



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S3 „Themenorientierung im Unterricht“

WAS VERSTEHEN SIE BITTE UNTER EVOLUTION?

UNTERRICHTSPLANUNG UNTER BERÜCKSICHTI- GUNG VON SCHÜLERVORSTELLUNGEN

EIN ARBEITSBERICHT

Dr. Mag. Patrícia Jelemenská

**Mag. Heidemarie Amon (Akademisches Gymnasium Beethovenplatz 1, 1010
Wien), Mag. Ilse Wenzel (Schopenhauer Realgymnasium, Schopenhauerstraße
49, 1180 Wien)**

Wien, Juni, 2010

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
2 FACHDIDAKTISCH THEORETISCHE HINTERGRUND	5
2.1 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion	5
3 ENTWICKLUNG DER UNTERRICHTSEINHEITEN	9
3.1 Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching	9
3.1.1 Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching aus der Sicht der Didaktischen Rekonstruktion.....	9
3.2 Hauptziele der Studie	10
3.3 Methoden für die Erfassung der Lehrervorstellungen und Schülervorstellungen	11
4 ERGEBNISSE	12
4.1 Vorstellungen der Lehrerin über Unterrichtsgestaltung im Biologieunterricht. 12	
4.2 Ergebnisse zur Fachlichen Klärung.....	13
4.3 Zusammenfassung der Schülervorstellungen vor dem Biologieunterricht.....	16
4.4 Die entwickelten Unterrichtseinheiten.....	19
4.4.1 Didaktische Strukturierung: Einige Überlegungen zu Unterrichtsgestaltung	19
4.4.2 Darstellungen der konkreten Unterrichtsstunden.....	20
4.5 Zusammenfassung der Schülervorstellungen nach dem Unterricht	25
5 LITERATUR	29
ANHANG	32

ABSTRACT

Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching ist ein Ansatz, um die Kluft zwischen Ergebnissen der erziehungswissenschaftlichen Forschung und deren Nutzung in Praxisfeldern zu überwinden (Staub, 2004). Der lerntheoretische Rahmen des Coachings wird anhand der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997) differenziert, indem der Schwerpunkt auf die Auswahl und Strukturierung von Inhalten für das Lernen gelegt wird. In dem vorliegenden Projekt werden bei der Unterrichtsplanung die Innovationen der LehrerInnen mit den Ergebnissen der fachdidaktischen Forschung aus dem Forschungsbereich Schülervorstellungen verschränkt. Ein Resultat der Zusammenarbeit stellen entwickelte, durchgeführte und aufgrund der Ergebnisse aus der Praxis zweimal modifizierte Unterrichtseinheiten dar.

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge.

Schulstufe: 4. und 5. Schulstufe

Fächer: Biologie und Umweltkunde

Kontaktperson: Dr. Mag. Patrícia Jelemenská

Kontaktadresse: Universität Wien, AECC Biologie, Althahnstrasse 14, 1090 Wien
patricia.jelemenska@univie.ac.at

Schüler/innen: 28

1 EINLEITUNG

In der Fachliteratur wird das Missverhältnis zwischen der Menge an empirischen Ergebnissen der erziehungswissenschaftlichen Teildisziplinen und deren Nutzung in den Praxisfeldern kritisiert (z.B. Staub, 2004). In dem vorliegenden Projekt werden bei der Planung des Unterrichts die Innovationen der LehrerInnen mit den Ergebnissen der fachdidaktischen Forschung aus dem Forschungsbereich Schülervorstellungen verschränkt. Ein konstruktiver Umgang mit den Schülervorstellungen wird in der Fachdidaktik als wesentlich für einen erfolgreichen naturwissenschaftlichen Unterricht gesehen.

Ein erster Anlass sich mit diesem Thema im Spannungsfeld Biologiedidaktik und Unterrichtspraxis (Schulunterricht) auseinander zu setzen, war ein von uns gemeinsam gestaltetes Seminar für LehrerInnenfortbildung (Jelemenská, Amon, Wenzel, 2009). Daraus hat sich eine Kooperation bei der Unterrichtsplanung und Durchführung des Unterrichts entwickelt. Die ersten Erfahrungsergebnisse zeigen, dass die LehrerInnen in der Unterrichtsgestaltung andere Schwerpunkte haben, als es in der oben erwähnten fachdidaktischen Richtung der Fall ist. Diese zwei unterschiedlichen Zugänge – Fachdidaktik und Praxis – sind in dem IMST-Projekt die Grundlage für die Unterrichtsplanung, -durchführung und -modifizierung.

In dem Projekt wurde das Ziel – eine theoriegeleitete aber auch erfahrungsbasierte Entwicklung von innovativem Biologieunterricht – wie oben bereits angedeutet verfolgt. Um die Ausgangspunkte von den beiden Seiten für den Berichtleser verständlich zu machen, wird nicht nur die Position der Fachdidaktik (Kapitel 2), sondern auch die Seite der Praxis, anhand der Vorstellungen einer Lehrerin (Frau Schwarz), für die Unterrichtsgestaltung dargestellt. Die gemeinsame Entwicklung der Unterrichtseinheiten wird in dem 3. Kapitel dargestellt. Da die Lehrervorstellungen ein Teil der Untersuchung waren, werden sie als ein Teil der Ergebnisse vorgestellt (4.1). Als weiterer Teil der Ergebnisse wird die Fachliche Klärung der Unterrichtseinheiten (4.2), die Schülervorstellungen vor dem Unterricht (4.3) als auch ein Beispiel einer Unterrichtseinheit zu dem Thema Evolution eingeführt, die gemeinsam entwickelt worden ist (4.4). Am Schluss werden die Ergebnisse zu Schülervorstellungen, die am Ende der Unterrichtsstunde erhoben worden, eingeführt (4.5) und diese Ergebnisse diskutiert.

2 FACHDIDAKTISCH THEORETISCHE HINTERGRUND

Das vorliegende IMST-Projekt bezieht sich beim Verständnis vom Lernen auf das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997). Die Modifizierung und Weiterentwicklung der lebensweltlichen Vorstellungen der SchülerInnen, die durch Unterrichtsgestaltung angestrebt wird, wird als Rekonstruktion der eigenen Vorstellungen bezeichnet (conceptual reconstruction, s. Kattmann, 2005, s.a. Baalman et al., 2004). In diesem Sinne wird das Lernen als ein aktiver Prozess verstanden. Um das Lernen der SchülerInnen zu erreichen, braucht es solche Unterrichtsangebote, die zuerst eine kognitive Auseinandersetzung mit dem Verständnis des jeweiligen Themas gewährleisten können. Zunächst wird hier das Modell der Didaktischen Rekonstruktion vorgestellt, um die Schwerpunkte, welche bei unseren Unterrichtseinheiten aus der fachdidaktischer Seite betrachtet worden sind, herauszustellen.

2.1 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion integriert drei grundlegende Forschungsbereiche: *Erfassen der Schülervorstellungen*, Klärung und Analyse der wissenschaftlichen Aussagen unter fachdidaktischen Aspekten (*Fachliche Klärung*) und Strukturierung der Lernumgebungen (*Didaktische Strukturierung*) (Kattmann et al., 1997, s. Abbildung 1).

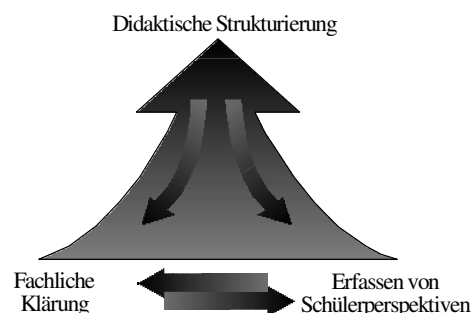


Abb. 1 Die in Wechselbeziehung stehenden Komponenten des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (nach Kattmann et al., 1997)

Diese drei Forschungsbereiche stehen einander in enger Beziehung. Das Hauptziel des Forschungsmodells der Didaktischen Rekonstruktion dient zur Begründung der inhaltlichen Unterrichtsgestaltung. Um das Lernen im Unterricht zu gestalten, werden auf der einen Seite unterschiedliche, vor allem kontroverse, wissenschaftliche Vorstellungen zu bestimmten inhaltlichen Bereichen untersucht (*Fachliche Klärung*), auf der anderen Seite Vorstellungen der Lernenden (*Erfassen von Schülerperspektiven*), die der Lebenswelt der Lernenden entstammen. Ausgehend von möglichst unterschiedlichen – historischen wissenschaftlichen, neuzeitlichen überholten und aktuellen Vorstellungen werden für das Lernen der SchülerInnen solche Schwerpunkte bei der Unterrichtsgestaltung (*Didaktische Strukturierung*) gewählt, die helfen, die lebensweltlichen Bezüge in den Schülervorstellungen zu differenzieren, zu modifizieren und zu angemessenen fachlichen Sichtweisen weiterzuentwickeln.

Mit dem Untersuchungsrahmen wird ebenso angestrebt, die Vermittlung von Wissensbeständen und die damit verbundenen pädagogischen Aspekte in ein Gleichgewicht zu bringen. Das Herzstück des Modells ist, dass es die Beziehung zwischen Forschung und Problemen bei der Entwicklung der Unterrichtsbegründung begünstigen könnte (Kattmann, 2007). Diese Annahme ist für das vorliegende Projekt bedeutsam, da die Weiterentwicklung der Praxis ein wesentliches Projektziel darstellt.

Demnächst werden kurz die Komponenten dargestellt, da sie als handlungsleitende Komponenten bei der Konzipierung der Unterrichtseinheiten aus der fachdidaktischen Seite dienen.

Fachliche Klärung

Bei dem Begriff der Fachlichen Klärung wird bei der Didaktischen Rekonstruktion ein Teil des Problems der Inhaltsauswahl angesprochen (s.a. unten Erfassen von Schülerperspektiven).

Einerseits liegt das Problem bei der Inhaltsauswahl für den Biologieunterricht in einer Vielfalt der oft kontroversen Sichtweisen, die in der Wissenschaft zu bestimmten Begriffen vorhanden sind. Betrachtet man die Anzahl der Definitionen zu dem Begriff Ökosystem (Jelemenská, 2006) oder dem Artbegriff (s. z.B. Kattmann, 2009), stellt sich die Frage, welches Verständnis im Biologieunterricht behandelt werden soll.

Andererseits ist bedeutsam, dass mit den wissenschaftlichen Sichtweisen bestimmte Voraussetzungen auch für das Lernen angenommen werden. Wird die fachliche Position nicht reflektiert, werden nur die Fachinhalte reduziert und nicht, wie nach dem Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion gefordert, unter lernförderlichen und –hinderlichen Aspekten hinterfragt. Beispielsweise beim biologischem Artbegriff ist die reproduktive Isolation, d.h. das Potential der Vertreter einer Art, sich untereinander, aber nicht mit Mitgliedern anderer Arten zu kreuzen zentral (s. z.B. Mayr). Wird dieser Artbegriff im Unterricht verfolgt, wird bei der Unterrichtsgestaltung die Herausbildung der Fortpflanzungsbarrieren verstärkt zum Ausdruck kommen (z.B. allopatrische Artbildung, z.B. Darwinfinken). Beim Biologieunterricht ist dann zentral, dass die Veränderung als Anpassung an unterschiedliche Umwelt gesehen wird. Diese Definition hat auch Grenzen, da die gelegentliche Paarung zwischen zwei Arten (z.B. beim Tieren/Vögel, Amphibien), mit fruchtbaren Nachkommen, oft passiert (s. z.B. Nieder, 2006). Ebenso zeigt sich, dass für die Artbildung nicht Allopatrie, sondern die Sympatrie wesentlich sein kann und zwar aufgrund ökologischer Interaktion bei sich veränderbarer Umwelt (Petren et al., 2005). Die Voraussetzung für eine Merkmalverschiebung (z.B. durchschnittliche Veränderung der Schnabelgröße) ist hier die Variation in der Population. Das heißt, ausgehend aus dieser Sichtweise wird der Schwerpunkt im Biologieunterricht auf die Bedeutung der (morphologischen oder genetischen) Vielfalt gesetzt.

Für die Analyse der fachlichen Werke (s. Kapitel 4.2), die hier angedeutet worden sind, sind folgende Fragen leitend (s. Kattmann et al., 1997, Kattmann, 2007):

- Welche fachwissenschaftlichen Aussagen liegen zu einem Thema vor und wo zeigen sich deren Grenzen?
- Welche wissenschaftlichen und epistemologischen Positionen sind bei den unterschiedlichen fachlichen Werken erkennbar?

Erfassen von Schülerperspektiven

Soll das aktive Lernen der SchülerInnen gefördert werden, dann ist es wichtig, Inhalte auszuwählen, die SchülerInnen zum Denken anregen. Wie in der Fachlichen Klärung angeführt, werden wissenschaftliche Begriffe entsprechend den Forschungszielen in der Wissenschaft unterschiedlich definiert. Die Schülervorstellungen werden eher aufgrund der lebensweltlichen Erfahrung und Bewährung im Alltag entwickelt und aus dieser Perspektiver angewendet. Da sie im Alltag tauglich sind, haben sie einen Eigenwert. Da diese alltäglichen Vorstellungen das Verständnis von grundlegenden biologischen Begriffen prägen, ist vor dem Unterricht das Feststellen solcher Vorstellungen, nicht des fachlich nicht angemessenen Wissens, wichtig. Für die SchülerInnen ist aus den lebensweltlichen Erfahrungen ersichtlich, dass man sich auf veränderte Lebensbedingungen anpasst und somit verändert. Der Begriff der Anpassung wird aus dieser lebensweltlichen Perspektive zweckmäßig betrachtet (s. (s. Kapitel 4.3, 4.5). Ebenso zeigt sich, dass in bestimmten Kontexten die SchülerInnen auch wissenschaftsorientierte Vorstellungen äußern können, z.B. die Variation in der Population wird wahrgenommen (s. z.B. Weitzel 2006). Bei der Untersuchung der Schülervorstellungen im Forschungsrahmen der Didaktischen Rekonstruktion ist bedeutsam, dass sie Ausgangspunkte und Hilfsmittel für das Lernen sind (s. Didaktische Strukturierung).

Für das Projekt leitende Fragen sind (s.n. z.B. Kattmann, 2007):

- o Welche Vorstellungen entwickeln Schüler in fachbezogenen Kontexten?
- o Welche Erklärungsmuster und Wertungen (Denkfiguren, Grundgedanken, Theorien) wenden sie an?
- o Welche Korrespondenzen zwischen lebensweltlichen Vorstellungen und wissenschaftlichen Vorstellungen sind erkennbar?

Didaktische Strukturierung

Der Planungsprozess, der zu grundsätzlichen und verallgemeinerbaren Ziel-, Inhaltsentscheidungen führt, wird als Didaktische Strukturierung bezeichnet. Erst durch ein Vergleichen der wissenschaftlichen Sichtweisen mit den Sichtweisen, bzw. Vorstellungen der SchülerInnen können die für das Lernen der SchülerInnen wesentlichen Aspekte herausgefunden werden. Bezogen auf die oben erwähnten Beispiele wird die Artbildung bei der Allopatrie im Sinne einer Anpassung an unterschiedliche Umwelten (Inseln) thematisiert. Diese Darstellung der Artbildung im Unterricht kann für das Lernen des Begriffs der Anpassung für die SchülerInnen lernhinderlich sein, da hier bestimmte lebensweltliche Korrespondenzen zum Verständnis von der Anpassung sichtbar werden. Somit sind bei der Didaktischen Strukturierung solche Inhalte herauszustellen, wo die Bedeutung der Variation für die Anpassung und Selektion zur Sprache gebracht werden kann (s. Kap. 4.4).

Die fachlich geklärten Aussagen zu Sachverhalten sind in lebensweltliche, individuelle, gesellschaftliche, wissenschaftshistorische sowie wissenschaftstheoretische, erkenntnistheoretische und ethische Zusammenhänge für den Unterricht einzubetten. Die kontextuelle Einbettung der wissenschaftlichen Aussagen kann dem Lernenden helfen, eine Metaposition gegenüber wissenschaftlichen und eigenen Vorstellungen zu entwickeln.

Leitende Fragen sind (z.B. Kattmann, 2007):

- o Welches sind die wichtigsten Elemente der Alltagsvorstellungen von Schülern, die im Unterricht berücksichtigt werden müssen?
- o Welche Vorstellungen und Konnotationen sind bei der Vermittlung von Begriffen und der Verwendung von Termini zu beachten?
- o Welche der lebensweltlichen Vorstellungen von Schülern korrespondieren mit wissenschaftlichen Konzepten dergestalt, dass sie für ein angemessenes und fruchtbares Lernen genutzt werden können?

Verschränkung der Bereiche. Die in den drei Bereichen angesprochenen Zusammenhänge sind graphisch durch die Pfeile in der Abbildung 1 verdeutlicht.

3 ENTWICKLUNG DER UNTERRICHTSEINHEITEN

In dem Projekt wurden die Unterrichtseinheiten in einer Kooperation zwischen den LehrerInnen und FachdidaktikerInnen, die im Rahmen eines Fachdidaktisch-pädagogischen Coachings stattgefunden haben, entwickelt. Die Annahmen zum Lernen und teilweise die Ergebnisse zu Schülervorstellungen, nicht jedoch die schon gefertigte Unterrichtsmaterialien aus der Didaktischen Rekonstruktion, bilden die Basis für Handlungen im Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching. Die Annahmen der Didaktischen Rekonstruktion sind dabei in der Sichtweise der Praxis weiterzuentwickeln.

3.1 Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching

Im angloamerikanischen Sprachraum wurde, um die Einführung der Standards und damit LehrerInnen bei der Veränderung der Unterrichtskultur zu unterstützen, der Ansatz des Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching (z.B. West & Staub, 2003) entwickelt. ***Der Begriff von Coaching versteht nicht den Coach als einen Anführer. Ein Bild, das von einem Verständnis aus dem Sport oder Alltag ausgehend, impliziert werden könnte. Der Coach ist als ein Begleiter bei der Unterrichtsgestaltung zu verstehen, der eine konstruktiv-kritische Hilfe bei der Umsetzung der innovativen Ideen der LehrerInnen anbietet.*** Dementsprechend wird in der vorliegenden IMST-Studie der Ansatz des Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching genutzt, um die innovativen Ideen der LehrerInnen gezielt aus einer fachdidaktischen Perspektive zu fördern und gegebenenfalls weiterzuentwickeln. Der lerntheoretische Rahmen des Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching wird anhand der Grundannahmen der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997) differenziert. Diese Art der Zusammenarbeit wird hier kurz vorgestellt (s.a. Jelemenská, 2010).

3.1.1 Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching aus der Sicht der Didaktischen Rekonstruktion

Die persönliche Bereitschaft der LehrerInnen, über ihren eigenen Unterricht kontinuierlich zu reflektieren, ist ein Merkmal von Professionalität (Resnick & Hall, 1998). Die Interaktion zwischen Wissenschaft und Praxis als Ko-Konstruktion von theoriebasierten Unterrichtsgestaltung zur Entwicklung innovativer Praxis (Staub, 2004, s. zu Coaching auch West & Staub, 2003) veranschaulicht die Abbildung 2.

Der Ausgangspunkt des Forschungsrahmens der Didaktischen Rekonstruktion im Sinne einer Grundlagerecherche (Kattmann et al., 1997) setzt bei der Reflexion der lernhinderlichen und lernförderlichen Inhalte und der entsprechenden Struktur des Biologieunterrichts an. Bei der Unterrichtsgestaltung sollen die lernförderlichen Ansätze in den Schülervorstellungen zu fachlich geklärten Sichtweisen differenziert und modifiziert werden („conceptual reconstruction“ s. z.B. Kattmann, 2007, s. Kap. 2). Da die LehrerInnen aus persönlichen Überzeugungen, subjektiven Theorien (z.B. Groeben et al., 1998) handeln, deren Wirksamkeit durch die Erfahrungen aus der Praxis unterstützt wird, ist beim Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching zwischen den fachdidaktischen und praxisbasierten Zugängen zu unterscheiden. Die dahinter stehenden Abläufe sind in Abb. 2 durch Prozesspfeile verdeutlicht. Für die Reflexion der Unterrichtsplanung sind jedoch die Grundannahmen der Didaktischen Rekonstruktion bei dem Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching zentral. Aus dieser fachdi-

daktischen Perspektive wird der durchgeführte Unterricht mehrmals reflektiert. Durch „Abfolge der Interaktion“ werden deren Phasen im Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching angegeben.

Bei den Überlegungen zur Didaktischen Rekonstruktion werden z.B. die pädagogischen Komponenten nicht automatisch eingeschlossen (Kattmann, 2007). Die Strategien für “conceptual reconstruction/ change“ sind jedoch nur dann effizient, wenn sie in entsprechende Lernumgebungen mit zusätzlichen Merkmalen eingebettet sind (Treagust & Duit, 2008). Aus der Verbindung von Theorie und Praxis beim Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching können Hinweise zu solchen zusätzlichen Aspekten für wirksame Lernumgebungen gewonnen werden (s. Abb. 2 „Relevanzgewinn für Theorieelemente“).

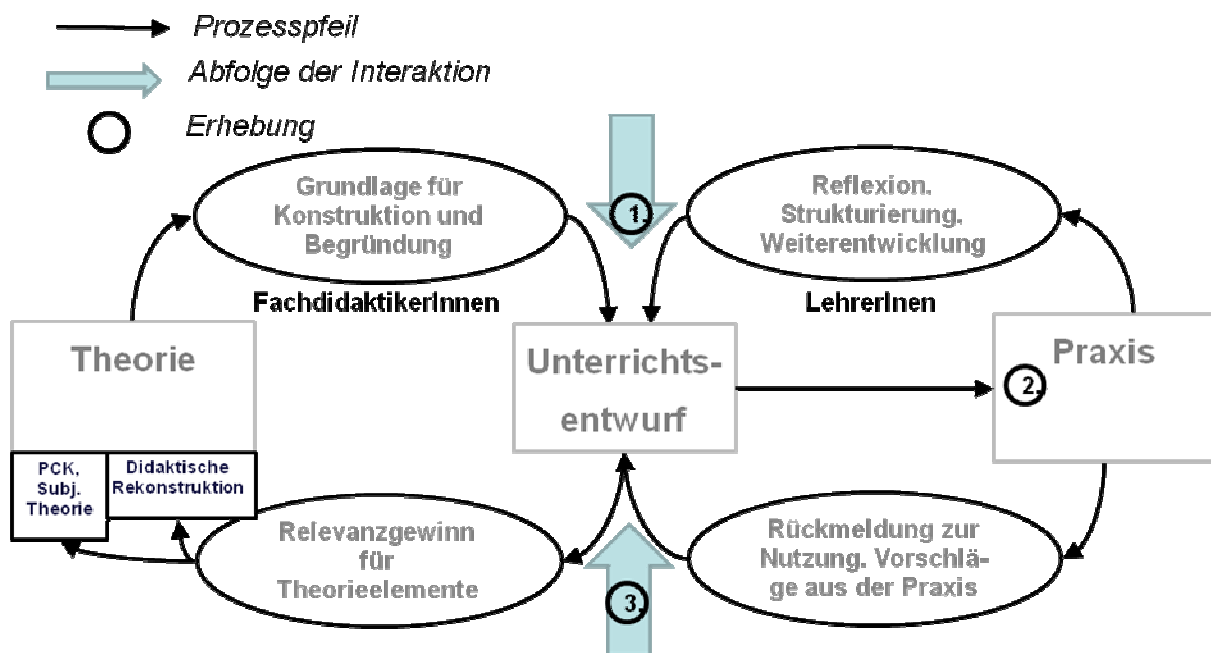


Abb. 2: Interaktion bei FPC (modifiziert nach Staub, 2004)

3.2 Hauptziele der Studie

In der Studie wurden zwei Hauptziele verfolgt:

1. Die Unterrichtsgestaltung und Strukturierung des Biologieunterrichts werden ausgehend von den Überzeugungen der LehrerInnen im Rahmen des FPC unter Grundannahmen der fachdidaktischen Grundlagenforschung (DR) reflektiert und weiterentwickelt.
2. Mit Hilfe des FPC sind Lernumgebungen für LehrerInnen zu entwickeln, in denen über die Gestaltung und Strukturierung des Biologieunterrichts reflektiert werden kann.

3.3 Methoden für die Erfassung der Lehrervorstellungen und Schülervorstellungen

Die fachdidaktische Position, aus welcher in dem Coaching gehandelt wird, wurde in im Unterkapitel 3.1 dargestellt. Aus welcher Position die LehrerInnen handeln, steht jedoch im Zentrum des Forschungsinteresses. Dokumentiert wurden Vorstellungen von zwei LehrerInnen im Sinne von Fallstudien. Die Daten werden mit Hilfe des Unterrichtsentwurfs, des problemzentrierten Interviews und anschließender Validierung der Aussagen erhoben (s.a. Abbildung 2). Die Lehrervorstellungen werden im Sinne der subjektiven Theorien rekonstruiert (Groben et al., 1998) und auch unter dem Aspekt des Pedagogical Content Knowledge (PCK) (z.B. Kind, 2009) betrachtet. Die Anzahl der Interviews hängt von der Anzahl der stattgefundenen Unterrichtsstunden. Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching fand in unserem Projekt in Blöcken statt, wobei ein Block aus 3 bis 5 Unterrichtsstunden bestehen kann (Abb. 3).

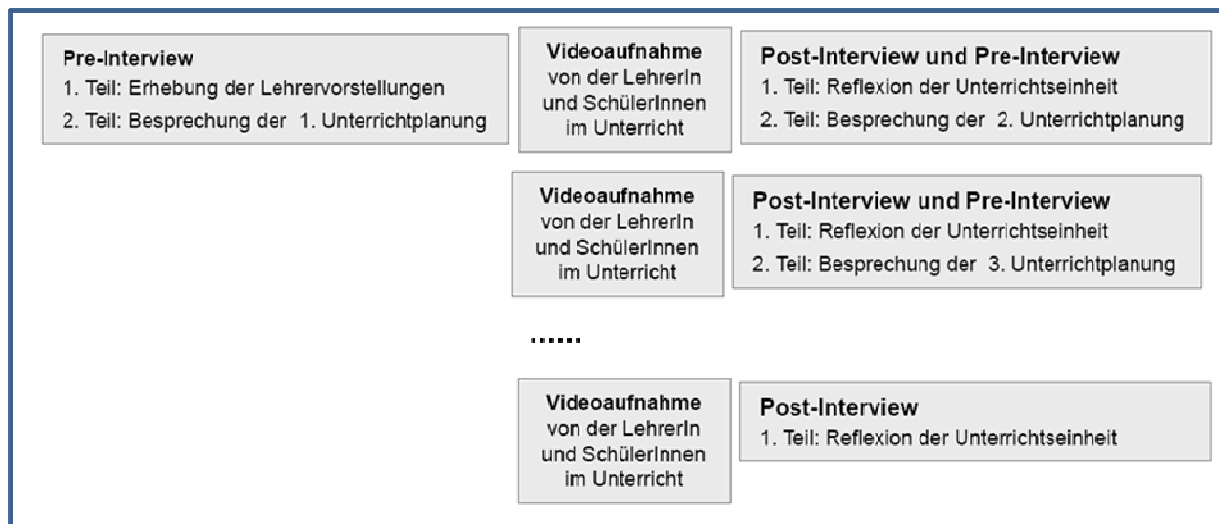


Abb. 3 Forschungsdesign des Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching

Jeder Block wurde zuerst in einer Unterrichtsklasse entwickelt. Nach einem Jahr fand er noch einmal in der gleichen Schulstufe und Unterrichtsklasse statt. Somit wurde eine Kontinuität im Unterricht beibehalten und die Wirksamkeit u.a. der modifizierten Unterrichtseinheiten konnte noch einmal überprüft und weiterentwickelt werden.

Für die LehrerInnen als auch für die Fachdidaktikern ist von besonderer Bedeutung, inwiefern die Schülervorstellungen, bzw. das Verständnis von den grundlegenden biologischen Begriffen modifiziert, bzw. weiterentwickelt wird. Das Verständnisniveau der SchülerInnen wird per Video und durch die von SchülerInnen ausgefüllten Materialien erhoben. Ebenso ist von großer Bedeutung für die Praxis, inwiefern durch die Erhebungsinstrumente eine Veränderung des Schülerverständnisses festgehalten werden kann.

Die Auswertung der Interviews- und Videotranskripte findet mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse (Gropengießer, 2005) computergestützt statt.

4 ERGEBNISSE

4.1 Vorstellungen der Lehrerin über Unterrichtsgestaltung im Biologieunterricht

Im nächsten wird auf einige Ergebnisse der Fallstudie von Frau Schwarz eingegangen (s.a. Jelemenská, 2010).

Ausgangspunkte für die Kooperation. Frau Schwarz sucht durch die Zusammenarbeit im Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching aktiv eine Möglichkeit, ihre bislang realisierte Unterrichtsgestaltung zu überdenken. Frau Schwarz schätzt sich als eine erfolgreiche Lehrerin ein, was durch das Umfeld auch bestätigt wird. Wie im folgenden Zitat ausgeführt, findet sie jedoch, dass konventioneller Unterricht doch nicht zufriedenstellend funktioniert. *„Ich habe mir bis jetzt immer überlegt, wie könnte ich gewisse Themen so aufbereiten, dass es für die SchülerInnen spannend ist. [...] Im Laufe der vielen Jahre habe ich festgestellt, dass der Unterricht so nicht gut funktioniert. [...] Auch in Gesprächen mit meinen Kolleginnen, die unterschiedliche methodische Zugänge haben, sind wir draufgekommen, dass unsere SchülerInnen mehr oder weniger gleich viel oder gleich wenig wissen. [...] Das hat mich stutzig gemacht. Wir bemühen uns, Inhalte so gut wie möglich zu vermitteln und erwarten, dass mehr hängen bleibt“* (Frau Schwarz, 1. Pre-Interview, 1. Einheit). In dem Zitat wird angesprochen, dass es nicht reicht, auf das Interesse der SchülerInnen einzugehen, sondern auch unterschiedliche methodische Zugänge für die Unterrichtsgestaltung zu wählen. Es müssen nach der Meinung von Frau Schwarz auch andere Schwerpunkte für die Unterrichtsgestaltung gefunden werden: *„...durch Gespräche mit Leuten auf der Uni bin ich auf die Idee gekommen, dass SchülerInnen andere Vorstellungen, andere Zugänge haben als ich. Das heißt, ich muss einmal ihre Vorstellungen und ihre Zugänge kennen, um dort anzuknüpfen oder von dort aufbauen zu können wo sie stehen. Ich hoffe einfach, dass dieser Zugang über die Schülervorstellungen mehr Erfolg beim Lernen meiner SchülerInnen bringt* (Frau Schwarz, 1. Pre-Interview, 1. Einheit).

Zwar hat Frau Schwarz Interesse Unterricht unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen zu planen, sie ist jedoch während der Gespräche sehr kritisch. Die Skepsis gegenüber den Schülervorstellungen zeigt auch das nächste Zitat: *„Ich persönlich habe stark angezweifelt, ob das wirklich so eine große Rolle spielt. Ich habe mir gedacht, wenn der Unterricht einfach gut strukturiert abläuft und wenn ich versuche diese Dinge einfach zu erklären, dann müssten die Schülerinnen und Schüler das auch begreifen. Ich war der Meinung das geht so“* (Frau Schwarz, 1. Pre-Interview, 2. Einheit). Anhand ihrer Erfahrungen mit Schwierigkeiten der SchülerInnen mit einem Verständnis biologischer Begriffe und aus der zusätzlichen kritischen Überprüfung des Schülerverständnisses am Anfang des 1. FPC Blocks ändert Frau Schwarz ihre Einstellung: *„Aufgrund des bislang stattgefundenen Unterrichts und der näheren Betrachtung der Schülerantworten nach meinem Unterricht, habe ich aber deutlich gesehen, dass das nicht stimmt.“* Die Einstellungen von Frau Schwarz haben sich hin zu einem vermehrten Einbeziehen der Schülervorstellungen im Unterricht geändert, die kritisch konstruktive Haltung bleibt behalten.

Zur Innovationen im Biologieunterricht. Frau Schwarz wählt den Zugang für den innovativen Biologieunterricht aus der fachlichen Seite. Für sie ist von zentraler Bedeutung, dass Evolution als ein „roter Faden“, bzw. ein Strukturierungsprinzip für den

Biologieunterricht durch alle Schulstufen des Biologieunterrichts durchgezogen wird: „*Evolution soll nicht nur am Ende der gymnasialen Laufbahn (also in der 8.Klasse) behandelt werden, sondern sollte sich als „roter Faden“ durch den Biologieunterricht ziehen*“. In diesem Zusammenhang geht sie auch auf das Einbeziehen von Schülervorstellungen ein. Dies wird angedeutet, wenn sie ihre Sichtweise aus der Perspektive der Fachdidaktik begründet und differenziert: „*Wie aus wissenschaftlichen [fachdidaktischen] Untersuchungen bekannt ist, greifen Schülerinnen und Schüler für die Erklärung von Evolution auf lebensweltliche Kontexte zurück, die das Verständnis der wissenschaftlichen Evolutionskonzepte erschweren (vergl. Kattmann, Biologie Oberstufe: Kursplaner Evolution, Cornelsen)*“.

Ebenso werden andere Schwerpunkte von der fachlichen Seite aus für die Unterrichtsgestaltung betrachtet. Diese beziehen sich auf stärkere Beachtung von einigen Aspekten von Nature of Science, vor allem auf die Entwicklung von wissenschaftlichen Ideen im biografischen Kontext. Hier wird kurz auf einige Aspekte von Nature of Science eingegangen. Von der Frau Schwarz wird die Ansicht vertreten, dass bei der Betrachtung der Entstehung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse die „gleiche Augenhöhe“ sowohl bei den WissenschaftlerInnen als auch der SchülerInnen zu beachten ist. Diese Darstellung könnte den Schülern helfen, eine Scheu vor der Wissenschaft zu überwinden. Nach der Frau Schwarz sollen sich die Schülerinnen und Schüler „*selbst auch überlegen, wie Darwin zu seinen Überlegungen gekommen sein könnte. Das heißt, dass sie ein bisschen überlegen, dass was sich Darwin gedacht hat, hätte ich mir vielleicht auch denken können und das Wissenschaft nicht etwas abgehobenes ist, das mit ihnen überhaupt nichts zu tun hat: Möglicherweise das Erklärungsmodell von Darwin am Beginn war auch einfach Erklärungsmodell, so wie sie auch versuchen, sich teilweise die Welt zu erklären*“.

4.2 Ergebnisse zur Fachlichen Klärung

Auswahl der fachlichen Quellen. Das Thema Darwinfinken wurde vom Fachdidaktiker bei der Durchführungen eines gemeinsamen Seminars im Zusammenhang mit Test- und Lernaufgaben ins Spiel gebracht (s. Kapitel 1). Zu Ehren seines 200sten Geburtstages wurde das Jahr 2009 Charles Darwin gewidmet. Da es ebenso im Interesse von Frau Schwarz war, ein Teil des Biologieunterrichts Charles Darwin zu widmen (s.a. oben), wurde das Thema Darwinfinken im Rahmen des Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching umgesetzt. Der erste Unterrichtsentwurf zur Unterrichtseinheit wurde von der Frau Schwarz entwickelt. Die Reise von Charles Darwin mit der Beagle war darin zentral. Diese Unterrichtseinheit wurde aus der fachdidaktischen Seite differenziert. Durch die Erfahrungen im Unterricht (mit dem Schülerverständnis, s.u. 4.3.2) und durch die Gespräche mit Frau Schwarz wurden weitere Differenzierungen bei der Auswahl der fachlichen Themen vorgenommen. Die unten angedeuteten fachlichen Ausführungen stellen ein Teil der Grundlage dar, aufgrund welcher die Unterrichtsgestaltung reflektiert und weiterentwickelt wurde. Wie bereits im Kapitel 2 angedeutet, wird hier das theoretische Verständnis der Anpassung im Zusammenhang mit dem des Artbegriffs, aufgrund dessen argumentiert wird, deutlicher dargestellt.

Zusammenfassung der Ergebnisse. Für die Bestimmung der 14 Finkenarten in Galápagos werden die Unterschiede vor allem in der Form der Schnabel als eine der wesentlichen morphologischen Unterschiede zwischen den Finkenarten betrachtet. Dieses Kriterium war schon für den Charles Darwin entscheidend, als er die Finken

bei dem Aufenthalt an Galápagos bei der Reise mit Beagle bestimmt hat (s. 4.4.2). Aufgrund der Kenntnisse der europäischen Arten hat er drei der gesammelten Vögel an den Galápagos als Finken bestimmt. Einen weiteren kleinen Vogel mit zartem Schnabel, der ebenso später als Fink (Laubsängerfink) bestimmt wurde, hielt er für einen Zaunkönig (z.B. Kattmann et al., 2009). Darwin fielen die Gemeinsamkeiten zwischen den Bewohnern der Galapagosinseln und dem Festland als auch die Unterschiede der jeweiligen Lebensbedingungen auf. Er schloss daraus, dass die Organismen des benachbarten Festlandes die Inseln nacheinander besiedelt hatten und eine Art für verschiedene Lebensweisen abgewandelt wurde. Lange nach der Fahrt mit der Beagle und aufgrund weiterer Beobachtungen bei künstlichen Züchtungen von Haustieren entwickelte Charles R. Darwin die Grundlagen für die Selektionstheorie, die er dann mit zahlreichen Beobachtungen belegen konnte.

Die Schnabelform als eine der wesentlichen Selektionsmerkmale, wurde erst durch die Untersuchungen vom D. Lack in den 40er-Jahren des letzten Jahrhunderts und seit ca. 30 Jahren vor allem durch die Arbeiten von dem Ehepaar Grants und deren Mitarbeitern untersucht. David Lack, der als erster die Darwinfinken systematisch untersuchte, hat z.B. folgendes Muster beobachtet: Es gibt kleine morphologischen Unterschiede zwischen einigen allopatrischen Populationen (Subspecies), größere Unterschiede zwischen anderen allopatrischen Populationen (Species), und die meisten Unterschiede treten zwischen sympatrischen Populationen von unterschiedlichen Arten auf. Er leitete davon ab, dass die Differenzierung in Allopatrie begann und sich in Sympatrie fort setzte. Lack (1947 in Grant, 1986) erklärte die Unterschiede der Schnabelgrößen als ein evolutionäres Ergebnis der natürlichen Selektion aufgrund der Konkurrenz der Arten, die in der Vergangenheit herrschte. Diese Hypothese bestätigte er später durch die Auswertung der Varianz der Schnabelgrößen bei drei Arten; Auf denjenigen Inseln, auf denen der *Geospiza magnirostris* (Großer Grundfink), *G. fortis* (Mittlerer Grundfink) und *G. fuliginosa* (Kleiner Grundfink) nebeneinander vorkommen, zeigen die Schnabelgrößen eine klare getrennte Ausprägung zwischen den drei Arten. Fehlt dagegen *G. magnirostris*, so zeigt *G. fortis* eine erheblich größere Variationsbreite. Auf Inseln, auf denen nur eine Art vorkommt, liegt deren Schnabelgröße zwischen den beiden konkurrierenden Arten. Aus der Verteilung der Schnabelgrößen geht hervor, dass unterschiedliche Schnabelgrößen die Konkurrenz zwischen den Arten verringern (n. Kattmann, 1984, Grant, 1986). Der Zusammenhang war jedoch nie wirklich erforscht, man hatte anstatt dessen die Nahrung der verschiedenen Arten aus ihrer Schnabelgröße abgeleitet. Man nahm an, dass die Arten sich nicht miteinander kreuzen. Der Artbegriff war eher real (Reifizierung) gedacht, da vor allem die morphologischen Kriterien eine Rolle spielten. Ebenso ist interessant, dass von Lack am Anfang der Abhandlung zu den Galápagos Finken die Unterschiede in der Nahrung als zu gering wahrgenommen wurden und die Selektion abgelehnt wurde (s. Grant, 1986). Ebenso ist es aufgrund der breiten Varianz der Schnabelgröße der Arten schwer, die Arten eindeutig zu bestimmen.

Nach P.E. Grant (1986) können die Muster in der Artbildung nicht nur aufgrund der historischen Ereignisse geklärt werden. Die Behauptungen von historischen Ereignissen sind mit zurzeit ablaufenden Prozessen zu überprüfen. Seit 1973 hat das Ehepaar Grant die gesamte Population von Finken auf der Insel ***Daphne Major*** dokumentiert (s.a. Zusammenfassung der Ergebnisse Grant & Grant, 2008, u.a.). Es scheint sich zu zeigen, dass die Prozesse viel schneller ablaufen, als man vermuten konnte. Das Tempo lässt sich möglicherweise durch Artenvermischung erklären: Die relativ große genetische Variabilität mancher Populationen der Darwinfinken kann

unter anderen auf gelegentliche Introgression, d.h. den „gen flow“ zwischen zwei Arten, zurückgeführt werden. Ziehen z.B. die Kaktusfinken die Jungen von Mittlerer Grundfinken groß, lernen die Jungen der Mittleren Grundfinken den Gesang der Kaktusfinken und, da bei der Partnerwahl der Gesang sehr bedeutsam ist, paaren sich anschließend diese Mittleren Grundfinken mit Kaktusfinken. Für das Überleben der Mischformen sind Unterschiede der Umweltbedingung in ihrem Lebensraum bedeutsam. In El-Niño-Jahren (ungewöhnliche, nicht zyklische sehr warme und trockene Perioden in bestimmten Jahren) überleben die Mischformen, da die Insel ein ausreichendes Angebot an kleinen und weichen Samen bietet, und sie paaren sich mit Kaktusfinken (Grant & Grant, 2002). Aufgrund der Introgression von Mittleren Grundfinken (*G. fortis*) in die Kaktusfinken (*G. scandens*) verschmelzen die beiden Arten manchmal während der El-Niño-Jahre. Zwischen den 1988 und 2003 nahmen die Unterschiede innerhalb der Mischpopulation in den Körpergrößen um 55%, Schnabelgrößen um 25% und Schnabelformen um 78% ab. Es scheint sich zu zeigen, dass sympatrische, nah verwandte Arten abwechselndes Verschmelzen und Auseinanderweichen durchlaufen, wenn Häufigkeiten und Fitness der Mischformen von bestimmten fluktuierenden Umweltbedingungen abhängen. Betrachtet man die Population der Finken auf Daphne Major, deuten die Ergebnisse also eher auf eine „adaptive Verschmelzung“ als eine „adaptive Radiation“ hin (Grant et al. in Nieder, 2006, s.u. Phylogenie).

Über lange Zeiträume betrachtet, ist Evolution nicht vorhersagbar, da die Umwelt, bzw. die Lebensbedingungen, die eine Relevanz der Selektionskoeffizienten determiniert, sich ständig verändert (Grant & Grant, 2002). Evolution kann nur in kürzeren Zeiträumen mit dem Wissen von Selektion und Vererbung vorhersagbar sein. Die Schnäbel der Mittleren Grundfinken waren nach Dürrejahre signifikant größer als nach Jahren mit viel Niederschlägen (El-Niño-Jahren), da sie harte und große Samen besser mit größeren Schnäbeln öffnen können. Diese Beobachtung könnte auf eine „gerichtete“ Selektion schließen lassen. Betrachtet man jedoch die Unterschiede in der Körperform durch einen längeren Zeitraum, wo sich die feuchten und dürrer Perioden abwechseln, ist ein Wechsel in Schnabelgrößezunahmen und –abnahme sowie Körpergrößezunahmen und –abnahme festzustellen. Ebenso können sich auch dann die Lebensbedingungen verändert, wenn auf der Insel eine neue Art dazukommt. Aufgrund der Konkurrenz, kann in den Dürreperioden die Schnabelform der Mittelgrundfinken sich signifikant verkleinern, wenn eine Konkurrenz um größere Samen mit einer anderen Art besteht, wie das der Fall am Daphne Major bei dem Vorkommen der größeren Grundfinken dokumentiert ist (s.n. Grant & Grant, 2008).

Die Artzuordnungen, die zuerst aufgrund der Morphologie durchgeführt worden sind, müssen aufgrund genetischer Untersuchungen teilweise modifiziert werden. Die genetischen Untersuchungen zeigen auf, dass es sich bei den Finken an Galápagos um eine monophyletische Gruppe handelt, wie schon Darwin angenommen hat (s. z.B. Grant & Grant, 2008): Die Darwinfinken auf Galápagos stammen ursprünglich aus Südamerika. Die molekulargenetischen Untersuchungen deuten auch darauf hin, dass die Laubsängerfinken (eher Insektenfresser) der Ursprungsart am nächsten stehen und nicht eine „körnerfressende Finkenart“, wie bislang angenommen wurde (Petren et al., 2005, s.a. Grant & Grant, 2008). Da die genetischen Untersuchungen ebenso nur eine Rekonstruktion der Verwandtschaft bestätigen können, ist schwer zu sagen, wie die ursprüngliche Art ausgesehen haben könnte, da man die Ursprungart nicht kennt.

Die aufgrund genetischer Ähnlichkeiten gruppierten Arten zeigen große Gemeinsamkeiten mit Gruppierungen der klassischen Taxonomie, die auf morphologischen Ähnlichkeiten basieren (D. Lack). Jedoch zeigen die geringfügigen Abweichungen zur klassischen Taxonomie für die Aufklärung der Ursachen der Artbildung bedeutsame Ergebnisse. Ein Beispiel wird hier angeführt (s. n. Petren et al., 2005). Nicht alle Populationen des Spitzschnabel-Grundfinks (*Geospiza difficilis*) zeigen eine genetische Übereinstimmung (cluster together). Die Population von Inseln (wie Genovesa, Darwin und Wolf), die sehr weit von den zentralen Inseln von Galápagos Archipel stehen, sind näher mit anderen Arten der Darwinfinken (Grund- und den Baumfinken) verwandt als mit den vor allem in der Galápagos Inseln zentral verorteten Populationen der Spitzschnabel-Grundfinken (obwohl sie auch morphologisch zu dieser Art ähnlicher sind). Die Autoren vermuten im Hinblick auf das phylogeographische Muster, dass die Populationen, die auf peripheren Inseln vorkommen, durch vergangene Introgression differenziert und tiefgreifend verändert werden waren. Die gelegentliche Introgression kann als Ursache für eine nähere (genetische) Verwandtschaft zu anderen Arten als der eigenen erklärt werden.

Petren et al. 2005 modifizieren das zweistufige Modell vom Lack – zuerst Allopatrie und anschließende Sympatrie. Die Ergebnisse von Petren et al. (2005) belegen, dass die erste Differenzierung, die mit Allopatrie begann, nicht wesentlich war (gen flow). Vielmehr könnte die zweite sympatrische Phase zu rapiden und asymmetrischen phänotypischen Veränderungen geführt haben. Die Annahme, dass durch die Isolation aufgrund der Distanz die peripheren Populationen wahrscheinlich in der Fortpflanzung isoliert wurden, wird in Bezug auf die sympatrische Artbildung präzisiert (s. z.B. Mayr: allopatrische Artbildung). Die nähere Verwandtschaft zu anderen Arten zeigt, dass bestimmte periphere Populationen, wie oben angesprochen, zu anderen Arten enger als mit der eigenen verwandt sind. Die peripheren Populationen können als Ressourcen für Begründer einer neuen Art angesehen werden. Jedoch bleiben auch die peripheren und zentralen Populationen relativ unverändert. Die Möglichkeit zu einer rapiden phänotypischen Divergenz erhöht sich durch ökologische Interaktionen (Konkurrenz). Das heißt, nicht alleine die geographische Isolation, sondern vor allem die vorhandenen ökologischen Bedingungen – die Konkurrenz in Sympatrie – unterstützt die Möglichkeit von asymmetrischer Divergenz. Asymmetrische Divergenz könnte viel wahrscheinlicher vorkommen, wenn eine kleine gründende Population mit einer größeren angesiedelten Population konkurriert.

„The applicability of this revised two-step model to other systems will depend on the nature and degree of divergence occurring in allopatry, the frequency of dispersal and the conditions under which colonists establish a sympatric, reproductively isolated population rather than simply interbreeding with residents. Thus the model hinges on infrequent dispersal, which is difficult to detect and is perhaps underestimated in many systems”. (s.n. Petren et al. 2005, pp. 2955). Eine reflektierte Position (auch aufgrund weiteren empirischen Ergebnisse) für das Herausstellen der Ursachen der Artbildung kommt in dieser Position zum Tragen.

4.3 Zusammenfassung der Schülervorstellungen vor dem Biologieunterricht

Die Ergebnisse zu den Schülervorstellungen wurden direkt im Biologieunterricht, der im Rahmen des Fachdidaktisch-pädagogischen Coaching (Pilotphase: erste Stunde aus dem Schuljahr 2008/09) stattgefunden hat, durch Beantwortung einer Aufgabe

am Anfang des Unterrichts erhoben. Zuerst wurden die SchülerInnen darüber informiert, dass auf dem Galápagos Archipel mehrere Finkenarten vorkommen, welche sich anhand der Schnäbeln unterscheiden. Die SchülerInnen sollten dann folgende Aufgabe lösen (Internetquelle): Formuliert Fragen, die sich Darwin stellte, bzw. die ihr euch stellt. Und formuliert Hypothesen, die Darwin bildete, bzw. die ihr bilden könnt. Die SchülerInnen haben diese Aufgabe in Kleingruppen (4-5 Personen) gelöst und anschließend präsentierten die Gruppen ihre Beantwortung im Plenum. Einige Antworten der SchülerInnen aus der Gruppenarbeit werden hier als ein Beispiel für die häufigsten Vorstellungen vorgestellt, um die möglichen Schwerpunkte der Schülervorstellungen als Ausgangsbasis für den Biologieunterricht darzustellen.

Antworten zu der Aufgabe von Gruppe 1

„Frage: Wieso haben sich die Schnäbel so unterschiedlich geformt?

Antwort: Weil sie so besser essen könnten, also unterschiedliches Futter.

Frage: Also warum haben sich die Vögel am Land nicht so weit(er) entwickelt?

Antwort: Weil wir glauben, dass dort auf dem Land der Schnabel genügt hat. Es waren keine speziellen Insekten da, die man nicht so speziell fangen musste.

Frage: Wie lange braucht die Perfektion eines Schnabels?

Antwort: Wir denken, es geht durch die Generationen so lange, bis der Schnabel nicht perfekt ist.

Frage: Ist es möglich, dass sich in der Zukunft auch so viele Unterschiede bilden?

Antwort: Wir denken, dass sich viel entwickeln wird, weil sich auch die Umwelt verändert und es auch davon abhängt, wie sich die Umwelt entwickelt?“

Wenn die SchülerInnen über Arten sprechen, dann orientieren sie sich vor allem an morphologischen Merkmalen. Auf ein bestimmtes Merkmal wurde durch die Aufgabenstellung hingewiesen. Wenn nur auf Einheitlichkeit fokussiert wird, ist für das Lernen der grundlegenden Begriffe zur Evolution wie z.B. Anpassung, die Vorstellung – Art als ein Typus, dass durch bestimmte Merkmale gekennzeichnet ist, anzusehen – problematisch. Aus den Schüleraussagen wird deutlich, dass die SchülerInnen von einem Schnabel ausgehen – der zu einer vorhandenen Nahrung passen muss. Die hier eingeführten Schüleraussagen deuten darauf hin, dass eine Veränderung nicht durch die Ontogenese stattfindet (diese Vorstellung würde auch bei einer anderen Gruppe geäußert), sondern eine Veränderung findet über die Generationen statt. Die Schnäbel der Vögel haben sich jedoch durch die Generationen mit dem Ziel verändert, um „besser essen zu können“, oder sie haben sich nicht verändert, weil der „Schnabel genügt hat“. Zwar deuten die SchülerInnen längere Zeitabschnitte für die Veränderung an, jedoch für die Argumentation stehen die Bedürfnisse der Vögel im Vordergrund. Bei der Erklärung der Artbildung ist für die SchülerInnen eine Zielgerichtetheit prägend: Das Ziel der Anpassung – „Perfektion eines Schnabels“ – ist, mit der Zeit graduell immer perfektere Typen (bzw. Individuen) hervorzubringen. Das Ziel bei der Anpassung ist, eine möglichst optimale Übereinstimmung der Lebewesen mit der Umwelt herzustellen. Die Schüler und Schülerinnen argumentieren beim Begriff Anpassung nicht im Zusammenhang mit den Begriffen Population und Variation. Die Schüler und Schülerinnen denken eher in Typen – bessere, bzw. weniger gut angepasste Vögel. In den lebensweltlichen Vorstellungen wird die Anpassung als intentionale Handlung verstanden, d.h. Anpassung geschieht absichtlich. Die Evolution wird als Drang zur biologischen Vervollkommnung verstanden. Von den Schülern und

Schülerinnen werden teilweise Ursachen für die Veränderung geäußert. In dem oben genannten Beispiel kommt die mögliche Veränderung der Umwelt zum Ausdruck (im Unterricht später ebenso Mutation).

Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnisse aus der Forschung zu Schülervorstellungen (s. Zusammenfassung der Ergebnisse Baalman et al., 2004). Die Ergebnisse aus der Schülervorstellungsforschung zeigen, dass grundlegend für die Schüler und Schülerinnen das Denkmuster *Adaptiver körperlicher Umstellung* ist: Der Organismus wird als Akteur verstanden, der entsprechend der Umweltveränderungen handelt, um sich sein Überleben zu sichern. Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Organismen verschiedener Population können aber auch eine Voraussetzung des Überlebens im friedlichen Zusammenleben der Arten nebeneinander sein (*Harmonie in der Natur*) (s.n. Baalman et al., 2004). Ausgehend aus dem lebensweltlichen Verständnis werden Arten als reale Einheiten gedacht. Das heißt, die Arten werden nicht als ein gedankliches Konstrukt verstanden, sondern als reale Gegebenheiten, die z.B. nach einem Ziel streben können, um zu bestehen. Die wissenschaftliche typologische Definition vom Artbegriff zeigt einige Korrespondenzen mit den Schülervorstellungen.

Die lebensweltlichen Vorstellungen sind für die SchülerInnen grundlegend, jedoch zeigen einige SchülerInnen auch fachliche angemessene Vorstellung, wie das ein weiteres Zitat aus den Schülleraussagen andeutet:

Antworten zu der Aufgabe von Gruppe 3

Frage: Warum haben sich die Lebewesen oder die Arten untereinander auf der Insel so verändert?

Antwort: Vögel haben sich an ihre Umgebung angepasst. [Anpassung ist], was sie brauchen, um ihr Essen zu finden und so zu verarbeiten und um zu überleben. [...] Ja, dass sie zum Beispiel am Anfang kurze Schnäbel hatten, aber sie mussten dann von Bäumen da ausgehen und dann brauchten sie dann lange Schnäbel und so hat es sich entwickelt.

Lehrerin: Vielleicht gibt es noch eine Idee dazu.

Schülerin aus dem Plenum. Also beispielsweise bei den Eisbären ist es so, die mit den weißen Fellen überleben, weil sie sich besser tarnen können, und dann überleben immer also die mit den längeren Schnabel und dann vermehren sich wieder und der Schnabel wird dann wieder länger.

In dem Zitat wird die Unterschiedlichkeit von der Schülerin als ein Grund für die Auslese angedeutet. Ebenso anders als bei den anderen SchülerInnen kommen auch die Vorstellungen vor, dass sich zuerst durch die Fortpflanzung bestimmte Merkmale in der Folgegeneration zeigen können. Die Vorstellung der Schülerin deutet die fachlich angemessene Vorstellung – Anpassung aufgrund von Unterschiedlichkeit und Auslese – die eigentlich durch den Biologieunterricht anzustreben ist (s.a. Baalman 2004, Weitzel 2006) an.

Zwar haben die SchülerInnen eher lebensweltliche Vorstellungen wie oben angedeutet. Wird jedoch bei der Gestaltung der Lernumgebungen ein anderer Schwerpunkt

betont, dann können die SchülerInnen auch fachlich angemessene Ansatzpunkte in den Vorstellungen zeigen. Der Einstieg der Unterrichtseinheit aus dem Schuljahr 2008/09 wurde in dem Schuljahr 2009/2010 neu konzipiert. Die SchülerInnen wurden vor die Situation gestellt, selbst Züchter zu sein. Die Frage war, welche Gruppe von Welpen – eine homogene oder eher eine heterogene Gruppe (s. Anhang 1) – sie für die Züchtung selbst auswählen würden. Ebenso sollten die SchülerInnen ihre Auswahl schriftlich auf Kärtchen begründen (1. Teil erste Unterrichtsstunde, die mit den Namen versehenen Kärtchen wurden eingesammelt). Alle SchülerInnen haben die heterogene Hundegruppe gewählt. Die Begründung der SchülerInnen ist teilweise heterogen. Eine wissenschaftlich orientierte Argumentation im Hinblick auf die Variation ist zentral: *„Ich würde Gruppe A nehmen, weil es verschiedene Größen, Farben, Formen gibt, aus denen man viel Neues „gestalten“ kann. Gruppe B hat nur gleiche Hunde und man könnte nicht viel verändern“* (eine Schülerin der vierte Klasse). Die Vorstellung von den Typen, die in der erste Stunde aus dem Schuljahr 2008/09 zentral war, wurden hier nur am Rande geäußert. Dass die Schülervorstellungen unterschiedliche Aussagen in unterschiedlichen Kontexten äußern können, wird ebenso in der fachdidaktischen Forschung thematisiert (s. z.B. Baalman et al., 2005, Jelemská, 2006).

Schlussfolgerung. Werden bei dem Einstieg in den Unterricht solche Kontexte betont, die den SchülerInnen erlauben eher angemessene Sichtweisen zu äußern, ist es schwierig diese Ergebnisse als einen Ausgangspunkt für die Evaluation der Unterrichtseinheiten zu wählen, da das Lernen hier zentral ist. Jedoch kann man davon ausgehen, dass diese SchülerInnen ebenso Schwierigkeiten beim Verständnis z. B. der Anpassung haben werden, obwohl diese durch die Kartenabfrage nicht erhoben worden sind.

4.4 Die entwickelten Unterrichtseinheiten

4.4.1 Didaktische Strukturierung: Einige Überlegungen zu Unterrichtsgestaltung

Einige allgemeine Überlegungen zur Unterrichtsgestaltung werden hier ausgeführt. Die SchülerInnen äußern, wenn nicht gezielt intendiert, überwiegend solche Vorstellungen an, die eher einen typologischen Artbegriff verdeutlichen. Einige der lebensweltlichen Vorstellungen können für das Verständnis von biologischen Begriffen wie Anpassung lernhinderlich sein. Wie oben (4.3) bereits angedeutet, zeigen sich in bestimmten Kontexten auch fachlich angemessene Ansätze, die das Lernen begünstigen können. Für die Entwicklung der Unterrichtseinheiten ist es deswegen wichtig, solche Unterrichtsumgebungen zu entwickeln, die erlauben, dass die SchülerInnen ihre lebensweltliche Vorstellungen hinterfragen können oder von den lebensweltlichen Vorstellungen abweichende Vorstellungen äußern. Für die Unterrichtsgestaltung ist es wichtig – Vielfalt statt Typus – zu veranschaulichen. Ebenso ist es für das Verständnis der Anpassung wichtig, bei der Entwicklung der Lernumgebungen zu verdeutlichen, dass Selektion immer in der vorhergehenden Generation mit Wirkung auf die Nachkommen stattfindet und Anpassung durch abweichende Nachkommen geschieht. Mit dem Ansatz, dass die Anpassung immer an die Lebensbedingungen der Eltern erfolgt und nicht an die eigenen, kann das Ziel der Evolution perfekt angepasste Organismen hervorzubringen, hinterfragt werden (s. auch Baalman et al., 2005).

In der Unterrichtspraxis kommt man ohne die morphologischen Merkmale beim Evolutionsunterricht nicht aus. Deswegen ist es von Bedeutung, sie als wesentliche Selektionsmerkmale herauszustellen.

4.4.2 Darstellungen der konkreten Unterrichtsstunden

Im Rahmen des Fachdidaktisch-pädagogischen Coachings wurden mehrere Unterrichtseinheiten entwickelt, wobei für jede Unterrichtseinheit Lernaufgaben neu konzipiert wurden. Nur in einem Fall wurde eine zu dem Thema entwickelte Lernaufgabe von einer anderen Quelle übernommen und modifiziert (s. Abb. 4 Gerichtete Selektion, Weitzel 2006, modifiziert).

Wie in dem Kapitel 3.3 ausgeführt, läuft die Entwicklung der Unterrichtseinheiten parallel ab: In einem Schuljahr wird eine Unterrichtseinheit neu entwickelt und im Unterricht durchgeführt. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Unterricht wird sie modifiziert und im Laufe des nächsten Schuljahres in der entsprechenden Schulstufe im Biologieunterricht eingesetzt. Die Gesamtübersicht der Lernaufgaben, die zusammen mit den Unterrichtseinheiten in der ersten Phase entwickelt worden sind, findet sich in der Abbildung 4.

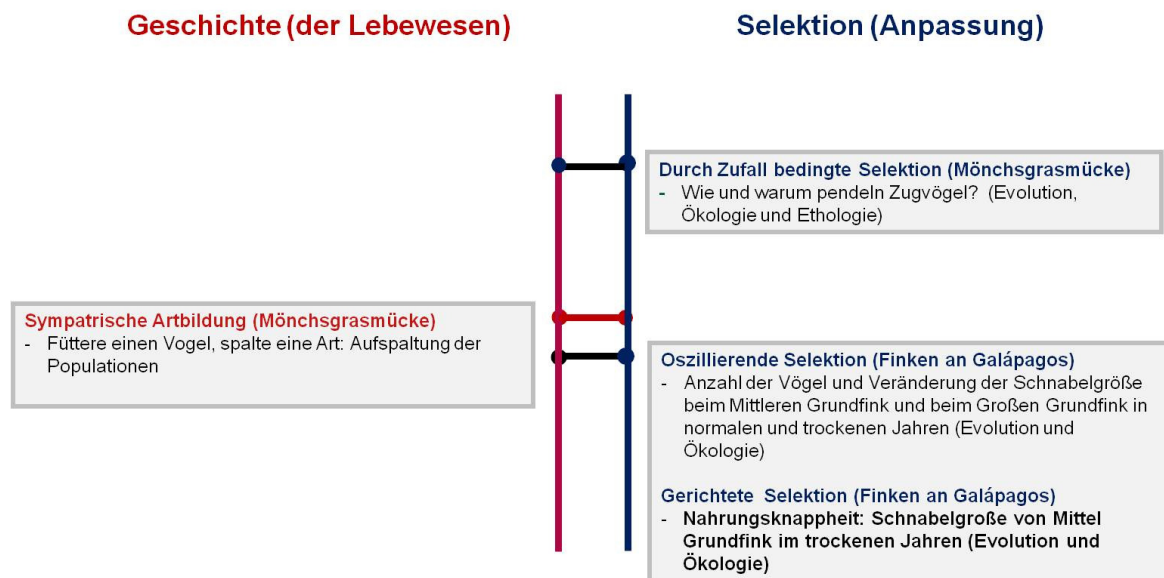


Abb. 4 Zur Evolution als Erklärungsprinzip entwickelte Lernaufgaben (zur Schema s. Kattmann, 2006)

Die Lernaufgabe und die Unterrichtseinheit (s. Abb. 4 Gerichtete Selektion), die in dem Schuljahr 2008/2009 entwickelt und in der erste Phase im Biologieunterricht eingesetzt worden war, wurde auch im Schuljahr 2009/2010 (zweite Phase der Unterrichtsentwicklung) eingesetzt. Diese modifizierte Unterrichtseinheit zu Charles Darwins Fahrt auf der Beagle und Erforschung der Galapagosinseln (Lernaufgabe: Gerichteten Selektion) wird demnächst in dem Arbeitsbericht dargestellt. Ein Teil der anderen Unterrichteinheit mit den Unterrichtsmaterialien ist zu dem Thema sympatrische Artbildung am Beispiel der Mönchgrasmücke von der Homepage von AECC/ Jahr der Biodiversität abrufbar (s. Internetadressen).

1. Unterrichteinheit

Charles Darwins Fahrt auf der Beagle und Erforschung der Galapagosinseln

Ziel: Differenzierung des Verständnisses der SchülerInnen zu grundlegenden Begriffen zur Evolution: Anpassung (Variabilität, Selektion)

Thema der ersten Unterrichtsstunde (50 Minuten): Künstliche Selektion

Untergeordnetes Ziel

- Verständnis von Züchtung: Bedeutung der Variation in der Population für die Züchtung; der Auslese von bestimmten Individuen, die zum Ziel der Züchtung bestimmte Merkmale aufweisen und Bedeutung derer Fortpflanzung.
- „Orientierung“ im Zeitraum: Veranschaulichung der kurzen Zeit, in der das Züchten von bestimmten Rassen (hier Hunden) „sichtbar“ wird.

1. Teil der Unterrichtsstunde (20 Min): Erläuterung der Bedeutung der Vielfalt an Hand der Hundezüchtung

Bei der Einführung wurde zuerst eine Kartenabfrage gemacht. Dazu wurde eine Abbildung aus der Software Hundezüchtung (s. unter Literatur) von zwei Gruppen von Welpen – eine Gruppe mit großer Variation, eine zweite homogene Gruppe – mit Powerpoint auf der Leinwand präsentiert (s. Anhang 1: Kartenabfrage zur Hundezüchtung). Die SchülerInnen wurden vor die Situation gestellt, selbst Züchter zu sein. Die Frage war, welche Gruppe von Welpen – die homogene Gruppe oder eher eine heterogene Gruppe – sie für die Züchtung selbst auswählen würden. Ebenso sollten die SchülerInnen ihre Auswahl schriftlich auf Kärtchen begründen. Das schriftliche Erfassen diente einerseits einer Erhebung der Schülerantworten (s. 4.3), andererseits haben die Schüler zuerst die Möglichkeit sich alleine mit der Frage zu beschäftigen. Das Beispiel der künstlichen Selektion wurde mit Hilfe der Software bearbeitet, indem bei der Einführung die SchülerInnen ihre Antworten geäußert hatten. Die Züge der Züchtung wurden auf die Leinwand projiziert und im Plenum bearbeitet. Die SchülerInnen sollten sich einigen, welchen Hund als Ziel der Züchtung zu erreichen wäre.

Bemerkung: Aus unseren Erfahrungen ist es wichtig, bei der Durchführung der Software zu erwähnen, dass normalerweise die Züchter die Welpen mit erwünschten Merkmalen mit anderen Züchtern austauschen, falls sie selber keine große Zuchtstation haben: Die Geschwister paaren sich nicht miteinander, d.h. sie kommen nicht aus einem Wurf. In dem Unterricht kommt es in den Gruppen zu Widerstand, dass Züchtung nicht ethisch ist. (Ebenso abhängig vom System kann es vorkommen, dass die Software „hängen bleibt“).

Anschließend wurden die Begriffe Variabilität, Auslese und künstliche Selektion nochmals im Plenum wiederholt und ihre Bedeutung für die Züchtung besprochen.

2. Teil der Unterrichtsstunde (15-20 Minuten). Charles Darwins Fahrt auf der „Beagle“ und sein Aufenthalt auf Galapagos.

Leitend bei der Unterrichtsgestaltung war, dass im Kontext von Darwins Fahrt auf der Beagle auf einige Besonderheiten der Galapagos Inseln (z.B. Galapagos-Spottdrosseln, Schildkröten) aufmerksam gemacht werden sollte. Bedeutsame Beobachtungen für Darwin auf Galapagos waren anatomische Unterschiede zwischen

den Spottdrosseln, eine von der östlichen Galapagos-Insel San Cristóbal, die andere vom südlich gelegenen Eiland Floreana. Diese haben später Darwin erstmals zu der Idee, dass Spezies veränderlich sein könnten, geführt. In der Unterrichtsstunde wurden jedoch auch die Schildkröten (unterschiedlich geformte Panzer) angesprochen, die jedoch der Besatzung der Beagle als Nahrungsvorrat dienten.

In diesem Zusammenhang wurde ein Ausschnitt aus einem Video - Reiseroute von Darwin und der Beagle – gezeigt. Die kurze Sequenz (0 – 1,38 Minuten) illustriert die Reiseroute, zeigt ein Bild von Darwin und der Beagle (s. Literatur). Um zu einem anderen kurzen Filmabschnitt (40,30 bis 42 Minuten, s. Literatur) überzuleiten, wurden Powerpoint Folien mit Bildern von Spottdrosseln und 3 Bälgen von Spottdrosseln wie auch Schildkröten auf der Leinwand präsentiert und auf die wesentlichen Schwerpunkte eingegangen (s. Anhang 2).

3. Teil der Unterrichtsstunde (15-10 Minuten). Problem der natürlichen Variabilität von den Schülern selbst finden lassen: natürliche Selektion als Lösung. Die Unterschiede zur künstlichen Selektion sind herauszuarbeiten.

Hier soll nun die Verbindung zum Beginn der Unterrichtsstunde geschlagen werden: aus den Beobachtungen kann eines abgeleitet werden: Individuen einer Art (bzw. Schildkröten Unterarten), die von unterschiedlichen Inseln stammen, zeigen deutliche anatomische Unterschiede (Schnabel bei den Spottdrosseln, Panzer bei den Schildkröten).

In diesem Zusammenhang wurde den SchülerInnen folgende Frage projiziert: Wie ist es eigentlich möglich, dass es zu solchen Unterschieden kommen kann?

Als Abschluss wurden die Unterschiede zwischen Züchtung und Selektion herausgearbeitet. Den SchülerInnen wurde folgende Frage präsentiert: Welche Verbindung könnte es zu unserer virtuellen Hundezüchtung am Beginn der Stunde geben?

Der Mensch wählt nach den für ihn günstigen Kriterien Individuen mit bestimmten Merkmalen aus, durch Kreuzung wird die Wahrscheinlichkeit, dass das Merkmal in der nächsten Generation auftritt, erhöht. Für die Züchtung reichen wenige Generationen, dass eine morphologische Veränderung sichtbar wird. In der Natur hängt das Tempo der Selektion von der Veränderung der Lebensbedingungen ab. Diese verändern sich nicht gezielt, sondern zufällig. Durch die Veränderung der Lebensbedingungen sind nur bestimmte Merkmale (Selektionsmerkmale) verändert, die gerade für die Lebensweise der Organismen entscheidend sind. Beispielsweise bei den Galápagosschildkröten fällt 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. 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. - bei der Züchtung kommen absichtlich gezielt sehr viele Merkmale (Fellfarbe, Größe, Gebiss, Augenfarbe ...) in Frage. Die Zweckmäßigkeit der Veränderung bei der Züchtung wäre herausarbeiten.

Thema der zweiten Unterrichtsstunde (50 Minuten): Warum heißen die Finken auf Galápagos auch Darwinfinken?

Untergeordnetes Ziel

- Verständnis der natürlichen Selektion
- Entwicklung des Verständnisses, warum bestimmte Merkmale bei der Bestimmung der Arten als wesentlich für die Selektion zu betrachten sind

1. Teil der Unterrichtsstunde (5-10 Min): Ch. Darwins Rückkehr nach England

Kurze Wiederholung der 1. Unterrichtsstunde:

...ad 1. wir haben aus verschiedenen Hundewelpen jene ausgesucht, die die Merkmale hatten, die wir züchten wollten= künstliche Auslese (Der Unterschied zwischen Selektion und Auslese wäre noch einmal herauszustreichen).

...ad 2. Darwin hat in diesen 5 Wochen auf den Galapagosinseln beobachtet, dass auf verschiedenen Inseln verschiedene Spottdrosseln leben; daraus ergab sich im Unterricht die Frage, wie es zu diesen Unterschieden auf den verschiedenen Inseln gekommen ist und welchen Zusammenhang es zwischen der Hundezüchtung und den Beobachtungen von Darwin gibt. Ihr seid dann zu dem Schluss gekommen; dass hier offensichtlich die „Natur als Züchter“ fungiert (=natürliche Selektion – bei der natürlichen Auslese wäre es wichtig auf die Lebensbedingungen hinzuweisen, aufgrund welcher die Organismen – „ausgewählt“ werden, und dann erst zur Fortpflanzung zu kommen)

2. Teil der Stunde (20 Min): Hervorheben von Selektionsmerkmalen im Kontext der Bestimmungen nach der Rückkehr von der Beagle-Reise

Einführung. Eine kurze Filmsequenz (nur 2,30 Minuten) diene dazu, die gewonnenen Kenntnisse zu wiederholen (Vielfalt in der Mammut Population) und als Einstieg für das Thema Ch. Darwin zurück in England (s. Literatur). Als Darwin ankam, setzte er sich zuerst mit dem gesammelten Material auseinander. Er musste auch mit anderen Wissenschaftlern zusammenarbeiten, um z.B. die gesammelten Vögel zu bestimmen. Das war deswegen schwierig, da er auf der Reise, z.B. auf Galápagos Vogelarten begegnete, die nicht in Europa vorkommen.

Den SchülerInnen wurde die Aufgabe gestellt, selbst die Erfahrung zu machen, auf welche Schwierigkeiten Darwin bei der Bestimmung der Vögel gestoßen ist, da er nur Kenntnisse über europäische Vögel hatte. Folgende Aufgabe wurde auf die Leinwand projiziert: Schaut euch folgende Bilder an. Es handelt sich um Vögel, die ihr in eurer Umgebung sehen könnt. Welche Vögel würdet ihr zusammen in eine Gruppe stellen? Und warum? (s. Anhang 3). Bei der Beantwortung haben die SchülerInnen vor allem den Schnabel in Betracht gezogen. (zu Antwort s. Anhang 3).

Auf Galapagos hatte Darwin mehrere Vogelarten gefunden. Einige davon hatte er gezeichnet. Eine Abbildung von der Skizze siehst du unten (s. Anhang 4). Darwin kannte zwar die europäischen Vögel war aber kein Ornithologe - so wie ihr. Wie würdet ihr die Vögel in Gruppen stellen? (zu Antwort s. Anhang 4).

3. Teil der Stunde (15-20 Min): Bedeutung der Vielfalt der Schnabelgrößen (und im Nahrungsspektrum) in der Ursprungsform der Finkenart für die Erklärung des Vorhandenseins mehrerer Finkenarten

Als Darwin zurückkehrte wurde auch der Zaunkönig vom Ornithologen in England, aufgrund seiner Merkmale als eine Finkenart bestimmt. Durch weitere Expeditionen sind in den folgenden Jahren noch weitere Vogelarten als Finken bestimmt worden. Insgesamt wurden dann 14 Arten als Finken auf Galapagos beschrieben. Einige Finkenarten wurden den SchülerInnen in der Präsentation projiziert (s. Anhang 5).

Bei den Galápagosfinken sind die Unterschiede in der Größe und Form ihrer Schnäbel interessant. Da keine dieser Arten irgendwo anders vorkommt und nur auf den Galápagosinseln Finkenarten vorkommen, die sich von Insekten ernähren (z.B. Zweig-darwinfink und Waldsängerfink), ist anzunehmen, dass diese Vögel sich aus einer Art entwickelt haben (=Radiation). Erst viel später – nach der Entwicklung der Evolutionstheorie – konnte Darwin die nahe Verwandtschaft der Vögel auf den Inseln mit dem Prinzip der natürlichen Selektion erklären. Zu Ehren Darwins werden die Galápagosfinken auch Darwinfinken genannt. Frage für die SchülerInnen: Wie haben sich die Individuen der Ausgangspopulation ernährt? Was meinst du? Welche Schnabelgrößen hatten Sie? (s. Anhang 6)

Abschluss. Die Veränderung des Schnabels als ein wesentliches Selektionsmerkmal bei den Darwinfinken wurde durch zahlreiche Untersuchungen über Jahrzehnte intensiv beforscht. Die Bedeutung des Prinzips der natürlichen Selektion, das von Ch. Darwin formuliert wurde, wird bei der Betrachtung der Entwicklung der Arten durch diese Untersuchungen immer deutlicher (s. nächste Stunde).

Thema der dritten Unterrichtsstunde (50 Minuten): Erforschung der Galápagosinseln in heutiger Zeit

Untergeordnetes Ziel

- Verständnis der Bedeutung der Unterschiedlichkeit in der Population für die Veränderung der Schnabelgröße (Merkmalverschiebung) über Generationen
- Verständnis der Bedeutung der (intraspezifischen) Konkurrenz für die Merkmalverschiebung über die Generationen

1. Teil der Stunde (5 Min): Daphne Major als eine der Forschungsinseln des Galápagos Archipels

Als Einführung eine kurze Wiederholung der vorherigen Stunden und eine Erweiterung der Informationen zu den Galápagosinseln.

In der Abbildung siehst du die Galapagos Inseln. Es handelt sich um eine Gruppe von vulkanischen Inseln im pazifischen Ozean. Sie liegen ca. 1000 Kilometer von Südamerika entfernt. Diese aus Lava bestehenden Inseln wurden schon lange, bevor Menschen sie betreten haben, von Pflanzen und Tieren bewohnt.



(aus TIMSS 2003)

Sie sind durch Auftreten ungewöhnlicher, nicht zyklischer sehr warmer und trockener Perioden in bestimmten Jahren (El Niño, d.h. „das Jesuskind“), um die Weihnachtszeit gekennzeichnet. Diese Veränderungen der Umweltbedingungen verändern auch die Lebensbedingungen der Tierarten, wie z.B. der Darwinfinken und stehen somit im Zentrum des wissenschaftlichen Interesses.

Die SchülerInnen wurden noch einmal gefragt, in welchen Zeiträumen eine Veränderung beobachtbar sein könnte. Bei der Diskussion wurde darauf geachtet, dass bei stabilen Lebensbedingungen eher von keiner Veränderung auszugehen ist, dagegen bei rapider Veränderung der Lebensbedingungen kann es zur Verschiebung eines Merkmals innerhalb einer Population kommen.

2. Teil der Stunde (20 Min): Derzeitige Forschung auf Daphne Major: Ein Beispiel für gerichtete Selektion

Gruppenarbeit. Bei der Aufgabe (s. Anhang 6) wurden die Schülerinnen darauf hingewiesen, dass Veränderungen, die man mit dem Prinzip Selektion erklären kann, schon in kurzen Zeiträumen zu beobachten sind, wie das mit der Aufgabe thematisiert wird. Es wurde jedoch nicht über die Entwicklung von Arten gesprochen, sondern die Veränderung eines Merkmals thematisiert. Bei den Darwinfinken hat sich aufgrund der Veränderung der Lebensbedingungen innerhalb einer Population die Schnabelgröße verändert. Dies, wird schon in kürzeren Zeiträumen sichtbar.

3. Teil der Stunde (25 Min): Präsentation und Zusammenfassung der Ergebnisse

Zu den Ergebnissen s. Kapitel 4.4.3

4.5 Zusammenfassung der Schülervorstellungen nach dem Unterricht

In diesem Kapitel werden die SchülerInnenleistungen mit Hilfe der Antworten der SchülerInnen zur Lernaufgabe „Gerichtete Selektion (Finken an Galápagos)“ betrachtet. Die Antworten wurden auf zweierlei Weise festgehalten: schriftlich (ausgefüllte Aufgabenblätter) und mündlich (durch Videoaufnahmen). Dieses doppelte Aufnehmen der SchülerInnenaussagen wird von Frau Schwarz als bedeutend angesehen und thematisiert das Problem bei der Beurteilung der SchülerInnenleistungen folgendermaßen: „*Es erscheint mir sehr wichtig, beides zu haben: die Aufnahme auf*

Video und somit die gesprochenen Wörter und die schriftliche Beantwortung der Aufgabenstellung in der Gruppenarbeit (→ schriftliche Begründung ihrer Überlegungen). Das „gesprochene und das geschriebene Wort“ scheint mir oft unterschiedlich zu sein: möglicherweise bemühen sich die SchülerInnen den Begriff „Anpassung“ in den Text hinein zu bringen, weil sie glauben, dass die Lehrerin das hören will“. Diese Aussage ist von zentraler Bedeutung, da man im Unterricht versucht, gerade solche Vorstellungen zu verändern. Die Frage, die sich stellt ist, liegen solche lebensweltlichen Äußerungen der SchülerInnen nur mit der Ausdruckweise zusammen, d.h. switchen die SchülerInnen von dem eher wissenschaftlichem Verständnis in ein lebensweltliches? Oder liegt dem Verständnis immer noch ein lebensweltliches Verständnis zu Grunde? Diese Fragen sind aufgrund des Materials, das im Zuge des Unterrichts gewonnen wurde nicht einfach zu beantworten. Es ist jedoch möglich, sie kurz anzureißen.

Am Ende der Unterrichtsstunde haben zwei Gruppen ihre Antworten präsentiert (insgesamt wurde die Lernaufgabe von 10 Gruppen beantwortet). Eine, nach der Aussage von Frau Schwarz, eher schwächere Gruppe von drei Schülern und eine eher leistungsstärkere Gruppe von vier Schülern. Da neben den mündlichen auch schriftliche Aussagen vorhanden sind, werden die Ergebnisse anhand dieser zwei Gruppen präsentiert, wobei noch zusätzlich auf die schriftliche Beantwortung der anderen SchülerInnen eingegangen wird. Die erste Frage der Lernaufgabe wurde von beiden Gruppen vom Verständnis her gleich beantwortet, wobei die zweite Gruppe etwas differenziertere Antworten gab. Die Antworten der SchülerInnen werden hier zu jeder Frage der Lernaufgabe zusammengestellt, im Unterricht hat jede Gruppe alle Antworten der Lernaufgabe präsentiert und diese wurden besprochen. Auf die Diskussion wird hier nur teilweise eingegangen:

Erste Gruppe

S: Die mit den größeren Schnäbeln konnten sich leichter anpassen, denn sie konnten die Hüllen der Samen durchbrechen und den Samen verzehren. Deswegen haben sie überlebt.

L: Warum könnten die mit den größeren eher überleben?

S: Die könnten die Hülle besser brechen um an die Samen zu kommen. Die Kleinen könnten das nicht.

L: Was ist mit den Kleinen passiert?

S: Die sind gestorben.

In der zweiten Gruppe wird darauf von alleine hingewiesen, dass nur die Vögel mit den großen Schnäbeln überleben könnten. In beiden Aussagen wird nicht auf die Wahrscheinlichkeit eingegangen, dass eher die Mittel Grundfinken mit größerem Schnäbeln überleben könnten. Dies wurde nur von einer weiteren Gruppe erwähnt. Ebenso wird die Tatsache, dass die Nachkommen nicht überlebten, nur von zwei Gruppen erwähnt. D.h. die wesentlichen Aspekte wurden von den Gruppen angesprochen, aber nur teilweise.

Zweite Gruppe

S: „Wegen der ausgebliebenen Regenzeit gab es nur wenig Nahrung- einen Großteil stellten große Samen da, die nur von Vögeln mit großen Schnäbeln geknackt werden konnten. Die anderen mit kleinen Schnäbeln verhungerten [...]. So überlebten nur die Vögel mit den großen Schnäbeln.“

Während der Bearbeitung der zweiten Frage, haben die SchülerInnen öfter nachgefragt (diese Frage wurde zusätzlich im Vergleich zum vorigen Jahr eingeführt). Beurteilt man die schriftliche Beantwortung der Fragen der Schülerinnen, so haben einige SchülerInnen die Frage mathematisch beantwortet, wobei durch die Berechnung auf die Vielfalt eingegangen worden ist. Einige SchülerInnen sind (vielleicht ausgehend von der Fragestellung) nicht auf die Vielfalt bei der durchschnittlichen Schnabelgröße eingegangen: die Schnäbel sind „*nicht zu groß, nicht zu klein, nicht zu spitz und nicht zu rund*“ (zwei Gruppen). Die hier dargestellten Aufgaben gehen auf die Vielfalt in ihren Antworten unterschiedlich ein:

Erste Gruppe

S: Man misst von beiden Vögeln die Schnäbel und rechnet die Längen zusammen und dividiert sie durch die Anzahl der Vögel.

Interessant ist bei dieser Beantwortung, dass die Schüler wahrscheinlich durch die Abbildungen in dem Einführungstext der Lernaufgabe nur auf zwei Individuen des **Mittleren Grundfinks** eingegangen sind. Aus den 10 Gruppen gaben 6 Gruppen eine richtige Antwort (die Beantwortung ist jedoch durch das Besprechen mit der Frau Schwarz beeinflusst). Das wird durch die zweite Gruppe dokumentiert.

Zweite Gruppe

„Unter den Finken einer Generation gab es welche mit größeren und kleineren Schnäbeln. Man misst die Schnabelgrößen und dividiert sie durch die Anzahl der Finken“.

Die dritte Frage zielt noch einmal explizit auf das Verständnis des Prinzips von der Selektion. Diese Frage wurde nur von zwei Gruppen fachlich angemessen beantwortet. Am Beispiel der ersten Gruppe und aus der mündlichen Beantwortung der Frage der ersten Gruppe, wird das lebensweltliche Verständnis hier demnächst thematisiert (Die schriftliche Beantwortung unterscheidet sich extrem von der mündlichen. Schriftliche: *„Der Durchschnitt der Schnabelgrößen der Nachkommen ist zwischen der abgemessenen Schnabelgröße des Vogels und dem Schnabellängendurchschnitt.“*)

Frau Schwarz unterbricht am Anfang den Schüler und verweist darauf, dass es sich um das nachfolgende Jahr in der Aufgabestellung handelt. Sie liest noch einmal den Text der Lernaufgabe vor, der vor der Frage steht, und lässt anschließend die Frage beantworten.

S. „Ja, die haben auch größere Schnäbel gehabt, weil damit sie sich diese Samen, die in der Erde vergraben sind, ja die Hüllen brechen können...“

Frau Schwarz weist noch einmal darauf hin, dass es sich um die Folgegeneration handelt und fragt noch einmal nach der Begründung. Der Schüler ist sich mit seiner Antwort nicht sicher und ein anderer Schüler aus der Klasse erklärt, dass es sich um die nachfolgende Generation handelt, d.h. um die Nachkommen (keine erworbenen Eigenschaften). Die richtige Antwort wird durch die zweite Gruppe wiedergegeben.

Gruppe 2

S. „Genauso groß wie ihre Eltern, also größer als die Finken vor der Nicht-Regen-Katastrophe“.

S. „Denn die Größe der Schnäbel wird ja genetisch vererbt und ihre Eltern hatten alle große Schnäbel. Sie hatten also Erbanlagen für große Schnäbel“.

Bei der Antwort ist allerdings anzumerken, dass die Nachkommen einheitlich wahrgenommen werden, d.h. alle haben größere Schnäbel. Das war schon vorher angedeutet worden. Dieses Verständnis wurde im Unterricht kurz angesprochen. Zu den oben geäußerten Fragen lässt sich folgendes zusammenfassen. Interessant ist, dass die SchülerInnen mit dem gleichen Text unterschiedlich gearbeitet haben. Die schriftlichen Antworten auf die Fragen, die teilweise durch die Diskussion ergänzt oder modifiziert worden sind, lassen vermuten, dass die SchülerInnen mit einem eher fachlich angemessenen Verständnis alle Fragen beantworten und auch beim mündlichen Nachfragen in diese Richtung argumentieren. Ob die SchülerInnen, die lebensweltlich in ihren schriftlichen Antworten argumentieren oder dazu tendieren, ein anderes Verständnis in den Gesprächen entwickeln würden, ist schwierig aus den Antworten durch die Diskussion zu beantworten, da im Unterricht oft wenig Zeit für tiefere Gespräche vorhanden war, um diese Veränderung von Verständnis im Gespräch entwickeln und dokumentieren zu können.

Die Ergebnisse lassen sich folgend zusammenzufassen. Bei der Unterrichtsplanung unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen wird Verständnis gefördert. Die Ergebnisse deuten auf eine Differenzierung der Schülervorstellungen zu grundlegenden biologischen Begriffen vor allem bei den SchülerInnen, die schon vorher fachlich angemessene Ansätze in Vorstellungen gezeigt haben. Ebenso kommen gemischte Vorstellungen und es zeigt sich auch eine Resistenz der lebensweltlichen Vorstellungen der SchülerInnen gegenüber dem Unterricht (zu Ergebnissen s. z.B. Weitzel, 2006, Zabel, 2009). Drei Stunden für die Veränderung des Schülerverständnisses ist zu wenig, deswegen ist es wichtig noch weitere Unterrichtseinheiten auch zu anderen Themen zu entwickeln. Aus unseren bisherigen Erfahrungen zu weiteren Unterrichtseinheiten zeigte sich, dass es wesentlich ist, auf die Heterogenität in der Klasse einzugehen, d.h. andere Zugänge für die SchülerInnen mit angemessenem Verständnis zu entwickeln.

Danksagung. Den KollegInnen aus der Unterrichtspraxis danke ich für die Zusammenarbeit, Univ.Prof. iR. Dr. Ulrich Kattmann für zusätzliche Beratung, Mag. Manfred Bardy-Durchhalter für die Durchsicht des Manuskripts und dem IMST-Fond für die finanzielle Unterstützung.

5 LITERATUR

- BAALMANN W., FRERICHS, V. & KATTMANN, U. (2005). Genetik im Kontext von Evolution oder: Warum die Gorillas schwarz wurden. *MNU*, 58(7), S. 420-427.
- BAALMANN, W., FRERICHS, V., WEITZEL, H., GROPENGEIßER, H. & KATTMANN, U. (2004). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *ZfDN*, 10, S. 7-28.
- GRANT, P.R. & GRANT, B. R. (2008). *How and Why Species Multiply. The radiation of Darwin's Finches*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- GRANT, P. R. (1986). *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- GRANT, P.R. & GRANT, B.R. (2002). Unpredictable Evolution in a 30-Year Study of Darwin's Finches. *Science*, 296, S. 707-711.
- GROEBEN, N., WAHL, D., SCHLEE, J. & SCHEELE, B. (1988) (Hrsg.). *Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts*. Tübingen: Francke.
- GROPENGEIßER, H. (2005). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lern-Forschung. In: P. Mayring & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim und Basel: Beltz.
- JELEMENSKÁ, P. (2010). Fachdidaktisch-pädagogisches Coaching aus der Sicht der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Beitrag zur theoretischen Differenzierung für Biologieunterricht. S. 29-33. In T. Janík & P. Knecht (Hrsg.), *Neue Wege in der Professionalisierung von Lehrer/-inne/-n*. LIT Verlag: Wien.
- JELEMENSKÁ, P., AMON, H. WENZL, I. (Februar 2009). *Forschendes und entdeckendes Lernen im Unterricht unter Berücksichtigung von Schüler- und Schülerinnenvorstellungen* (Seminar im Rahmen „Lehrer- und Lehrerinnenpodiums“, AECC-Biologie, Universität Wien).
- JELEMENSKÁ, P. (2006). *Biologie verstehen: ökologische Einheiten*. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 12. - Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- KATTMANN, U., GROß, J. & SCHEERSOI, A. (2009). *Evolution schafft Vielfalt*. Seelze: Friedrich.
- KATTMANN, U. (1984). Annäherung an Darwin. Unterrichtsvorschlag für die Sekundarstufe II. *UB*, 100 (8), S. 36-40.
- KATTMANN, U. (2005). Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? Ergebnisse der Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. *ZfDN*, 11, S. 165-174.
- KATTMANN, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion. Eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin: Springer.
- KATTMANN, U. (2009). Vielfalt der Menschen. *UB*, 33, S. 2-10.
- KATTMANN, U., DUIT, R., GROPENGEIßER, H. & KOMOREK, M. (1997). *Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung*. *ZfDN*, 3, S. 3-18.

- KIND, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Stud Sci Educ*, 2, 169-204.
- NIEDER, J. (2006). Die Darwinfinken von Galapagos- neue Forschungsergebnisse im Evolutionsunterricht. *MNU*, 59 (1), S. 42-46.
- PETREN, K., GRANT, P.R., GRANT, B.R., KELLER, L.F. (2005). Comparative landscape genetics and the adaptive radiation of Darwin's finches: the role of peripheral isolation. *Molecular Ecology*. 14, pp. 2943–2957.
- RESNICK, L. B. & HALL, M. W. (1998). Learning organizations for sustainable educational reform. *Daedalus* 4, pp. 89-118.
- STAUB, F.C. (2004). Fachspezifisch-Pädagogisches Coaching: Ein Beispiel zur Entwicklung von Lehrerfortbildung und Unterrichtskompetenz als Kooperation. *ZfE*, 3, S. 113-141.
- TREAGUST, D.F. & DUIT, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *CSSE*, 3, pp. 297-328.
- WEITZEL, H. (2006). Biologie verstehen: Vorstellungen zu Anpassung. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 15. Oldenburg: Universität Oldenburg, Didaktisches Zentrum.
- WEST, L. & STAUB, F.C. (2003). *Content-Focused Coaching SM. Transforming Mathematics Lessons*. Institute of Education: University of Zürich.
- ZABEL, J. (2009). *Biologie verstehen: Die Rolle der Narration beim Verstehen der Evolutionstheorie*. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 24. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.

Internetadressen:

<http://aeccbio.univie.ac.at/2010-jahr-der-biodiversitaet/april/>).

(Jahr der Biodiversität, Juni 2010)

<http://www.biologieunterricht.homepage.t-online.de/Biodateien/biosoft.html>

(Software zu Hundezucht, November 2009)

<http://video.google.de/videoplay?docid=-3822954629555492768&hl=de&emb=1#>

(Video zur Reiseroute von Darwin auf der Beagle, Mai 2010)

<http://video.google.de/videoplay?docid=666188466272585908&ei=JboYS-ahN6GI2wLarojVDw&q=galapagos+&hl=de#>

(Video zur Fauna am Galápagos Mai 2010)

<http://www.3sat.de/mediathek/mediathek.php?obj=13319>

(Video zur Darwin erschütterte das Weltbild, Mai 2010)

Zur Anhang 7:

http://www.google.com/images?um=1&hl=de&rlz=117GGLL_de&tbs=isch%3A1&sa=1&q=galapagos+schildkr%C3%B6ten&aq=1&aqi=g2&aql=&oq=galapagos+s&gs_rfai=

(Unterschiedliche Panzer der Schildkröten auf Galápagos, Mai 2010)

http://www.google.com/images?um=1&hl=de&rlz=117GGLL_de&tbs=isch%3A1&sa=1&q=spottdrossel&aq=0&aqi=g1&aql=&oq=Spottdrossel&gs_rfai= (Spottdrossel, Mai 2010)

http://www.google.com/images?q=Spottdrosseln+und+Darwin&um=1&hl=de&rlz=117GGLL_de&tbs=isch%3A1&sa=2 (Balgen von Spottdrossel, Mai 2010)

Zu der Aufgabe:

http://timss.bc.edu/PDF/T03_RELEASED_S8.pdf (Galápagosinseln, November 2009)

http://www.google.com/images?um=1&hl=de&rlz=117GGLL_de&tbs=isch%3A1&sa=1&q=Daphne+Insel&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai= (Dafne Insel, November 2009)

ANHANG

Anhang 1: Kartenabfrage zur Hundezuchtung (Powerpoint, Software Lichtner)

Bevor du als Züchter praktisch tätig werden kannst, überlege erst einmal:

Mit welcher der beiden Hundegruppen kannst du wohl besser eine Hundeform mit neuen Eigenschaften züchten?

Kreuze die richtige Antwort an und begründe (ein Wort ergänzen, dann ENTER!)



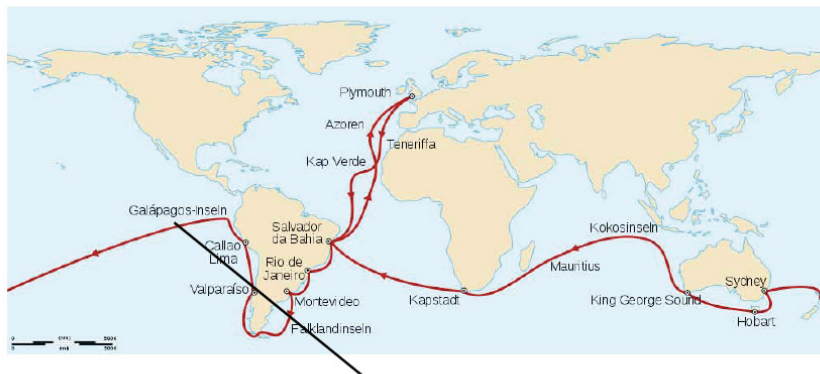
Die Gruppe A ist geeigneter, denn große bei den Merkmalen der Zuchtgruppe erleichtern die Neuzüchtung

Die Gruppe B ist geeigneter, denn die Hunde sind sich alle sehr

[zurück](#)

Anhang 2: Powerpoint zu Charles Darwins Fahrt auf der Beagle

27. Dezember 1831 - 2. Oktober 1836

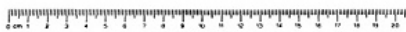


17. September - 20. Oktober 1835:

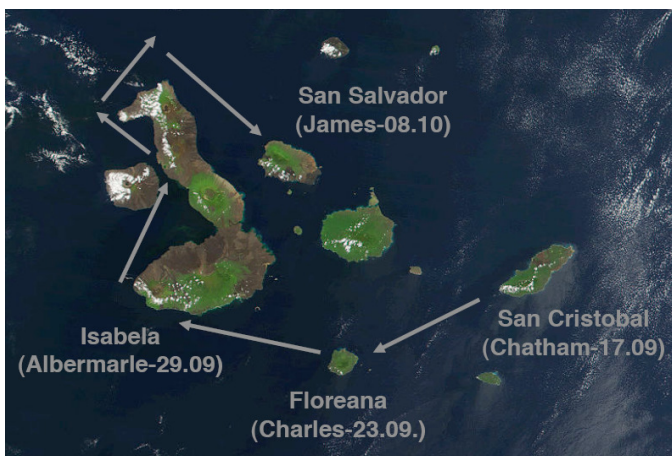
(aus Blum 2009, <https://darwinjahr.uni-hohenheim.de/73967.html>)



Spotted Tanager (from the Internet)



Specimens of Spotted Tanagers (from the Internet)



Stay on Galapagos (from Blum 2009, <https://darwinjahr.uni-hohenheim.de/73967.html>)



Unterschiedliche Panzer der Schildkröten auf Galápagos (aus dem Internet)

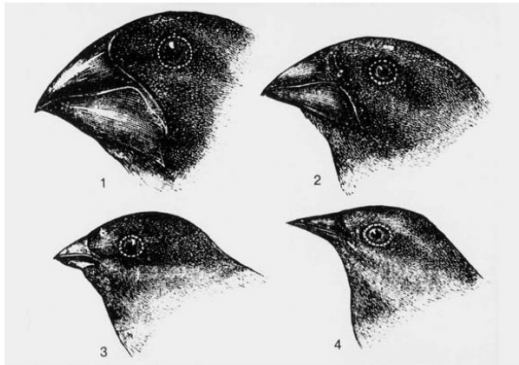
Anhang 3: Vögelbestimmung: europäische Arten

Schaut euch folgende Bilder an. Es handelt sich um Vögel, die ihr in eurer Umgebung sehen könnt. Welche Vögel würdet ihr zusammen in eine Gruppe stellen? Und warum?



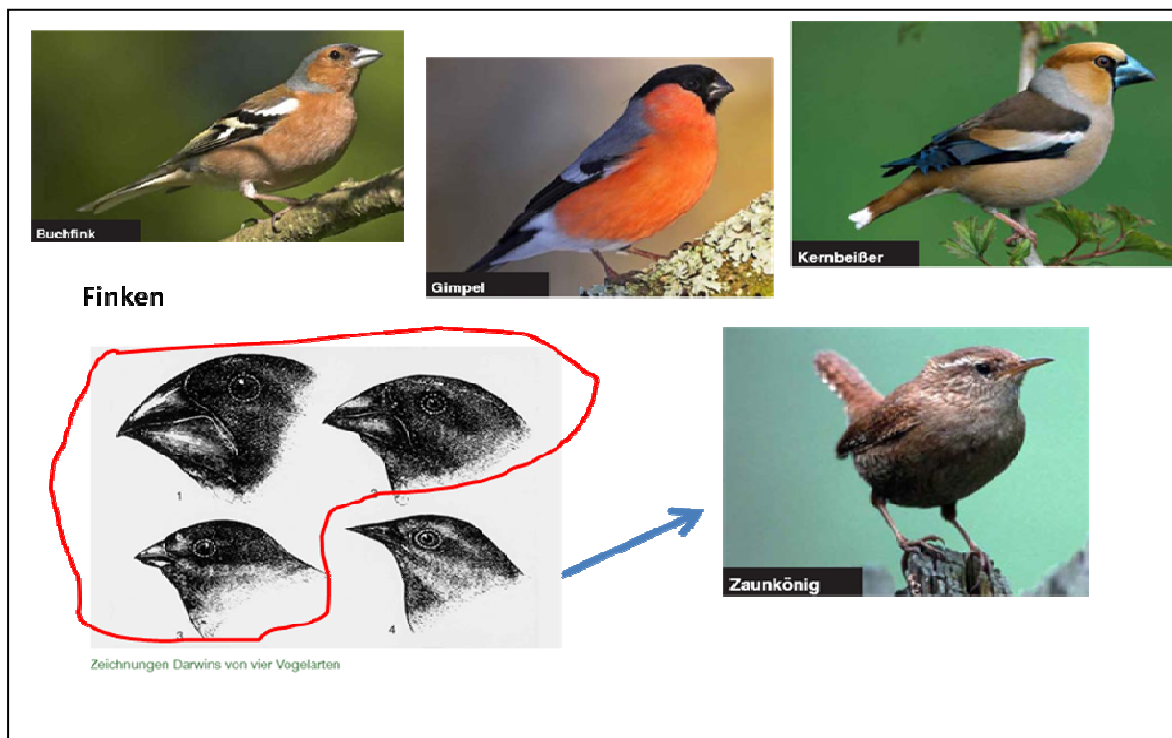
(aus Kattmann et al. 2009)

Anhang 4: Vögelbestimmung: Finken auf Galápagos



Zeichnungen Darwins von vier Vogelarten

Antwort

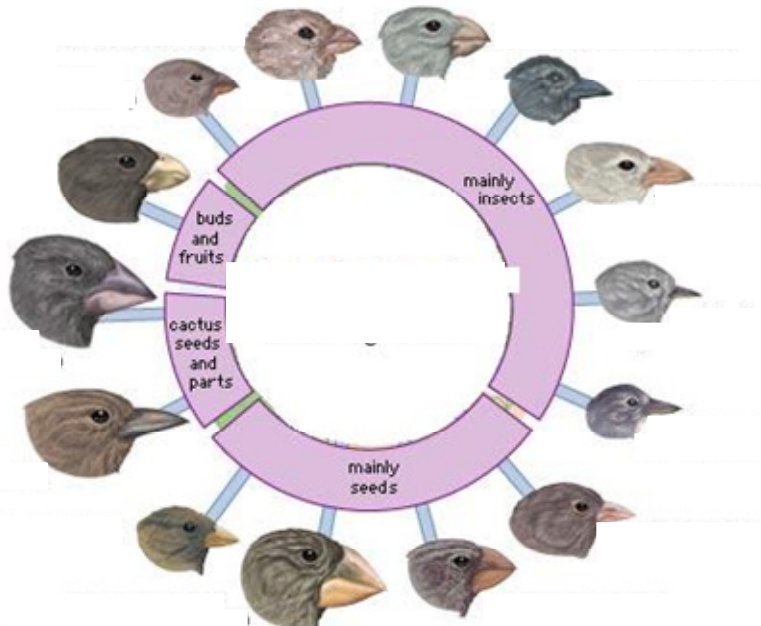


(aus Kattmann et al., 2009)

1: großer Grundfink (vor allem scharen nach Samen auf dem Boden), 2: mittlerer Grundfink (vor allem scharen nach Samen auf dem Boden, gelegentlich auch Insekten), 3: Zweig-Darwinfink (frisst vor allem Käfer auf den Bäumen), 4: Waldsängerfink (bei Darwin zuerst Zaunkönig) (fressen vor allem kleine Insekten)

Anhang 5: Vorfahren der Darwinfinken?

Adaptive radiation in Galapagos finches



© 2005 Encyclopædia Britannica, Inc.

Anhang 6: Nahrungsspektrum des Vorfahrens der Finken

Adaptive radiation in Galapagos finches



© 2005 Encyclopædia Britannica, Inc.

Anhang 7: Lernaufgabe „Gerichtete Selektion (Finken an Galápagos)“

In der Abbildung siehst du die Galapagos Inseln. Es handelt sich um eine Gruppe von vulkanischen Inseln im pazifischen Ozean. Sie liegen ca. 1000 Kilometer von Südamerika entfernt. Diese aus Lava bestehenden Inseln wurden schon lange, bevor Menschen sie betreten haben, von Pflanzen und Tieren bewohnt.



Besonders interessant sind die Galapagosinseln. Sie sind durch Auftreten ungewöhnlicher, nicht zyklischer sehr warmer und trockener Perioden in bestimmten Jahren (El Niño, d.h. „das Jesuskind“), um die Weihnachtzeit gekennzeichnet. Diese Veränderungen der Umweltbedingungen verändern auch die Lebensbedingungen der Tierarten, wie z.B. der Darwinfinken und stehen somit im Zentrum des wissenschaftlichen Interesses.

Forschung an der Finkenarten an der Daphne Insel

Eine Gruppe von Wissenschaftlern untersuchte auf der Daphne Insel im Pazifik (siehe Abbildung unten) einigen Finkenarten. Im Jahre 1973, als die Untersuchungen angefangen haben, waren auf der Insel zwei Finkenarten – **Mittlerer Grundfink** und Kaktusgrundfink vorhanden.

Diese Arten kommen zwar auch auf den anderen Galapagosinseln vor, aber die Individuen dieser Arten kommen sehr selten von den benachbarten Inseln auf die Insel Daphne. Somit konnte man die Veränderungen in der Population dieser beiden Arten unabhängig von den anderen Inseln betrachten.



Daphne Insel: Ein Blick aus anderer Insel (Santa Cruz)

Die nächsten Aufgaben beziehen sich auf ausgewählte Untersuchungen, die auf der Insel Daphne von mehreren Wissenschaftlern durchgeführt worden sind.

Nahrungsknappheit: Schnabelgröße von Mittelgrundfink im trockenen Jahren

Eine der ersten Untersuchungen hat sich auf die Veränderung der Schnabelgröße des **Mittleren Grundfinks** bezogen. Im Jahre 1976 untersuchte eine Gruppe von Wissenschaftlern alle 1200 Individuen, die auf der Insel Daphne vorhanden waren.

Die Wissenschaftler konnten Folgendes feststellen:

1. Die Schnäbel der einzelnen Individuen des Mittelgrundfinks unterschieden sich erheblich in der Größe. Wie unterschiedlich die Schnabelgröße sein kann, kannst du aus den unteren zwei Fotos entnehmen. Auf den beiden Fotos sind zwei Individuen des **Mittleren Grundfinks** abgebildet. Links siehst du ein Individuum des **Mittleren Grundfinks** mit einem kleinen Schnabel und rechts mit einem größeren Schnabel.

Abbildungen wegen Schutz entfernt (vollständige Aufgabe kann auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden)

2. Die Individuen des **Mittleren Grundfinks** ernähren sich zwar auch von Insekten, jedoch überwiegend von Samen. Auf der Insel gibt es unterschiedliche Pflanzen, deren Samen dem Mittelgrundfinken als Nahrungsquelle dienen können. Mehr als 20 Pflanzenarten produzieren kleine Samen. Mittlere Samen produziert nur eine Kaktusart. Und die größten Samen werden von einer Bodenpflanze produziert. Um diese zu verzehren, muss jedoch eine harte holzartige Kapsel geknackt werden (Foto unten). Die Individuen mit kleinerem Schnabel können die holzartige Kapsel nicht knacken und somit diese Samen nur fressen, wenn sie frei liegen. Die Individuen mit größerem Schnabel können sowohl kleinere als auch größere Samen verzehren.

Abbildungen wegen Schutz entfernt (vollständige Aufgabe kann auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden)

Ein Jahr später – 1977 fiel die jährliche Regenzeit auf der Insel aus (El Niño Jahr). Infolgedessen war das Nahrungsangebot äußerst begrenzt. Von den großen Samen wurden die frei liegende Samen vom Boden aufgefressen, womit nach kurzer Zeit nur noch die großen, in holzartiger Kapsel steckenden Samen, vorhanden waren. Als die Wissenschaftler am Ende des Jahres 1977 ihre Untersuchung wiederholten, waren von den 1200 Vögel nur noch 200 am Leben. Die Größe der Schnäbel der überlebenden Individuen unterschied sich noch immer erheblich voneinander, war aber im Durchschnitt deutlich größer als bei der Untersuchung im Jahr 1976. Keines der 1977 geborenen Finkenjungen hat überlebt.

Überlegt:

Wie könnte man die Zunahme der durchschnittlichen Schnabelgröße am Ende des Jahres 1977 erklären?

Antwort für die LehrerInnen: Da die Mittelgrundfinken mit den großen Schnäbeln zusätzlich zu den kleinen Samen (von 20 Pflanzenarten, also gibt es viele) auch noch

die großen, in holzartigen Kapseln steckenden Samen fressen können, haben sie größere Überlebenschancen, sie haben ein größeres Nahrungsangebot. Da keines der Jungen überlebt hat, hat sich nur innerhalb der Ursprungspopulation eine Merkmalsverschiebung ereignet.

Fasse dabei in eigenen Wörtern zusammen, was du unter durchschnittlicher Schnabelgröße verstehst.

Antwort für die LehrerInnen: Ich nehme (und messe) die verschiedenen Schnabelgrößen der überlebenden Vögel, addiere sie und dividiere durch die Anzahl der Schnäbel, die ich vermessen habe.

Im Laufe des Jahres 1978 hat es wieder geregnet und die vorhandenen Individuen des **Mittleren Grundfinks** haben noch im gleichen Jahr Nachkommen gehabt.

Da die Größe der Schnäbel der Finken genetisch festgelegt ist, haben die Nachkommen der Finken mit kleinen Schnäbeln ebenfalls kleine Schnäbel und die Nachkommen von Individuen mit großen Schnäbeln ebenfalls große.

*Welche durchschnittlichen Schnabelgrößen haben die Nachkommen der **Mittleren Grundfinken** gehabt?*

Begründe deine Meinung. Beachte dabei, dass es sich wiederum, um durchschnittliche Schnabelgröße handelt.

Antwort für die LehrerInnen: Da durch die Trockenheit eher die Mittelgrundfinken überlebt haben, deren Schnäbel im Durchschnitt größer waren und die Schnabelgröße genetisch festgelegt ist, haben die Nachkommen dieser Mittelgrundfinken auch eher größere Schnäbel.