tabelle 3: Zweite Einheit vierte Klasse

### 3. Einheit:

| <b>Zeit<br/>(min)</b> | <b>Inhalt</b>                                                                  | <b>Big Ideas</b>                                                                     | <b>Methode</b>                    |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 5                     | Organisatorisches                                                              |                                                                                      |                                   |
| 10                    | <b>K)</b> Besprechung der Finkenarten auf Galapagos und deren Nahrungsspektrum | Variation, Selektion, Sexuelle Fortpflanzung, „Angepasstheit“, Arten u. Populationen | L-S Gespräch<br>Plenumsdiskussion |
| 25                    | <b>L)</b> Arbeitsblatt „Grundfinken“                                           | Variation, Selektion, sexuelle Selektion, Arten u. Populationen                      | Partnerarbeit                     |
| 10                    | <b>M)</b> Besprechung des Arbeitsblattes „Grundfinken“                         | Variation, Selektion, sexuelle Selektion, Arten u. Populationen                      | Plenum                            |

Tabelle 4: Dritte Einheit vierte Klasse

## **Vertiefende Erläuterungen zur ersten Einheit:**

Bei **Punkt A**, geht es um die Einleitung ins Thema. Den Schülerinnen und Schülern soll das Ziel der Stunden klarwerden. In der ersten Einheit gibt es drei Themen: die Hundezüchtung, das Leben von Charles Darwin und die Verbindung der beiden miteinander. In dieser Klasse wird deshalb mit der Hundezüchtung gestartet, damit die Schülerinnen und Schüler mit einem ähnlichen Wissensstand wie damals Darwin in die Evolution eingeführt werden.

Bei der Hundezüchtung sollte die Software möglichst früh gestartet werden, um wenig Zeit zu verlieren. Des Weiteren kann das Arbeitsblatt „Hundezüchtung“ ausgeteilt werden. Die Lehrkraft stellt die Frage: „Mit welcher der beiden Hundegruppen kannst du wohl besser eine Hundeform mit neuen Eigenschaften züchten?“ Im Plenum wird anschließend das Ergebnis besprochen und nach den Gründen für die Entscheidung gefragt, dabei sollten die Begriffe Variation und Vielfalt eingeführt werden. Im Klassenverband könnte man nun die Hundezüchtungssimulation durchführen, mithilfe der Software „Virtuelle Hundezüchtung für die Sekundarstufe I“. Diese zeigt auf Basis von Variation innerhalb der Nachkommenschaft das Prinzip der künstlichen Zuchtwahl. Inzwischen liegt eine fehlerkorrigierte Version 2.4 vor (© H.D.Lichtner, Bückeburg; <http://www.biologieunterricht.homepage.t-online.de/Biodateien/biosoft.html>).

Im Anschluss wird mit einem Bild von Darwin (**Punkt B**) zu Darwins Leben und Reisen übergeleitet. Es drängen sich die Fragen „Wer war er und wie alt war er?“ auf. Mithilfe von Bildern von Darwins Segelrouten kann den Schülerinnen und Schülern die Frage gestellt werden: „Welcher Landsmann war Darwin?“ Dadurch müssen die Schülerinnen und Schüler kompetenzorientiert und fächerübergreifend mit Hilfe ihres Geographiewissens herausfinden, wie man solche Segelkarten lesen könnte. Nachdem die wichtigsten Eckdaten (Herkunft: Großbritannien, Aufgabe: Vermessen der Küste von Südamerika und Beruf: Theologe) von Darwin besprochen wurden, startet man Video 1 von Planet Wissen (Min 4-9 (<https://www.youtube.com/watch?v=5ahTyqPAZjc>)). Im Video geht es auch um

Darwins Zwiespalt zwischen Kirche und Wissenschaft. Er schrieb all seine Beobachtungen und Überlegungen auf, veröffentlichte aber erst nachdem Wallace auf dieselben Schlussfolgerungen kam.

Zum Thema Darwin ist noch zu erwähnen, dass die Galapagos-Spottdrosseln wichtige Hinweise für die Selektionstheorie lieferten und nicht die berühmten Darwin-Finken. Die Selektionstheorie war auf die Artbildung (Artaufspaltung) am Beispiel der Spottdrosseln angewendet worden.

Der Inhalt des Videos kann nun noch einmal kurz von der Lehrkraft zusammengefasst werden, bevor man zu **Punkt C** übergeht: Die Beobachtungen und Überlegungen von Darwin sollen dargelegt werden.

Er hatte zwei bedeutsame Entdeckungen:

- Anatomische Unterschiede zwischen den Spottdrosseln, die eine von der östlichen Galapagos-Insel San Cristóbal, die andere vom südlich gelegenen Eiland Floreana, führten in Darwin erstmals zu der Idee, dass Spezies veränderlich sein könnten.
- Auch die unterschiedlich geformten Panzer bei den lokalen Schildkröten lieferten eindeutige Ansätze in diese Richtung für Darwin.

Besonders von Bedeutung für Darwins Überlegungen ist die Artenvielfalt der Inseln, obwohl nie eine Verbindung zum Festland bestand. Darwin konnte nur die Spottdrosseln auf Galapagos identifizieren, jedoch fertigte er unzählige Zeichnungen an und schickte ausgestopfte Tiere zurück nach England. Mithilfe eines Bildes dieser drei ausgestopften Finken von Darwin können Schülerinnen und Schüler durch genaue Analyse auf folgenden Unterschiede kommen: allgemeine Größen- und Farbunterschiede sowie die Unterschiede (auch hinsichtlich der Größe und Farbe) bei den Schnäbeln. All das ist auch Darwin aufgefallen, auch bei anderen Tieren, wie zum Beispiel den Schildkröten auf Galapagos. Dabei ergeben sich möglicherweise solche Fragen, die von den Schülerinnen und Schülern überlegt werden könnten, z.B.:

- Wie ist es möglich, dass es auf den verschiedenen Inseln unterschiedliche Spottdrosseln und Schildkröten gibt?

- Falls die Antwort: „Sie haben sich angepasst“ genannt wird, sollte unbedingt nachgefragt werden: „Wie stellst du dir das vor, sie haben sich an die Natur angepasst?“

Conclusio der Beobachtungen ist, dass Individuen einer Art, die von unterschiedlichen Inseln stammen, deutliche anatomische Unterschiede (Schnabel bei den Spottdrosseln, Panzer bei den Schildkröten) zeigen.

Als Abschluss (**Punkt D**) werden die Beobachtungen von Darwin und die Erkenntnisse der Stunde zusammengefasst:

- Einführung des Begriffes Selektion für die Züchtung
- Die Verbindung zwischen Darwin und der Hundezüchtung herstellen:
  - Hundezüchtung – künstliche Selektion – Mensch als Züchter
  - Spottdrosseln/ Schildkröten – natürliche Selektion – Natur als Züchter

### **Vertiefende Erläuterungen zur zweiten Einheit:**

Zu Beginn der Stunde wird die erste Einheit gründlich wiederholt (**Punkt E**). Bei der Hundezüchtung können noch die Begriffe *homogen* und *heterogen* eingeführt werden. Auch das Leben von Darwin und seine wichtigsten Eckdaten sollten wiederholt werden, am besten durch ein Gespräch zwischen Lehrperson und Schülerinnen und Schülern. Somit werden noch einmal die Entdeckungen Darwins angesprochen und die Brücke von der künstlichen zur natürlichen Selektion geschlagen. Die Rekonstruktion, wie Darwin auf seine Erkenntnisse gekommen ist, könnte mit Hilfe von vier heimische Vögel gelingen. Mit einer Einleitung ähnlich dieser hier, kann die Arbeit aufgenommen werden: „Es war auch für Darwin schwierig alle Vögel zu bestimmen, deshalb fertigte er Zeichnungen an und schickte viele ausgestopfte Tiere in die Heimat zurück. Diese Einteilung von Tieren versuchen wir jetzt auch: Schaut euch folgende Bilder an. Es handelt sich um Vögel, die ihr in eurer Umgebung beobachten könnt. Welche Vögel würdet ihr zusammen einer Gruppe zuteilen, und warum?“

Dieselbe Frage könnte auch mit Zeichnungen von Darwin bearbeitet werden. Jede Gruppe oder jedes Team sollte ihre Einteilung vor der ganzen Klasse kurz präsentieren und ihre Gründe dafür nennen.

Zum Abschluss wird die Frage (**Punkt I**) gestellt, wie eigentlich adaptive Radiation (also die Auffächerung einer wenig spezialisierten Art in mehrere spezialisierte Arten) möglich ist und was die Vorfahren gefressen haben mussten. Dazu wird das Zitat von Darwin verwendet:

*„Darwin schrieb 1845 in seinem Reisebericht: „Wenn man die Abstufung und die Vielfalt der Struktur bei einer kleinen, eng verwandten Vogelgruppe sieht, möchte man wirklich glauben, dass auf diesem Archipel eine Art für verschiedene Lebensweisen abgewandelt wurde.“*

Die Schülerinnen und Schüler sollten über dieses Zitat diskutieren. Dabei sollte unbedingt auf die Antworten und Ideen der Schülerinnen und Schüler eingegangen und nachgefragt werden. Es sollten aber keinen konkreten Verbesserungen oder Richtigstellungen forciert werden.

Falls noch Zeit bleibt, kann schon in dieser Stunde mit **Punkt J** begonnen werden, jedoch geht es hauptsächlich darum, schon auf die Variabilität der Finken auf Galapagos hinzuweisen.

### **Vertiefende Erläuterungen zur dritten Einheit:**

In der dritten Einheit wird das Thema „Vielfalt der Finken auf Galapagos und ihre Variation im Nahrungsspektrum“ (**Punkt K**) nochmal aufgegriffen und folgende Fragen werden in den Raum gestellt:

- Wie hat die Stammform wohl ausgesehen?
- Was meinst du, wie Individuen der Ausgangspopulation sich ernährt haben?
- Welche Schnabelgröße hatten sie?

Diese Fragen sollten mittels Überlegungen und Diskussionen im Plenum bearbeitet und möglicherweise zufriedenstellend beantwortet werden. Es geht im Weiteren auch um die Frage: „Wie ist es eigentlich möglich, dass es zu solchen Unterschieden kommen kann?“ Hierbei sollte eine Brücke zur künstlichen Selektion geschlagen werden, bei welcher der Mensch die für ihn günstigen Kriterien bei verschiedenen Individuen auswählt, und somit durch gezielte Kreuzung die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Merkmal in der nächsten Generation auftritt, erhöht.

Danach können die Unterschiede zur natürlichen Selektion durchbesprochen werden. Es gibt zwei wichtige Voraussetzungen für natürliche Selektion, die gegeben sein müssen: Variation innerhalb von Populationen und eine sich verändernde Umwelt. Es kann festgehalten werden, dass künstliche Selektion absichtlich und gezielt ist. Im Gegensatz dazu, findet in der Natur Selektion nur sehr langsam und nicht gezielt statt. Durch die Veränderung der Lebensbedingungen werden nur bestimmte Merkmale verändert, die gerade für die Lebensweise der Organismen entscheidend sind, wie beim anschaulichen Beispiel der Galapagos-Schildkröten der Panzer: Je nach Ernährungsweise haben die Tiere im Laufe der Evolution verschieden geformte Panzer entwickelt, wobei die Unterarten, die sich vorwiegend von Bodenbewuchs ernähren, einen eher kuppelförmigen Panzer aufweisen. Unterarten, die sich vorwiegend von Büschen und Opuntien ernähren, haben dagegen einen sattelförmigen Panzer, der größere Halsbewegungen und damit das Abfressen von Futter in größerer Höhe erlaubt.

Den Abschluss der Unterrichtseinheiten bildet mit den **Punkten L und M** die Partnerarbeit zum Thema Grundfinken auf Galapagos. Dabei sollten die Schülerinnen und Schüler die natürliche Variabilität und die natürliche Selektion selbst erkennen und verstehen.

Bei dieser Aufgabe geht es um das Verständnis der Bedeutung von Unterschiedlichkeit innerhalb von Populationen für die Veränderung der Schnabelgröße (Merkmalsverschiebung). Es kam zu einer Veränderung der Lebensbedingungen durch die Veränderung der Umweltbedingungen (trockene und feuchte Jahre). Auf dies folgte ebenfalls eine Veränderung der Konkurrenz. Es muss

darauf hingewiesen werden, dass all diese Veränderungen nur über längere Zeiträume stattfinden. Bei Verständnisproblemen mit dem Zeitfaktor sind gezielte Fragen und ein externes, adäquates Beispiel zu finden.

Die Ergebnisse werden anschließend gemeinsam besprochen und die Antworten der Schülerinnen und Schüler von der Lehrkraft eingesammelt und kontrolliert. Somit erhält man direkt nach den Einheiten noch eine schriftliche Überprüfung des Lernerfolges.

#### **4.1.2. Unterrichtseinheiten für die fünfte Klasse**

**Klasse:** 5. Klasse AHS (9. Schulstufe)

**Dauer:** 4 Schulstunden zu je 50 min

**WICHTIG:** Alle Arbeitsblätter und Aufgaben werden im Plenum besprochen oder präsentiert, dabei muss die Lehrkraft auf die Formulierungen achten, um Fehlkonzepte seitens der Schülerinnen und Schüler nicht aufkommen zu lassen bzw. sofort ausbessern zu können.

**Materialien:**

- Hundezüchter – **Software**
- **Arbeitsblätter:** Finken auf Galapagos 2, Wie und warum pendeln Zugvögel, Füttere einen Vogel, spalte eine Art

**Entwurf der geplanten Stunden:**

**Erste Stunde:**

- A) Wiederholung und Erinnerungen an die vierte Klasse
- B) Hundezüchtung + eigenständige Durchführung der SchülerInnen in Teams
- C) Besprechung der Hundezüchtung + Überleitung und Vergleich mit Finken und Darwin

**Zweite Stunde:**

- D) Anknüpfung an erste Einheit und vierte Klasse; Nischenbildung; Künstliche Selektion gezielt – natürliche ungezielt; Züchter; Zeitdimension;
- E) Gruppenarbeit Arbeitsblatt „Finken auf Galapagos 2“

**Dritte Stunde:**

- F) Fertigstellen der Aufgaben „Finken auf Galapagos 2“
- G) Besprechen der Antworten im Plenum (Pro Frage präsentiert eine Gruppe)

- H) Interessensfrage: „Warum glaubt ihr, beschäftigen wir uns bzw. ist es wichtig, dass wir uns so intensiv mit dem Thema Evolution beschäftigen?“
- I) Beispiel: Mönchsgrasmücke; Transfer der Variation auf Flugrichtung; Video von Mönchsgrasmücke, einige Daten; Fütterung;
- J) Gruppenarbeit „Wie und warum pendeln Zugvögel“

#### **Vierte Stunde:**

- K) Wiederholung der Mönchsgrasmücke + Verknüpfung der Schnabelvariabilität
- L) Gruppenarbeit: „Füttere einen Vogel, spalte eine Art“
- M) Besprechung der Gruppenarbeit „Füttere einen Vogel, spalte eine Art“; Zusammenhänge mit Hundezüchtung und Darwin-Finken herstellen

#### **Lernziele:**

- S&S erkennen und verstehen, dass Variation für die Selektion bedeutsam ist, wie zum Beispiel die Abweichungen von Individuen oder Populationen, wie bei der Hundezüchtung, den Darwin-Finken und der Mönchsgrasmücke.
- S&S können den Unterschied zwischen künstlicher und natürlicher Selektion beschreiben.
- S&S erkennen und verstehen, dass die „Angepasstheit“ durch Selektion und Variation geschieht. Dies zieht sich durch alle Unterrichtsstunden. Jedoch muss an dieser Stelle grundsätzlich überlegt werden, ob man den Begriff „Anpassung“ überhaupt verwendet, siehe dazu im Kapitel „Angepasstheit“.
- S&S erkennen die Bedeutung von ökologischen Zusammenhängen, wie zum Beispiel die interspezifische Konkurrenz. Es soll im Kontext von Evolution nicht nur die Veränderung von Populationsgrößen aufgrund der Veränderung der Lebensbedingungen verdeutlicht werden, sondern auch

die ebenso damit verbundene Merkmalsverschiebung, zum Beispiel die Schnabelgröße, die genetisch fixiert ist.

- S&S erkennen die Herausbildung von Fortpflanzungsbarrieren als wichtigen Faktor für die Artaufspaltung beziehungsweise Artneubildung.

### Verlaufsplan:

#### 1. Einheit:

| Zeit<br>(min) | Inhalt                                                                                    | Big Ideas                                                                                | Methode                          |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 5             | Organisatorisches                                                                         |                                                                                          |                                  |
| 10            | <b>A)</b> Wiederholung und Erinnerungen an die vierte Klasse                              | Evolutionstheorien, Variation, Selektion                                                 | L-S Gespräch                     |
| 25            | <b>B)</b> Hundezüchtung + eigenständige Durchführung der SchülerInnen in Teams            | Variation, Selektion, Arten und Populationen                                             | Hundezüchtung – Software         |
| 10            | <b>C)</b> Besprechung der Hundezüchtung + Überleitung und Vergleich mit Finken und Darwin | Variation, Selektion, Arten und Populationen, Evolutionstheorien, sexuelle Fortpflanzung | Plenumsdiskussion + L-S Gespräch |

Tabelle 5: Erste Einheit fünfte Klasse

## 2. Einheit:

| <b>Zeit<br/>(min)</b> | <b>Inhalt</b>                                                                                                                                            | <b>Big Ideas</b>                                                                         | <b>Methode</b>                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 5                     | Organisatorisches                                                                                                                                        |                                                                                          |                                   |
| 10                    | <b>D)</b> Anknüpfung an erste Einheit und vierte Klasse; Nischenbildung; Künstliche Selektion gezielt – natürliche ungezielt; Wer züchtet? Zeitdimension | Variation, Selektion, Arten und Populationen, Evolutionstheorien, sexuelle Fortpflanzung | L-S Gespräch + LehrerInnenvortrag |
| 35                    | <b>E)</b> Gruppenarbeit Arbeitsblatt „Finken auf Galapagos 2“                                                                                            | Variation, Selektion, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung                     | Arbeitsblatt und Gruppenarbeit    |

Tabelle 6: Zweite Einheit fünfte Klasse

## 3. Einheit:

| <b>Zeit<br/>(min)</b> | <b>Inhalt</b>                                                                    | <b>Big Ideas</b>                                                     | <b>Methode</b>                             |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 5                     | Organisatorisches                                                                |                                                                      |                                            |
| 5                     | <b>F)</b> Fertigstellen der Aufgaben „Finken auf Galapagos 2“                    | Variation, Selektion, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung | Arbeitsblatt und Gruppenarbeit             |
| 15                    | <b>G)</b> Besprechen der Antworten im Plenum (Pro Frage präsentiert eine Gruppe) | Variation, Selektion, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung | Präsentation und Diskussion der Ergebnisse |

|    |                                                                                                                                                                         |                                                                               |                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 2  | <b>H)</b> Interessensfrage:<br>„Warum glaubt ihr,<br>beschäftigen wir uns bzw. ist<br>es wichtig, dass wir uns so<br>intensiv mit dem Thema<br>Evolution beschäftigen?“ | Evolutionstheorien                                                            | SchülerInnen<br>Kommentare      |
| 5  | <b>I)</b> Beispiel:<br>Mönchsgrasmücke; Transfer<br>der Variation auf<br>Flugrichtung; Video von<br>Mönchsgrasmücke, einige<br>Daten; Fütterung;                        | Variation                                                                     | Video +<br>LehrerInnenvortrag   |
| 18 | <b>J)</b> Gruppenarbeit „Wie und<br>warum pendeln Zugvögel“                                                                                                             | Variation, Selektion,<br>Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Arbeitsblatt +<br>Gruppenarbeit |

Tabelle 7: Dritte Einheit fünfte Klasse

#### 4. Einheit:

| <b>Zeit<br/>(min)</b> | <b>Inhalt</b>                                                                              | <b>Big Ideas</b>                                                              | <b>Methode</b>                                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 5                     | Organisatorisches                                                                          |                                                                               |                                                               |
| 20                    | <b>K)</b> Wiederholung der<br>Mönchsgrasmücke +<br>Verknüpfung der<br>Schnabelvariabilität | Variation, Selektion,<br>Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Vorstellung und<br>Besprechung der<br>Ergebnisse im<br>Plenum |
| 15                    | <b>L)</b> Gruppenarbeit: „Füttere<br>einen Vogel, spalte eine Art“                         | Variation, Selektion,<br>Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Gruppenarbeit +<br>Arbeitsblatt                               |

|    |                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                               |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 10 | <b>M)</b> Besprechung der<br>Gruppenarbeit „Füttere einen<br>Vogel, spalte eine Art“;<br><br>Zusammenhänge mit<br>Hundezüchtung und Darwin-<br>Finken herstellen | Variation, Selektion,<br>Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Plenumsdiskussion<br>und<br>Ergebnissicherung |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|

Tabelle 8: Vierte Einheit fünfte Klasse

### **Vertiefende Erläuterungen zur ersten Einheit:**

Begonnen wird in der fünften Klasse mit einer Wiederholung (**Punkt A**) der vierten Klasse. Es soll mittels eines Lehrer-Schüler Gesprächs die Erinnerungen des Vorjahres geweckt werden und ein Brainstorming stattfinden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass sich die Schülerinnen und Schüler an das bereits Gelernte erinnern und anknüpfen können. Es können auch konkrete und gezielte Fragen gestellt werden und schon ein Hinweis auf den Unterschied zwischen künstlicher und natürlicher Selektion erfolgen.

Nach diesem Brainstorming geht es mit **Punkt B** weiter, also mit der Hundezüchtung. Bei der Hundezüchtung geht es erneut darum, dass die Schülerinnen und Schüler das Konzept der Variation verstehen und als Voraussetzung für die Selektion sehen.

Es sollte gleich eine Brücke zu Darwin geschlagen werden, der sich auch mit der Züchtung von Haustieren, zum Beispiel mit der Züchtung von verschiedenen Tauben, auseinandersetzte. Mit seiner Züchtung wollte er seine Überlegungen zur natürlichen Selektion begründen und verdeutlichen. Die Ergebnisse und das Prinzip der künstlichen Selektion brachten ihn auf die Idee, dass so eine „Züchtung“ auch durch Umweltbedingungen passieren könnte. Der „Züchter“ wäre in dem Fall die „Umwelt“ des Lebewesens. Für die Simulation der Hundezüchtung wird dieselbe Software verwendet, die auch in der vierten Klasse zu Anwendung kam („Virtuelle Hundezüchtung für die Sekundarstufe I“).

In Zweiertteams führen die Schülerinnen und Schüler die Hundezüchtungssimulation am Computer durch, dazu ist ein entsprechender Computerraum bzw. das Vorhandensein von ausreichend Computern von Nöten. Falls diese Voraussetzung nicht zu erfüllen ist, kann die Simulation auch beispielhaft von der Lehrkraft durchgeführt werden. Wenn die Simulation abgeschlossen (**Punkt C**) ist, werden die Ergebnisse noch einmal kurz festgehalten und rekapituliert.

### **Vertiefende Erläuterungen zur zweiten Einheit:**

Es sollte mit einer Erinnerung an die Hundezüchtung wieder in die Stunde gefunden

werden (**Punkt D**), um dann mit einem Bild von Darwin zum Beispiel, auf die natürliche Selektion überzuleiten. Durch eine Zusammenarbeit von Lehrkraft mit Schülerinnen und Schülern, sollen sein Leben, seine Reise und seine Entdeckungen und Schlussfolgerungen erklärt werden.

Mit einem Bild könnte auf die Finken auf Galapagos übergeleitet (**Punkt E**) werden und die Schülerinnen und Schüler sollen in Gruppen zu maximal vier Personen das Arbeitsblatt „Nahrungsknappheit: Schnabelgröße beim Mittelgrundfink und Großgrundfink in trockenen Jahren“ bearbeiten. Ziel ist es, das Verständnis zur durchschnittlichen Merkmalsverschiebung, durch Konkurrenzbeziehungen bei Spezialisierung und Bildung von ökologischen Gemeinschaften zu festigen. Je nach Zeitmanagement kann das Arbeitsblatt noch in der zweiten Einheit besprochen werden.

### **Vertiefende Erläuterungen zur dritten Einheit:**

Zu Beginn der Stunde (**Punkt F**) kann den Schülerinnen und Schülern noch eine kurze Zeit zum Fertigstellen des Arbeitsauftrages aus der vorhergehenden Einheit gegeben werden. Im Anschluss werden die Ergebnisse bzw. die Antworten im Plenum besprochen (**Punkt G**), wo jede Gruppe eine Antwort vorstellen kann. Es soll auf den Unterschied zwischen künstlicher und natürlicher Selektion hingewiesen werden.

Zur Auflockerung und aus Interesse kann die Frage (**Punkt H**): „Warum glaubt ihr, beschäftigen wir uns bzw. ist es wichtig, dass wir uns so intensiv mit dem Thema Evolution beschäftigen?“ gestellt werden.

Als nächstes erfolgt die Bearbeitung von **Punkt I**: Nun werden das schon erworbene Wissen und die Denkprozesse, die anhand von Darwin nachvollzogen werden konnten, auf ein anderes Beispiel transferiert. Bei der Mönchsgrasmücke kommt es nicht auf die Variation von Schnäbeln an, sondern auf die Variation in den Zugrichtungen. Um in das Thema einzusteigen, wird den Schülerinnen und Schülern ein Video von einer Mönchsgrasmücke gezeigt, die gerade gefüttert wird, auch der Gesang des Vogels wird vorgespielt. Mit Hilfe von diesem Beispiel möchte man

zeigen, dass man Evolution auch beobachten kann. Evolution findet nicht nur in unglaublich großen Zeiträumen statt, sondern kann eben am Beispiel der Mönchsgrasmücke beobachtet werden.

In den bereits in der zweiten Einheit gebildeten Gruppen sollte nun (**Punkt J**) die Arbeitsaufgabe „Wie und warum pendeln Zugvögel“ bearbeitet und bestenfalls noch in der selben Stunde besprochen werden. Es geht dabei unter anderem um den Einfluss ökologischer Faktoren auf die Evolution, wie zum Beispiel Klimaänderungen und die damit verbundenen Veränderungen im Nahrungsangebot, oder auch bedeutsame Verhaltensänderungen, wie die Abweichung des Vogelzuges bei der Mönchsgrasmücke – all diese Entwicklungen können zu einer Artneubildung führen. Besprochen werden sollen an diesem Beispiel einerseits verschiedene Aspekte, wie die Varietät bei den Flugrichtungen, die unterschiedlichen Populationen, und die Grundvoraussetzungen (z.B. Nahrung, bessere Gesundheit, kürzere Flugstrecken), andererseits ihre Auswirkungen. Bei den Mönchsgrasmücken, die nach England geflogen sind, kam es beispielsweise zu einer höheren Fortpflanzungsrate. Diese Verstrickungen sollen aufgezeigt werden.

### **Vertiefende Erläuterungen zur vierten Einheit:**

Zu Beginn der Stunde (**Punkt K**) sollten das Thema Mönchsgrasmücke noch einmal aufgegriffen und gegebenenfalls das Video nochmal gezeigt werden, um wieder in die Materie einzusteigen. Als nächstes wird das weiterführende Beispiel (**Punkt L**) „Füttere einen Vogel, spalte eine Art“ („Feed a bird, split a species“) bearbeitet. Es geht dabei um die Big Ideas *Variation, Selektion, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung*.

Bei der Besprechung der Ergebnisse (**Punkt M**) dieser letzten Aufgabe zur natürlichen Selektion, sollten die Voraussetzungen für den höheren Fortpflanzungserfolg sowie die Gründe für die körperlichen Veränderungen verstanden werden. Der Zusammenhang zwischen Hundezüchtung (künstlicher Selektion), Darwin-Finken (natürliche Selektion) und der Mönchsgrasmücke (natürliche Selektion) sollen verdeutlicht werden. Wer in welchem Fall als „Züchter“

fungiert und ob der Prozess zielgerichtet ist oder nicht, soll von den Schülerinnen und Schülern schlussendlich festgestellt und verstanden werden.

### 4.1.3. Unterrichtseinheiten für die sechste Klasse

**Klasse:** 6. Klasse AHS (10. Schulstufe)

**Dauer:** 4 Schulstunden zu je 50 min

**WICHTIG:** Alle Arbeitsblätter und Aufgaben werden im Plenum besprochen oder präsentiert, dabei muss die Lehrkraft auf die Formulierungen achten, um Fehlkonzepte nicht aufkommen zu lassen bzw. sofort ausbessern zu können.

#### **Materialien:**

- **Spiel** zum Beispiel von Birkenspanner oder Froschselektion
- **Video:** Pfau & Wozu Sex?
- **Arbeitsblätter:** Untersuchung von Andersson (1982) (1994), Schreibdialog zur Untersuchung von Møller (1990) (1990)

#### **Entwurf der geplanten Stunden:**

##### **Erste Stunde:**

- A) Wiederholung der 4. und 5. Klasse
- B) Simulation: Birkenspanner oder Froschselektion
- C) Vergleich von Darwin-Finken mit Birkenspanner
- D) Überleitung zur sexuellen Selektion (Hirsche)
- E) Vorstellen der Witwenvögel, Pfau und Schwalben (Eckdaten und Bilder)
- F) Arbeitsauftrag: Untersuchung von Andersson (1982) (1994) , Hypothesen bilden zu: „Warum sind so lange Schwanzfedern entstanden?“
- G) Hypothesen an Tafel sammeln
- H) Arbeitsauftrag: „Wie sind diese Hypothesen zu beweisen?“

##### **Zweite Stunde:**

- I) Fertigstellen der Partnerarbeit „Hypothesenbeweise“
- J) Vorstellen der Ergebnisse aller Forschungsteams
- K) Video (Pfauen)
- L) Einzelarbeit: Ausformulieren der geplanten Untersuchungen

### **Dritte Stunde:**

- M) Video „Warum Sex“; Pfau
- N) Wiederholung der letzten Stunden und Hypothesen
- O) Unterschiede female / male choice; Witwenvögel und Hirsche
- P) Gruppenarbeit: Schreibdialog zur Untersuchung von Møller (1990) (1990)

### **Vierte Einheit:**

- Q) Besprechen der Ergebnisse der Untersuchung von Møller (1990)
- R) Überleitung zum Thema Mensch, Video „Wozu Sex?“ (ca. 12 min)
- S) Besprechung des Videos mithilfe der Leitfragen
- T) Beispiel „Soziale Verbände“ im Schulbuch bio@school; Transfer zur Soziobiologie

### **Lernziele:**

- Die S&S sollen den Unterschied zwischen künstlicher, natürlicher und sexueller Selektion erklären und Beispiele nennen können.
- S&S können inter- und intrasexuelle Selektion unterscheiden.
- S&S können Diagramme auswerten, Hypothesen aufstellen und Untersuchungen zu Hypothesen planen.
- Die S&S sollen sexuelle Selektion auch in Bezug auf den Menschen sehen.
- Die S&S sollen die Begriffe künstliche, natürliche und sexuelle Selektion anhand von Beispielen erklären können.
- Die S&S sollen den ultimativen („*Wie kam es dazu?*“) und den proximalen Ansatz („*Wie kommt es dazu?*“) zur Erklärung von tierischem Verhalten (=Soziobiologie) kennenlernen.

- Die S&S sollen auch die „Sonderformen“, welche scheinbar im Widerspruch zur Strategie „jeder versucht seine Gene weiterzugeben“ stehen, einordnen und begründen können.
- Die S&S sollen den Zusammenhang zwischen Evolution/ Verhaltensforschung und Sexualität begreifen und formulieren können.

### Verlaufsplan:

#### 1. Stunde:

| Zeit (min) | Inhalt                                                                                | Big Ideas                                    | Methode                      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
| 5          | Organisatorisches                                                                     |                                              |                              |
| 3          | <b>A)</b> Wiederholung der 4. und 5. Klasse; Bild von Darwin; Selektion und Variation | Evolutionstheorien, Variation, Selektion     | Lehrvortrag<br>Brainstorming |
| 10         | <b>B)</b> Simulation: Birkenspanner oder Froschselektion                              | Variation, Selektion, sexuelle Fortpflanzung | Lehrvortrag                  |
| 3          | <b>C)</b> Vergleich von Darwin-Finken mit Birkenspanner                               | Variation, Selektion, sexuelle Fortpflanzung | Lehrvortrag                  |
| 2          | <b>D)</b> Überleitung zur sexuellen Selektion (Hirsche)                               | Sexuelle Selektion                           | Lehrvortrag                  |
| 3          | <b>E)</b> Vorstellen der Witwenvögel, Pfauen und Schwalben (Eckdaten und Bilder)      | Variation, Arten und Populationen            | Lehrvortrag                  |
| 10         | <b>F)</b> Arbeitsauftrag: Untersuchung von Andersson                                  | Sexuelle Selektion, Variation, Arten und     | Partnerarbeit                |

|    |                                                                                     |                                                                                        |                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|    | (1982), Hypothesen bilden zu:<br>„Warum sind so lange<br>Schwanzfedern entstanden?“ | Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung                                                | +<br><br>Lehrvortrag                          |
| 4  | <b>G)</b> Hypothesen an Tafel<br>sammeln                                            | Sexuelle Selektion,<br>Variation, Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Lehrerin oder<br>Lehrer sammelt<br>Ergebnisse |
| 10 | <b>H)</b> Arbeitsauftrag: „Wie sind<br>diese Hypothesen zu<br>beweisen?“            | Sexuelle Selektion,<br>Variation, Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Partnerarbeit +<br>Lehrvortrag                |

Tabelle 9: Erste Einheit sechste Klasse

## 2. Stunde:

| <b>Zeit<br/>(min)</b> | <b>Inhalt</b>                                                             | <b>Big Ideas</b>                                                                       | <b>Methode</b>                        |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 5                     | Organisatorisches                                                         |                                                                                        |                                       |
| 8                     | <b>I)</b> Fertigstellen der<br>Partnerarbeit<br>„Hypothesenbeweise“       | Sexuelle Selektion,<br>Variation, Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Partnerarbeit +<br>Lehrvortrag        |
| 20                    | <b>J)</b> Vorstellen der Ergebnisse<br>aller Forschungsteams              | Sexuelle Selektion,<br>Variation, Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Plenumsdiskussion<br>und Präsentation |
| 2                     | <b>K)</b> Video (Pfauen)                                                  | Variation und sexuelle<br>Selektion                                                    | Video                                 |
| 15                    | <b>L)</b> Einzelarbeit:<br>Ausformulieren der geplanten<br>Untersuchungen | Sexuelle Selektion,<br>Variation, Arten und<br>Populationen, sexuelle<br>Fortpflanzung | Unterstützen und<br>Absammeln         |

Tabelle 10: Zweite Einheit sechste Klasse

### 3. Stunde:

| Zeit (min) | Inhalt                                                                        | Big Ideas                                                                     | Methode                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 5          | Organisatorisches                                                             |                                                                               |                                       |
| 2          | <b>M)</b> Video „Warum Sex“; Pfau                                             | Variation und sexuelle Selektion                                              | Video (Minute 22:36 – 24:20)          |
| 6          | <b>N)</b> Wiederholung der letzten Stunden und Hypothesen                     | Sexuelle Selektion, Variation, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung | Lehrvortrag<br>+<br>Plenumsdiskussion |
| 2          | <b>O)</b> Unterschiede female/male choice; Witwenvögle und Hirsche            | Sexuelle Selektion                                                            | L/S – Gespräch                        |
| 35         | <b>P)</b> Gruppenarbeit (3): Schreibdialog zur Untersuchung von Møller (1990) | Sexuelle Selektion, Variation, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung | Gruppenarbeit + Absammeln             |

Tabelle 11: Dritte Einheit sechste Klasse

### 4. Stunde:

| Zeit (min) | Inhalt                                                                             | Big Ideas                                                                     | Methode            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 5          | Organisatorisches                                                                  |                                                                               |                    |
| 12         | <b>Q)</b> Besprechen der Ergebnisse der Untersuchung von Møller (1990) (Damenwahl) | Sexuelle Selektion, Variation, Arten und Populationen, sexuelle Fortpflanzung | Plenumsdiskussion  |
| 15         | <b>R)</b> Überleitung zum Thema Mensch, Video „Wozu Sex?“ (ca. 12 min)             | Sexuelle Selektion, Variation                                                 | Video + Leitfragen |

|    |                                                                                             |                               |                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| 8  | <b>S)</b> Besprechung des Videos mithilfe der Leitfragen                                    | Sexuelle Selektion, Variation | Leitfragen +<br>L/S - Gespräch            |
| 10 | <b>T)</b> Beispiel „Soziale Verbände“ im Schulbuch bio@school;<br>Transfer zu Soziobiologie | Sexuelle Selektion, Variation | Arbeitsaufgabe +<br>Buch<br><br>Absammeln |

Tabelle 12: Vierte Einheit sechste Klasse

## **Vertiefende Erläuterungen zur ersten Einheit:**

Bereits zu Beginn der fünften Klasse wird den Schülerinnen und Schülern kurz das Ziel dieser Einheiten zur Evolution erklärt und verdeutlicht ihnen vor allem den roten Faden, der sich durch alle Jahre zieht. In der sechsten Klasse wird nun bei **Punkt A** ein Bild von Darwin gezeigt und gefragt, wer auf diesem Bild abgebildet ist und warum in den letzten zwei Jahren wiederholt über ihn gesprochen wurde. Die Schülerinnen und Schüler sollten an dieser Stelle dazu aufgefordert werden, den Biologieunterricht der letzten Jahre Revue passieren zu lassen.

Um die Konzepte Selektion, Variation und sexuelle Fortpflanzung zu wiederholen, eignet sich nun als nächster Schritt zum Beispiel die Simulation mit den Birkenspannern (**Punkt B**). Bei dieser Simulation ändert sich ihre Farbe im Laufe der Generationen von vorwiegend weiß zu schwarz. Diese Selektion in Richtung schwarz vollzog sich, da, während der Industrialisierung in England zu Beginn des 19. Jahrhunderts, die weiße Rinde der Birken schwarz vom Ruß wurde und dadurch die weißen Birkenspanner wesentlich leichter für Räuber zu sehen waren. Diese Entwicklung ging aber, als der Ruß weniger wurde, wieder in die andere Richtung. Einige Schülerinnen und Schüler können dazu gebeten werden, die Simulation vor der Klasse durchzuführen, da sie nicht lange dauert und den Prozess gut veranschaulicht.

Im nächsten Schritt sollte das Beispiel der Birkenspanner mit den Darwin-Finken und der Hundezüchtung aus den vorigen Jahren verglichen werden. Durch einige Fragen der Lehrperson können die wichtigsten Begriffe und Konzepte in Erinnerung gerufen werden. Hier einige beispielhafte Fragen:

- Welche Gruppe von Welpen wählt man, wenn man unterschiedliche Hunde züchten möchte?
- Wie nennt man diese vielen verschiedenen Merkmale innerhalb einer Fortpflanzungsgruppe?
- Gibt es bei uns in der Klasse, also in unsere Fortpflanzungsgruppe von Homo sapiens sapiens auch eine große Variation? Schaut euch um! (weiter: Gäbe es keine Variation, wie würden wir dann aussehen?)
- Zum Birkenspanner-Spiel: Was ist passiert? Versucht es zu erklären!

- Welche dieser Gruppen, je nach Hintergrund, wird eher überleben und sich fortpflanzen?
- Welche Art von Selektion ist denn das nun, wenn der Fressfeind entscheidet?
- Nochmal kurz zurück zu Charles Darwin: Wenn wir unser Spiel ansehen, ist die Umwelt stabil? Oder verändert sich auch die Umwelt?
- Was hat sich umwelttechnisch bei unserem Birkenspannerbeispiel verändert?
- Welche der Darwin-Finken wird eher überleben, wenn die Schalen der Samen sehr hart sind (Trockenzeit)? Die mit den zarten feinen Schnäbeln oder die mit den kräftigen und großen Schnäbeln?
- Welche Art von Selektion wäre das nun?

Mit diesem Vorwissen wird, mit einem Bild von zwei kämpfenden Hirschen in das Thema der sechsten Klasse gestartet (**Punkt D**). Es stellen sich Fragen wie: „Wer kämpft? Warum kämpfen sie? Wer züchtet in diesem Fall? Wer wählt hier aus, wer kommt zur Befruchtung und wer nicht?“ Die Antworten führen zur sexuellen Selektion und zu den Begriffen intrasexuelle / intersexuelle Konkurrenz und male / female choice.

Als nächstes werden die drei wichtigsten Punkte in den Einheiten der sechsten Klasse vorgestellt (**Punkt E**): die Witwenvögel aus Afrika, die Rauchschnäbel und der Pfau. Dazu werden einige Bilder der weiblichen und männlichen Vögel gezeigt und wichtige Eckdaten genannt.

Gleich darauf folgt der erste Arbeitsauftrag (**Punkt F**) für die Schülerinnen und Schüler: Sie sollen, mit Hilfe der Untersuchungen über Witwenvögel von Andersson (1982), mindestens drei begründete Hypothesen pro Team zur Fragestellung „Warum sind so lange Schwanzfedern entstanden?“ bilden. Diese Aufgabe sollte in etwa zehn Minuten zu schaffen sein und in Partnerarbeit durchgeführt werden. Die Diagramme der Ergebnisse von Andersson (1982) werden den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt.

Danach sollten die Ergebnisse, also die aufgestellten Hypothesen, von der Lehrerin oder dem Lehrer an der Tafel gesammelt werden (**Punkt G**). Nur wenn im anschließenden, gemeinsamen Vergleich die Vorschläge begründet werden können und die meisten Schülerinnen und Schüler damit einverstanden sind, wird eine Hypothese akzeptiert und aufgeschrieben.

Einige der Antworten könnten sein:

1. Abschreckung von Fressfeinden durch Vergrößerung der Schwanzfedern.
2. Vorteile bei der Verteidigung des Reviers.
3. Vorteile bei der Partnerwahl:
  - Um bei den Weibchen Aufmerksamkeit zu erregen.
  - Zur sexuellen Stimulierung: lange Schwanzfedern beeindrucken die Weibchen und führen eher zur Paarung.
  - Ausbildung von langen Schwanzfedern verbraucht viel Energie, dies signalisiert hohe Potenz.

Als Abschluss dieser Einheit wird noch die Frage an die Klasse gestellt, wie diese Hypothesen nun zu beweisen sein könnten (**Punkt H**). Diese Fragestellung sollte auch wieder in Partnerarbeit bearbeitet werden und in der nächsten Stunde dann präsentiert werden.

### **Vertiefende Erläuterungen zur zweiten Einheit:**

Um wieder in das Thema hinein zu finden, könnte anfangs noch einmal eine Frage gestellt werden, wie man diese Hypothesen nun überprüfen kann und man könnte dazu auch kurz die wichtigsten Erkenntnisse der letzten Stunde zusammenfassend wiedergeben.

Beispiele für Fragen:

- Welche Vögel seht ihr da in der Abbildung? Männchen oder Weibchen?
- Bild von Witwenvogel: Was steckt hinter diesem Bild? Was ist auffällig dabei? Haben sie diese langen Schwanzfedern die ganze Zeit oder nur in bestimmten Phasen?
- Längere Schwanzfedern bringen Vorteile bei der Partnerwahl, also kommen damit ausgestattete Individuen öfter zur Fortpflanzung: Wie konnten sich diese entwickeln? Was steckt dahinter? Welchen Vorteil können die Weibchen aus der Wahl der Männchen mit den langen Schwanzfedern ziehen?
- Was könnte female choice beziehungsweise male choice bedeuten?

- Wer entscheidet bei den Rothirschen? Wer entscheidet beim Kommentkampf, also dem rituellen Kampf zu Balzzwecken oder der Festlegung der Rangordnung? Entscheiden da auch die Weibchen?

Je nach Zeitmanagement kann man den Schülerinnen und Schülern noch einige Minuten zum Fertigstellen ihrer Projekte geben (**Punkt I**). Die Aufgabenstellung war: „Überlegt euch einen Versuch, mit dem sich die blau dargestellte Vermutung (=Hypothese) überprüfen lässt. Arbeitet mit den Nachbarn eurer Bankreihe zusammen.“

Wenn alle fertig sind, sollte jedes Forscherteam (**Punkt J**) seine Ergebnisse kurz präsentieren.

Nachdem alle präsentiert haben und über die wichtigsten Fragen diskutiert wurde, zeigt die Lehrkraft (**Punkt K**) eine Untersuchung über Pfauen mit Hilfe eines Videos. Dieses Video soll einen Vergleich zu den von den Schülerinnen und Schülern selbst geplanten Untersuchungen bilden.

In Einzelarbeit (**Punkt L**) sollen die Untersuchungen der in Teams geplanten Untersuchungen anschließend in ordentlicher Form noch einmal ausformuliert und abgegeben werden. Dies dient der Lehrerin oder dem Lehrer als wichtige Grundlage für die Feststellung des Lernfortschrittes. Die Lehrperson sollte dabei vor allem auf die Formulierungen und die Vollständigkeit der Argumentationsketten achten. Um die Antworten der Schülerinnen und Schüler besser analysieren zu können, sollte die CoRe verwendet werden.

### **Vertiefende Erläuterungen zur dritten Einheit:**

Zu Beginn der Stunde wird noch einmal das Video von den Pfauen (**Punkt M**) gezeigt (Video „Warum Sex“; Minute 22.36 – 24.20), um an die vorherige Stunde anzuknüpfen. Im Anschluss wäre es gut, die Erkenntnisse der letzten Stunden zu sammeln (**Punkt N + O**). Dabei sollten sowohl die Hypothesen, als auch die Hirsche und Witwenvögel und die dazugehörenden Konzepte angesprochen werden.

Danach geht es an den nächsten Arbeitsauftrag (**Punkt P**), der in Form eines Schreibdialogs durchgeführt wird. Die Klasse wird dazu in Dreiergruppen eingeteilt, die jeweils drei verschiedene Arbeitszettel und einen Anweisungszettel erhalten. Die drei Arbeitszettel sind von eins bis drei durchnummeriert und beinhalten jeweils ein

anderes Diagramm aus Møller (1990)s Ergebnissen zu den Untersuchungen mit Rauchschnalben.

Ein Schreibdialog funktioniert folgendermaßen: Jeder Schüler und jede Schülerin der Gruppe hat das Diagramm vor sich: In der **1. Phase** wird das Diagramm nur schriftlich kommentiert (ohne Gespräche) und in der Kleingruppe im Uhrzeigersinn weitergegeben, Fragen können dabei schriftlich gestellt und beantwortet werden. Anschließend werden die Ergebnisse der schriftlichen Gruppendiskussion zusammengefasst und auf einem weiteren Blatt niedergeschrieben. In der **2. Phase** wird das Ergebnis von einer jeweils anderen Gruppe noch immer schriftlich kommentiert. Jede Gruppe bekommt ihr Diagramm mit den schriftlichen Ergebnissen einer anderen Gruppe und schreibt ihren Kommentar dazu. Der Tausch erfolgt nach dem Modus: nur die Dreiergruppen und nur die Zweiergruppen tauschen untereinander. Getauscht wird: Person 1 mit 2; 2 mit 3 und 3 mit 1. In der **3. Phase** können offene Fragen im Unterrichtsgespräch geklärt werden. Das Ergebnis des Schreibdialogs wird abgesammelt und kontrolliert.

#### **Vertiefende Erläuterungen zur vierten Einheit:**

In der letzten Einheit, sollten die Ergebnisse (**Punkt Q**) des Arbeitsblattes „Damenwahl – Untersuchungen von Møller (1990)“ von der vorherigen Stunde durchbesprochen werden.

Wenn auftretende Unklarheiten weitgehend beseitigt wurden, wird auf die sexuelle Selektion beim Menschen (**Punkt R**) übergeleitet, und mit Leitfragen das Video „Wozu Sex?“ angesehen, in dem es um die Theorie von Miller geht.

Danach könnte mit folgenden Fragen das Video zusammengefasst werden, mit Hilfe eines L/S - Gesprächs (**Punkt S**):

- Welcher Zusammenhang zwischen Sexappeal und Körpergeruch ist in dem Film dargestellt?
- Wie wird dieser Zusammenhang begründet?
- Welche Eigenschaften haben sich beim Menschen wahrscheinlich durch sexuelle Selektion gebildet?

- Was symbolisiert ein hoher/niedriger Testosteronspiegel für die Paarbeziehung?
- Welche Hypothese stellt denn Miller auf?
- Wer hat denn ausgewählt? (Gehirngröße)

Um noch an den Lehrplan und das Schulbuch der sechsten Klasse AHS anzuknüpfen wird vorgeschlagen, den Transfer zur Soziobiologie (**Punkt T**) vorzunehmen (im Schulbuch bio@school 6 auf Seite 150). Diese Antworten sollten abschließend von der Lehrkraft eingesammelt und kontrolliert werden.

Im nächsten Kapitel der Diplomarbeit wird nun die CoRe näher betrachtet, welche auf Grundlage der gerade vorgestellten Stunden und weiterer Daten erstellt wurde. Der PCK-Raster zeigt somit die didaktischen Überlegungen und das Hintergrundwissen der Lehrkraft, aber auch die in der Didaktischen Rekonstruktion verwendeten Schülervorstellung zu den einzelnen Konzepten.

## **4.2. Content Representation**

Nachdem die Stundenbilder dargestellt und ausführlich erläutert wurden, wird im Folgenden die fertige CoRe abgebildet, deren Raster sich auch im Folder der Arbeit findet. Die genauen Beschreibungen der einzelnen, herausgearbeiteten Big Ideas folgen nach der CoRe. Der Raster ist wie die Vorlage im Kapitel „Methoden und Material“ (Kapitel 8) aufgebaut und bilden das Herzstück dieser Diplomarbeit. Viele Punkte im Raster werden nur stichwortartig beschrieben, um eine gewisse Übersichtlichkeit zu wahren und werden deshalb im Anschluss an die CoRe noch ausführlicher bearbeitet.

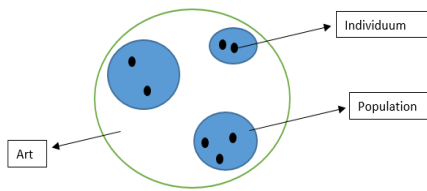
| Big Ideas                                                                        | Variation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Arten und Populationen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Was die SchülerInnen über dieses Konzept lernen sollen                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielfalt zwischen Individuen einer Art innerhalb einer Population;</li> <li>• Variation des Aussehens (4.+ 5. Klasse Hundezüchtung); der Schnäbel (4.+ 5. Klasse Heimische Vögel, Spottdrosseln); der Flugrichtung (5. Klasse Mönchsgrasmücke); Schwanzlängen (6. Klasse Pfau, Witwenvogel, Schwalbe)</li> <li>• Klassenverband als Erklärung für Vielfalt („Sehen wir alle gleich aus?“)</li> <li>• Heterogenität und Homogenität (wie kommt es zur Heterogenität?)</li> <li>• Rekombination und Mutation -&gt; genetische Vielfalt!</li> <li>• „Vielfalt ist eine Eigenschaft der lebenden Systeme auf allen Ebenen.“</li> <li>• „Unterschiedlich-Sein“, bezieht sich auf alle Individuen, Populationen und Arten. Verteilung der unterschiedlichen Merkmale. Man kann Variabilität auch Heterogenität nennen „unterschiedlich-werden“, dabei ist die Veränderung der unterschiedlichen Eigenschaften von Populationen und Arten im Laufe der Zeit gemeint. Dabei ist der Begriff „Variabilität“ wichtig, dieser bezeichnet die Fähigkeit zur Veränderung. (Kattmann 2015)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffsklärung: Art, Rasse, Population, Individuum</li> <li>• Artwandel und Artkonstanz (mithilfe von Beispielen)</li> <li>• Artbegriff: Gruppen sich miteinander kreuzender natürlicher Populationen, die hinsichtlich Fortpflanzung von anderen Gruppen isoliert sind. (Mayr)</li> <li>• Population: Eine Population ist eine Fortpflanzungsgesellschaft, die in Raum und Zeit zusammenlebt.</li> <li>• Reproduktive Isolation: Speziell kommt es zur Artbildung von reproduktiven Isolationsmechanismen durch genetische Veränderungen von Individuen und damit zu Ausbildung neuer Arten. Dabei werden die Angehörigen einer Art als potentielle Fortpflanzungsgemeinschaft begriffen (Campell/Reece 2009, S.656).</li> </ul> |
| Warum es wichtig für die SchülerInnen ist, darüber Bescheid zu wissen            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen von Rekombination; Meiose -&gt; welche Bedeutung hat Variation für die sexuelle Fortpflanzung?</li> <li>• Vernetzt alle anderen Big Ideas miteinander</li> <li>• Verständnis von Variation für den Genetikunterricht wichtig</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weg vom Individuum -&gt; Populationsdenken</li> <li>• Verständnis von Hierarchie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Was Sie noch über dieses Konzept wissen (den SchülerInnen aber nicht beibringen) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetische Variation;</li> <li>• Physiologische Variation, also die nicht sichtbare Variation;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene Entstehungsmöglichkeiten der Arten (Artbildung): Nischenbildung; allopatrische und sympatrische Artbildung; Anagenese und Kladogenese;</li> <li>• Veränderung der Allelfrequenzen einer Population durch natürliche Selektion, genetischen Drift &amp; Genfluss</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Tabelle 13: CoRe 1

| Big Ideas                                                                        | Selektion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Angepasstheit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Was die SchülerInnen über dieses Konzept lernen sollen                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Künstliche Selektion: Mensch als Züchter, Hundezüchtung, gezielt</li> <li>• Natürliche Selektion: Natur als Züchter, Finken, Spottdrosseln, Schildkröten, Mönchsgrasmücke, Birkenspanner, Froschselektion</li> <li>• Sexuelle Selektion: male/female Choice, intra- und intersexuelle Konkurrenz, Schwalben, Pfauen und Witwenvögel</li> <li>• Selektion ist keine Handlung oder Kraft, sondern eine Folge aus Wechselwirkungen zwischen Organismen und deren Umwelt.</li> <li>• Selektion ergibt sich aus: Den Unterschieden der Individuen, der Konkurrenz zwischen ihnen &amp; den jeweiligen Umweltbedingungen (Kattmann 2015)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sind angepasst worden &lt;-&gt; haben sich angepasst (Begriffsunterscheidung)</li> <li>• Ultimate Ursachen („Wie kam es dazu?“)</li> <li>• Proximate Ursachen („Wie kommt es dazu?“)</li> <li>• Finken und Spottdrosseln auf Galapagos – Veränderung der Lebensbedingungen</li> <li>• Anpassung ist langsam und nicht gezielt</li> <li>• Adaptive Radiation (Was hat der Vogel ursprünglich gefressen?)</li> <li>• Schnabelgröße hat Bezug auf Futter</li> <li>• Immer noch Variation innerhalb der Population, jedoch Durchschnittsgröße eines Schnabels, einer Schwanzlänge oder einer Körperform ändert sich.</li> <li>• Ganze Population wird angepasst, nicht nur ein Individuum.</li> <li>• Zeitdimensionen der Anpassung beachten!</li> </ul> |
| Warum es wichtig für die SchülerInnen ist, darüber Bescheid zu wissen            | <p>Wird in der Sekundarstufe 1 nicht explizit auf die Konzepte der Mutation und Selektion eingegangen, führt dies zu teleologischen und finalistischen Vorstellungen, da Schülerinnen und Schüler mit Alltagsvorstellungen auch zu (für sie befriedigenden) Ergebnissen und Erklärungen kommen. (Hedewig 1988)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion bedeutet im Deutschen: „Auslese“ bzw. „Auswahl“ -&gt; wird umgangssprachlich als Sortieren verwendet. Es bedeutet nicht Einteilen in gut/schlecht.</li> </ul>                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wichtigstes Fehlkonzept bei Schülervorstellungen</li> <li>• Keine wirkliche Big Idea bzw. Konzept der Evolutionstheorie</li> <li>• Resultat von Selektion und Variation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Was Sie noch über dieses Konzept wissen (den SchülerInnen aber nicht beibringen) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Entstehung des Universums/ der Erde; Veränderungen der Atmosphäre; Entwicklung und Anpassung von Pflanzen; Entwicklung des Lebens; Stammbäume; Genetik; Mutation; Evolutionszeiträume</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Tabelle 14: CoRe 2

| Big Ideas                                                                        | Sexuelle Fortpflanzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Evolutionstheorien - Darwin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Was die SchülerInnen über dieses Konzept lernen sollen                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hundezüchtung: Überleben der Welpen, Fortpflanzungserfolg, Fruchtbarkeit, Nahrung, sexuelle Fortpflanzung (Gentisches Material von zwei Individuen), zufällige Mutationen;</li> <li>• Finken und Spottdrosseln: Überleben der Jungen, Fortpflanzungserfolg, Fruchtbarkeit, Nahrungsknappheit, sexuelle Fortpflanzung (Gentisches Material von zwei Individuen);</li> <li>• Mönchsgrasmücke: Hoher Fortpflanzungserfolg der Vögel, die kürzere Strecken fliegen müssen; bei Fütterung im Winter kommen sie früher wieder in ihre Heimat &amp; besetzten die besten Nistplätze (frühere Fortpflanzung und Nachwuchs)</li> <li>• Witwenvogel, Pfau, Schwalbe: Überleben, Nahrung, Fortpflanzungserfolg (Bei sexueller Selektion), Fruchtbarkeit, Vitalität (Trotz mehr Milben im Gefieder)</li> <li>• Mensch: Höherer Fortpflanzungserfolg durch Hormone und Geruch</li> <li>• Sexuelle Fortpflanzung evolutionsbiologisch gesehen umständlich, zeitaufwändig und riskant. Trotzdem hat sich diese Form, Nachkommen zu erzeugen, bei höheren Pflanzen und Tieren durchgesetzt. (Dreesmann et al 2011)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darwins Biographie</li> <li>• Wallace</li> <li>• Darwins Erkenntnisse und Beobachtungen</li> <li>• Darwins Denk- und Wissenswege</li> <li>• Was ist eine Theorie? (Prüfbarkeit, Beweise: Fossilien)</li> <li>• Wie kann man Theorien überprüfen? Aufstellen von Hypothesen!</li> <li>• Planung eines Experimentes</li> </ul> |
| Warum es wichtig für die SchülerInnen ist, darüber Bescheid zu wissen            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variationsverständnis</li> <li>• Population (Fortpflanzungsgesellschaft und Art (Mayr 1945))</li> <li>• Sexuelle Selektion</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolutionsforschung noch nicht abgeschlossen</li> <li>• Erklärungsmodelle aus historischer Sicht beachten</li> <li>• moderne Synthese (Populationsgenetik)</li> </ul>                                                                                                                                                        |
| Was Sie noch über dieses Konzept wissen (den SchülerInnen aber nicht beibringen) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortpflanzung (Mitose, Meiose), Genetik, Vererbung, Mutation, Stoffwechsel, Ernährung, Pflanzenwachstum, Klimaänderungen</li> <li>• Nachkommen haben jeweils ein halbes Genom von zwei Individuen (Mischung der Gene bei der Befruchtung)</li> <li>• große Erhöhung möglicher Genotypen (geno- &amp; phänotypische Variabilität) (Dreesmann et al 2011)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artbegriff von Dobzhansky</li> <li>• Genetik</li> <li>• weitere Belege für Evolution</li> <li>• weitere Evolutionstheorien, Stammbäume, Untersuchungen, Genetik, genetische Uhr</li> </ul>                                                                                                                                   |

Tabelle 15: CoRe 3

| <b>Big Ideas</b>                                                                                     | <b>Variation</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Arten und Populationen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Schwierigkeiten und Einschränkungen bei der Vermittlung dieses Themenbereichs</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuen einer Art nicht alle gleich -&gt; kleine Unterschiede (Vergleich mit Schülerinnen und Schülern einer Klasse)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Striktes Trennen der Begriffe, vor allem durch die Sprache der Lehrkraft im Unterricht (eventuell Übungen mit Beispielen)</li> <li>• Günstig wäre eine Verwendung der Begriffe schon vor der 4. Klasse</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Ihr Wissen über das Denken von SchülerInnen zu diesem Thema, das Ihren Unterricht beeinflusst</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großer Einfluss des Populationsdenkens verknüpft mit der Variation</li> </ul> <p>Schülervorstellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die eigene Person wird für einzigartig gehalten. Unterschiede zu allen anderen Individuen sind daher selbstverständlich.</li> <li>• Verschiedenheit innerhalb von Populationen wird nicht beachtet: Die Individuen einer Gruppe oder Art werden als gleichartig wahrgenommen.</li> <li>• Arten werden daher wie einzelne Individuen betrachtet</li> <li>• Zufälliger Unterschied zwischen Individuen -&gt; Missgeburten, Außenseiter</li> <li>• „Erfolgreicher Außenseiter“: Ein Individuum hat andere Eigenschaften und hat dadurch Vorteile. (Kattmann 2015)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängiges Fehlkonzent: gesamte Population ändert sich durch Umweltveränderungen &amp; evolutionäre Vorgänge völlig -&gt; festigt Vorstellungen der spontanen Entstehung (Urzeugung) &amp; Religion (Schöpfung) (Dreesmann et al 2011)</li> <li>• Arten werden als einziger Organismus gesehen; Variabilität innerhalb der Arten wird nicht berücksichtigt (Kattmann 1995)</li> <li>• Vorstellung der Artkonstanz (heutige Arten waren schon immer so wie sie sind)</li> <li>• Evolution als Ereignis im Leben eines Individuums</li> <li>• Art und Individuum werden gleichgesetzt (Kattmann 2015)</li> </ul> |
| <b>Andere Faktoren, die Ihre Lehrtätigkeit hinsichtlich des Konzepts beeinflussen</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Populationsdenken</li> <li>• Was bedeutet Durchschnitt?</li> <li>• Klarstellung von Darwin-Finken und Spotttdrosseln</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorwissen der Schüler</li> <li>• Wurden die Konzepte &amp; Unterschiede von Art, Population &amp; Individuum verstanden?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Tabelle 16: CoRe 4

| Big Ideas                                                                                            | Selektion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Angepasstheit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Schwierigkeiten und Einschränkungen bei der Vermittlung dieses Themenbereichs</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion = Wechselwirkungen und Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt und nicht die Einwirkung von Umweltfaktoren auf Organismen. Diese Änderungen der Umwelt sind biotisch verursacht. (Kattmann 1991)</li> <li>• Artwandel durch ungerichtete Variation, genetische Variation (Mutation und Rekombination) &amp; anschließende Selektion.</li> <li>• Selektion sollte bei Betrachtung von Wechselwirkungen zwischen Lebewesen beachtet werden (unterschiedliche Eigenschaften, Merkmale &amp; verschiedenen Umweltbedingungen)</li> <li>• Selektion als ungezieltes Streuen (Schrotkörner Vergleich) -&gt; Zufallstreffer</li> <li>• Bei konstanten Lebensbedingungen sind Folgen der Selektion ausgerichtet obwohl sie selbst es nicht ist.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• gängige Aussagen wie „Die Finken haben sich an die trockeneren Jahre angepasst!“ deuten Zweckgerichtetheit an - Fehlvorstellung wird verankert oder verstärkt</li> <li>• Religiösität als Einfluss auf das teleologische Denken (Mensch als Ziel der Evolution) (Dreesmann et al 2011)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Ihr Wissen über das Denken von SchülerInnen zu diesem Thema, das Ihren Unterricht beeinflusst</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnis der Selektion ist nur ein Typ (mit optimalen Eigenschaften)</li> <li>• Selektion sind zielgerichtete und absichtsvolle Handlungen der Individuen.</li> <li>• Individuen der Arten verändern sich gleichsinnig. Verknüpfung mit der Variation und dem Populationsdenken. Vorstellung der invarianten Population.</li> <li>• Selektion findet zwischen Arten statt (Kontrast zu Selektion zwischen Individuen einer Art) -&gt; Resultat: Bildung neuer Arten (Spezialisierung) anstelle der Abänderung der Art</li> <li>• Natürliche Selektion ist gut weil „natürlich“ (Naturalistischer Fehlschluss)</li> <li>• Es treten manchmal Außenseiter auf.</li> <li>• Natürliche Selektion setzt einen „Züchter“ voraus. (Selektion besteht aus individuellen Unterschieden und Konkurrenz!)</li> <li>• Mutation und Selektion erfolgen gerichtet. (Kontrast: Mutationen sind ungerichtet, Selektion erfolgt nach dem Zufallsprinzip)</li> <li>• Zufallsbegriff: Alltagsvorstellung, dass die Ergebnisse der Evolution „zufällig“ entstehen. Zufall als „nicht voraussehbar“, „unwahrscheinlich“.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zweckmäßigkeit, Fortschritt und Höhenentwicklung</li> <li>• Mensch als Krönung der Schöpfung und als Ziel der Evolution (vgl. Kattmann 1992 b, 1994, 1995)</li> <li>• gezieltes adaptives Handeln von Individuen (Adaptive Individuen, Anpassungs-Erkenntnis, Art (Rasse) erhaltende Anpassung, anpassende Handlungen)</li> <li>• adaptive körperliche Umstellung (Adaptive Gewöhnung, Anpassung durch Gebrauch, Anpassung-Notwendigkeit)</li> <li>• absichtsvolle genetische Transmutation (Gendominanz durch Beanspruchung, erkenntnisanaloge Mutation) (Baumann et al 2004)</li> </ul> |
| <b>Andere Faktoren, die Ihre Lehrtätigkeit hinsichtlich des Konzepts beeinflussen</b>                | Kenntnis über die Begriffe: Art, Population, Variation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Sprachgebrauch (richtige Formulierung sehr wichtig; falsche Formulierungen nicht hinnehmen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schüler sollten das Konzept gut verinnerlichen und verstehen, daher besonders auf die Denkweise und Formulierung achten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Tabelle 17: CoRe 5

| <b>Big Ideas</b>                                                                                     | <b>Sexuelle Fortpflanzung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Evolutionstheorien - Darwin</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Schwierigkeiten und Einschränkungen bei der Vermittlung dieses Themenbereichs</b>                 | Begriffe wie Genetik, Mutation, Erbmaterial usw. werden im Unterricht verwendet, ohne dass die Schüler sie bis dahin gelernt haben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Beschränkung auf Darwin, obwohl in Schulbüchern oft mehrere Theorien besprochen werden; welche Theorien sind wichtig für die Schülerinnen und Schüler, welche eigentlich überflüssig.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ihr Wissen über das Denken von SchülerInnen zu diesem Thema, das Ihren Unterricht beeinflusst</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fitness bezeichnet nicht die körperliche Leistungsfähigkeit, sondern ist ein Maß für den Fortpflanzungserfolg.</li> <li>• Mit Fitness werden oft sportliche Leistungsfähigkeit oder körperliches Wohlbefinden bezeichnet.</li> <li>• „Survival of the fittest“ wird oft als „Überleben des Stärkeren“ bezeichnet, man meint damit aber eher „Überleben des Tauglichsten“ -&gt; Weitergabe der Gene</li> <li>• Körperliche Überlegenheit führt keineswegs immer zu einer größeren Anzahl an Nachkommen. -&gt; reproduktiver Fitness</li> <li>• fälschliches Verständnis von „Dominanz“ im Sinne der klassischen Genetik, wird unzutreffender Weise als häufigeres Auftreten von Nachkommen verstanden.</li> <li>• Mutation: Ist in der Öffentlichkeit oft negativ behaftet und als schädlich angesehen. Mutationen können vorteilhaft, neutral oder schädlich sein.</li> <li>• Gene: Veränderung der Gene durch Erkenntnis oder Notwendigkeit; unveränderte Gene sind Norm, Mutationen sind schädlich; Konstanz der Gene (Kattmann 2015)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissenschaftliche Beweise der Evolutionstheorie werden aus religiösen Gründen für ungültig erklärt (Asimov 1984)</li> <li>• Kampf ums Dasein mit Klauen und Zähnen (Aggression erscheint als Folge von Evolution gerechtfertigt)</li> <li>• Überleben des Stärksten: Nicht Stärke, sondern Fortpflanzungserfolg; nicht immer der Stärkste wird bevorzugt.</li> <li>• Recht des Stärkeren (Sozialdarwinismus): Rassismus; Übertragung von falsch verstandener Selektion auf die gesellschaftlichen Verhältnisse.</li> <li>• Evolution als Weltanschauung: Unterscheidung von Wissenschaft und Religion; Beanspruchung von Wissenschaft für die persönliche Überzeugung.</li> <li>• Evolutionärer Wandel erfolgt absichtlich, zielgerichtet, harmonisch und fortschrittlich.</li> <li>• Evolution heißt Abstammung des Menschen.</li> <li>• Evolutionstheorie ist „nur“ eine Theorie.</li> <li>• Genetik ist Voraussetzung für Evolution</li> <li>• Naturgeschichte ist „weich“, da nur „Geschichten“ erzählt werden. (Kattmann 2015)</li> </ul> |
| <b>Andere Faktoren, die Ihre Lehrtätigkeit hinsichtlich des Konzepts beeinflussen</b>                | Welche Begriffe wurden schon besprochen: Gene, Sexuelle Fortpflanzung, Mutation, Art, Population, Überlebensgrundlagen für Organismen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Darwin wusste nichts von Genetik und Vererbungslehre, wir in der heutigen Zeit aber schon. Wie weit sollten wir unser jetziges Wissen einbauen und verwenden?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Tabelle 18: CoRe 6

| Big Ideas                                                                                                                 | Variation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Arten und Populationen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Methodisches Vorgehen (und Gründe, warum genau diese Methoden für diese Konzepte angewandt werden)</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindung von Variation mit Populationen &amp; Arten sowie dem roten Faden der Selektion.</li> <li>• 4. Klasse: Hundezüchtung (Variation äußerer Merkmale), Darwin-Finken (Variation von Schnabelformen), Galapagos-Schildkröte.</li> <li>• 5. Klasse: Wiederholung 4. Klasse; Entwicklung der Lesekompetenz, Datenaufarbeitung und Datenanalyse; Erlernen des evolutionären Denkens &amp; grundsätzlicher Evolutionstheorien; Flugrichtung der Mönchsgrasmücke (weiteres Beispiel für Variation).</li> <li>• 6. Klasse: Witwenvögel in Kenia -&gt; Unterschiede der Schwanzfedern (sexuelle Selektion); Rauchschwalben -&gt; Schwanzfedernlänge; Planung einer Untersuchung von Pfauen (Variation durch Manipulation herbeiführen); Geruchs- &amp; Hormonvariation beim Menschen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. Klasse: Hundezüchtung (Rasse, Art, Artkonstanz, Artwandel; Problem mit Individualisierung?); Finken (Änderung der Häufigkeit der Merkmalsverteilung durch Überleben eines bestimmten Teils der Individuen)</li> <li>• 5. Klasse: Wiederholung 4. Klasse; Entwicklung vieler verschiedener Finkenarten auf den Galapagosinseln (Artbildung); Artneubildung anhand des Beispiels der Mönchsgrasmücke (Flügelform, Körperform) -&gt; aus zwei Populationen werden mit der Zeit möglicherweise 2 verschiedene Arten.</li> <li>• 6. Klasse: Witwenvögel, Pfauen &amp; Schwalben (Veränderung der männlichen Individuen einer Art, ohne dass sich die gesamte Art verändert)</li> </ul> |
| <b>Mittel und Wege um feststellen zu können, ob SchülerInnen das Konzept verstanden haben oder ob es Verwirrungen gab</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der von SchülerInnen bearbeiteten Aufgaben und Arbeitsblättern</li> <li>• Feststellung von richtigen und falschen Konzepten anhand von Mitarbeitemeldungen und Argumentation der SchülerInnen</li> <li>• gezieltes Nachfragen</li> <li>• Schülerkonzepte dokumentieren &amp; analysieren -&gt; bei Bedarf erneut besprechen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der von SchülerInnen bearbeiteten Aufgaben und Arbeitsblättern</li> <li>• Feststellung von richtigen und falschen Konzepten anhand von Mitarbeitemeldungen und Argumentation der SchülerInnen</li> <li>• gezieltes Nachfragen</li> <li>• Schülerkonzepte dokumentieren &amp; analysieren -&gt; bei Bedarf erneut besprechen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Tabelle 19: CoRe 7

| Big Ideas                                                                                                                 | Selektion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Angepasstheit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Methodisches Vorgehen (und Gründe, warum genau diese Methoden für diese Konzepte angewandt werden)</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. Klasse: Hundezüchtung (Alltagsbezug für Schülerinnen und Schüler: Darwins Taubenzüchtung -&gt; Künstliche Selektion), Darwin-Finken auf Galapagos (natürliche Selektion)</li> <li>• 5. Klasse: Wiederholung 4. Klasse; weiterführende Arbeitsblätter Grundfinken; warum pendeln Zugvögel (Variation Flugrichtung); „Feed a bird, split a species!“ (Selektion aufgrund von Fortpflanzungserfolg und höherer Überlebenschance durch Fütterungen)</li> <li>• 6. Klasse: Froschselektion oder Birkenspanner Selektionsspiel (Natürliche Selektion); Hundezüchtung (künstliche Selektion); Pfauen, Witwenvögel und Rauchschnäbel (female choice/ intersexuelle Selektion) (Untersuchungen von Möller (1990) und Andersson (1982)); Hirsche (male choice/ intrasexuelle Selektion); Zusammenhang und Unterschiede von künstlicher, natürlicher und sexueller Selektion; der Mensch und die sexuelle Selektion (Bezug auf die Schülerinnen und Schüler selbst) – Stichwort Hormone und Körpergerüche</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. Klasse: Hundezüchtung (künstliche Anpassung an ein gewünschtes Ziel); Finken und Spottdrosseln (an veränderte Klimaverhältnisse angepasst (Trockenheit); Bezug zu Darwin, Galapagos, gut erforscht, kurze vorstellbare Zeitdimensionen, ein gut erkennbares Merkmal hat sich verändert);</li> <li>• 5. Klasse: Wiederholung 4. Klasse (Einstieg mit Hundezüchtung); warum steigt Schnabelgröße im Durchschnitt an? (Frage an Schüler); Mönchsgrasmücke (Anpassung an kürzere Flugzeiten)</li> <li>• 6. Klasse: Witwenvögel (Anpassung der Schwanzfedern, female choice obwohl überlebenstechnischer Nachteil); ultimate/proximate Gründe wie und warum solche Schwanzfedern entstanden sind. (Untersuchungen planen); Untersuchungen von Andersson (1982) und Möller (1990) (Prüfung der Untersuchungsergebnisse)</li> </ul> |
| <b>Mittel und Wege um feststellen zu können, ob SchülerInnen das Konzept verstanden haben oder ob es Verwirrungen gab</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der von SchülerInnen bearbeiteten Aufgaben und Arbeitsblättern</li> <li>• Feststellung von richtigen und falschen Konzepten anhand von Mitarbeitsmeldungen und Argumentation der SchülerInnen</li> <li>• gezieltes Nachfragen</li> <li>• Schülerkonzepte dokumentieren &amp; analysieren -&gt; bei Bedarf erneut besprechen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der von SchülerInnen bearbeiteten Aufgaben und Arbeitsblättern</li> <li>• Feststellung von richtigen und falschen Konzepten anhand von Mitarbeitsmeldungen und Argumentation der SchülerInnen</li> <li>• gezieltes Nachfragen</li> <li>• Schülerkonzepte dokumentieren &amp; analysieren -&gt; bei Bedarf erneut besprechen</li> <li>• auf Wortwahl achten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Tabelle 20: CoRe 8

| Big Ideas                                                                                                                 | Sexuelle Fortpflanzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Evolutionstheorien - Darwin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Methodisches Vorgehen (und Gründe, warum genau diese Methoden für diese Konzepte angewandt werden)</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. Klasse: Prinzip der Züchtung (Durchmischung der Populationen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt); Fortpflanzung der Finken (die mit großen Schnäbeln überlebten eher bis zur Fortpflanzung)</li> <li>• 5. Klasse: Wiederholung 4. Klasse; Mönchsgrasmücke (Überleben durch Fütterung und kürzen Flugzeiten; Mehr Nachwuchs durch höhere Überlebenschance und frühere Rückkehr in die Heimat. Vogelzugruten genetisch vererbt)</li> <li>• 6. Klasse: Kurze Wiederholung der letzten Jahre; höherer Fortpflanzungserfolg durch größere Geweihe bei Hirschen, mit längeren Schwanzfedern bei Pfauen, Witwenvögeln und Schwalben (Zeichen für Vitalität, weil trotz Handicap noch überlebt!)</li> </ul> | <p>In den vierten und fünften Klassen zieht sich Darwin als wichtiger roter Faden hindurch, obwohl der eigentliche rote Faden die Selektion ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biographie Darwins, um sich in seine Situation hinein zu versetzen.</li> <li>• Verknüpfung zur Hundezüchtung -&gt; Taubenzüchter Darwin</li> <li>• Religion und Evolution im Konflikt</li> <li>• Galapagos und erste Bestimmungen von Darwin von Spottdrosseln</li> <li>• Darwin-Finken und die Veränderungen durch Klimaveränderungen und Nahrungsknappheit</li> <li>• Was ist eine Theorie und wie kann man eine Theorie mit einem Experimentbeweisen? (6.Klasse)</li> </ul> |
| <b>Mittel und Wege um feststellen zu können, ob SchülerInnen das Konzept verstanden haben oder ob es Verwirrungen gab</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der von SchülerInnen bearbeiteten Aufgaben und Arbeitsblättern</li> <li>• Feststellung von richtigen und falschen Konzepten anhand von Mitarbeitsmeldungen und Argumentation der SchülerInnen</li> <li>• gezieltes Nachfragen</li> <li>• Schülerkonzepte dokumentieren &amp; analysieren -&gt; bei Bedarf erneut besprechen</li> <li>• auf Wortwahl achten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der von SchülerInnen bearbeiteten Aufgaben und Arbeitsblättern</li> <li>• Feststellung von richtigen und falschen Konzepten anhand von Mitarbeitsmeldungen und Argumentation der SchülerInnen</li> <li>• gezieltes Nachfragen</li> <li>• Schülerkonzepte dokumentieren &amp; analysieren - &gt; bei Bedarf erneut besprechen</li> <li>• auf Wortwahl achten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      |

Tabelle 21: CoRe 9

Im Folgenden werden die einzelnen Big Ideas des Rasters noch vertieft und ausführlicher dargestellt.

#### 4.2.1. Variation

Eines der wichtigsten Konzepte, die Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang mit Evolution verinnerlichen müssen, ist das Konzept der Variation. Die Variation hängt mit allen andern folgenden Big Ideas und Konzepten zusammen und bildet die wichtigste Voraussetzung für Evolution.

Die **Schülerinnen und Schüler sollten über die Vielfalt** von Individuen einer Art, innerhalb einer Population, **Bescheid wissen**. Jedoch gibt es Vielfalt in vielen Merkmalsausprägungen. In den geplanten Stunden wird in der vierten und fünften Klasse bei der Hundezüchtung auf die Variation des Aussehens hingewiesen. Bei der Hundezüchtung ist die Einführung der Begriffe *heterogen* und *homogen* wichtig. Außerdem sollte geklärt werden, wie es zur Heterogenität kommt und warum für das Züchten unterschiedlicher Hunderassen eine große Variation bzw. Heterogenität in einer Population vorherrschen sollte.

Bezogen auf die Züchtung von Hunden sollte wiederholt werden, wie dieser Züchtungsvorgang vonstattengeht. Dabei wird auf die Selektion und vor allem auf die sexuelle Fortpflanzung und die dadurch entstehende genetische Vielfalt verwiesen. Dies kann sowohl in der vierten als auch in der fünften Klasse angesprochen werden. Obwohl zu diesem Zeitpunkt in der Schullaufbahn die genetischen Grundlagen noch nicht im Detail besprochen wurden, können die Schülerinnen und Schüler häufig mit diesen Begriffen arbeiten ohne dafür ein genaueres Verständnis zu haben.

Es kann auch hilfreich sein, die bestehende Vielfalt im Klassenverband anzusprechen. Denn auch wir Menschen sehen alle verschieden aus und jeder ist ein Individuum mit unterschiedlichen Merkmalen, obwohl man diese oft feinen Unterschiede ob der vielen Gemeinsamkeiten vielleicht nicht immer sofort erkennen kann.

Das Konzept der Variation wird noch von der vierten bis zur sechsten Klasse im Laufe der Unterrichtseinheiten, anhand von weiteren Beispielen, aufgearbeitet. Dadurch wird auf kumulative Art und Weise, wie bei der Spiralcurriculumtheorie (Bruner, 1960), mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein Verinnerlichen bzw. ein

Akzeptieren des Konzeptes seitens der Schülerinnen und Schüler erreicht. In der vierten und fünften Klasse wird Material zur Variation von Schnäbeln verwendet. Es werden Beispiele von heimischen Vögeln gebracht, und mit Arbeitsblättern zum Thema Spottdrosseln gearbeitet.

In der fünften Klasse versucht man das bisher erworbene Wissen der Schülerinnen und Schüler zum Konzept „Variation“ mit einem Beispiel zum Vogelzug zu vertiefen. Dieser kann bei derselben Art unterschiedliche Routen bedeuten. Dadurch ergibt sich die Chance, dass sich durch natürliche Selektion verschiedene Arten, mit unterschiedlichen Merkmalen, ausbilden. An dieser Stelle ergibt sich für SchülerInnen die Möglichkeit, selbstständig die Fähigkeit bzw. die Kompetenz zu schulen, bereits vorhandenes Wissen auf einen neuen Sachverhalt transferieren zu können.

Variationsdenken wird beim Thema der sexuellen Selektion in der sechsten Klasse besonders gefördert, da bei Pfauen, Witwenvögeln und Schwalben, je nach Länge der Schwanzfedern, unterschiedliche Fortpflanzungserfolge auftreten. Das heißt, dass hier die Variation der Schwanzfedern einen großen Einfluss auf die Evolution bzw. Entwicklung auf die männlichen Artgenossen hat.

In dem Buch „Schüler besser verstehen“ von Kattmann (2015) unterscheidet der Autor weiter zwischen den Begriffen: „unterschiedlich-sein“ und „unterschiedlich-werden“. Ersteres bezieht sich auf die unterschiedlichen Eigenschaften und Merkmale zwischen Individuen, Populationen und Arten. Dabei setzt Kattmann auch die Begriffe *Variation* und *Heterogenität* gleich. Im Gegensatz dazu ist mit „unterschiedlich-werden“ die Veränderung von Arten und Populationen über eine gewisse Zeit hinweg gemeint. Das bedeutet, dass diese Arten und Populationen die Fähigkeit zur Veränderung innehaben, dabei wird häufig der Begriff Variabilität verwendet.

Das „unterschiedlich-sein“ ist die Grundvoraussetzung für das „unterschiedlich-werden“. Dabei ergibt sich Variation aus der zufälligen Mutation und Rekombination bei der sexuellen Fortpflanzung, worauf letztlich Selektion von Individuen einer Art innerhalb einer Population basiert.

**Warum** ist es nun wichtig für Schülerinnen und Schüler darüber Bescheid zu wissen? Die Variation ist die Grundvoraussetzung für Evolution. Sie zieht sich durch alle lebenden Systeme (Kattmann, 2015) und macht es durch Rekombination (Meiose) und Mutation möglich, dass es zur Ausbildung und Entwicklung unterschiedlicher Arten und Populationen kommt. Einen wesentlichen Beitrag zur Variation, sowohl auf genotypischer als auch auf phänotypischer Ebene, leistet die sexuelle Fortpflanzung, da dabei das genetische Erbgut von zwei unterschiedlichen Individuen rekombiniert wird und die Nachkommen einen neuen genetischen Code "erhalten". Dieser stellt eine Mischung aus dem genetischen Material beider Elternteile dar.

Variation verbindet alle übrigen Big Ideas miteinander und ist, gemeinsam mit Selektion, eines der grundlegenden Konzepte von Evolution. Dass artgleiche Individuen innerhalb einer Population vielfältig sind, muss zuerst von Schülerinnen und Schülern verstanden und akzeptiert werden, bevor es ihnen möglich ist, Evolution im Ganzen zu fassen. Dieses Verständnis von Variation und Vielfalt bildet auch einen wichtigen Grundstock für das Verstehen von Genetik im Oberstufenunterricht.

Es gibt auch **Wissen, dass die Lehrkraft noch besitzen sollte**, aber den Schülerinnen und Schülern in diesem Zusammenhang **nicht beibringt**. Explizit wird während den Stunden, die von einer Lehrerin und einer Fachdidaktikerin geplant wurden, nicht auf die von außen unsichtbaren Merkmale, wie die genetische oder physiologische Variation, eingegangen. Das Ausklammern der nicht sichtbaren Merkmale dient dem besseren Verstehen und Begreifen der Schülerinnen und Schüler. Die Variationen von Schnäbeln, Federn, Farben oder Flugrouten können ohne Probleme schnell erkannt werden.

Es gibt natürlich auch **Schwierigkeiten bei diesem Konzept**, die überwunden werden müssen. Zuerst muss man die Begriffe Art, Population und Individuum sowie ihre Bedeutung verstehen. Denn nicht alle Individuen einer Art sind gleich, sondern jedes Individuum besitzt kleine Unterschiede, ob auf den ersten Blick sichtbar oder nicht. In diesem Zusammenhang könnte man den Menschen als Beispiel

heranziehen. Die Aussage: „Die sehen doch alle gleich aus“, hört man immer wieder in Bezug auf verschiedene Menschenpopulationen. Wenn man sich jedoch Schülerinnen und Schüler einer Klasse ansieht, wird man, bei genauerem Hinsehen, sehr viele kleine Unterschiede zwischen den Klassenkameraden erkennen können. Des Weiteren ist das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu diesem Thema zu beachten. Dabei werden folgende Punkte von Kattmann (2015) in seinem Buch „Schüler besser verstehen“ angesprochen:

Die Einzigartigkeit der eigenen Person wird erkannt und somit auch die Unterschiedlichkeit zu anderen Individuen. Das bedeutet, dass man sich nur selbst für anders und individuell hält, wenn man jedoch große Gruppen von Menschen sieht, schnell alle für gleich halten könnte. Die Variabilität in Populationen oder Arten wird nicht erkannt, sondern die Angehörigen einer Art sind alle gleich. Diese Gleichstellung wird als typologisches Denken bezeichnet. Damit werden alle Individuen einer Art als ein Typus dieser Art gesehen. Das bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler alle Individuen einer Art, die eine Populationen formen, als ein und desselben Typus sehen.

Damit es in einer Population zur Evolution kommt, gibt es immer wieder Außenseiter, die geringfügig von der Art abweichen. Dieses Abweichen vom Arttypus könnte ein Anknüpfungspunkt für Variation und Vielfalt sein, der sich mittels Außenseitertheorie implementieren lässt (Kattmann, 2015). Damit sich Arten beziehungsweise Organismen verändern, wird ihnen ein zielgerichtetes Verhalten zugeschrieben, welches sich aus den Denkrichtungen des Finalismus und der Teleologie ableiten lässt, jedoch nicht zutreffend ist (Kattmann, 2015).

In diesem Zusammenhang wird oft das Beispiel der Giraffen genannt, die, weil sie Blätter von höheren Bäumen fressen wollten, ihre Hälse bewusst verlängerten. In diesem Beispiel manifestiert sich nicht nur ein Fehlkonzept, sondern viele kleine Denkfehler, bezogen auf die zwei Hauptkriterien für Evolutionsprozesse: Variation und Selektion. Aber auch das Überleben und die sexuelle Fortpflanzung spielen bei dem Szenario eine wichtige Rolle.

Die Variation und Unterschiedlichkeit der Individuen innerhalb von Populationen muss besonders und durch vielfältige Beispiele eingeübt werden, bis die Schülerinnen und Schüler dieses Konzept komplett verstanden und verinnerlicht

haben. Man festigt dadurch das Populationsdenken, das wiederum einen Grundbaustein des Evolutionsdenkens darstellt.

Laut Zabel und Gropengießer (2011) kann die Bedeutung von Variation von Schülerinnen und Schülern missverstanden, oder nicht berücksichtigt werden, obwohl die Lernenden mit Selektion argumentieren. Die Prozesse der Evolution, vor allem das typologische Denken, kann als Abweichung und Selektion, statt als Variation und Selektion in den Köpfen der Schülerinnen und Schüler manifestiert sein.

Während der Unterrichtsbeobachtung sind noch ein paar **Faktoren** aufgefallen, die die **Lehrtätigkeit während des Unterrichts beeinflussen**. Zum einen ist als Lehrerin oder Lehrer unbedingt klarzustellen, dass Darwin die Finken auf Galapagos nur gezeichnet und gefunden hat, sie aber nicht bestimmen konnte. Seine Forschung stützte sich auf die Spottdrosseln auf Galapagos.

Zum anderen ist bei den Arbeitsblättern häufig ein Problem mit dem Begriff Durchschnitt aufgetreten. Dies bedarf in vielen Fällen einer Klärung. Vor allem, wie sich der Durchschnitt berechnet, was er aussagt und dass er sich auch verschieben kann.

Als nächstes wird das **begründete methodische Vorgehen** näher betrachtet. Variation und Selektion sind, wie oben genannt, die beiden Voraussetzungen, die Evolution möglich machen. Aber auch das Arten- und Populationskonzept hat maßgeblichen Einfluss, denn die evolvierende Gemeinschaft ist eine Population aus vielen Individuen mit unterschiedlichen Merkmalsausprägungen.

Um die Konzepte wirklich zu verstehen, müssen sie anhand von mehreren Beispielen veranschaulicht und auch als eine Transferleistung vermittelt werden, um das Verstehen zu fördern und nicht nur das Auswendiglernen eines einzelnen Beispiels.

Deshalb beginnt man mit der Hundezüchtung in der vierten Klasse, anhand derer die äußeren Merkmale genauer betrachtet werden und die Begriffe Homogenität, Heterogenität und Variation eingeführt und erklärt werden. Dazu wird die künstliche Selektion der Hunde verwendet, um einen Bezug zur Selektion und zur Variation

herzustellen und somit auch zur Evolution. Noch in derselben Stunde wird die Variation von Schnabelformen und Größen anhand heimischer Vögel und mithilfe von Darwins Finkenzeichnungen betrachtet. Dabei konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler nur auf ein einzelnes Merkmal, den Schnabel. Bei diesem Beispiel wird das selbstständige Denken der Schülerinnen und Schüler angeregt, indem sie auf die Denkpfade von Darwin geschickt werden und diese so nachvollziehen können. Er hat auch die Unterschiede bei den Galapagos-Schildkröten festgestellt und diese werden mit einigen Bildern besprochen. Den Abschluss der geplanten Einheiten bilden die Finken auf Galapagos: Zuerst wird die Vielfalt der verschiedenen Finken in einem Kreis dargestellt, der die Arten auf ihre Nahrungsspektren verteilt. Die Lehrkraft stellt die Frage, wie der Vorfahre dieser vielfältigen Gruppe von Finken ausgesehen haben könnte. War er groß oder klein? Wie hat der Schnabel ausgesehen und was hat er gefressen?

Danach bekommen die Schülerinnen und Schüler ein kompetenzorientiertes Arbeitsblatt, um sich mit echten Daten zu den Finken auseinander zu setzen.

In der fünften Klasse werden alle Themen der Evolution der vorherigen Schulstufe wiederholt, um alle Schülerinnen und Schüler wieder auf den gleichen Stand zu bringen und um ihr Gedächtnis aufzufrischen. Anhand des Finkenthemas aus der vierten Klasse wird nun mit einem erweiterten Arbeitsblatt an das Vorjahr angeknüpft. Dabei werden sowohl die Lesekompetenz als auch die Datenaufarbeitung und die Datenanalyse geübt. Es geht um die Vielfalt der Schnabel- und Ernährungsformen und wie die Umwelt auf diese Merkmale einwirkt. Danach findet ein Transfer auf ein neues Beispiel statt, nämlich den Vogelflug, dazu wurden zwei Arbeitsblätter ausgewählt (Jelemenská et al., 2010). Die vielen Aufgaben, die in ganzen Sätzen zu bearbeiten sind, dienen der Lehrerin beziehungsweise dem Lehrer auch als gute Rückmeldung. Verstandene Konzepte, Fehlkonzepte oder noch nicht ganz verinnerlichte Konzepte können hiermit identifiziert werden. Bei dem Arbeitsblatt „Feed a bird, split a species“, werden die genetische Variation, sowie die Grundvoraussetzung für das Überleben und die sexuelle Fortpflanzung angesprochen.

In der sechsten Klasse werden hauptsächlich die Variation und Vielfalt von Merkmalen, die für die sexuelle Selektion von Bedeutung sind, betrachtet. Als

Beispiele und Arbeitsaufgaben werden die Witwenvögel in Kenia (Versuch von Andersson (1982); 1994) und die Schwanzfedernlänge bei Rauchschwalben (Untersuchung von Møller (1990), 1990) bearbeitet. Des Weiteren sollen die Schülerinnen und Schüler eine Untersuchung mit Pfauen planen, bei der sie die Variation der Schwanzfedernlänge künstlich durch Manipulation herbeiführen. Dabei soll untersucht werden, in welchem Ausmaß die Schwanzfedernlänge Einfluss auf den Paarungserfolg hat.

Als Abschluss des Evolutionsunterrichts der sechsten Klasse wird die Variation noch bei einem spezifischen Merkmal beim Menschen besprochen, dabei wird nur die Geruchs- und Hormonvariation betrachtet und auf die Partnerwahl bezogen.

**Um festzustellen, ob das Konzept verstanden wurde**, müssen die Arbeitsblätter eingesammelt und kontrolliert werden. Dabei können jegliche Schülerkonzepte - ob richtig oder falsch - erfasst, dokumentiert und analysiert werden. Durch die Aufgliederung der Evolution in die sechs Big Ideas kann relativ leicht festgestellt werden, an welchem oder welchen Konzept(en) es scheitert oder welche noch Probleme machen. Durch das viele selbstständige Bearbeiten der Aufgaben durch die Lernenden verfügt man als Lehrkraft über eine ständige Überprüfung des Lernfortschritts und erhebt jede Stunde das Wissen der Schülerinnen und Schüler. Außerdem kann durch die Mitarbeitsmeldungen der Schülerinnen und Schüler schnell festgestellt werden, ob die Konzepte verstanden wurden. Durch gezieltes Nachfragen bei Unklarheiten können Fehlkonzepte und Missstände von der Lehrerin oder dem Lehrer schnell lokalisiert werden. Sollten jene bestehen, kann sogleich versucht werden, diese aus der Welt zu schaffen.

#### 4.2.2. Arten und Populationen

Bei dieser basalen und womöglich trivial erscheinenden Big Idea sind einige schwerwiegende und häufige Fehlkonzpte und Schülervorstellungen verankert, die im Evolutionsunterricht einer Klärung und Überwindung bedürfen.

Schülerinnen und Schüler, aber auch ihre Lehrerinnen und Lehrer, sollten eine klar definierte Vorstellung von den Begriffen Individuum, Population und Art haben.

Dazu eignet sich unter anderem die folgende Graphik:

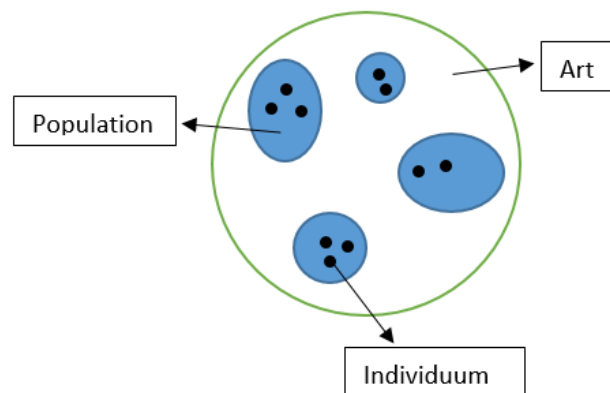


Abbildung 6: Art, Individuum und Population

In Abbildung 6 grenzt der grüne, äußere Kreis die Art ein, die kleineren, blauen Kreise stellen verschiedene voneinander getrennte Populationen dar, in denen verschiedene durch Variation geprägte Individuen leben.

Aus diesem Grund wird auch in der vierten und fünften Klasse mit dem Thema Hundezüchtung begonnen, um, mit einem leichten und für die Schülerinnen und Schüler lebensnahen Thema, die Begrifflichkeiten, die für den Evolutionsunterricht notwendig sind, klar zu definieren.

Bei dem Konzept der Arten und Populationen liegt also der Fokus vorwiegend auf den genauen Definitionen und Abgrenzungen von Fachausdrücken, die ständig im Themenkreis der Evolution verwendet werden. Aus diesem Grund gilt es vorerst einige Begriffe zu bestimmen:

- **Art:** Die populärste Definition von Arten wurde 1969 von Mayr definiert: "Arten sind Gruppen von sich miteinander kreuzenden natürlichen Populationen, die von anderen Gruppen reproduktiv isoliert sind."
- **Population:** „Eine Population ist eine Gruppe von Individuen der gleichen Art, die aufgrund ihrer Entstehungsprozesse miteinander verbunden sind, eine Fortpflanzungsgemeinschaft bilden und zur gleichen Zeit in einem einheitlichen Areal zu finden sind.“ (Lange, 2012, S. 379)
- Für Darwin waren die Einzelercheinungen bzw. individuelle Unterschiede, die Variationen innerhalb von Populationen, von Bedeutung und somit löste er sich vom typologischen Denken. Der eine, fixe Typus existiert nicht in einer Population. Diese Auffassung wird von Mayr (1982) als **Populationsdenken** bezeichnet. (Dreesmann, Graf, Witte, 2011)
- **Artbildung:** Der Begriff der Artbildung wurde von Ernst Mayr eingeführt: Er definiert die Artbildung durch den Prozess der Isolation von Arten, die zur Bildung neuer Arten führen. (Lange, 2012, S. 356)
- **Das biologische Artkonzept** wurde erstmals von Dobzhansky (1935) formuliert und nennt die reproduktive Isolation als ein zentrales Merkmal des Konzepts. Das bedeutet, dass sich neue Arten nur entwickeln können, wenn Populationen durch verschiedenste reproduktive Barrieren isoliert werden. Durch diese Isolation wird der Genfluss zwischen zwei Populationen unterbrochen und durch die genetische Veränderung von Individuen kommt es zur Ausbildung neuer Arten. (sh. Campell/ Reece 2009, S656; Kattmann, 2015)

Diese Begrifflichkeiten und der Versuch die Begriffe exakt voneinander abzugrenzen, sind von äußerster Wichtigkeit. Die Begriffe müssen einmal vorab verstanden worden sein, damit letztlich die Evolution als Ganzes verstanden werden und über zusammenhängende Themen gesprochen werden kann.

Es ist also von großer Bedeutung für **Schülerinnen und Schüler hierüber Bescheid zu wissen**, um das Denken vom Individuum auf die Populationsebene zu heben. Denn wird auf der Ebene des Individuums gearbeitet, kommt es zu Fehlvorstellungen bei der Artentstehung oder bei Evolutionsprozessen allgemein. Eine klare Definition von Art und Gattung ist wichtig für das Verständnis und die Struktur von Stammbäumen.

Als Lehrperson hat man natürlich noch ein viel **umfassenderes Wissen** über das Artkonzept und den Artwandel, dass man den Schülerinnen und Schülern aber **nicht in vollem Umfang beibringt**. Einer Lehrerin oder einem Lehrer sind die verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten von Arten bekannt, wie die Nischenbildung, allopatrische und sympatrische Artbildung und auch die Begriffe Anagenese und Kladogenese. Doch die Verwendung dieser Begriffe ist in den in dieser Arbeit vorgestellten Stunden nicht vorgesehen. Bei den geplanten Einheiten wird das Augenmerk hauptsächlich auf das Verinnerlichen von evolutionären Vorgängen gelegt. Diese sollten vielseitig durch Interaktion mit den Schülerinnen und Schülern, in Form von Gesprächen im Plenum, aber auch durch kompetenzorientierte Aufgaben von den Schülerinnen und Schülern selbstständig oder im Team erarbeitet werden.

Des Weiteren wird von der Lehrperson nicht auf die Veränderung der Allelfrequenzen einer Population durch natürliche Selektion oder auf Grund des genetischen Drifts bzw. des Genflusses eingegangen.

Eine der **Schwierigkeiten** in diesem Bereich ist mit Sicherheit die korrekte Sprache der Lehrerin oder des Lehrers, um eine ständige klare Definition der Begriffe beizubehalten. Dabei ist darauf zu achten, dass nicht die Art als einziger Organismus gedacht wird, sondern die Population aus vielen Individuen besteht, die eine Variation aufweisen (Kattmann, 1995).

Außerdem sollten die wichtigsten Definitionen und Begriffe schon so früh wie möglich im Biologieunterricht eingeführt und regelmäßig in korrekter Weise verwendet werden, um angesprochene Schwierigkeiten zu umgehen.

Das **Vorwissen und die Fehlkonzepte** der Schülerinnen und Schüler über die Begriffe Art, Population, Individuum, sowie über die Artkonstanz und den Artwandel, beeinflussen die Lehrtätigkeit der Lehrerinnen und Lehrer in vielen Bereichen.

Vor allem muss man bei dieser Big Idea viele verschiedene Ausprägungen von Schülervorstellungen beachten, die nun kurz erläutert werden.

Eines der gängigsten Fehlkonzepte von Schülerinnen und Schülern, aber auch von Lehrpersonen ist, dass sich die gesamte Population durch Umweltveränderungen und evolutionäre Vorgänge zur Gänze und in derselben Zeit verändert.

Margret Evans (2000), eine Entwicklungspsychologin, hat sich mit Schülervorstellungen zur Entstehung von Arten beschäftigt und konnte drei wesentliche Vorstellungen dazu erheben:

- Spontane Entstehung (Urzeugung)
- Schöpfung (Religion)
- Biologische Evolution

Aus ihren Ergebnissen lässt sich schließen, dass in den Köpfen von jüngeren Kindern häufig die Vorstellung der Urzeugung vertreten ist. Diese wird jedoch mit der Zeit meist durch die biologische Evolution abgelöst. Die Schöpfungstheorien und den Kreationismus findet man zwar vor allem bei den Jüngeren, bei mittleren Altersgruppen nehmen diese Vorstellungen jedoch nochmals zu, bis sie bei älteren Schülerinnen und Schülern rapide abfallen (Evans 2000/ Dreesmann, Graf, Witte, 2011).

Kattmann weist in seinem Artikel „Konzeption eines naturgeschichtlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht (1995)“ darauf hin, dass der morphologische Artbegriff so definiert ist, dass jene Individuen die zu einer Art gehören die dieselben Merkmale tragen. Doch Individuen gehören nicht aus diesem Grund einer Art an, sondern sie gehören zur selben Art, weil sie übereinstimmende Merkmale besitzen.

Weitere Konzepte zum Thema Schülervorstellungen zum Artbegriff und zur Artentstehung wurden von Kattmann (2015) in seinem Buch „Schüler besser verstehen: Alltagsvorstellung im Biologieunterricht“ dargestellt.

**a) Evolution als Ergebnis im Leben eines Individuums:**

Eine weit verbreitete Schülervorstellung ist, dass evolutionäre Vorgänge in einem einzelnen Individuum zu beobachten sind und dass es kein Prozess über Generationen, bei dem sich eine Population über längere Zeiträume hinweg verändert, ist.

Das Konzept, dass Evolution nur über viele Generationen stattfindet, muss den Schülerinnen und Schülern ausführlich vermittelt werden, indem die zeitliche Dimension adäquat erklärt wird.

**b) Art und Individuum werden gleichgesetzt:**

Wichtig bei evolutionsbiologisch korrekten Erklärungen ist die Entstehung eines Merkmals, auf Ebene des Individuums, und dann natürlich noch die Häufigkeit mit dem ein bestimmtes Merkmal in einer Population vorkommt. Von Bishop/ Andersson (1982) (1990) wurden Schülervorstellungen zu diesem Thema erhoben. Diese Erhebungen stellen dar, dass Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sich häufig auf die schrittweise Veränderung eines Merkmals im Laufe der Zeit fixieren. Außerdem wird meistens die Art als Ganzes betrachtet und keine Variation berücksichtigt. Aber es tritt auch manchmal das genaue Gegenteil ein, bei dem auf ein Individuum fokussiert und davon auf die ganze Art geschlossen wird (typologisches Denken). Dadurch verliert man die evolutionsbiologisch richtige Denkfigur, dass sich ein Merkmal entwickeln kann durch Variation und Selektion und dies zu einer Veränderung der Häufigkeit eines Merkmals in einer Population führt.

Natürlich wird die **Lehrtätigkeit** noch durch das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler **beeinflusst**, aber auch durch falsch oder noch nicht vollständig verstandene Begrifflichkeiten zum Thema Arten, Populationen, Individuen und Artwandel.

Das **begründete methodische Vorgehen** äußert sich in den Einheiten wie folgt: In der vierten Klasse wird mit der Hundezüchtung begonnen um die Begriffe Rasse,

Art, Artkonstanz, Population und Artwandel zu erklären bzw. diese nur zu wiederholen, weil sie im Idealfall in den Schuljahren zuvor bereits definiert wurden. Wichtig wird der Populationsgedanke dann bei dem Arbeitsblatt zu den Finken. Dabei kommt es zu einer Änderung der Häufigkeit von Merkmalsausprägungen durch das Überleben einiger bestimmter Individuen aufgrund von Klimaveränderungen.

In der fünften Klasse werden die Beispiele und Themen der vierten Klasse wiederholt, um den Schülerinnen und Schülern die wichtigsten Begriffe und Konzepte wieder in Erinnerung zu rufen. In dieser Klasse wird das Konzept der Arneubildung anhand der Mönchsgrasmücke vertieft und das schon gelernte Wissen wird auf ein neues Beispiel angewendet, es findet also ein Transfer statt. Als Abschluss in der sechsten Klasse wird die Veränderung der männlichen Individuen betrachtet, bei der sich nur ein Teil einer Art verändert, ohne dass sich die gesamte Art verändert. Diese Veränderung, aufgrund der sexuellen Selektion, wird anhand von Witwenvögeln, Pfauen und Schwalben in der sechsten Klasse durchbesprochen, aber auch selbstständig von den Schülerinnen und Schülern erarbeitet.

**Um festzustellen, ob das Konzept verstanden wurde**, sollten die Arbeitsblätter und die Schülerinnen- und Schüleraussagen, wie bei der Big Idea Variation, untersucht werden.

### 4.2.3. Selektion

Das Ziel der geplanten Stunden es, ist einen roten Faden der Evolution durch den gesamten Biologieunterricht der Sekundarstufe I & II (AHS) zu spannen. Der Faden, der dabei alle anderen Fäden zusammenhält, ist die Selektion. Das Konzept der Selektion ist, gemeinsam mit der Variation, das tragende Element des roten Fadens der Evolution.

Die **Schülerinnen und Schüler sollen lernen**, dass man sich die Selektion weder als Handlung noch als Kraft vorstellen soll. Die Selektion selbst kann nichts „bewirken“, sondern ist eine Folge aus Wechselwirkungen zwischen Organismen und deren biotischer (belebter) und abiotischer (unbelebter) Umwelt. Die Selektion ergibt sich dabei aus drei wichtigen Faktoren: die Unterschiedlichkeit der Individuen (Variation), dem Konkurrenzkampf zwischen ihnen (durch Überproduktion und Ressourcenknappheit) und den jeweiligen Umweltbedingungen (Ressourcenknappheit) (vgl. Kattmann, 2015).

Da die Selektion den grundlegenden roten Faden bildet, stellt sie auch das Grundgerüst für alle Stunden und Klassen dar. Die Schülerinnen und Schüler beginnen in der vierten Klasse mit der künstlichen Selektion, wobei der Mensch als Züchter fungiert. Dazu wurde als Beispiel die Hundezüchtung ausgewählt, um den Schülerinnen und Schülern einen ersten, lebensnahen Bezug zur Evolution und zu den Vorgängen von Selektion zu geben.

In dem Artikel von Baalman et al. (2004) wird dazu beschrieben, dass mit dem Thema der Züchtung von Tieren und Pflanzen (vgl. Winkel, 1995), bereits in der Unterstufe ohne Überforderung gearbeitet werden kann, um in der Oberstufe darauf aufbauend und vertiefend die Evolution mit der Genetik zu verknüpfen. Bereits Charles Darwin diente die künstliche Selektion beziehungsweise die Tierzucht als Modell für die Selektionstheorie.

Die natürliche Selektion wird schon in der vierten Klasse zu unterrichten begonnen und zieht sich auch durch den gesamten Evolutionsunterricht der fünften Klasse.

Dabei fungiert die Natur als „Züchter“, wobei dies nur als Metapher zu sehen ist (Baalmann et. al, 2004). Um das Zusammenspiel von Variation, sexueller Fortpflanzung und Selektion wirklich zu verinnerlichen dienen mehrere Beispiele. Dabei soll verstanden werden, dass es durch veränderte Umweltbedingungen und Variation zur Selektion kommt.

*„Selektion besteht nicht in der Einwirkung von Umweltfaktoren auf die Organismen, sondern sie ist das Ergebnis der Wechselbeziehungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt. Die biotisch verursachten Änderungen der Umwelt wirken daher auf die Selektion der Lebewesen ein. Beide sind gleichermaßen Ergebnis der Selektion. Nur wenn beide Begriffe zusammen gedacht und die Termini entsprechend im Unterricht benutzt werden, können die evolutionären Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt angemessen erfasst werden.“*

(Kattmann 1991; zit. nach Baalmann et. al. (2004), S.18)

Den Abschluss bildet die sexuelle Selektion. Anhand von ausgewählten Beispielen sollen die Schülerinnen und Schüler über male und female choice, intra- und intersexuelle Konkurrenz und über die Mechanismen dahinter, wie die Variation, das Überleben und die sexuelle Fortpflanzung, lernen.

Es ist von großer **Wichtigkeit**, dass die Schülerinnen und Schüler über das Konzept der Selektion **Bescheid wissen** und die Zusammenhänge mit den anderen Big Ideas verinnerlicht haben, um die Evolutionstheorie in ihrem vollen Umfang akzeptieren und verstehen zu können.

Wird in der Sekundarstufe 1 nicht explizit Bezug auf die Konzepte der Mutation und Selektion genommen, führt dies zwangsläufig zu teleologischen und finalistischen Vorstellungen, da die Schülerinnen und Schüler mit Alltagsvorstellungen auch zu – für sie befriedigenden – Ergebnissen und Erklärungen kommen (Hedewig, 1988, zit. nach Baalmann et. al., 2004).

Als Lehrerin oder Lehrer sollte man über manche **Konzepte deutlich tiefergehendes Wissen besitzen und intuitiv entscheiden können, ob es für die jeweiligen Schülerinnen und Schüler wichtig ist**, darüber etwas zu wissen oder nicht. Oft beeinflusst ein vielschichtiges Wissen über ein Konzept auch die Erklärungsweisen der Lehrkraft. Dies kann zu einem besseren Verständnis der Schülerinnen und Schüler beitragen, wie zum Beispiel die Erläuterung der Bedeutung des Wortes Selektion. Dieses wird im Deutschen wie „Auslese“ bzw. „Auswahl“ und umgangssprachlich als Sortieren verwendet. Es bedeutet, dass Individuen oder Gegenstände unterschiedlich sind, weil man diese sonst nicht sortieren könnte. Oft werden die Begriffe wertend eingesetzt, wie zum Beispiel in den Gegensatzpaaren „Gut und Böse“ oder „gut und schlecht“ (Kattmann, 2015). Zu alltagssprachlichen Verwirrungen können darüber hinaus auch andere Begriffe im Themenkreis der Selektion führen, die es zu klären gilt: Im landwirtschaftlichen Bereich stehen die Termini Zucht und Zuchtwahl für künstliche Selektion. In der Biologie wird der Begriff ausschließlich für das Sortieren nach dem Fortpflanzungserfolg (Zuchtwahl) gebraucht, dies ist eine gezielte Auswahl. Wird nach anderen Kriterien sortiert steht das sozialwissenschaftliche Fachwort „Siebung“ zur Verfügung, wie bei den Schulnoten zum Beispiel (Kattmann, 2015). Bei der natürlichen Selektion geht es um den Wettbewerb, zwischen unterschiedlichen Individuen, um Ressourcen. Jene Individuen, die unter bestimmten Umweltbedingungen erfolgreicher sind, haben mehr Nachkomme. Die weniger Erfolgreichen bekommen keine Nahrung oder werden gefressen und kommen dadurch zu keinem Fortpflanzungserfolg (Kattmann, 2015).

Bei der sexuellen Fortpflanzung haben diejenigen Individuen Fortpflanzungserfolg die vermehrt zur Fortpflanzung „gewählt“ werden. Dieser Wettbewerb findet entweder intra- oder intersexuell statt (Kattmann, 2015).

**Schwierigkeiten und Einschränkungen** bei der Vermittlung von Selektion können auftreten, vor allem wenn es um den Begriff Zufall geht.

Aus der Alltagsvorstellung dieser „Zufälligkeit der Evolutionsvorgänge“ kommen viele Ablehnungen gegenüber der Evolutionstheorie. Diese Fehlvorstellungen entstammen jedoch meist einem Missverständnis des Wortes Zufall im

Zusammenhang mit Selektion. Denn mit Zufall wird in der Biologie meist das „Unvorhersehbare“ gemeint und nicht das „Unwahrscheinliche“. Es ist festzuhalten, dass der Artwandel in zwei Schritten erfolgt, durch ungerichtete Variation (Mutation und Rekombination), die viele verschiedene Varianten von Individuen ungerichtet bereitstellt, und der Selektion der Tauglichsten, die dann einen Fortpflanzungserfolg verbuchen können (Kattmann, 2015).

In der Literatur wird die Selektion auch manchmal als das ungezielte Streuen von Schrotkörnern (variierende Eigenschaften) bezeichnet, wobei ein Teil der Schrotkörner durch zufälliges Werfen auf das passende Objekt trifft (Umweltbedingungen). Erst durch das Auftreten günstiger Eigenschaften werden sie zum „Ziel“. Diese Zufallstreffer könnten unreflektiert auch als zielgerichtete Anpassung gedeutet werden. Darwin hat dieses Prinzip der ungerichteten Zufallstreffer mit Hilfe des folgenden Satzes zusammengefasst: „It happens to be useful“ (Kattmann, 2015).

Somit besteht das Prinzip der natürlichen Selektion aus Zufallstreffern. Wenn die Lebensbedingungen konstant sind, hat die Selektion ausgerichtete Folgen, obwohl sie selbst nicht gerichtet ist. Diese Zufälligkeit ist jedoch nicht mit Unwahrscheinlichkeit oder Unvorhersehbarkeit zu verwechseln (Kattmann, 2015).

Einige der **wichtigsten Schülervorstellungen** wurden von Kattmann (2015) in seinem Buch „Schüler besser verstehen – Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht“ dargestellt. Hervorzuheben ist, dass Arten, laut Kattmann, von Schülerinnen und Schülern häufig als Typen gesehen werden, die sich zur Gänze verändern. Häufig wird die Selektion nur zwischen Arten angenommen und das Entstehen neuer Arten als Resultat davon gesehen, doch es sollte eher die Abänderung der Art angenommen werden (Kattmann, 2015). Aus Kattmanns Zusammenstellung (2015) kann man schließen, dass Schülerinnen und Schüler zwar von variablen Populationen ausgehen, da sie dies meist schon gelernt haben, jedoch nehmen sie an, dass durch die Selektion nur ein Typ, mit den optimalen Eigenschaften und Merkmalen, übrigbleibt. Zusammengefasst kann man sagen, dass die Schülerinnen und Schüler von einer variablen Population ausgehen und

nach dem selektiven Überleben und der selektiven Fortpflanzung, von einer variationslosen Population als Ziel von Selektion ausgehen.

Der Zufallsbegriff ist ebenfalls ein wichtiger Punkt der von Schülerinnen und Schülern oft missverstanden wird, wie bereits oben beschrieben wurde.

In der untenstehenden Tabelle 22 sind noch weitere übliche Fehlkonzepte aufgezählt, die von Kattmann in Tabellenform dargestellt wurden.

| <b>Alltagsvorstellungen</b>                               | <b>Chancen für fachliches Lernen</b>                                                                                                                                                                           | <b>Hindernisse für fachliches Lernen</b>                 |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Anpassung erfolgt durch zielgerichtetes Handeln.</i>   | <i>Perspektivenwechsel: Selektion ist Angepasstwerden;<br/>Anknüpfung: Aneignung der Umwelt</i>                                                                                                                | <i>Intentionale teleologische Vorstellungen</i>          |
| <i>Individuen der Arten verändern sich gleichsinnig.</i>  | <i>Kontrast: variable Populationen</i>                                                                                                                                                                         | <i>Typologische Vorstellung</i>                          |
| <i>Selektion findet zwischen Arten statt.</i>             | <i>Kontrast: Selektion zwischen Individuen einer Art.</i>                                                                                                                                                      | <i>Typologische Vorstellung</i>                          |
| <i>Natürliche Selektion ist gut, weil „natürlich“.</i>    | <i>Kontrast: Natur setzt keine Normen</i>                                                                                                                                                                      | <i>Naturalistischer Fehlschluss</i>                      |
| <i>Es treten manchmal Außenseiter auf.</i>                | <i>Anknüpfung an Außenseitermotiv erschließt Unterschiede in Populationen</i>                                                                                                                                  | <i>Beschränkung auf vom Typus abweichende Individuen</i> |
| <i>Natürliche Selektion setzt einen „Züchter“ voraus.</i> | <i>Anknüpfung: Selektion ist ein aus individuellen Unterschieden und Konkurrenz resultierendes Prinzip</i>                                                                                                     | <i>Anthropomorphe Deutung der Zuchtungsanalogie</i>      |
| <i>Mutation und Selektion erfolgen gerichtet.</i>         | <i>Kontrast: Mutationen sind ungerichtet, Selektion erfolgt nach dem Zufallstrefferprinzip</i>                                                                                                                 | <i>Teleologische Vorstellung</i>                         |
| <i>Selektion bewirkt das Überleben nur eines Typs.</i>    | <i>Kontrast: variable Population: In jeder Generation treten erneut Individuen auf, deren Merkmale ungerichtet variieren.<br/>Stammeslinien spalten sich aufgrund unterschiedlicher Lebensbedingungen auf.</i> | <i>Teleologische und typologische Vorstellung</i>        |

Tabelle 22: Schülervorstellungen zum Thema Selektion (Kattmann, 2015, o.S.; Digitaler Anhang)

Besonders interessant ist hierbei der Punkt, dass die natürliche Selektion einen „Züchter“ voraussetzt. Bei den Stundenbeschreibungen wird darauf hingewiesen, dass diese anthropomorphe Deutung der Zuchtmetapher verwendet werden sollte. Jedoch ist zu beachten, dass den Schülerinnen und Schülern klar wird, dass die natürliche Selektion ein Resultat aus Variabilität und Konkurrenz um Umweltressourcen ist und die Natur nicht wie ein Züchter auswählt (Kattmann 2015).

Die Zielgerichtetheit ist wohl am schwierigsten aus den Köpfen der Schülerinnen und Schüler zu bekommen. Diese Zielgerichtetheit ist in uns Menschen tief verankert. Jegliches Tun von uns Menschen hat eine absichtsvolle Handlung im Sinn, die ein bestimmtes Ziel verfolgt. Außerdem wird das Zielgerichtete häufig von der Lehrkraft, Medien oder Museen, durch die verwendete Sprache, in den Köpfen der Kinder verankert. Diese zielgerichteten Erklärungen reichen den Schülerinnen und Schülern häufig aus, um Prozesse in der Evolution zu beschreiben, dadurch verspüren sie auch nicht den Drang nach besseren Erklärungsmöglichkeiten und verbleiben bei der Zielgerichtetheit (Kattmann, 2015).

Die **Lehrtätigkeit** wird durch das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler **beeinflusst** und ebenfalls durch die Kenntnis und das Wissen über alle anderen Big Ideas. Um die Selektion in all ihren Facetten verinnerlichen zu können und ihre Vorgänge wirklich zu verstehen, spielen alle anderen Konzepte, vor allem die Variation, eine große Rolle. Es ist die Aufgabe der Lehrkraft die Probleme beim Verständnis von Selektion zu finden. Diese Lernhindernisse fußen häufig in anderen Big Ideas, die noch nicht ganz akzeptiert oder verstanden wurden. Den Schülerinnen und Schülern müssen die Verknüpfungen zwischen den einzelnen Konzepten klargemacht und verdeutlicht werden, um ein allumfassendes Gesamtbild, in welchem Ausmaß auch immer, erreichen zu können.

Im Folgenden wird kurz das **methodische Vorgehen** der Stunden dargelegt. Begonnen wird in der vierten Klasse mit der künstlichen Selektion, anhand der Hundezüchtung, woraus sich ein Alltagsbezug für Schülerinnen und Schüler ergibt. Der Mensch als Züchter wird auch noch weiter behandelt in Zusammenhang mit

Darwin und seiner Taubenzucht. Den Abschluss der vierten Klasse bilden dann die Finken auf Galapagos und die Variation ihrer Schnabelformen aufgrund von natürlicher Selektion. Dazu arbeiten die Schülerinnen und Schüler noch eigenständig an einem kompetenzorientierten Arbeitsblatt, dass dann von der Lehrerin oder dem Lehrer verwendet werden kann, um den Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler festzustellen.

In der fünften Klasse ist geplant, die Themen der vierten Klasse noch einmal zu wiederholen, um die Schülerinnen und Schüler wieder auf ein einheitliches Niveau zu bringen und den Gedankengang, der in der vierten Klasse mithilfe von Darwin beschritten wurde, wieder nachvollziehen zu können. Dazu wird die Hundezüchtung, als künstliche Selektion, aber auch die natürliche Selektion, mit Hilfe eines weiterführenden Arbeitsblattes zu den Grundfinken wiederholt und vertieft. Um ein tieferes Verständnis für die natürliche Selektion zu erreichen, wird das, anhand eines Beispiels gelernte und erarbeitete, Wissen, auf ein neues Beispiel transferiert. Bei diesem Transfer geht es um die Frage: „Warum pendeln Zugvögel?“ Die Variation ist nun nicht mehr bei körperlichen Merkmalen zu finden, sondern in den Flugrichtungen. Mit der Aufgabe „Feed a bird, split a species“ wird diese Variation, aufgrund von unterschiedlichen Überlebenschancen und dadurch unterschiedlichen Fortpflanzungserfolgen selektiert.

In der sechsten Klasse, sollte man die künstliche Selektion kurz (durch Fragen) in Erinnerung rufen und die natürliche Selektion, wenn möglich, durch ein Animationsspiel (zum Beispiel zur Froschselektion oder am Beispiel des Birkenspanners) verdeutlichen. Durch Bilder von Hirschen wird auf die sexuelle Selektion übergeleitet, bei der nicht mehr der Mensch oder die Natur selbst als „Züchter“ fungiert, sondern female / male choice oder inter- oder intrasexuelle Selektion.

Die intersexuelle Selektion bei der die Weibchen die Männchen gezielt für die Fortpflanzung aussuchen, wird anhand der Pfauen, Witwenvögel und Rauschwalben besprochen. Dazu wurden Arbeitsblätter gestaltet, in denen die Schülerinnen und Schüler die Untersuchungen von Møller (1990) (1990) und Andersson (1982) (1994), bearbeiten, auswerten und interpretieren müssen.

Bei den Hirschen ist es genau umgekehrt, hier kämpfen die Männchen untereinander, also wird durch eine intrasexuelle Selektion bestimmt, wer sich mit den Weibchen fortpflanzen darf und wer nicht.

Im Anschluss sollte noch einmal alles rekapituliert werden. Wer fungiert bei der künstlichen, natürlichen und sexuellen Selektion jeweils als „Züchter“ und wo liegen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten? Es sollte klargestellt werden welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit es zur Selektion und somit zu einem evolutionären Prozess kommen kann.

Den Abschluss des Themas bildet der Transfer der sexuellen Selektion auf den Menschen. Dabei sollte ein Bezug der Schülerinnen und Schüler zur sexuellen Selektion geschaffen werden. Es geht um die Variation von Hormonen und Körpergerüchen, die zu unterschiedlichen Erfolgen bei der sexuellen Fortpflanzung führen.

**Um festzustellen, ob das Konzept verstanden wurde,** sollte man den Anweisungen und Vorschläge der Big Idea Variation folgen.

#### 4.2.4. „Angepasstheit“

Das Wort „Anpassung“ oder die Phrase „sie haben sich an die Umwelt angepasst“, sind gängige Sätze, die im Wortschatz von Schülerinnen und Schülern fest verankert sind. Es ist leicht, mit diesem simplen Repertoire, die Evolutionstheorie in einem zufriedenstellenden Ausmaß erklären und beschreiben zu können.

Diese Aussage wird durch folgendes Zitat von Baalman et. al (2004), der Hedewig 1988 mit folgenden Worten zitierte (S.16) verdeutlicht:

*„Zunächst ist festzustellen, dass die Themen zur Angepasstheit von Lebewesen an ihre Umwelt in der Sekundarstufe 1 ohne expliziten Bezug zu den angerichteten Prozessen der Mutation und Selektion zwangsläufig teleologische und finale Vorstellungen der Lernenden bestätigt, da sie mit den ihnen dann allein zur Verfügung stehenden lebensweltlichen Konzepten zu individuell befriedigenden Lösungen des Problems kommen.“*

Das Problem der simplen Erklärung für evolutionäre Vorgänge mit dem Wort Angepasstheit wird auch von Halldén 1988 angesprochen, der schreibt:

*„Wenn Lernende versuchen, die Entstehung oder Veränderung von Merkmalen im Laufe der Evolution zu erklären, verwenden sie derart häufig und zentral Anpassungs-Vorstellungen, dass Anpassung sich den Lernenden als ein allumfassendes Erklärungsmuster für evolutionäre Änderungen anzubieten scheint“ (zit. von Baalman et. al. 2004, S. 7)*

Aufgrund dieser Zitate erschließt sich die grundsätzliche Überlegung, ob die Anpassung wirklich ein Konzept darstellt, also etwas, das passiert, ist, oder ob sie

möglicherweise auch schlichtweg das Resultat der anderen Big Ideas, wie der Variation und der Selektion, ist:

Ist es notwendig die Anpassung an sich zu betrachten, zu ergründen welche Mechanismen hinter dem Konzept stecken? Oder ist es ein sprachliches Denkkonstrukt mit dem wir in wenigen Worten die Mechanismen des Artwandels und der Artneubildung durch Variation und Selektion beschreiben können? Ist das Konzept der Anpassung, etwas grob formuliert, womöglich ein Konstrukt der Faulheit und noch nicht verinnerlichtem Wissen?

Diese Fragen werden in der Diskussion noch etwas ausführlicher erörtert.

Die **Schülerinnen und Schüler sollten lernen**, dass die Anpassung das Resultat von Variation und Selektion ist, aber kein zielgerichtetes oder bewusstes Handeln von Organismen. Die Lernenden sollten den Unterschied zwischen ultimativen („Wie kam es dazu?“) und proximativen Ursachen („Wie kommt es dazu?“) kennen. Sie sollten lernen, dass die Zeitdimensionen, in denen eine von natürlicher Selektion angetriebene Evolution stattfindet, sehr lange Zeiträume einnehmen können. Es ist äußerst schwierig für Schülerinnen und Schüler sich diese Zeitdimensionen auch nur ansatzweise vorzustellen, geschweige denn völlig zu verstehen. (Dreesmann, Graf und Witte 2011). Angesprochen werden sollten in diesen Zusammenhang auch noch die kreationistischen Schülervorstellungen, die von Christian Hörsch in seinem Artikel „Wer hat die Welt geschaffen – Kreationismus im Biologieunterricht“ gekonnt dargestellt werden. Laut ihm geht es beim Kreationismus nicht um eine unvoreingenommene Erforschung der Natur, sondern mit aller Kraft eine festgesetzte Meinung beizubehalten, zu verteidigen und andere von der eigenen Meinung zu überzeugen (Hörsch 2004, S. 210).

Hörsch kommt in seinem Artikel zu dem Schluss, dass eine Auseinandersetzung mit einigen Thesen des Kreationismus im Biologieunterricht zu einem besseren Verständnis des Charakters von naturwissenschaftlichen Argumentationen führen und den Blickwinkel auf unterschiedliche Sichtweisen ermöglichen könnte. Diese Thesen könnten im Unterricht auch deshalb fruchtbar genutzt werden, da sie häufig auch viele der bekannten Schülervorstellungen abdecken, um damit einen

kognitiven Konflikt auszulösen (Eschenhagen, Kattmann & Rodi, 1998; zit. von Hörsch, 2004, S. 211).

Die **Lehrperson weiß mehr über das Konzept**, bringt es den Schülerinnen und Schülern aber nicht in diesem Kontext bei, wie zum Beispiel über die Entstehung der Erde, die Veränderungen der Erdatmosphäre, über Pflanzen und ihre Entwicklungen, Entwicklung des Lebens, Stammbäume, Genetik, Mutation und Evolutionszeiträume. Um Überforderung zu vermeiden, erfolgt exemplarisches Erlernen einzelner Inhalte, die später zu einem Großen und Ganzen verknüpft werden sollen.

Die **Lehrkraft sollte über gewisse Schülervorstellungen**, vor allem auch zum Konzept der Anpassung, **Bescheid wissen**, um den Schülerinnen und Schülern von Anfang an ein richtiges Verständnis und ein besseres Vokabular nahe zu legen, weg von den schlichten und vereinfachenden Worten „sie haben sich angepasst“.

Um diesen Fehlkonzepten entgegen zu wirken, muss die Lehrerin beziehungsweise der Lehrer besonders auf die eingesetzte Sprache achten und falls Schülerinnen und Schüler trotzdem damit argumentierten, ist dem entgegen zu wirken, z.B. durch Nachfragen und/oder Richtigstellen. Es ist meist auch möglich die Fehlkonzepte in so einem Moment als Lehrperson ganz offen anzusprechen.

Im Folgenden nun ein Beispiel für Schülervorstellungen zur Teleologie beziehungsweise zum Finalismus: Schülerinnen und Schüler argumentieren des Öfteren folgendermaßen: „Die Finken haben sich an die trockeneren Jahre angepasst!“ Doch auch im Wortschatz von Lehrkräften sind solche Ausdrucksweisen, obwohl es ihnen nicht auffällt, tief verankert und werden gerne genutzt um evolutionäre Prozesse und Fragen nach dem „warum“ schnell und einfach zu beantworten. Doch solche Aussagen deuten eine „Zweckgerichtetheit“ an, welche schnell zu teleologischen und finalistischen Denkweisen verleitet. Laut Darwin ist die Anpassung auf keinen Fall mit einem gezielten Zweck gleichzusetzten, sondern ist das Ergebnis von zufälliger Variation und folgender Selektion. Jedoch können Anpassungen natürlich „zweckmäßig“ sein, wenn sie sinnvoller für die neuen Umweltbedingungen sind (Dressman, Graf und Witte, 2011, S.34).

Diese Zweckmäßigkeit, die schon von Dressman, Graf und Witte beschrieben wurde, ist auch von Kattmann 1995 angesprochen worden, der den „bewussten Fortschritt“ kritisierte. Diese Konzepte würden zu dem Fehlschluss führen, dass der Mensch die Krone der Schöpfung ist und das Ziel der Evolution erreicht hat.

*„Naturgeschichtlich stellt sich die Evolution nicht als Summen von (aufstrebenden) Entwicklungslinien dar, sondern als Kette von miteinander verschränkten Ereignissen und wechselhaftem Geschehen, gleichsam als Lebensdrama, in dem die Organismen als interagierende Partner in unterschiedlichen Rollen auftreten.“* (Kattmann, 1995, S. 34-35)

Mit diesem Bild von Kattmann, wird einem klar, dass man dem Zielgerichteten entgegenwirken muss, um ein besseres Verständnis zu erlangen, beziehungsweise um das falsche Konzept der Angepasstheit aus den Denkweisen der Schülerinnen und Schüler zu bekommen.

Um die möglichen Fehlkonzepte und Schülervorstellungen näher auszuführen, sollen an dieser Stelle die Ergebnisse einer Interviewstudie von Baalman et. al. (2004) vorgestellt werden. Die Fragestellung der Untersuchung war: „Welche Begriffe, Konzepte und Denkfiguren zur Anpassung stehen den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung?“ (Baalman et. al., 2004, S. 10).

Die Untersuchung wurde in Oldenburg durchgeführt und Interviews mit Tonaufnahmen von zehn Schülerinnen und Schülern die zwischen der 10. und 13. Schulstufe waren, wurden geführt, transkribiert und analysiert.

Das Ergebnis waren folgende Denkfiguren:

1. **Gezieltes adaptives Handeln von Individuen:** Anpassung wird durch absichtsvolles und zielgerichtetes Handeln von Lebewesen erreicht.
  - *Adaptive Individuen:* Das Lebewesen macht die Anpassung
  - *Anpassungs-Erkenntnis:* Individuen erfüllen, merken, erfahren oder erkennen bewusst oder unbewusst ihre Situation.

- *Art (Rasse) erhaltende Anpassung:* Lebewesen passen sich an, um ihre Art (Rasse) zu erhalten
- *Anpassende Handlungen:* Lebewesen führen Handlungen aus, die zur Anpassung führen: Sie suchen einen für sich passenden Lebensraum auf, oder kreuzen sich gezielt, damit eine Form entsteht die gut angepasst ist. Graduelle Anpassung: In kleinen Schritten führen Änderungen zur Anpassung der Individuen. (Baalmann et. al., 2004, S. 12)

2. **Adaptive körperliche Umstellung:** Adaptive körperliche Veränderungen und Neubildungen werden automatisch durch Reaktionen der Organismen auf die Lebensbedingungen verursacht.

- *Adaptive Gewöhnung:* Der Körper stellt sich auf veränderte Bedingungen ein.
- *Anpassung durch Gebrauch:* Adaptive Merkmale werden durch wiederholten Gebrauch ausgeprägt oder verstärkt.
- *Anpassung-Notwendigkeit:* Die physische Anpassung erfolgt zwangsläufig, wenn sie für Lebewesen notwendig ist, um überleben zu können. (Baalmann et. al., 2004, S. 13)

3. **Absichtsvolle genetische Transmutation:** Die genetische Information (das genetische Material) wird vom Organismus oder vom Körper zum Zweck der Anpassung abgeändert.

- *Gendominanz durch Beanspruchung:* Stärkere Beanspruchung bestimmter Körperteile führt dazu, dass bei der Fortpflanzung die entsprechenden Gene dominieren und eine größere Aktivität entfalten.
- *Erkenntnisanaloge Mutation:* Die Erkenntnis über eine nötige Anpassung gelangt als Information in die Erbinformation und wird dort festgelegt. Erkenntnisinduzierte Mutation: Wenn Lebewesen merken, dass sie sich verändern müssen, bringt der Körper das genetische Material dazu, sich zu verändern. (Baalmann et. al., 2004, S.14)

Nachdem man diese Denkfiguren angesehen und zu verstehen versucht hat, kommt man zu dem Schluss, dass der Sprachgebrauch im Unterricht einen entscheidenden Einfluss auf die Schülerinnen und Schüler hat:

*„Die Unterscheidung im Sprachgebrauch zwischen „angepasst“ und „passend“ scheint wichtig zu sein. (Baalmann et al. 2004)*

*„Anpassung“ sollte im evolutionären Sinn ausschließlich mit dem Passiv umschrieben werden: Lebewesen werden der Umwelt angepasst, sie passen sich nicht aktiv (im evolutionären Sinn) an.“ (Baalmann et. al. 2011)*

Als Conclusio ergibt sich, dass das Konzept der Anpassung hauptsächlich Fehlkonzepte fördert und ein (umgangs-)sprachliches Problem darstellt.

In diesem Sinne sollten falsche Formulierungen nicht einfach hingenommen, sondern durch Nachfragen möglichst sofort geklärt werden. Die Anpassung ist ein Erklärungsmodell, welches auf einfache Weise funktioniert, doch die Evolution ist deutlich vielschichtiger und komplizierter und kann daher schwerlich mit einem so reduzierenden und oft falsch verstandenen bzw. gemeinten Ansatz zusammengefasst werden.

In den **geplanten Schulstunden** kommt die „Anpassung“ in allen Schulstunden, von der vierten bis zu den Stunden in der sechsten Klasse, vor, doch es kommt darauf an, ob man den Schülerinnen und Schülern die Variation und Selektion aufgrund von verschiedenen Faktoren beibringt, oder es nach der zu simplen Phrase „sie haben sich angepasst“ erklärt. Dies ist jeder Lehrkraft selbst überlassen, aber es sollte einem Pädagogen bewusst sein, dass man somit auch den roten Faden der Biologie, die Evolution, als nichtig und einfaches zielgerichtetes Konstrukt abtut.

Es gibt viele **Mittel und Wege um festzustellen**, ob die Schülerinnen und Schüler mit Anpassung argumentierten oder nicht. Dazu muss bei Wortmeldungen auf den

Sprachgebrauch geachtet und versucht werden, den Denkprozess der Lernenden zu verstehen. Durch das Kontrollieren der schriftlichen Arbeitsaufgaben, kann die Wortwahl jedes Einzelnen genauer betrachtet und möglicherweise in der nächsten Biologiestunde auf fehlerhafte Argumentationen eingegangen werden, vielleicht durch das Gegenüberstellen von guten und fehlerhaften Antworten von den Schülerinnen und Schülern selbst.

#### 4.2.5. Sexuelle Fortpflanzung

Diese Big Idea wurde kreiert, da es einige Probleme mit dem Verstehen und Verinnerlichen von Grundvoraussetzungen gab. Mit Grundvoraussetzungen sind die Grundlagen gemeint, die vorhanden sein müssen, damit es zu evolutionären Prozessen kommen kann. Das Überleben bis zur Geschlechtsreife und das Überleben der Nachkommen gehören, unter anderem, dazu. Um dies zu gewährleisten, müssen genügend Ressourcen wie Nahrung und Artgenossen für die sexuelle Fortpflanzung zur Verfügung stehen bzw. Merkmale vorhanden sein, die Individuen Vorteile beim Überleben und Fortpflanzen bieten.

Mit der sexuellen Fortpflanzung kommen auch die Gene ins Spiel: Die geplanten Stunden sind dazu vorgesehen, vor einem ausgiebigen Genetik-Unterricht stattzufinden. Darin wird allerdings kein größeres Problem bezüglich des Vorwissens gesehen. Von Baalman et. al. 2004 wurde in einem Artikel zu den Schülervorstellungen zu den Prozessen der Anpassung angemerkt, dass ein nicht-evolutionärer Genetikunterricht für einen nachfolgenden Evolutionsunterricht eher störende Wirkung haben kann, da die Schülervorstellungen über Vererbung mit der Denkfigur der Konstanz der Gene arbeiten und nicht mit Mutation und Variation (Vera Frerichs (1992), zit. nach Baalman et. al. 2004). Es wird demnach vorgeschlagen, die Themenbereiche nicht getrennt voneinander zu betrachten, sondern in Bezug zueinander zu setzen:

*„Auf diese Weise können die Lernenden dazu ermutigt werden, ihre eigenen Vorstellungen in beiden Bereichen gegenüber zu stellen, zusammen zu reflektieren und dabei zu einem angemessenen Verständnis sowohl von Vererbung wie auch von evolutionären Wandel zu gelangen.“*

*(Baalman et. al., 2004, S. 20)*

**Schülerinnen und Schüler sollen über dieses Thema lernen,** dass das Überleben und die Variabilität, die durch sexuelle Fortpflanzung entstehen, die Grundvoraussetzungen für Evolution sind. Ohne das Überleben, das bedeutet ein Zusammenspiel von genug Nahrung, wenig Feinden und den richtigen Umweltbedingungen, kann sich eine Population nicht fortpflanzen und nur durch Fortpflanzung kann es zur Veränderung kommen.

Das Thema wird zum Beispiel bei der Hundezüchtung angesprochen, bei der es essentiell ist, dass die Welpen überleben, sodass es später wieder zu einem Fortpflanzungserfolg kommen kann. Dies setzt natürlich eine Fruchtbarkeit von Männchen und Weibchen voraus und damit die Hunde überhaupt zur Fortpflanzung kommen, brauchen sie genügend Nahrung und müssen gesund, also auch widerstandsfähig gegenüber Krankheiten, sein.

Dasselbe Prinzip ist auch bei den Finken auf Galapagos zu besprechen: diejenigen mit den größeren Schnäbeln haben länger Nahrung und können sich trotz schlechterer Umweltbedingungen fortpflanzen.

Bei der Mönchsgrasmücke ergibt sich bei einem Teil der Population ein Vorteil, da sie bessere Grundvoraussetzungen in Großbritannien vorfinden. Erstens müssen die Vögel, die in England überwintern, wesentlich kürzer fliegen und zweitens werden die Mönchsgrasmücken in Großbritannien über den Winter gefüttert. Sie kommen früher und gestärkt aus dem Winter zurück in ihr Brutgebiet und können früher mit der Fortpflanzung und Aufzucht ihrer Jungen beginnen.

Bei den Witwenvögeln, Pfauen und Schwalben gilt es für die Männchen trotz Handicap zu überleben: Auffälliges Gefieder führt zu höherer Gefahr durch Fressfeinde, mehr Schwierigkeiten beim Fliegen und somit auch zu Problemen beim Jagen. Des Weiteren erfordert es das Kompensieren des vermehrten Milbenbefalls im Gefieder durch bessere genetische und physiologische Eigenschaften. Die erfolgreiche Bewältigung all dieser möglichen Nachteile ist für die Weibchen ein Zeichen der Vitalität und der guten Gene. Somit kommen die, welche mit all diesen Handicaps zurechtkommen, häufiger zur Fortpflanzung und können ihre Gene, die natürlich durch die zufällige Mutation immer noch verändert werden können, an die nächste Generation weitergeben.

Auch bei den Menschen kommt es zu unterschiedlichen Fortpflanzungserfolgen durch verschiedene Hormone und Körpergerüche. Je nach Hormonstatus entscheiden sich Frauen anders bei ihrer Partnerwahl. Unterbewusst wird auch das Immunsystem des Gegenübers durch den Geruch wahrgenommen, und so entschieden, ob dieses Immunsystem wichtig für die eigenen Nachkommen wäre oder nicht.

Als nächstes wird eine weitere wesentliche Voraussetzung für Evolution betrachtet, die sexuelle Fortpflanzung als Methode der Wahl: Warum nimmt diese so eine zentrale Rolle ein und was bewirkt sie? Im folgenden Zitat werden diese Fragen akkurat beantwortet:

*„Sexuelle Fortpflanzung ist evolutionsbiologisch gesehen umständlich, zeitaufwändig und riskant. Trotzdem hat sich diese Form, Nachkommen zu erzeugen, bei höheren Pflanzen und Tieren durchgesetzt. Neben vielen Nachteilen gibt es bei der sexuellen Fortpflanzung nämlich zwei entscheidende Vorteile: Die Kinder bekommen die Genome von zwei Eltern mit auf ihren Lebensweg, und die Gene werden in jeder Generation neu gemischt. Die Nachkommen haben zwar viele Ähnlichkeiten mit den Eltern, jedes Individuum hat dennoch seine eigene unverwechselbare genetische Identität, die es von jedem anderen Artgenossen unterscheidet (Ausnahme: eineiige Mehrlinge).“ (Günter Pass, zit. von Dreesmann, Graf und Witte (2011), S.65)*

Die sexuelle Fortpflanzung hat drei wichtige Konsequenzen laut Pass (2011):

1. Die Erzeugung von genetischer Vielfalt.
2. Durch die große genetische Variabilität innerhalb von Populationen erhöht sich die „Anpassungsfähigkeit“ an veränderte Umweltbedingungen.
3. Ermöglicht in großen Populationen, die Verbreitung von vorteilhaften oder die Eliminierung von unvorteilhaften Genen (Günter Pass, zit. von Dreesmann, Graf und Witte (2011), S.72).

Die bei Punkt 1 angesprochene Vielfalt des genetischen Materials in einer Population, ist die Triebfeder und eine Grundvoraussetzung für Evolution (Günter Pass, zit. von Dreesmann, Graf und Witte, 2011).

Ob man nun all diese Informationen über sexuelle Fortpflanzung den Schülerinnen und Schülern wirklich beibringt oder nicht, ist der individuellen Einschätzung der Lehrkraft überlassen. Die Lehrperson verfügt natürlich noch über wesentlich mehr **Hintergrundwissen** als den Schülerinnen und Schülern an dieser Stelle vermittelt wird, die z.B. Konzepte der Meiose, von Genetik im Allgemeinen, von Vererbung, Mutation, der Ernährung und dem Stoffwechsel, sowie von Pflanzenwachstum, Fortpflanzungsstrategien etc. Diese werden zu anderen, geeigneten Unterrichtssequenzen vermittelt.

Diese Vielfalt von noch nicht unterrichteten und noch nicht verstandenen Konzepten (zum Beispiel der Genetik) birgt natürlich auch einige **Einschränkungen** bei der konkreten Vermittlung des Themenbereichs Evolution. Je nachdem welche der oben angeführten Begriffe und Themenbereiche schon besprochen wurden, wird der Evolutionsunterricht von Klasse zu Klasse, von Schule zu Schule anders beeinflusst werden. Doch die in dieser Arbeit vorgestellten geplanten Stunden sind auch ohne ein tieferes Verständnis von Genetik, Mutation und Vererbung, ohne großartige Einschränkungen zu vermitteln.

Das **Denken der Schülerinnen und Schüler beeinflusst** selbstverständlich **den Unterricht**. Je nach Vorwissen wird das neu Gelernte auf unterschiedlichste Art und Weise interpretiert und im Licht des schon Bekannten betrachtet.

Als Basis für die Selektion ist die Variation zu sehen, vor allem die genetische Variation. Bei der sexuellen Fortpflanzung entstehen durch Kombination und Mutation des Erbguts immer neue Individuen. Diese kommen mit den Umweltbedingungen, die gerade herrschen, besser oder auch schlechter zurecht.

*„Selektion setzt dabei an den Phänotypen an, wobei für den evolutiven Erfolg nur deren Fitness entscheiden ist, d.h. ob*

*sie einen erhöhten Fortpflanzungserfolg haben und sich ihre Gene dadurch in der Population etablieren können.“*  
(Pass, 2011, zit. von Dreesmann, Graf und Witte, 2011, S. 67)

In diesem Zitat wird die „Fitness“ angesprochen. Mit diesem Begriff gehen einige wichtige Schülervorstellungen einher: Wenn es um das Konzept der sexuellen Fortpflanzung und um die Grundvoraussetzungen geht, also welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit es überhaupt zu dieser Fortpflanzung kommen kann, treten möglicherweise Probleme mit dem Themengebiet der Genetik auf, oder eben mit dem Begriff Fitness.

Sehr viele Schülerinnen und Schüler kennen den berühmten Satz von Darwin: „Survival of the fittest.“ Dieses Zitat stammt aus der 5. Auflage seines Buchs „Über die Entstehung der Arten“ von 1869. Dieser Satz wird im Deutschen häufig mit den Worten „Überleben des Stärkeren“ übersetzt, es sollte jedoch eher als „Überleben des Tauglichsten“ formuliert werden: Denn das Überleben und der Fortpflanzungserfolg hat nichts mit Stärke im Sinne der körperlichen Stärke zu tun, sondern hat eine andere Bedeutung, man spricht demnach von der „biologischen Fitness“. Diese wurde im Buch „Schüler besser verstehen - Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht“ von Kattmann (2015) mit folgenden Worten treffend formuliert:

*„Fitness bezeichnet evolutionsbiologisch nicht die körperliche Leistungsfähigkeit, sondern ist ein Maß für den Fortpflanzungserfolg eines Individuums.“*

Um nun einen besseren Überblick über die einzelnen Fehlkonzepte oder Probleme beim Unterrichten von Evolution im Zusammenhang mit der Big Idea „sexuelle Fortpflanzung“ zu bekommen, wurden die folgenden Punkte als übersichtliche Aufzählung dargestellt:

- Fitness bezeichnet nicht die körperliche Leistungsfähigkeit, sondern ist ein Maß für den Fortpflanzungserfolg, dabei stellt die Umgangssprache das Verständnis-Hindernis dar.
- Häufig wird Fitness mit sportlicher Leistungsfähigkeit oder körperlichem Wohlbefinden gleichgesetzt.
- Die körperliche Überlegenheit führt keineswegs immer zu einer größeren Anzahl an Nachkommen. Man sollte dadurch stets von **reproduktiver Fitness** sprechen. Der Begriff reproduktive bzw. biologische Fitness, dient zur Abgrenzung von den Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler.
- Durch die reproduktive Fitness kommt es manchmal zu einem fehlerhaften Verständnis von „Dominanz“ im Sinne der klassischen Genetik, das unzutreffenderweise als häufigeres Auftreten von Nachkommen verstanden werden kann.
- Ein weiterer Punkt ist die Mutation: In der Öffentlichkeit ist der Begriff Mutation oft sehr negativ behaftet und als schädlich angesehen. Jedoch muss von der Lehrerin oder dem Lehrer im Unterricht klargestellt werden, dass Mutationen vorteilhaft sein, aber auch negative Folgen für das Individuum oder die Population haben können. Bleibt die Mutation ganz ohne Folgen oder Auswirkungen, dann wird sie als neutrale Mutation bezeichnet.
- Zum Begriff Genetik sollen nur kurz folgende Punkte erwähnt werden: Es wird in dieser Arbeit ansonsten nicht näher auf die Schülervorstellungen in Bezug auf die Genetik eingegangen, da der Genotyp in den geplanten Stunden vernachlässigt wird. Die Stunden finden, wie bereits angesprochen, vor einem Genetik-Unterricht statt.
  - Die Gene können bewusst, also durch Erkenntnis, oder durch eine bevorstehende Notwendigkeit, verändert werden.
  - Unveränderte Gene sind Norm, Mutationen sind schädlich.
  - Dem gegenüber steht die Vorstellung von der Konstanz der Gene, wobei sich die Gene nicht verändern können.

Bei diesem Konzept, dieser Big Idea, geht es um das Aufmerksam machen auf die Wichtigkeit der sexuellen Fortpflanzung, als Generator der Variabilität und um die

Grundvoraussetzungen, die für die Fortpflanzung notwendig sind, also das Überleben.

**Es ist für die Schülerinnen und Schüler von Bedeutung über das Konzept der sexuellen Fortpflanzung Bescheid zu wissen**, da diese Grundvoraussetzung von Evolution beim Variationsverständnis hilft. Das Konzept unterstützt das Verständnis von Populationen, als sich fortpflanzende Einheit einer Art, und beim Erarbeiten der sexuellen Selektion.

Die **methodische Vorgehensweise** während den Stunden äußert sich wie folgt: In der *vierten Klasse* wird mit der Hundezüchtung begonnen um den Begriff Variation und künstliche Selektion einzuführen. Ein wichtiger Grundbaustein, um das Verständnis und die Wichtigkeit von sexueller Fortpflanzung klar zu machen, wird gelegt durch die Fragen „Wie funktioniert das Prinzip der Züchtung und welche Grundvoraussetzungen müssen gegeben sein, damit es zu einem Züchtungserfolg kommen kann?“ In diesem Zusammenhang, sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, dass die Welpen erstmal überleben müssen, genug Nahrung brauchen, ein gutes Immunsystem sowie keine genetischen Defekte haben sollten und fruchtbar sein müssen. Wenn all diese Grundvoraussetzungen vorhanden sind, kommt es zur sexuellen Fortpflanzung und hoffentlich zu einer erfolgreichen Befruchtung. Durch die Befruchtung wird, durch Zufall und Mutation, die Variation innerhalb der Population erhöht. Aber um diese Vielfalt wirklich zu erhalten und nicht in eine Inzuchtdepression zu geraten, werden die Populationen von Züchtern auch gekreuzt um einen neuen Genpool in diese Vererbungsline zu bekommen.

Genau dieselben Überlegungen zu den Grundvoraussetzungen für sexuelle Selektion kommen in allen anderen Beispielen von der vierten bis zur sechsten Klasse vor. Sowohl bei den Galapagosfinken, wie auch bei den Mönchsgrasmücken und den Witwenvögeln. Es gilt immer zu überlegen, warum manche Vögel eher überlebten und überleben als andere und was dieses Überleben für Konsequenzen für die gesamte Population hat.

Um **festzustellen ob dieses Konzept verstanden** wurde, muss die Lehrerin beziehungsweise der Lehrer auch bewusst nachfragen, besonders bei den ersten Beispielen. Bei Transferleistungen sollte dann bei den schriftlichen Aufgaben darauf geachtet werden, wie die Schülerinnen und Schüler argumentieren. Es wird leicht festzustellen sein, ob sie an die Grundvoraussetzungen für die sexuelle Fortpflanzung gedacht haben oder nicht. Dieses Konzept ist grundsätzlich leicht verständlich, wenn man auf die wesentlichen Punkte aufmerksam macht: Es sind simple Voraussetzungen die logisch erscheinen, doch durch diese Trivialität häufig übersehen werden.

#### 4.2.6. Evolutionstheorien

„Lasst uns mit Darwin lernen – Darwin als Lehrer“ ist ein Titel eines 2008 erschienenen Artikels von Jürgen Kaube. Er beschreibt in dem Artikel, dass man mit Darwin nicht nur das bloße Wissen vermitteln, sondern das Denken der Schülerinnen und Schüler schulen kann. Die Evolutionstheorie wird von ihm als Sonderfall der naturwissenschaftlichen Theorien gesehen, da sie über längere Zeit hinaus, ganz ohne Zahlen, Formeln und Experimente auskam. Da es einen Mangel eben dieser Grundpfeiler gab, wurde die Theorie vielfältig missbraucht und eigennützig interpretiert. Einige Beispiele: die angebliche Höhenentwicklung, die den Menschen zur Krönung der Schöpfung deklariert, die Rechtfertigung von Materialismus aufgrund von Wettbewerbsideologien, der Sozialdarwinismus und der Missbrauch der Vererbungslehre in Bezug auf Rassismus und Eugenik sowie der Konflikt mit der Schöpfungsgeschichte.

Weiters schreibt Kaube: *„Wenn Schulunterricht Denken lehren soll, gibt es innerhalb der Biologie kaum ein Gebiet, das dazu geeigneter wäre als die Evolutionstheorie. Denn sie handelt nicht einfach von Tatsachen, sondern von Tatsachen, die sie als Problemlösungen auffasst. (...) Für das Denken anstelle des Wissens als Unterrichtsziel spricht im Übrigen auch, dass man sich durchdachtes Wissen besser merken kann.“* (Kaube 2008, o.S.)

Daraus schlussfolgert Kaube, dass das Lernen zu lernen im Vordergrund stehen sollte und nicht der zu beherrschende Stoff. Diese Fähigkeit des Denkens, wird als das Erwerben von Kompetenzen bezeichnet und kann laut Kaube nur durch die richtigen Problemstellungen erarbeitet werden, wozu auch die Probleme der Evolution gehören. *„Sie ist es nicht zuletzt deshalb, weil man die Lösung der allermeisten von ihnen nicht an Experimenten und Messungen delegieren kann, sondern sich erschließen muss.“* (Kaube 2008, o.S.)

Mit diesen motivierenden und inspirierenden Worten wird nun also die sechste Big Idea vorgestellt, die Evolutionstheorie und Darwin.

Am Beginn steht das **Wissen, dass die Schülerinnen und Schüler** nach den Stunden **erworben** haben sollten.

Die Schülerinnen und Schüler sollten sich auf die Suche nach den Spuren von Charles Darwin machen, seine Biographie, seine Erkenntnis- und Entdeckungswege mit ihm beschreiten. Es sollte eine Reise durch seine Beobachtungen und Überlegungen werden, aber auch durch seine Konflikte mit sich selbst und seinem Glauben. Denn Darwin war ein gläubiger Mensch, er glaubte an die Schöpfungstheorie. Dieser Glauben wurde, kaum verwunderlich, durch seine Beobachtungen und Schlussfolgerungen ins Wanken gebracht. Dieser Konflikt sollte unbedingt in der Klasse diskutiert werden.

Ein zweiter wichtiger Vertreter bzw. Entdecker der Evolutionstheorie wird ebenfalls genannt und vorgestellt werden, nämlich Alfred Russel Wallace. Nach ihm wurde die biogeographische Grenze zwischen Borneo und Celebes benannt – die Wallace Line.

Je nach Einschätzung der Lehrkraft, ob die Notwendigkeit dafür besteht, sind in diesem Zusammenhang auch Fragen wie z.B. „Was sind Theorien?“, „Wie sind diese zu überprüfen?“ und „Wieso sind Fossilien Beweise für Evolution?“ zu besprechen.

Im Kontext von Theorien und deren Überprüfung gibt es für die sechste Klasse außerdem eine Aufgabe, in der die Schülerinnen und Schüler lernen sollten, eine Hypothese aufzustellen, zu dieser Hypothese ein Experiment zu planen und dieses Projekt auch vor der Klasse zu präsentieren.

Es ist **wichtig für Schülerinnen und Schüler über Evolutionstheorien und Darwin Bescheid zu wissen**, um die Erklärungsmodelle historisch und biologisch zu verstehen. Sie sollten auch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Forschung zu diesem Thema nicht abgeschlossen ist und auch nie sein wird, da jegliche Disziplin in der Biologie im Licht der Evolution zu sehen ist. Dies wurde von Christian Theodosius Dobzhansky (1973) mit folgenden Worten formuliert: *"Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution"*

Es gibt aber noch **viele weitere Aspekte der Evolution über welche die Lehrkraft Bescheid weiß**, aber den Schülerinnen und Schülern zu diesem Zeitpunkt **noch vorenthält**. Zum einen die vielen anderen Evolutionstheorien, die vom Denkprozess und von der didaktischen Sichtweise zwar eine Möglichkeit darstellen, doch häufig widersprüchliche Aussagen beinhalten und viele Schülervorstellungen, wie z.B. den Lamarckismus, fördern. Stammbäume, Genetik und genetische Untersuchungen werden dabei häufig außer Acht gelassen. In diesem Zusammenhang ist noch die synthetische Theorie der Evolution zu nennen: Diese stellt eine Verknüpfung der Selektionstheorie von Darwin mit der Populationsgenetik dar. Es geht dabei um die unterschiedlichen Ausbreitungen von Allelen in Populationen und auch Aspekte der Zellforschung und anderer Domänen der Biologie werden berücksichtigt. Theodosius Dobzhansky war der Denker hinter dieser Theorie (Dreesmann et. al. (2011), S.521).

Eine **schwierige Einschränkung** ist es, sich bei den geplanten Schulstunden nur auf Darwin, seine Denkweisen und Konzepte zu konzentrieren, ohne auf andere Evolutionstheorien einzugehen. Diese Entscheidung ist bewusst und selbstständig zu treffen. Je nach persönlicher Einstellung und Bezug, kann die Lehrkraft weitere Theorien hinzufügen und für den jeweiligen Unterricht nutzen.

Es gibt drei wichtige **Themengebiete, die das Evolutionsdenken beeinflussen**. Die Religion, Darwins falsch interpretierten Aussagen, und das Konzept der Theorie, als etwas das nicht bewiesen ist, spielen beim Denken der Schülerinnen und Schüler eine wichtige Rolle.

Zuerst ein paar Worte zu den Fehlvorstellungen zum Konzept der Theorien: Diese werden häufig als „noch nicht bewiesen“, als eine unter vielen Möglichkeiten, aber nicht als Tatsache gesehen. Erst, wenn Theorien zu Gesetzen werden, sind sie, laut vielen Schülerinnen und Schülern, gesichertes Wissen. Doch dies ist ein Fehlschluss. Laut Kattmann (1995) wäre der Versuch, die Evolution mit Belegen zu beweisen, als würde man versuchen mit Experimenten einen ununterbrochenen Kausalzusammenhang in der Natur zu beweisen.

Des weiteren argumentiert Kattmann mit folgenden Worten:

*„Wie jede wissenschaftliche Theorie ist die Evolutionstheorie an Voraussetzungen gebunden und daher – wie alle wissenschaftlichen Theorien – weder beweisbar noch beweisbedürftig. Es ist keine wissenschaftliche Aufgabe, Beweise oder Belege für die Evolution selbst zu finden, sondern es sollten abgeleitete Hypothesen wissenschaftlich übergeprüft werden. Das Finden von Belegen für die Evolutionstheorie ist, wie wenn man mit Experimenten beweisen möchte, dass es in der Natur nur Kausalzusammenhänge geben würde.“ (Kattmann 1995, S. 32)*

Falls den Schülerinnen und Schülern nun das Konzept einer Theorie nicht klar ist oder sie die Evolutionstheorie nicht als gültiges Konzept in der Biologie akzeptieren, könnte es helfen, die Unterschiede zwischen Gesetzen und Theorien, wie in Abbildung 14 gezeigt, zu besprechen. Dies ist in der untenstehenden Abbildung 14 sehr gut dargestellt und erläutert.

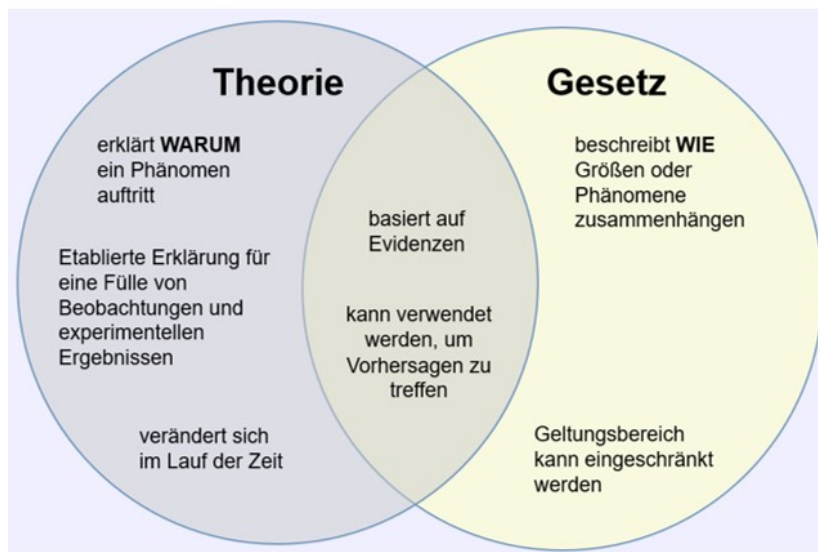


Abbildung 7: Unterschied Theorie und Gesetz (Steininger und Koliander; WS 16/17)

Diese Graphik (Abbildung 7) stellt die wesentlichen Unterschiede zwischen einer Theorie und einem Gesetz dar. Wichtig ist, dass sowohl eine Theorie als auch ein Gesetz auf Evidenzen basieren und dass man sie dazu verwenden kann, Vorhersagen zu treffen. Diese Graphik kann nur als vereinfachtes Erklärungs-konstrukt verwendet werden, da die Begriffe Gesetz und Theorie von der Biologie häufig nicht begründet verwendet werden.

Zweitens sind die Schülervorstellungen und Ablehnungen von Evolutionstheorien, in Zusammenhang mit der Religion zu betrachten: Meist kommt es zu einer kompletten Ablehnung von wissenschaftlichen Beweisen für die Evolutionstheorie, da es sich bei diesen Beweisen, um vom Schöpfer geschaffene Täuschungen handelt, die den Glauben der Menschen auf die Probe stellen sollen. (Asimov, 1984, zit. von Hörsch, 2004)

Thomas Waschke und Christoph Lammers, die sich mit den Einflussfaktoren für die Ablehnung von Evolutionstheorien aufgrund von religiösen Motiven beschäftigten, nennen folgende Faktoren, die die Akzeptanz von Evolution beeinflussen:

- *Die Überzeugung der Eltern und der Lehrer zum Thema Evolution,*
- *Das Verständnis von und das Vertrauen in die Wissenschaft,*
- *Die Rezeption weltanschaulicher Aspekte in der Öffentlichkeit,*
- *Die Glaubensüberzeugung und*
- *Die mitgebrachten Denkd dispositionen der Kinder.*

(Waschke und Lammers, veröffentlicht von Dreesmann et. al. 2011, S. 506)

Aber Hörsch kommt in seinem Artikel mit folgenden Worten, zu dem Schluss:

*„Eine Auseinandersetzung mit einzelnen Thesen der Kreationisten im Biologie Unterricht könnte Schülern die Einsicht in den Charakter naturwissenschaftlicher Aussagen eröffnen und Verständnis für verschiedene Sichtweisen fördern. Schließlich könnten kreationistische Anschauungen auch deshalb fruchtbar im Unterricht genutzt werden, wie sie in vielen Fällen auch die*

*Alltagsvorstellungen der Schüler widerspiegeln (Eschenhagen, Kattmann & Rodi 1998)“ (Hörsch (2004), S. 211)*

Aus all diesen Erkenntnissen der Fachliteratur, kann darauf geschlossen werden, dass man religiöse Ablehnungen akzeptieren und darüber hinaus versuchen soll, mit Beispielen und Gedankenexperimenten die Aussagen der Kreationisten zu analysieren und zu diskutieren. Diese Besprechung bietet sich zum Leben von Darwin sehr gut an, da auch er selbst in diesen Konflikt geraten ist.

Zum Abschluss der Schülervorstellung folgen nun noch allgemeine Vorstellungen zur Evolutionstheorie. Dazu bietet sich die profunde Zusammenfassung möglicher Schülervorstellungen von Kattmann (2015) in seinem Buch „Schüler besser verstehen: Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht“ an, da sie einen schnellen und guten Überblick bietet (digitaler Anhang):

| <b>Alltagsvorstellung</b>                                                                       | <b>Chancen für fachliches Lernen</b>                                     | <b>Hindernisse für fachliches Lernen</b>                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <i>Evolutionärer Wandel erfolgt absichtlich, zielgerichtet, harmonisch und fortschrittlich.</i> | <i>Kontrast: Ursachen für den evolutionären Wandel analysieren</i>       | <i>Anthropomorphe Prinzipien</i>                                 |
| <i>Manchmal gibt es Außenseiter.</i>                                                            | <i>Anknüpfung: Unterschiede in Populationen; ungerichtetes Auftreten</i> | <i>Orientierung am Individuum</i>                                |
| <i>Evolution heißt Abstammung des Menschen.</i>                                                 | <i>Anknüpfung: Motivation zur Reflexion von Evolution</i>                | <i>Beschränkung auf den Menschen.</i>                            |
| <i>Evolutionstheorie ist „nur“ eine Theorie.</i>                                                | <i>Kontrast: Evolutionstheorie ist Erklärungsprinzip</i>                 | <i>Umgangssprachliches Verständnis von „theoretisch“</i>         |
| <i>Naturgeschichte ist „weich“, da nur</i>                                                      | <i>Kontrast: historische Erklärungen</i>                                 | <i>Einseitige Bewertung von Experimenten und aktual-kausalen</i> |

|                                                              |                                                                                                           |                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>„Geschichten“ erzählt werden.</i>                         |                                                                                                           | <i>Erklärungen als Kennzeichen „harter“ Wissenschaft.</i> |
| <i>Genetik ist Voraussetzung für Evolution</i>               | <i>Perspektivenwechsel: Genetik in den Kontext von Evolution stellen</i>                                  | <i>Konstanz der Gene</i>                                  |
| <i>Evolution ist Tatsache oder Schöpfung statt Evolution</i> | <i>Perspektivenwechsel: Verstehen der Evolution ist entscheidend, nicht das Akzeptieren als Tatsache.</i> | <i>Dogmatisches Verständnis</i>                           |

Tabelle 23: Schülervorstellungen über Evolution allgemein, Kattmann 2015;

Diese Tabelle 23 fasst viele der schon bei den anderen Big Ideas genauer analysierten Schülervorstellungen noch einmal gut zusammen und bildet einen Gesamtüberblick über die wichtigsten Schülervorstellungen zum Thema Evolution. Auch im Zusammenhang mit Darwin und seinen Aussagen sind einige Fehlinterpretationen zu beachten, wie z.B. der Kampf ums Dasein mit Klauen und Zähnen. Diese Aggression erscheint für Schülerinnen und Schüler als Folge von Evolution oft als gerechtfertigt. Auch das Überleben des Stärksten wird falsch interpretiert, denn es kommt nicht auf die Stärke, sondern auf den Fortpflanzungserfolg an. Das bedeutet, dass der Satz von Darwin „Survival of the fittest“ als „Überleben des Tauglichsten“ und nicht als „Überleben des Stärksten“ übersetzt werden sollte, denn nicht immer wird der Stärkste bevorzugt. Mit diesem Satz „Der Stärkere setzt sich durch“ wurden auch gefährliche sozialdarwinistische Ansichten gerechtfertigt, wie zum Beispiel der Rassismus und die Eugenik im Nationalsozialismus (Kattmann, 2015).

Es gibt natürlich noch weitere Faktoren, die die **Lehrtätigkeit hinsichtlich von Evolutionstheorien beeinflussen**, wie zum Beispiel, dass Darwin, beim Aufstellen seiner Theorien, nichts von Genetik und der Vererbungslehre wusste. Diese Erkenntnisse und das Wissen darüber beeinflussen jedoch das Lehren von Evolution und führen auf eine nicht sichtbare Ebene. Es gilt nun als Lehrerin und

Lehrer zu entscheiden, wie und in welchem Ausmaß das heutige Wissen über die Genetik einzubauen ist.

Weiter zum **methodischen Vorgehen** bei den geplanten Schulstunden: Die Evolutionstheorie von Darwin zieht sich durch die *vierten und fünften Klasse* hindurch, wobei das Leben von Darwin, seine Beobachtungen, seine Reise, sein Erkenntnisgewinn, aber auch sein Konflikt mit den religiösen Vorstellungen vor allem in der vierten Klasse besprochen wird. Man begibt sich mit den Schülerinnen und Schülern auf eine Reise mit Darwin um mit ihm zu lernen, wie zu Beginn schon von Jürgen Kaube (2008) festgestellt wurde.

In der vierten Klasse wird mit der Hundezüchtung, also mit der künstlichen Selektion begonnen, zu dieser kann beim Thema Darwin eine Brücke zu seiner Taubenzucht geschlagen werden. Die Schülerinnen und Schüler werden zum Vergleichen von Merkmalen, so wie es Darwin mit den Spottdrosseln gemacht hat, angehalten.

Den Abschluss bildet die Analyse von Untersuchungen auf Galapagos, bei der die Veränderungen von Spottdrosseln, durch eine Umweltveränderung, dargestellt und interpretiert werden sollen. Vor allem die Fragen: „Warum kam es zu diesen Veränderungen?“ und „Was hat sich genau verändert?“ stehen im Vordergrund und verlangen ein Denken wie es Darwin anstrebte, ebenso wie ein Kombinationsverständnis und Kenntnis von allen anderen Big Ideas.

Das Thema wie **festgestellt werden kann, ob das Konzept verstanden wurde**, ist genauso Hand zu haben, wie in der Big Idea Variation.

## 5. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Prozess, der stattfindet, wenn eine Lehrkraft feststellt, dass ihr Unterricht nicht die erwünschten Ergebnisse liefert. Der Ursprung lag in der unzufriedenstellenden Wirksamkeit des im österreichischen Lehrplan vorgeschlagenen Evolutionsunterrichts. Es kam zu einem inneren Konflikt, da die Lehrkraft anfangs der Meinung war, wenn sie den Stoff nur einfach und mundgerecht an die Schülerinnen und Schüler weitergibt, kann es zu keinen Fehlkzepten in den Schülervorstellungen kommen, da sie auch davon ausging, dass die Schülerinnen und Schüler ohne Vorwissen in den Evolutionsunterricht kommen. Doch dem war jedoch nicht so, und somit entstand die Idee, einen umfassenden roten Faden durch den Lehrplan bzw. die Schullaufbahn zu legen, in Form der Evolution.

Im Lehrplan ist die Evolution wie im Theorieteil beschrieben nur in der 7. und in der 12. Schulstufe der AHS verankert. Günter Pass und Walter Leditzky haben sich 2011 in dem Buch „Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht“ von Dreesmann, Graf und Witte (Hrsg.) mit der Verankerung des Themas Evolution im österreichischen Lehrplan für die allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) auseinandergesetzt. Sie sind zu denselben Erkenntnissen gelangt, die bereits beschrieben wurden, und kommen zur Conclusio, dass darin keine Hinweise zu finden sind, die auf das Unterrichten von Zusammenhängen zwischen Sexualität – Vererbung – Evolution hindeuten würden. Die Evolution wird nicht als zentrale Theorie der Biologie anerkannt und verankert, jedoch ist das Ziel eines „*biologisch-naturwissenschaftliche[n] Grundverständnis[ses]*“ nur auf Grundlage von evolutionären Vorgängen zu erreichen. Dieses Ziel wird in den Bildungszielen der Lehrpläne für die Unterstufe und Oberstufe formuliert (Pass & Leditzky, 2011, S. 73; in Dreesmann, Graf und Witte (Hrsg.), 2011).

Analysiert man die Bildungsziele, die von den Schülerinnen und Schülern in der Unterstufe erreicht werden sollten, wird die Evolution nicht explizit erwähnt, jedoch könnte der vermehrte Evolutionsunterricht mit folgendem Ziel gerechtfertigt werden:

*„Die Schülerinnen und Schüler sollen zentrale biologische Erkenntnisse gewinnen, Prinzipien, Zusammenhänge, Kreisläufe und Abhängigkeiten sehen lernen und Verständnis für biologische bzw. naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erwerben.“  
(Lehrplan Unterstufe, Biologie und Umweltkunde, BMB, S. 1)*

Dies ist im Grunde nur möglich, wenn man die Biologie im evolutionären Kontext betrachtet. Der Lehrplan bietet somit den nötigen Spielraum den Evolutionsunterricht, nach eigenem Ermessen, in jeder Schulstufe in den Unterricht zu einzubinden.

Auch im Hinblick auf die Kompetenzorientierung kann man die geplanten Unterrichtsstunden hervorragend nutzen, um die verschiedensten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Vor allem das Lösen von Problemen, das Aufstellen und Planen von Untersuchungen, das Arbeiten in Teams und die Lesekompetenz wird mit diesen Einheiten gestärkt. Die Kompetenzorientierung soll den Lernenden die Zügel in die Hand geben, den Sinn im Lernen selbst zu finden. Bei der Didaktischen Rekonstruktion wird dies bewusst und geplant in den Unterricht eingebaut (Beer & Benischek, 2011, S. 5).

Schon 2008 wurde mit dem Planen der überarbeiteten Unterrichtssequenzen begonnen. Diese wurden im Rahmen eines fachspezifisch-pädagogischen Coachings erarbeitet. Die beteiligte Lehrerin hatte schon über zwanzig Jahre Erfahrung und war gewillt, mit Hilfe einer Fachdidaktikerin, etwas an dem bisherigen Unterricht zu verändern. Es kam zu dem Entschluss im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion gemeinsam Stunden für die vierte, fünfte und sechste Klasse AHS zu planen. Bei dieser Methode wird die fachliche Klärung mit den erhobenen Schülervorstellungen kombiniert, um eine bestimmte und gewollte didaktische Strukturierung in das Unterrichtssetting zu integrieren.

Die Stunden wurden für genau diese Jahrgänge geplant, da man noch in der Unterstufe mit dem Thema beginnen wollte und sich die Evolution als roter Faden durch die gesamte AHS-Schulzeit ziehen sollte. Es sollte nicht, wie bisher, in der

achten Klasse, als zusammenfassendes Bindeglied der Biologie, lediglich kurz angesprochen werden.

In der vorliegenden Arbeit fand keine Evaluation der Wirksamkeit dieser geplanten Stunden statt (siehe dazu die Diplomarbeit von Mag. Scheibstock), sondern ein Versuch, das fachdidaktische Professionswissen einer Lehrkraft in Form eines PCK-Rasters bzw. CoRe darzustellen. Dieser Raster soll als Beispiel und Grundlage für andere Biologielehrerinnen und Biologielehrer dienen und wird wohl aus seinem Prinzip heraus nie komplett vollständig sein.

Was waren nun die Fragen die zu Beginn der Arbeit gestellt wurden?

- Welche zentralen inhaltlichen Kategorien bilden die Grundlage für schulstufenübergreifenden und evolutionsorientierten Unterricht?
- Welches fachdidaktische Professionswissen steckt hinter den geplanten Stunden?
- Kann mit Hilfe des Rasters die Konsistenz der Lernsequenz beurteilt werden?

In der Planungsphase war das Ziel, einen roten Faden der Evolution durch die Schulzeit zu führen, und wenn man sich die Ergebnisse dieser Arbeit ansieht, besteht dieser rote Faden nicht nur aus einem einzelnen dünnen Faden, sondern aus einer Vielzahl von roten Fäden, die eng miteinander verwoben sind.

Dies kann man selbst erkennen, wenn man die erstellte CoRe näher betrachtet: In dieser Arbeit wurde ein PCK-Raster (= Pedagogical Content Knowledge) von den Entwicklern der in dieser Diplomarbeit dargestellten Stunden erstellt. Die Verfasserin dieser Arbeit war nicht persönlich an der Planung der Stunden beteiligt, sondern trat als Außenstehende hinzu. Das Ziel der Arbeit war es, die Stunden und den Sinn hinter diesen, in optimaler Weise darzustellen. Mit Hilfe der CoRe (Content Representation) können die vielen Einflussfaktoren, die den Evolutionsunterricht so schwierig machen, besser verdeutlicht und strukturiert werden. Der Evolutionsunterricht wurde in die Big Ideas, Variation, Arten und Populationen, Selektion, Angepasstheit, sexuelle Fortpflanzung und Evolutionstheorien aufgegliedert, und die Stunden, mit Hilfe von Hospitationen und dem Zusatzmaterial von der Planungszeit zwischen 2008-2011, erstellt.

Mithilfe der Literatur zum Thema Evolutionsunterricht wurden die wichtigsten Schülervorstellungen auch in die CoRe miteingearbeitet.

Nun gilt es noch zu klären wozu dieser Raster im Konkreten dienen soll. Er soll dazu dienen:

- die Ziele der geplanten Stunden besser zu verstehen und das WARUM, WAS und WIE der Stunden zu erkennen.
- Schülervorstellungen schneller zu erkennen und zu analysieren. Die Fehlkonzepte rühren häufig nicht vom falschen Verstehen aller Konzepte, die den Evolutionsunterricht ausmachen, her, sondern häufig nur von einem oder zwei.
- die Schülerinnen- und Schülerantworten dazu zu nutzen, Fehlkonzepte gezielt zu erkennen und aufzulösen.
- die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Konzepten zu erkennen.
- die verschiedensten Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, zu erkennen. Denn nur, wenn den Schülerinnen und Schülern zum Beispiel der Unterschied zwischen Arten, Individuen und Populationen klar ist, kann sich bei den Schülerinnen und Schülern das Populationsdenken, das die Voraussetzung für die Artentstehung und den Artwandel darstellt, einstellen.
- dass man zu der Erkenntnis kommt, dass das Konzept der „Angepasstheit“ meist nur zu Fehlvorstellungen führt und an sich kein wirkliches Konzept der Evolutionstheorien darstellt, sondern ein linguistisches Konstrukt für das Resultat von Variation und Selektion ist. Das Konzept und das Wort Anpassung stellt einen zu einfachen Weg dar, die komplexen Abläufe und Zusammenhänge der Evolution zu beschreiben.
- ein Vorbild für andere Lehrerinnen und Lehrer darzustellen, um vielleicht ihren eigenen Unterricht ebenfalls zu erweitern, neue Konzepte und Ideen auszuprobieren.
- diesen Lehrerinnen und Lehrern als Quelle für Antworten auf die Fragen des WIE und WIESO des Evolutionsunterrichts nicht nur in der achten Klasse AHS zu dienen.

- sein eigenes PCK weiterzuentwickeln, um eine bessere Verschränkung von fachlichem und pädagogischem Wissen zu bilden.

Alle Big Ideas waren widerspruchsfreie, einzelne Konzepte, doch das Konzept der Anpassung bereitete, wie erwähnt, teilweise Probleme. Dazu wurden schon im Kapitel „Angepasstheit“ Fragen nach der Notwendigkeit des Konzepts im Evolutionsunterricht gestellt. In der Literatur ist zu lesen, dass sich über dieses Problem schon mehrere Fachdidaktiker Gedanken gemacht haben, wie in dem Zitat von Holger Weitzel aus dem Artikel: „Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung und ihre Entwicklung im Vermittlungsexperiment“ aus dem Buch „Lehren fürs Leben – Beiträge und Korrespondenzen zur didaktischen Rekonstruktion“ zu erkennen ist (S. 157):

*„Evolution ist ohne Zweifel für das Verständnis von Biologie von grundlegender Bedeutung. Das Evolutionsverständnis vieler Schüler ist zentral mit dem Ausdruck Anpassung verknüpft. Zahlreiche empirische Untersuchungen zu vorunterrichtlichen Vorstellungen von Evolution belegen dies (Wandersee et al. 1995, Baalmann 1998).*

*Gleichwohl empfinden Schüler Anpassung als ein schwieriges Konzept (Engel Clough & Wood-Robinson 1985). Moore et al. (2002, S.66) sehen in den Schwierigkeiten der Schüler nicht zuletzt ein linguistisches Problem, da das Wort Anpassung offensichtlich Erklärungskraft in ganz unterschiedlichen Kontexten entfalten kann.*

*Allen bislang aufgeführten Konzepten sind Vorstellungen gemeinsam, dass eine Anpassung reaktiv auf zuvor eingetretene Veränderungen erfolgt, womit ebenso verbunden ist die Eindimensionalität der Änderung.“ (Weitzel, 2011)*

Eine weitere Literaturrecherche ergab, dass es sich meist um linguistische Probleme handelt und viele Autoren meist nur Probleme mit dem Konzept der Anpassung angesprochen haben. Somit kam es zu einem Konflikt bei der Erstellung meines Rasters und bei der Auswahl der Big Ideas: Es kam zu einigen Diskussionen in der Evolutions-Projekt-Gruppe, vor allem nachdem die hier erstellte CoRe in ihrem gesamten Umfang gesichtet wurde. Gemeinsam wurde der Entschluss gefasst, dass die „Anpassung“, das „Angepasst-sein“, kein Konzept, beziehungsweise keine essentielle Big Idea ist. Doch die „Angepasstheit“ verbleibt im Raster, weil wichtige, sehr tiefsitzende Fehlkonzepte und Schülervorstellungen von Seiten der Schülerinnen und Schülern, aber auch von Lehrerinnen und Lehrern in diesem fragwürdigen Konzept stecken. Der Unterschied zwischen „sie haben sich angepasst“ oder „sie wurden angepasst“ ist einer der essentiellen Punkte beim Unterrichten von Evolution.

Kann man nun als Außenstehende eine CoRe auf Basis von Stunden, die von einer fremden Lehrerin geplant wurden, erstellen, obwohl die Theorie besagt, dass jede Lehrkraft sich sein eigenes PCK aneignet und somit jedes Raster eine sehr persönliche Arbeit darstellt?

Meiner Meinung nach hat mein Versuch, das Pferd von Hinten aufzuzäumen, erstaunlich gut funktioniert. Möglicherweise wäre noch ein Interview mit der Lehrperson angebracht gewesen, doch durch die vielen Treffen mit der Arbeitsgruppe, wurden die meisten meiner Fragen und Lücken ausreichend beantwortet.

Ich hoffe dieser Raster und diese Arbeit dienen als Grundlage und Beleg dafür, wie wichtig ein tiefgründiger und durchgängiger Evolutionsunterricht ist, um die komplexen Themen Variation, Arten & Populationen, Selektion, „Angepasstheit“, Sexuelle Fortpflanzung und die Evolutionstheorien im Anschluss zu verstehen und begreifen zu können.

Die nächsten Schritte des Projekts „Roter Faden der Evolution in der AHS“ werden weitere Evaluationen sein, in denen die Wirksamkeit der Unterrichtseinheiten festgestellt werden soll (sh. die Diplomarbeit und Doktorarbeit von Mag. Scheibstock), zudem wird gerade eine Schulbuchanalyse zum Thema Evolution

durchgeführt (sh. die Diplomarbeit Herrn Wagner). Außerdem werden auch die hier erwähnten Arbeitsblätter zum Thema Evolution, die von der Arbeitsgruppe erstellt wurden, veröffentlicht.

## 6. Literaturverzeichnis

**Andersson A.; 1982;** „Female choice selects for extreme tail length in a widowbird“; Nature 299:818–820.

**Asimov I.; 1984;** „The „Threat“ of Creationism“ in Montagu, A. (Hrsg.), Science and Creationism. Oxford, New York, Toronto, Melbourne, S. 182 – 193;

**Baalmann W., Frerichs V., Weitzel H., Gropengießer H., Kattmann U.; 2004;** Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion; *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 10, 2004, S. 7 -28.

**Becker P. & Berck K-H.; 1992;** „Ohne genauere Kenntnis des Homologie-Begriffs kein Verständnis der Evolution – auch in der Sekundarstufe I“; Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 45; S. 419-425;

**Beer & Benischek, 2011;** „Aspekte kompetenzorientierten Lernens und Lehrens“ in: bifie (Hrsg.) (2011) „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz: Leykam; S. 5 – 28;

**Bifie (Hrsg.); 2011;** „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz: Leykam;

**Bishop, B., & Andersson (1982), C. A.; 1990;** “Student conceptions of natural selection and its role in evolution.” Journal of Research in Science Teaching, 27, 415–427.

**BMBF; 2008;** “Lehrplan für Biologie und Umweltkunde der AHS Oberstufe” Online verfügbar unter:

[https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp\\_neu\\_ahs\\_08\\_11860.pdf?5te97n;](https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_08_11860.pdf?5te97n;)  
24.3.2017;

**BMBF; 2008;** „Lehrplan für Biologie und Umweltkunde der AHS Unterstufe“ Online  
verfügbar unter: [https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5\\_779.pdf?5te973;](https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5_779.pdf?5te973;)  
24.3.2017;

**Bruner J.S., 1960,** „The process of education.“; Cambridge: Harvard University  
Press;

**Bönsch M., Kohnen H., Möllers B., Müller G., Nather W. & Schüürmann A.;**  
**2010;** „Kompetenzorientierter Unterricht. Selbständiges Lernen in der Grundschule“;  
Braunschweig; Westermann;

**Collins A., Brown J.S. & Newman S.; 1989;** „Cognitive Apprenticeship: Teaching  
the Craft of Reading, Writing, and Mathematics“; In: L.B. Resnick (Ed.); „Cognition  
and Instruction: Issues and Agendas (pp. 453-494); Hillsdale; N. J: Lawrence  
Earlbaum;

**Combe A. & Kolbe F-U.; 2008;** „Lehrerprofessionalität: Wissen, Können, Handeln“;  
In: Helsper, Werner & Böhme, Jeanette (Hrsg.): „Handbuch der Schulforschung.“; 2.  
Auflage; Wiesbaden; Verlag für Sozialwissenschaften; S. 857-875;

**Darwin C.; 1859;** „On the origin of species by means of natural selection or the  
preservation of favoured races in the struggle of life“; John Murray; London;

**Dawkins R.; 1989;** "The Selfish Gene"; Oxford University Press;

**Dobzhansky CT; 1973;** „Nothing in biology makes sense except in the light of evolution"; American Biology Teacher 35; S. 125-129;

**Dreesmann D., Graf D., Witte K. (Hrsg.); 2011;** Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht; *Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg; 2011.*

**Duit R; 2004;** Didaktische Rekonstruktion Piko-Brief Nr. 2, April 2004

**Engel Clough E. & Wood-Robinson C. (1985);** "How secondary students interpret instances of biological adaption."; Journal of Biological Education, 19 (2), 125-130;

**Eschenhagen D.; 1976;** „Das Thema Evolution im Unterricht"; Unterricht Biologie 1 (3), S. 2-12;

**Eschenhagen D., Kattmann U. & Rodi D. (Hrsg.), 1998;** „Handbuch des Biologieunterrichts Sekundarbereich I.; Band 7; Evolution; Köln, S. 33-46;

**Evans ME; 2000;** „The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children"; Merrill-Palmer Quarterly 46; S. 221 – 254;

**Evans R.; 1996;** "The human side of school change"; Jossey-Bass; San Francisco;

**Fischler H. & Schröder, H-J.; 2003;** „Fachdidaktisches Coaching für Lehrende in der Physik“; Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 9; S. 43-62;

**Gess-Newsome J.; 1999;** „Secondary Teachers’ Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction” In: “Julie Gess-Newsome und Norman G. Lederman (Hrsg.): “Examining Pedagogical Content Knowledge”; Dordrecht, Boston London; Kluwer Academic Publishers (6); S. 51-94;

**Gould SJ.; 1992;** „Die Entdeckung der Teifenzeit”; Hanser; München;

**Graf D., Hamdorf E.; 2011;** „Evolution: Verbreitete Fehlvorstellungen zu einem zentralen Thema“ in Dreesmann D., Graf D, Witte K. (Hrsg.); 2011; „Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht“; Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg;

**Gropengießer H., Janßen-Bartels A., Sanders E. (Hrsg) 2004;** Lehren fürs Leben – Beiträge & Korrespondenzen zur Didaktischen Rekonstruktion; *Aulis Verlag, Auflage 1, 2004.*

**Heckhausen, Heinz; 1980;** „Motivation und Handeln. Lehrbuch der Motivationspsychologie“; Berlin; Springer; in bifie (Hrsg.) (2011) „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz: Leykam; S. 5 – 28;

**Hedewig R.; 1988;** „Naturvorstellungen von Schülerin – Ergebnisse einer Befragung von Schülern der Jahrgangstufe 3 bis 10 unterschiedlicher Schulformen“, in R. Hedewig & W. Stichmann (Hrsg.), Biologieunterricht und Ethik; Köln: Aulis; S. 212-229;

**Hörsch C.; 2004;** „Wer hat die Welt geschaffen? Kreationismus im Biologieunterricht“; in H. Gropengießer, A. Janßen-Bartels, E. Sanders (Hrsg) 2004; Lehren fürs Leben – Beiträge & Korrespondenzen zur Didaktischen Rekonstruktion; Aulis Verlag, Auflage 1, 2004; S. 203 – 212;

**Jürgen Kaube; 2008;** Darwin als Lehrer. Lasst uns mit Darwin lernen. In: FAZ.net ([http://www.faz.net/aktuell/wissen/darwin/einfuehrung/darwin-als-lehrer-lasst-uns-mit-darwin-lernen-1743433.html?printPagedArticle=true#pageIndex\\_2](http://www.faz.net/aktuell/wissen/darwin/einfuehrung/darwin-als-lehrer-lasst-uns-mit-darwin-lernen-1743433.html?printPagedArticle=true#pageIndex_2) abgerufen am 22.03.2017)

**Jelemenská, P.; 2010;** „Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching aus der Sicht der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Beitrag zur theoretischen Differenzierung für Biologieunterricht“; In T. Janík & P. Knecht (Hrsg.), „Neue Wege in der Professionalisierung von Lehrer/-inne/-n“; LIT Verlag; Wien; S. 29-33.

**Jelemenská, 2010 a;** „Was verstehen sie bitte unter Evolution – Unterrichtsplanung unter Berücksichtigung von Schülervorstellungen – Ein Arbeitsbericht“; Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung (IMST-Fonfs), Wien, Juni 2010)

**Jelemenská, 2010 b;** Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen von Evolution – eine Fallstudie zum fachdidaktischen Coaching; ZfDN;

**Kattmann U. & Isensee W.; 1977;** „Strukturen des Biologieunterrichts“; 2. Auflage; Köln, Aulis;

**Kattmann U.; 1992 a;** „Evolutionstheorie und die Geschichte des Lebens“; Unterricht Biologie 16, (179); S. 2-11;

**Kattmann U.; 1992 b;** „Evolution im Unterricht“; Unterricht Biologie 16, (179); S. 44-49;

**Kattmann U.; 1994;** „Wozu Biologiedidaktik?“; In: Kattmann U. (Hrsg.); „Biologiedidaktik in der Praxis“; Aulis; Köln; S. 9-23;

**Kattmann U.; 1995;** Konzeption eines naturgeschichtlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht; *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 1, 1995, S. 29 – 42.

**Kattmann U., Duit R., Gropengießer H. und Komorek M.; 1997,** „Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung“; *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 3, 1997, S. 3 – 18;

**Kattmann U.; 2007;** „Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie“; In: Krüger, Vogt H. (Hrsg.); „Theorien in der biologiedidaktischen Forschung“; Heidelberg, Springer; S. 93 – 104;

**Kattmann U.; 2015;** Schüler besser verstehen: Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht; *Aulis Verlag* 2015.

**Kind V.; 2009;** “Pedagogical Content Knowledge in science education: potential and perspectives for progress”; In: *Studies in Science Education* 45 (2); S. 169-204;

**Klippert, Heinz; 2008;** „Pädagogische Schulentwicklung. Planungs- und Arbeitshilfen zur Förderung einer neuen Lernkultur“; Weinheim/Basel; Beltz; in bifie

(Hrsg.) (2011) „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz: Leykam; S. 5 – 28;

**Krüger D., Vogt H; 2007;** „Theorien in der biologiedidaktischen Forschung – Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden“; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007;

**Kuhn TS; 1976;** „Die Struktur wissenschaftlicher Revolution“; Suhrkamp; Frankfurt am Main;

**Lange Axel; 2012;** „Darwins Erbe im Umbau – Die Säulen der Erweiterten Synthese in der Evolutionstheorie“; Verlag Königshausen & Neumann GmbH, Würzburg, 2012, S. 356 und S. 379;

**Leach J. & Scott P.; 1999 August;** „Teaching and learning science: Linking individual and sociocultural perspectives. As part of the symposium; In memory of Rosalind Driver: Advances in research on science learning“; Paper presented at the Meeting of the European Association for Research in Learning and Instruction; Goteborg; Sweden;

**Loughran J, Berry A. & Mulhall P.; 2006;** „Understanding and Developing Science Teachers` Pedagogical Content Knowledge; Sense Publishers; Monash University, Clayton, Australia;

**Loughran J.J.; 2006;** „Developing a pedagogy of teacher education: Understanding teaching and learning about teaching“; London, Routledge;

**Magnusson S.; Krajcik J.; Borko H.; 1999;** „Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching“; In: Julie Gess-Newsome und Norman G. Lederman (Hrsg.): “Examining Pedagogical Content Knowledge“; Dordrecht, Boston London; Kluwer Academic Publishers (6); S. 95-132;

**Marquardt-Mau B., Rojek R.; 2011;** „Kinder auf den Spuren Charles Darwins – Evolutionsbiologie im Sachunterricht“ in Dreesmann D., Graf D, Witte K. (Hrsg.); 2011; „Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht“; Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg;

**Mayr E.; 1982;** „Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt“; Springer; Berlin;

**Mayr E.; 2003;** „Das ist Evolution“; Bertelsmann; München;

**McPhee J.; 1981;** „Basin and range“; Farrar, Straus & Giroux; New York;

**Mitchell I. & Mitchell J. (Eds.); 1997;** „Stories of reflective teaching: A book of PEEL cases“; Melbourne; PEEL publishing;

**Müller, Andreas; 2006;** „Eigentlich wäre Lernen geil. Wie Schule (auch) sein kann: alles ausser gewöhnlich.“; Bern; hep Verlag;

**Møller A. P.; 1990;** „Effects of parasitism by a haematophagous mite on reproduction in the barn swallow“; Ecology 71: 2345-2357;

**Møller und Andersson:** In Unterrichtsmaterialien von der Seite  
[http://www.biologieunterricht.info/unterrichtsmaterialien/sexuelle\\_selektion.html](http://www.biologieunterricht.info/unterrichtsmaterialien/sexuelle_selektion.html);  
14.5.17; 10:33;

**Møller-Andersen A, Hesselholdt S.; 1998;** „The teaching and learning of evolution at the primary level“ in Andersson B., Harms U., Helldén G., Sjöbeck ML. (Hrsg); “Research in didaktik of Biology”; University of Göteborg; Nov 19-22; S. 155-168;

**Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; 2017;** „Evolutionsbiologische Bildung in Schule und Universität“; Deutsche Akademie der

Naturforscher Leopoldina e.V. Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale);

**Panhuber T.; 2016;** „Die Entwicklung des Pedagogical Content Knowledge von Lehrpersonen im Zuge des Citizen Science Projekts ‚Natur vor der Haustür‘“; Diplomarbeit; Universität Wien; Wien;

**Park S. & Oliver J.S.; 2008;** “Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK). PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals”; In: Research in Science Education 38 (3), S. 261-284; DOI: 10.1007/s11165-007-9049-6;

**Pass & Leditzky, 2011,** „Die Bedeutung der Sexualität für Evolutionsprozesse – wissenschaftliche Konzepte, Schülervorstellungen, Lehrpläne und Schulbücher“ in Dreesmann, Graf und Witte (Hrsg.), 2011; „Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht“; Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg; 2011; S. 73;

**Ralle B. & Di Fuccia D-S., 2014;** „Aktionsforschung als Teil fachdidaktischer Entwicklungsforschung“ in D. Krüger, I. Pachmann und H. Schrecker (Hrsg.); „Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung“, DOI 10.1007/978-3-642-37827-0\_4; Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2014;

**Reinfried S., Mathis C. und Kattmann U.; 2009;** „Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht“, Beiträge zur Lehrerbildung, 27 (3), 2009;

**Resnick L.B. & Hall M.W.; 1998;** „Learning organizations for sustainable educational reform“; Daedalus, 127 (4); S. 89-118;

**Scheuch M.; 2013;** „Die Entwicklung von Pedagogical Content Knowledge (PCK) in Fortbildungen für BiologielehrerInnen; Dissertation; Universität Wien; Wien;

**Scheuch M. & Keller E.; 2012;** „Making Pedagogical Content Knowledge Explicit: A Tool for Science Teachers’ Professional Development”; In: *Action Researcher in Education* 3; S. 84-103;

**Scheuch M., Amon H., Hoffmeister P., Scheibstock J., Bauer H.; 2017;**  
„Evolution – Ein Roter Faden für die Schule, Kumulatives Lernen von Variation und Selektion in Sekundarstufe I & II; PlusLucis, 1/2017;

**Shulman, Lee S.; 1986;** „Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching“  
In: „Educational Research 15 (2); S. 4-14;

**Staub Fritz C.; 2001;** „Fachspezifisch-pädagogisches Coaching: Theoriebezogene Unterrichtsentwicklung zur Förderung von Unterrichtsexpertise“; Beiträge zur Lehrerinnenbildung, 19 (2); 2001;

**Strike K. & Posner G.; 1992;** „A revisionist theory of conceptual change”; In: R. A. Duschl & Hamilton R.J. (Eds.), “Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice”; Albany, NY: State University of New York Press;

**Thurn, Susanne; 2006;** „Individualisierung kann gelingen.“; In: Pädagogik. 58. Jahrgang Heft 1, S. 6-9; in bifie (Hrsg.) (2011) „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz: Leykam; S. 5 – 28;

**Twain M.; 2004;** “Letters from the earth: uncensored writings”; HarperCollins; New York;

**Vollmer G.; 2011;** „Wie wissenschaftlich ist der Evolutionsgedanke?“ In: Graf D. (Hrsg): „Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich“; Springer; Berlin; S. 45 – 64;

**Wandersee J. H., Good R. G. & Demasters S.; 1995;** „Forschung zum Unterricht über Evolution: Eine Bestandsaufnahme“; Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 1; S. 43-54;

**Weinert, Franz E.; 2003;** „Leistungsmessungen in Schulen“; Weinheim/Basel: Beltz; in bifie (Hrsg.) (2011) „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz: Leykam; S. 5 – 28;

**Weitzel H.; 2004;** „Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung & ihre Entwicklung im Vermittlungsexperiment“; in H. Gropengießer, A. Janßen-Bartels, E. Sanders (Hrsg) 2004; Lehren fürs Leben – Beiträge & Korrespondenzen zur Didaktischen Rekonstruktion; *Aulis Verlag, Auflage 1, 2004*; S. 157 – 166;

**Zabel, J. & Gropengiesser, H.; 2011;** „Learning progress in evolution theory: climbing a ladder or roaming a landscape?“; In: Yarden, Anat & Carvalho, Graça S. (eds.), „Authenticity in Biology Education. A selection of papers presented at the 8th Conference of European Researchers in Didactics of Biology“ (ERIDOB). CIEC, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 237-248

## 7. Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Strukturmomentenmodell von Heimann, Otto & Schulz (1969); S. 1;  
von Duit R (2004); Didaktische Rekonstruktion Piko-Brief Nr. 2, April 2004;  
.....S. 11

**Abbildung 2:** Modell der Didaktischen Rekonstruktion von Kattmann et. al. (1998);  
S. 2; Duit R (2004); Didaktische Rekonstruktion Piko-Brief Nr. 2, April 2004; ...S. 11

**Abbildung 3:** Triplettmodell von Kattmann et al. 1997; von Kattmann U., Duit R.,  
Gropengießer H. und Komorek M. (1997), „Das Modell der Didaktischen  
Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und  
Entwicklung“; Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 3, 1997, S. 3 –  
18; .....S. 12

**Abbildung 4:** Interaktionen und Ablauf von FPC von Staub; von : Jelemenská, 2010;  
Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen von Evolution – eine Fallstudie zum  
fachdidaktischen Coaching; ZfDN; .....S.20

**Abbildung 5:** Kompetenzmodell der Naturwissenschaften (bifie, 2011); von Bifie  
(Hrsg.); 2011; „Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis“; Graz:  
Leykam; .....S. 25

**Abbildung 6:** Art, Individuum und Population; eigene Darstellung; .....S. 104

**Abbildung 7:** Unterschied Theorie und Gesetz; Steininger und Korleander, Folien  
zu Inquiry Level, 270039-1 Vertiefungsseminar zur VO Chemische Fachdidaktik  
(WS 2016/17); .....S. 136

## **8. Tabellenverzeichnis**

|                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Tabelle 1:</b> CoRe Arbeitsraster leer; Loughran J, Berry A. & Mulhall P.; 2006; „Understanding and Developing Science Teachers` Pedagogical Content Knowledge; Sense Publishers; Monash University, Clayton, Australia; ..... | S. 47 |
| <b>Tabelle 2:</b> Erste Einheit vierte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                          | S. 56 |
| <b>Tabelle 3:</b> Zweite Einheit vierte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                         | S. 57 |
| <b>Tabelle 4:</b> Dritte Einheit vierte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                         | S. 58 |
| <b>Tabelle 5:</b> Erste Einheit fünfte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                          | S. 67 |
| <b>Tabelle 6:</b> Zweite Einheit fünfte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                         | S. 68 |
| <b>Tabelle 7:</b> Dritte Einheit fünfte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                         | S. 69 |
| <b>Tabelle 8:</b> Vierte Einheit fünfte Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                         | S. 70 |
| <b>Tabelle 9:</b> Erste Einheit sechste Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                         | S. 77 |
| <b>Tabelle 10:</b> Zweite Einheit sechste Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                       | S. 78 |
| <b>Tabelle 11:</b> Dritte Einheit sechste Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                       | S. 79 |
| <b>Tabelle 12:</b> Vierte Einheit sechste Klasse; eigene Darstellung; .....                                                                                                                                                       | S. 80 |
| <b>Tabelle 13:</b> CoRe 1; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                                               | S. 88 |
| <b>Tabelle 14:</b> CoRe 2; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                                               | S. 89 |

|                                                                                                                                                                                                             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Tabelle 15:</b> CoRe 3; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                         | S. 90  |
| <b>Tabelle 16:</b> CoRe 5; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                         | S. 91  |
| <b>Tabelle 17:</b> CoRe 6; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                         | S. 92  |
| <b>Tabelle 18:</b> CoRe 7; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                         | S. 93  |
| <b>Tabelle 19:</b> CoRe 8; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                         | S. 94  |
| <b>Tabelle 20:</b> CoRe 9; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                         | S. 95  |
| <b>Tabelle 21:</b> CoRe 10; eigene Darstellung .....                                                                                                                                                        | S. 96  |
| <b>Tabelle 22:</b> Schülervorstellungen zum Thema Selektion; Kattmann 2015; von U. Kattmann 2015; Schüler besser verstehen: Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht; Aulis Verlag 2015; o.S.; .....      | S. 114 |
| <b>Tabelle 23:</b> Schülervorstellungen über Evolution allgemein, Kattmann 2015; von U. Kattmann 2015; Schüler besser verstehen: Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht; Aulis Verlag 2015; o.S.; ..... | S. 139 |

## 9. Zusammenfassung:

Obwohl das Konzept der Evolution essentiell für ein begreifendes Verstehen der Biologie und ihrer Vorgänge ist, wird sie in den aktuellen Lehrplänen noch immer viel zu wenig berücksichtigt. Aus verschiedenen Richtungen mehren sich daher Forderungen nach einem Biologieunterricht, der in allen Schulstufen von Grund auf an den Prinzipien der Evolution orientiert ist. So lange jedoch keine derartigen Änderungen an den Lehrplänen stattfinden, liegt es im Ermessen der Lehrerinnen und Lehrer, ihren Unterricht entsprechend zu gestalten. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einem konkreten Beispiel, in dem eine Lehrkraft im Rahmen eines fachspezifisch-pädagogischen Coachings, mittels Didaktischer Rekonstruktion, ihren Biologieunterricht über drei Schulstufen unter intensiver Berücksichtigung der Grundkonzepte der Evolutionstheorie geplant hat.

Die gesammelten Materialien aus der Planungs- und Durchführungsphase dieses neuen Unterrichtskonzeptes (Textdokumente, Videos, Powerpoint-Präsentationen und Schülerantworten) wurden, ergänzt durch Audioaufnahmen des Unterrichts, inhaltlich analysiert. Aus dieser Analyse heraus wurde das fachlich-pädagogische Wissen (Pedagogical Content Knowledge) welches diese neue Form von Biologieunterricht begründet, expliziert und in übersichtlicher und anwendungsfreundlicher Weise, als sogenannte Content Representation dargestellt.

Es konnten sechs zentrale Grundkonzepte, die zum Verständnis von evolutionären Prozessen in der Biologie erforderlich sind, identifiziert werden: Variation, Arten und Populationen, Selektion, „Angepasstheit“, Sexuelle Fortpflanzung und Evolutionstheorien. Diese sechs Big Ideas sind eng miteinander verwoben, und bilden gemeinsam den roten Faden der Evolution für den Biologieunterricht.

## 10. Abstract

Although the concept of evolution is key for the students' apprehension of biology and its processes, the recent state curricula do not consider evolution as a guiding idea. For this reason, biology lessons are required which incorporate the principles of evolution through the entire range of school levels. However, until the current curricula get updated to meet these demands, it's up to the teachers themselves to adjust their biology teaching accordingly. This paper deals with a specific case where a teacher underwent a subject-didactic-pedagogical coaching process. She worked in her lesson planning with the concept of educational reconstruction, in order to organize her biology lessons according to the basic concepts of evolution.

The process of constructing this new teaching concept produced a lot of documents and data for a deepened analysis (text and video based, including power point slides and student responses). In addition, audio recordings of the lessons were conducted. The analysis produced the explication of the Pedagogical Content Knowledge inherent to the newly developed concept of teaching in the form of a so-called Content Representation.

Six different topics or Big Ideas, each absolutely vital to the understanding of evolutionary processes in biology, could be identified: Variation, species and populations, selection, "adaptation", sexual reproduction, and theories of evolution. All these topics are interwoven and form together the golden thread of evolution for biology teaching.