

Innerartliche Variation im Kontext Evolution lehren und lernen

- Projektskizze -

Marie-Therese Rupf

marie-therese.rupf@biodidaktik.uni-halle.de

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Institut für Biologie / Didaktik der Biologie

Weinbergweg 10, 06120 Halle/Saale

Zusammenfassung

Evolution ist eines der bedeutendsten Themen im Biologieunterricht. Dennoch zeigen zahlreiche Forschungsergebnisse, dass viele SchülerInnen Verständnisprobleme zeigen und alternative Vorstellungen besitzen. Zu diesen Vorstellungen gehört auch das typologische Denken. Dieses ist dadurch gekennzeichnet, dass Arten als unveränderbare Kategorien mit fixen Typen verstanden werden und dass Variationen innerhalb von Arten keine Bedeutung beigemessen wird. Ein fachwissenschaftlich angemessenes Verständnis von Variation stellt allerdings ein Schlüsselkonzept für die Entwicklung einer wissenschaftlichen Vorstellung zur Evolution dar. Obwohl zahlreiche Handlungsempfehlungen zur Vermittlung der Themen Variation und Evolution vorliegen, steht deren empirische Prüfung auf Praxistauglichkeit und Wirksamkeit noch aus. Um diese Lücke zwischen Forschung und Praxis zu schließen, widmet sich das dargestellte Forschungsvorhaben dem Ziel, didaktische und methodische Design-Prinzipien zu finden, die für eine Vermittlung des Themas Variation im Kontext Evolution lernförderlich wirken und auf diese Weise zur Entwicklung fachwissenschaftlich angemessener Vorstellungen junger Lernender beitragen. Im Rahmen der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung soll daher eine konkrete Lernumgebung zum Thema Variation im Kontext Evolution für die 5./6. Klassenstufe entworfen werden. Durch die Analyse der durch die Lernumgebung ausgelösten Lernprozesse können nach mehreren Erprobungszyklen lokale Theorien über Lernverläufe, -hürden, -bedingungen und Wirkungsweisen der eingesetzten Design-Prinzipien und des daraus erwachsenden gegenstandsspezifischen Lehr-Lern-Prozesses abgeleitet werden.

Abstract

Evolution is one of the most important topics within biology education. Nevertheless, several studies indicate, that evolutionary processes are generally poorly understood and that many alternative conceptions exist about this topic. Understanding intra-species variation is a key reason for understanding evolution, however students tend to have typological beliefs. Such beliefs are characterized by the idea, that species are classified in terms of fixed and unchangeable types, and that there is no importance of variation among individuals. There are several recommendations of how to teach variation and evolution in classrooms, however they have never been empirically tested in terms of practicability and effectiveness. To bridge this gap between research and practice, it is the aim of this research project to find didactical and methodological reasonable approaches, which are helpful for learning about variation in context evolution and contribute to the development of an appropriate scientific conception. Within the framework of the “Dortmund model” of Didactical Design Research, a specific learning environment will be developed for grade 5 and 6. The analysing of the learning processes during the learning environment within multiple test cycles will lead to the development of local theories on topic-specific learning processes, obstacles, conditions and effects.

1 Einleitung

“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.”

(DOBZHANSKY, 1973)

Dieser berühmte Satz Theodosius Dobzhanskys bringt die Bedeutung der Evolution als *die* zentrale Theorie der Biologie (VAN DIJK & KATTMANN, 2010) und damit auch des Biologieunterrichts zum Ausdruck. Die Evolutionstheorie vereint und erklärt als verbindendes Element die unterschiedlichen Disziplinen der Biologie, weshalb ein ganzheitliches Verständnis der Biologie ohne Verständnis der Evolution unmöglich bliebe (BISHOP & ANDERSON, 1990). Ein fachliches Verständnis der Evolution ist daher Teil einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy, BYBEE, 2008) und ermöglicht die Teilhabe an gesellschaftsrelevanten Diskursen über Themen wie Biodiversität, Medizin und Landwirtschaft (GREGORY, 2009).

In verschiedenen nationalen wie auch internationalen Studien konnte jedoch nachgewiesen werden, dass sowohl SchülerInnen als auch AbsolventInnen weiterführender Bildungswege Schwierigkeiten haben, Evolution fachwissenschaftlich korrekt zu verstehen (eine umfassende Auflistung von alternativen Vorstellungen findet sich bei JOHANNSEN & KRÜGER, 2005). Prominente Beispiele für alternative Vorstellungen sind teleologische, anthropomorphe, lamarckistische und typologische Vorstellungen (HAMMANN & ASSHOFF, 2015). In Bezug auf innerartliche Variation spielen insbesondere die letztgenannten typologischen Vorstellungen, welche in der Fachliteratur auch unter dem Begriff essentialistische Vorstellungen zu finden sind, eine entscheidende Rolle

(siehe Kapitel 2.3). Diese Vorstellungen zeichnen sich dadurch aus, dass die Variationen innerhalb von Arten „auf eine begrenzte Zahl fixer und gegeneinander streng abgegrenzter Kategorien (Typen) zurückgeführt werden“ (GRAF & HAMDORF, 2011, S. 36). Im Gegensatz zum von Darwin postulierten „Populationsdenken“, in welchem der Typus nur eine Abstraktion und die Variation Wirklichkeit ist (MAYR, 1979), verstehen Personen mit typologischen Vorstellungen Variationen eher als unbedeutende Abweichungen von einem Ideal (ZABEL & GROPENGEßER, 2010). Durch die fehlende fachwissenschaftliche Vorstellung über Variation innerhalb von Populationen werden wiederum weitere alternative Vorstellungen in Bezug auf evolutionäre Prozesse begünstigt; so zum Beispiel die Vorstellung, dass sich Anpassung am Individuum und gleichzeitig bei allen Individuen einer Art vollziehe (BRUMBY, 1984; HALLDÉN, 1988). Daher postulieren FachwissenschaftlerInnen sowie DidaktikerInnen seit geraumer Zeit, dass das Verständnis existierender Variation der Schlüssel zum Verständnis evolutionärer Prozesse ist (u.a. BISHOP & ANDERSON, 1990; SHTULMAN & SCHULZ, 2008; WALLIN, 2011). Trotz dieser enormen Bedeutung des Variationsverständnisses nannten in einer Studie von ZETTERQVIST (2003, zitiert nach WALLIN, 2010) nur zwei von 26 schwedischen Lehrkräften die Variation spontan im Zusammenhang mit ihrem Evolutionsunterricht. Möglicherweise kommt auch im deutschsprachigen Raum die Variation im Biologieunterricht im Zusammenhang mit der Evolution zu kurz. Im Fachlehrplan Sachsen-Anhalt für Gymnasien (MINISTERIUM FÜR BILDUNG SACHSEN-ANHALT, 2016) findet sich der Begriff der „Variabilität“ und der „Evolution“ zwar häufig in den Kompetenzschwerpunkten der 10. bis 12. Klassen, jedoch nicht in früheren Klassenstufen. Dabei fordern DidaktikerInnen seit vielen Jahren, das Thema Evolution „so früh wie möglich“ (KATTMANN, 1995, S. 37) zu behandeln. Denn gerade die Thematisierung der „Angepasstheit der Wirbeltiere“ in der 5. und 6. Klassenstufe ohne die Verbindung zu Variation und Evolution könnte das Entstehen von teleologischen und typologischen Vorstellungen begünstigen (ebd.; EMMONS & KELEMEN, 2015).

Zwar existieren bereits zahlreiche Handlungsempfehlungen für die Ausgestaltung eines Evolutionsunterrichts mit jungen Lernenden, jedoch steht deren Prüfung auf Praxistauglichkeit und Wirksamkeit in den meisten Fällen noch aus. Die Fachdidaktische Entwicklungsforschung (PREDIGER et al., 2012) bietet einen geeigneten Rahmen, um solche theoretischen Gestaltungsprinzipien in den Unterricht zu implementieren und deren Wirksamkeit zu überprüfen.

Ziel des skizzierten Forschungsprojekts ist es, didaktische und methodische Design-Prinzipien zu finden, die für eine Vermittlung des Themas *Variation im*

Kontext Evolution lernförderlich wirken und auf diese Weise zur Entwicklung fachwissenschaftlich angemessener Vorstellungen der SchülerInnen beitragen. Im Rahmen der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung soll daher ein konkretes Lehr-Lernarrangement zum Thema *Variation im Kontext Evolution* für die 5./6. Klassenstufe entworfen und durch dessen Evaluation lokale Theorien über Lernverläufe, -hürden, -bedingungen und Wirkungsweisen des gegenstandsspezifischen Lehr-Lern-Prozesses (weiter-)entwickelt werden (PREDIGER et al., 2012).

Das geplante Lehr-Lernarrangement zeichnet sich aufgrund der oben beschriebenen Bedeutung der Variation durch einen Fokus auf eben dieses Konzept aus. Hierbei sollen die neuen Erkenntnisse zur Kontextabhängigkeit typologischer Vorstellungen (EMMONS & KELEMEN, 2015, siehe Kapitel 2.3) und weitere bislang nicht empirisch getestete und für den Unterricht umgesetzte Handlungsanweisungen im Umgang mit Vorstellungen zu Variation und Evolution implementiert werden. Die Erprobung des Lehr-Lernarrangements soll Aufschluss darüber geben, über welches Vorwissen SchülerInnen verfügen und welche Design-Prinzipien (Aktivitäten, Lehr- und Lernmittel, Methoden, Kontexte, Beispiele usw.) das Lernen bei diesem Thema initiieren, begünstigen oder erschweren.

2 Theorie und aktueller Forschungsstand

Im Folgenden sollen grundlegende theoretische Annahmen und Befunde benannt und dargestellt werden, welche im Rahmen des geplanten Forschungsprojekts zum Tragen kommen. Die theoretischen Grundannahmen zum Lehren und Lernen werden im ersten Abschnitt kurz beleuchtet. Im Anschluss folgt die Darstellung der diesem Forschungsvorhaben zugrundeliegenden Definition und den Schwierigkeiten mit dem Begriff der Variation. Danach werden die bisherigen Forschungserkenntnisse zu typologischen/essentialistischen Schülervorstellungen erläutert. Weitere Schülervorstellungen zum Themenbereich Evolution finden sich ausführlich bei HAMMANN & ASSHOFF (2015). Das Kapitel schließt mit einer kurzen Darstellung der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell, die handlungsleitend für die geplante Studie ist.

2.1 Grundannahmen zum Lehren und Lernen

Im Sinne des moderaten Konstruktivismus wird Lernen in der vorliegenden Projektskizze als ein aktiver und selbstgesteuerter Prozess verstanden, in wel-

chem Wissen vom Lerner konstruiert wird (GERSTENMAIER & MANDL, 1995). Ein solcher Wissenserwerb geschieht „auf der Basis der vorhandenen Vorstellungen“ (DUIT, 1995, S. 905), weshalb diese wichtige Anknüpfungspunkte für das Lehren und Lernen im Biologieunterricht darstellen (HAMMANN & ASSHOFF, 2015). Für die Umsetzung von Lernangeboten unter Berücksichtigung solcher Schülervorstellungen bietet das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (KATTMANN et al., 1997) einen geeigneten Rahmen. Ausgehend von einer fachlichen Klärung und der Erfassung der Lernerperspektiven wird ein Lerngegenstand didaktisch strukturiert, sodass ein lernförderliches Lernangebot entwickelt werden kann. Als lerntheoretische Voraussetzungen für die Veränderung von vorunterrichtlichen zu fachlich angemessenen Vorstellungen werden die Bedingungen der von POSNER et al. beschriebenen Conceptual-Change-Theorie (1982) herangezogen: das Vorhandensein einer Unzufriedenheit mit der existierenden Vorstellung sowie die Verständlichkeit, Plausibilität und Fruchtbarkeit der neuen Vorstellung.

2.2 Zum Begriff „Variation“

Bereits DARWIN formulierte in seinem Werk „Über die Entstehung der Arten“ (1859), wie vage und schwierig zu unterscheiden sei, ob es sich bei beobachtbaren Unterschiedlichkeiten um Varianten innerhalb einer Art oder bereits um unterschiedliche Spezies handle. Bis heute werden bei einzelnen Spezies solche Diskussionen über Artzugehörigkeit geführt und sind auch teils durch Genanalysen nicht restlos zu klären (z.B. bei den verschiedenen Ökotypen bzw. Unterarten des Schwertwals (*Orcinus orca*), vgl. MORIN et al., 2010). Auch das Vorhandensein zahlreicher verschiedener Artkonzepte in der Fachwissenschaft (CHUNG, 2004) unterstreicht diese Problematik.

Neben dem Speziesproblem gibt es zum Begriff der Variation auch eine Definitions- und Verwendungsproblematik. So zeigte GROß (2007) in seiner Untersuchung wissenschaftlicher Vorstellungen zum Begriff Variation, dass die unterschiedlichen biologischen Fachbereiche den Begriff aus unterschiedlichen Kontexten betrachten und auch eine terminologische Unklarheit besteht. So wird zwischen den Termini „Variation“ und „Variabilität“ nicht explizit unterschieden, teilweise werden diese sogar synonym verwendet (ebd.).

Um dem terminologischen Problem entgegenzuwirken, soll in der vorliegenden Forschungsskizze, wie bereits von KATTMANN (1998) vorgeschlagen, zwischen dem Zustand (Variation) und der Veränderlichkeit (Variabilität) unterschieden werden. Daher soll Variation im Rahmen dieses Forschungsprojekts definiert werden als „die Mannigfaltigkeit unterschiedlicher Ausbildung

eines Merkmals bei einer Art [...]. Sie ist das Ergebnis der Variabilität (im Sinne von Veränderlichkeit) der einzelnen Eigenschaften, die sich im Phänotyp manifestieren“ (OSCHE & KATTMANN, 1999).

2.3 Typologische/essentialistische Schülervorstellungen

Viele SchülerInnen erachten die Variation nicht als essentiell für evolutionäre Prozesse (BISHOP & ANDERSON, 1990) und benutzen Begriffe wie Variation oder Population nicht, wenn sie Evolution erklären sollen (BAALMANN et al., 2004). Gleichzeitig werden beobachtbare Varianten eher als Ausnahme statt als Regel verstanden. Schülerinnen und Schüler verstehen beobachtbare Unterschiedlichkeiten zwischen Individuen einer Population in diesem Sinne häufig nur als Abweichung von einem Typus (ZABEL & GROPEGIEBER, 2010). Als möglicher Grund für das fehlende Verständnis und die fehlende Akzeptanz innerartlicher Variation wird der psychologische Essentialismus herangeführt. Essentialismus bezeichnet die Denkweise, dass Kategorien (hier: Arten) bestimmte äußerliche Eigenschaften besitzen, die durch ihre Wesensform oder „Essenz“ bestimmt werden (GELMAN, 2003). Veränderungen können dabei höchstens bei Oberflächenmerkmalen, nicht jedoch bei Tiefenmerkmalen, also der „Essenz“, auftreten (GELMAN & RHODES, 2012). Solche Denkmuster begünstigen wiederum Vorstellungen über Evolution als transformativen Prozess, bei welchem eine gesamte Spezies seine „Wesenheit“ gleichzeitig verändert (SHTULMAN & SCHULZ, 2008).

Essentialistische Vorstellungen wurden lange Zeit für sehr stabil gehalten (ebd.). Jedoch konnten EMMONS & KELEMEN (2015) zeigen, dass fünf- bis achtjährige Kinder unter bestimmten förderlichen Kontexten weit häufiger Urteile für Variation trafen als bei ähnlichen Fragestellungen in vorangegangenen Studien. Zu diesen förderlichen Kontexten gehörten das Nicht-Nennen von Merkmalsvorteilen, die Unbekanntheit der Art sowie die Vermeidung generischer Sprache.

Doch selbst wenn SchülerInnen sich der Unterschiedlichkeit von Individuen einer Spezies bewusst sind, verbinden sie dieses Wissen nicht mit evolutionären Erklärungen (SCHEIBSTOCK, 2014; BRENNECKE, 2014). In Studien über Vorstellungen zu Ursachen von innerartlicher Variation wurde am häufigsten die Umwelt als Grund für beobachtbare Unterschiedlichkeiten genannt (u.a. BISHOP & ANDERSON, 1990). Daneben wurden auch Notwendigkeit und Wille (ANDERSON et al., 2002), am seltensten jedoch genetische Unterschiede benannt (LANDSTRÖM, 1995; ZETTERQVIST, 1995, beide zitiert nach ANDERSSON & WALLIN, 2006). SchülerInnen scheinen beobachtbare Unterschiedlichkeiten

innerhalb von Arten als zielgerichtete Reaktion auf Umweltveränderungen zu interpretieren, weshalb Variation eher als Ergebnis, nicht aber als Ausgangspunkt evolutionärer Prozesse verstanden wird.

2.4 Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell

Die Fachdidaktischen Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell ist entwickelt worden, um einerseits durch „gründliche Forschung [...] die wissenschaftliche Basis für fundierte Entwicklungen“ zu erhalten und andererseits „die Verantwortung für die Weiterentwicklung des Unterrichts im Blick“ (PREDIGER, 2010, S. 168) zu haben. Damit kommt die Entwicklungsforschung der Forderung nach, die Kluft zwischen Theorie und Praxis in der fachdidaktischen Forschung zu überbrücken. Im Zentrum steht die „Entwicklung von konkreten, qualitativ hochwertigen und funktionalen Produkten für den Einsatz im Unterricht“ (Entwicklungsprodukte) sowie die (Weiter-)Entwicklung von lokalen Theorien durch „die Erforschung der durch die Lehr-Lernarrangements initiierten Lernprozesse“ (Forschungsprodukte) (PREDIGER et al., 2012, S. 452f). „Lokal“ sind die Theorien, da sie auf einem spezifischen Entstehungskontext beruhen und bewusst gegenstandsspezifisch bleiben, ohne Anspruch auf Übertragbarkeit auf andere Lerngegenstände zu erheben (ebd.).

Vier zyklisch aufeinanderfolgende und eng miteinander vernetzte Arbeitsbereiche sollen zur Entwicklung und Beforschung eines gegenstands- und prozessorientierten Lehr-Lernarrangements beitragen. Auf eine Darstellung der einzelnen Arbeitsbereiche soll an dieser Stelle verzichtet werden, da sich die Grundzüge im Forschungsdesign des geplanten Forschungsprojektes widerspiegeln (siehe Kapitel 4). Eine übersichtliche und kompakte Zusammenfassung der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung findet sich bei PREDIGER et al. (2012).

3 Fragestellungen

Um zu prüfen, ob durch eine geeignete Lehr-Lernumgebung das Verständnis junger Lernender in Bezug auf das Konzept *Variation im Kontext Evolution* ermöglicht wird und welche Design-Prinzipien für die Entwicklung eines fachlich angemessenen Verständnisses ausschlaggebend sind, wird den folgenden Fragestellungen nachgegangen:

Forschungsfrage 1:

Wie sollte ein Unterrichtsdesign zum Lerngegenstand *Variation im Kontext Evolution* gestaltet sein, damit dieses die Entwicklung eines fachwissenschaftlichen Verständnisses junger Lernender ermöglicht?

Forschungsfrage 2:

Wie und durch welche Design-Prinzipien verändert sich das Verständnis junger Lernender zum Thema *Variation im Kontext Evolution* durch die Auseinandersetzung mit dem Lehr-Lernarrangement?

4 Methodik

Der Forschungs- und Entwicklungsprozess folgt den iterativen Schritten des Dortmunder Modells der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung (PREDIGER et al., 2012). Weil Entwicklungsforschung in der Regel im Rahmen großer, langjähriger Forschungsprojekte angelegt ist und nur selten im Rahmen einzelner Doktorarbeiten möglich ist (WILHELM & HOPF, 2014), kann im Rahmen des vorliegenden Projekts nur ein erster Schritt geleistet werden. Die Erprobung soll daher auf Kleingruppen mit wenigen SchülerInnen begrenzt bleiben. Solche One-on-one-design-experiments dienen der Sicherstellung einer erfolgreichen Erprobung im detaillierten und tiefgründigen Maßstab (COBB et al., 2003) und haben gegenüber der Testung im Klassenzimmer den Vorteil, dass sich Lernprozesse besser dokumentieren und auswerten lassen (PREDIGER et al., 2012).

4.1 Lerngegenstände spezifizieren und strukturieren

Im ersten Schritt sollen mit einer Literaturrecherche die zugrundeliegenden Theorien der Thematik erschlossen werden, um daraus die spezifischen Lerninhalte sowie Lerngegenstände und schließlich Lernziele sach- und adressatengerecht abzuleiten. In diese didaktische Strukturierung (im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion) fließen bereits beschriebene fachwissenschaftliche Vorstellungen und Schülervorstellungen aus der Literatur ein.

4.2 Design (weiter-)entwickeln

Im Rahmen der Design-Entwicklung werden auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse der didaktischen Strukturierung zum Lerngegenstand *Variation im Kontext Evolution* Design-Prinzipien entwickelt. Hierbei sollen sowohl theoretische Grundannahmen des Lernens und Lehrens (z.B. moderater Konstruktivismus) als auch gegenstandsspezifische Design-Prinzipien (z.B. die

Berücksichtigung verschiedener lernförderlicher Kontexte, EMMONS & KELEMEN, 2015) formuliert und in einer Lernumgebung umgesetzt werden.

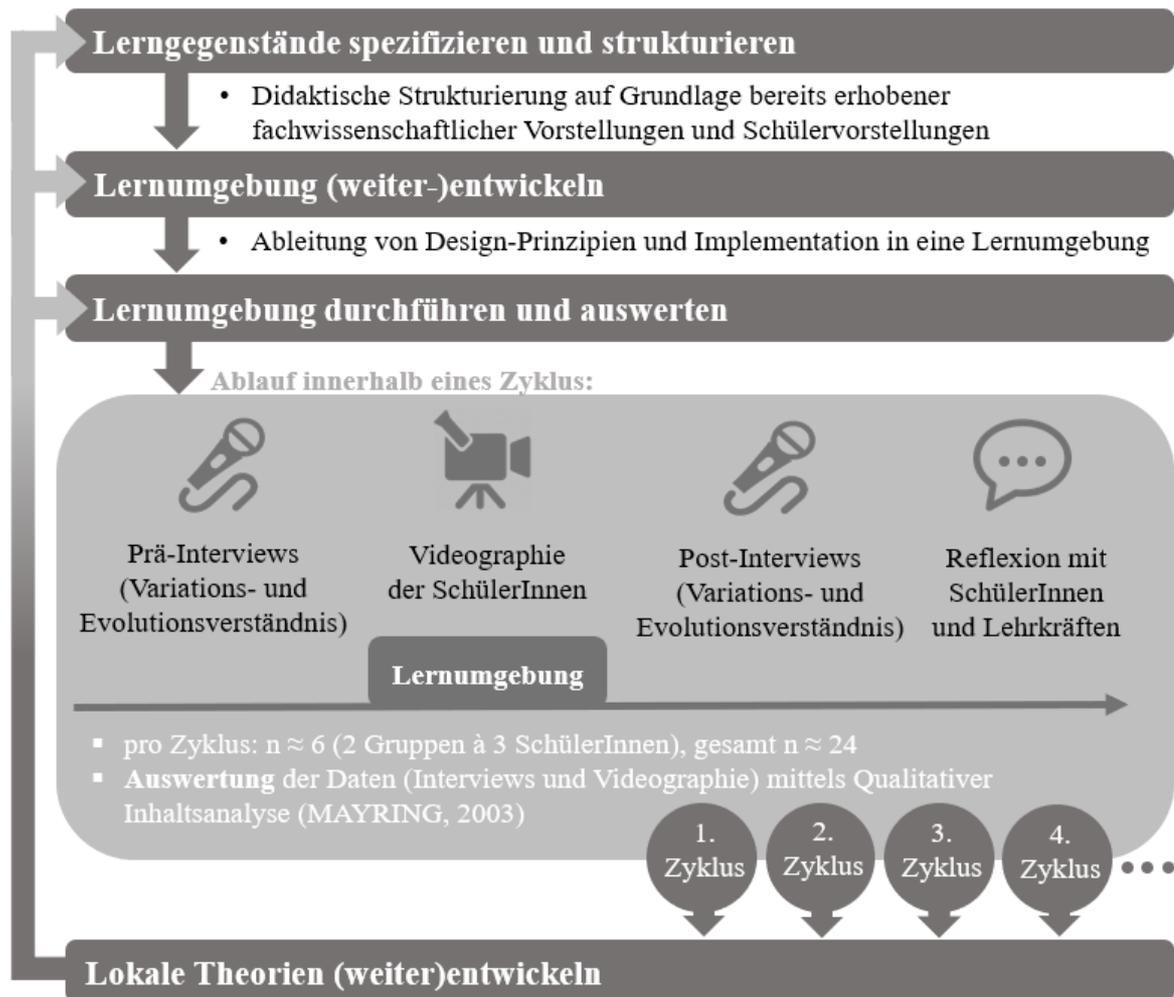


Abbildung 1: Forschungsdesign des geplanten Forschungsprojekts, angelehnt am Dortmunder Modell der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung (eigene Darstellung)

Das Lehr-Lernarrangement soll hauptsächlich aus einem Simulationsspiel bestehen, in welchem selektive Prozesse innerhalb einer Beispiel-Population von den SchülerInnen nachvollzogen werden sollen. Die Bedeutung der Variation für diese Prozesse soll dabei nicht nur vor, sondern auch während und nach der Simulation im Mittelpunkt stehen und thematisiert werden. Hierfür sollen verschiedene Umsetzungsideen bereits publizierter Handlungsempfehlungen und Umsetzungsmöglichkeiten miteinander kombiniert, sowie um neue Ideen erweitert werden. Beispielhaft seien hier verschiedene Prinzipien genannt, die im Rahmen der vorliegenden Studie getestet werden sollen: die Verwendung von zoologischen bzw. botanischen sowie unbekanntem bzw. bekanntem Beispiel-

spezies (vgl. BRENNECKE, 2014, EMMONS & KELEMEN, 2015), das Aufzeigen genetischer Grundlagen der Variation in Form eines Ebenenwechsels zwischen Geno- und Phänotyp (vgl. KULLMANN, 2012), das Zeigen von Variation in Abbildungen und an Originalen (vgl. ZABEL & GROPEGIEßER, 2011), das Thematisieren von Merkmalsnachteilen und die Vermeidung generischer Sprache (vgl. EMMONS & KELEMEN, 2015). Indem das Simulationsspiel so gestaltet wird, dass mehrere verschiedene Merkmale zur Selektion zur Verfügung stehen, soll außerdem deutlich werden, dass Variation auch nach selektiven Prozessen (in den nicht von der Selektion betroffenen Merkmalen) vorhanden ist.

4.3 Design-Experiment durchführen und auswerten

Eine erste Erprobung der entwickelten Lehr-Lernumgebung mit Kleingruppen soll Aufschluss darüber geben, ob das entwickelte Design überhaupt tragfähig ist und Lernprozesse in gewünschter Weise angestoßen werden (PREDIGER et al., 2012). In der Laborsituation werden pro Erhebungszyklus jeweils zwei Gruppen mit jeweils drei SchülerInnen die Lernumgebung bearbeiten. Nach voraussichtlich vier Zyklen liegen somit die Interview- und Videographie-Daten von $n \approx 24$ SchülerInnen vor.

Um die Wirksamkeit der entwickelten Lehr-Lernumgebung zu testen, soll im Rahmen einer qualitativen Analyse das Verständnis der SchülerInnen zum Thema *Variation im Kontext Evolution* jeweils vor und nach Bearbeitung der Lehr-Lernumgebung mit Einzelinterviews erfasst werden. Das Verständnis der Lernenden soll dabei mit der Qualitativen Inhaltsanalyse (MAYRING, 2010) und unter Zuhilfenahme der bereits kategorisierten Schülervorstellungen zu dieser Thematik klassifiziert werden. Um Schülervorstellungen in den Interviews möglichst kompakt und altersgerecht erfassen zu können, sollen die SchülerInnen die evolutionäre Entwicklung am Beispiel zweier ausgewählter Spezies beschreiben. Eine der Spezies soll dabei das Beispiel aus dem Lehr-Lernarrangement aufgreifen. Durch die Abfrage eines zweiten Beispiels einer weiteren (nicht thematisierten) Spezies soll überprüft werden, ob die SchülerInnen in der Lage sind, das Gelernte auf neue Situationen zu übertragen. Dieser erzählende Gesprächsanlass orientiert sich an der von ZABEL & GROPEGIEßER (2010) beschriebenen Schreibaufgabe zur Erhebung von Schülervorstellungen zur Evolution. Im Rahmen der geplanten Studie und mit Hinblick auf das Alter und die Schreibkompetenz der Probanden wird diese Methode abgewandelt und soll stattdessen als Erzählaufgabe zu Beginn der Interviews gestellt und durch Fragen zu Variationsvorstellungen ergänzt werden.

Im Rahmen der Evaluation der Lehr-Lernumgebung soll analysiert werden, welche Elemente des konzipierten Designs sich zur Vermittlung der Thematik eignen. Daher sollen die SchülerInnen bei der Erarbeitung der Lernumgebung videographiert werden, um Informationen über Lernvoraussetzungen, Lernhürden und Lernverläufe gewinnen zu können. Der Experimentleitung kommt während der Durchführung eine doppelte Funktion zu: Sie gibt in der Rolle des Lehrenden den SchülerInnen Hilfe und Anregungen und kann in der Rolle des Forschenden durch Beobachtung und gezieltes Nachfragen weitere Informationen über die Lernprozesse der Lernenden gewinnen (COBB et al., 2003).

Basierend auf diesen Ergebnissen und einer zusätzlichen Reflexion der Lernumgebung durch die SchülerInnen und die Fachlehrkräfte soll eine Analyse des entwickelten Designs vorgenommen werden. Hierbei werden die Design-Prinzipien hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und Eignung untersucht. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen kann so in mehreren Zyklen das Lehr-Lernarrangement weiterentwickelt und mit Hinblick auf die angestrebten Lernziele optimiert werden.

4.4 Lokale Theorien (weiter)entwickeln

Die Ergebnisse der einzelnen Erprobungszyklen werden im letzten Schritt zusammengefasst und auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hin analysiert. Im Zuge dessen sollen die genutzten Design-Prinzipien der Lernumgebung hinsichtlich ihrer unterrichtspraktischen Eignung und Wirksamkeit kritisch reflektiert werden. Von zentraler Bedeutung sind dabei die Fragen, welche Lernprozesse und Vorstellungsveränderungen durch die Lernumgebung initiiert werden und welche Lernhürden und -chancen die einzelnen Design-Prinzipien bergen. Basierend auf diesen Erkenntnissen kann eine lokale Theorie zum Lerngegenstand *Variation im Kontext Evolution* entwickelt werden.

5 Ausblick

Die ersten beiden Arbeitsbereiche der Entwicklungsforschung sollen im Sommer 2018 realisiert werden, so dass mit Beginn des neuen Schuljahres ab August 2018 die erste Erprobung und Auswertung der Lernumgebung erfolgen kann. Bislang sind vier Zyklen für die Weiterentwicklung der Lernumgebung und für die Ableitung und Absicherung lokaler Theorien zum Bereich *Variation im Kontext Evolution* geplant. Diese beiden Produkte des geplanten Forschungsprojektes sollen zukünftig dazu beitragen, LehrerInnen die Vermittlung

und SchülerInnen das Verstehen des komplexen Themas Evolution zu erleichtern.

Zitierte Literatur

- ANDERSON, D. L., FISHER, K. M. & NORMAN, G. J. (2002): Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 952-978.
- ANDERSSON, B. & WALLIN, A. (2006): On Developing Content oriented Theories Taking Biological Evolution as an Example. *International Journal of Science Education*, 28(6), 673-695.
- BAALMANN, W., FRERICHS, V., WEITZEL, H., GROPEGIEBER, H. & KATTMANN, U. (2004): Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung - Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7-28.
- BISHOP, B. A. & ANDERSON, C. W. (1990): Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- BRENNECKE, J. S. (2014): *Schülervorstellungen zur evolutionären Anpassung – qualitative Studien als Grundlage für ein fachdidaktisches Entwicklungskonzept in einem botanischen Garten*. Dissertation: Gießener Elektronische Bibliothek. Abgerufen am: 23.05.2018, unter: http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2015/11320/pdf/BrenneckeJulia_2015_02_10.pdf
- BRUMBY, M. N. (1984): Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68(4), 493-503.
- BYBEE, R. W. (2008): Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006. The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17 (6), 566-585.
- CHUNG, C. (2004): The Species Problem & the Value of Teaching the Complexities of Species. *The American Biology Teacher*, 66 (6), 413-417.
- COBB, P., CONFREY, J., DISSA, A., LEHRER, R. & SCHAUBLE, L. (2003): Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32 (1), 9-13.
- DARWIN, C. R. (1859): *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- DOBZHANSKY, T. (1973): Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, Vol. 35, No. 3, 125-129.
- EMMONS, N. A. & KELEMEN, D. A. (2015): Young children's acceptance of within-species variation. Implications for essentialism and teaching evolution. *Journal of experimental child psychology*, 139, 148-160.
- GELMAN, S. A. (2003): *The essential child. Origins of essentialism in everyday thought*. Oxford: Oxford University Press.
- GELMAN, S. A. & RHODES, M. (2012): "Two-thousand years of stasis": How psychological essentialism impedes evolution understanding. In K. S. ROSENGREN, S. K. BREM, E. M. EVANS & G. M. SINATRA (Hrsg.), *Evolution Challenges. Integrating Research and Practice in Teaching and Learning about Evolution*. Oxford: Oxford University Press. 3-21.
- GERSTENMAIER, J. & MANDL, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867-888.
- GRAF, D. & HAMDORF, E. (2011): Evolution: Verbreitete Fehlvorstellungen zu einem zentralen Thema. In D. DREESMANN, D. GRAF & K. WITTE (Hrsg.) *Evolutionsbiologie. Moderne Themen für den Unterricht*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 25-42
- GREGORY, T. R. (2009): Understanding Natural Selection. Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2(2), 156-175.
- GROß, J. (2007): *Biologie verstehen. Wirkungen außerschulischer Lernangebote* (Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 16): Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- HALLDÉN, O. (1988): The evolution of the species. Pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10(5), 541-552.
- HAMMANN, M. & ASSHOFF, R. (2015): *Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten*. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- JOHANNSEN, M. & KRÜGER, D. (2005): Schülervorstellungen zur Evolution - eine quantitative Studie. *IDB Münster - Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie*, 14, 23-48.

- KATTMANN, U. (1995): Konzeption eines naturgeschichtlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 29-42.
- KATTMANN, U. (1998): Variabilität und natürliche Selektion. In D. ESCHENHAGEN, U. KATTMANN & D. RODI (Hrsg.) *Handbuch des Biologieunterrichts Sekundarbereich I*. Köln: Aulis Verlag. 105-132.
- KATTMANN, U., DUIT, R. & KOMOREK, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- KULLMANN, H. (2012): Das Schrumpfen der Stoßzähne. *Unterricht Biologie*, 379, 26-32.
- LANDSTRÖM, J. (1995): '...djur kan ju inte bildas ur tomma intet' – elever skriver om djurens evolution. In B. ANDERSSON (Hrsg.) *Forskning om naturvetenskaplig undervisning Rapport från en rikskonferens i Mölndal 19-29 juli. Rapport NA-Spektrum nr 15*. Mölndal, Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs Universitet. 83-104.
- MAYR, E. (1979): *Evolution und die Vielfalt des Lebens*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- MAYRING, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- MINISTERIUM FÜR BILDUNG SACHSEN-ANHALT (Hrsg.) (2016): *Fachlehrplan Gymnasium Biologie*. Abgerufen am: 23.05.2018, unter https://www.bildung-lsa.de/pool/RRLLehrplaene/Erprobung/Gymnasium/FLP_Gym_Biologie_LT.pdf?rl=106
- MORIN, P. A., ARCHER, F. I., FOOTE, A. D., VILSTRUP, J., ALLEN, E. E., WADE, P. et al. (2010): Complete mitochondrial genome phylogeographic analysis of killer whales (*Orcinus orca*) indicates multiple species. *Genome research*, 20(7), 908-916.
- OSCHE, G. & KATTMANN, U. (1999): Variation. In R. SAUERMOST & D. FREUDIG (Hrsg.) *Lexikon der Biologie. In fünfzehn Bänden*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. & GERTZOG, W. A. (1982): Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- PREDIGER, S. (2010): Über das Verhältnis von Theorien und wissenschaftlichen Praktiken - am Beispiel von Schwierigkeiten von Textaufgaben. *Journal für Mathematikdidaktik*, 31(2), 167-195.
- PREDIGER, S., LINK, M., HINZ, R., HUBMANN, S., THIELE, J. & RALLE, B. (2012): Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 65(8), 452-457.
- SCHEIBSTOCK, J. (2014): *Lerneffekte im Unterricht zum Thema Evolution – eine Untersuchung zur Entwicklung von SchülerInnenvorstellungen zu Selektion und Variation*. Diplomarbeit, Universität Wien. Abgerufen am: 23.05.2018, unter: http://othes.univie.ac.at/33198/1/2014-06-03_0602697.pdf
- SHTULMAN, A. & SCHULTZ, L. (2008): The relation between essentialist beliefs and evolutionary reasoning. *Cognitive science*, 32(6), 1049-1062.
- VAN DIJK, E. M. & KATTMANN, U. (2010): Evolution im Unterricht: Eine Studie über fachdidaktisches Wissen von Lehrerinnen und Lehrern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 7-21.
- WALLIN, A. (2011): Zu einer inhaltsorientierten Theorie des Lernens und Lehrens der biologischen Evolution. In D. GRAF (Hrsg.) *Evolutionstheorie - Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 119-139.
- WILHELM, T. & HOPF, M. (2014): Design-Forschung. In D. KRÜGER, I. PARCHMANN & H. SCHECKER (Hrsg.) *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 31-42.
- ZABEL, J. & GROPEGIEßER, H. (2010): Darwins konzeptuelle Landkarte: Lernfortschritt im Evolutionsunterricht. In U. HARMS & I. MACKENSEN-FRIEDRICHS (Hrsg.) *Heterogenität erfassen - individuell fördern im Biologieunterricht. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO, Kiel 2009*. Innsbruck: Studienverlag. 209-224.
- ZETTERQVIST, A. (1995): '... de kan ju inte bara helt plötsligt börja växa' - elever skriver om växters evolution. In B. ANDERSSON (Hrsg.) *Forskning om naturvetenskaplig undervisning Rapport från en rikskonferens i Mölndal 19-29 juli. Rapport NA-Spektrum nr 15*. Mölndal, Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs Universitet. 63-82.