

Entwicklung von Diagnoseaufgaben zum Anpassungsprozess und zur Vererbung

-Projektskizze-

Sandra Fischer & Dittmar Graf

sandra.fischer@tu-dortmund.de - dittmar.graf@tu-dortmund.de

Fachgruppe Biologie und ihre Didaktik

Universität Dortmund

Otto-Hahn-Str. 6, 44227 Dortmund

Zusammenfassung

In dieser Studie sollen Multiple-Choice Aufgaben auf der Grundlage vorangegangener Studien entwickelt werden, die Schülervorstellungen zum evolutionären Anpassungsprozess und Vorstellungen für den Verstehensprozess bedeutsamer Vererbungsaspekte erfassen können. Die entwickelten Aufgaben sollen den Lehrkräften helfen mit dieser schnell auswertbaren Methode die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Lernenden zu ermitteln um diese lernwirksam in den Unterricht integrieren zu können. Die Aufgaben werden in einer Vorstudie unter Berücksichtigung der Begründungen der Antwortwahl der Zielgruppe angepasst. Ergebnisse der Vorstudie werden hier vorgestellt. Es zeigte sich, dass die Aufgaben dem Verständnis und den Vorstellungen der Lernenden angepasst werden konnten. In der anschließenden Hauptstudie werden die Aufgaben qualitativ hinsichtlich der Konstruktvalidität überprüft.

Abstract

The aim of this study is to develop multiple-choice items based on previous studies to determine student's conceptions concerning evolutionary adaptation and aspects of inheritance. Teachers should be able to use these items to identify their student's preconceptions in order to integrate them for instruction without spending lots of time to analyze data. At the beginning of the development of adequate items students have to give reasons for their choices while working through the questionnaire. Results of this inquiry are presented here and indicate that the items could adapt to the student's prior knowledge. Items will be construct-validated in the main study using interviews.

1 Einleitung

Lernende bringen Alltagsvorstellungen mit in den Unterricht, die die Vermittlung wissenschaftlich korrekter Konzepte erschweren können. Sollen angemessene Vorstellungen entwickelt werden, müssen diese Alltagsvorstellungen in den Unterricht integriert werden (RIEMEIER, 2007).

Für das Unterrichtsthema Evolution liegen zahlreiche Alltagsvorstellungen vor (Zusammenfassung bei GRAF & HAMDORF, 2011). Beschreiben Lernende evolutionäre Veränderungen, nutzen sie häufig „Anpassung“ als zentralen Begriff (HALLDÉN, 1988). Sie können diesen Prozess aber oftmals selbst nach einer entsprechenden unterrichtlichen Intervention nicht wissenschaftlich angemessen erklären. Deshalb wurden Vorstellungen zum Anpassungsprozess bereits mehrfach qualitativ untersucht (z. B. BAALMANN et al., 2004). Grundlagen für ein adäquates Verständnis des Prozesses sind zudem Kenntnisse zur Vererbung, die ebenfalls mehrfach qualitativ erfasst wurden (z.B. ENGEL-CLOUGH & WOODROBINSON, 1985). Studien zeigten, dass die Schüler trotz zuvor erhaltenen Unterrichts zu den Themen Schwierigkeiten haben, die wesentlichen genetischen Aspekte bei der Erklärung evolutionärer Prozesse einzubeziehen und im Sinne wissenschaftlich angemessener Konzepte zu erklären (FRERICHS, 1999). Die Untersuchungen legen nahe, die Vermittlung von Evolution und Genetik miteinander zu kombinieren (BAALMANN et al., 2005).

Zur Ermittlung von Schülervorstellungen werden häufig Multiple-Choice Aufgaben entwickelt, die verbreitete Schülervorstellungen als Antwortoptionen beinhalten (z.B. ANDERSON et al., 2002). Diese Tests geben Einblicke in individuelle Vorstellungsmuster und ermöglichen eine schnelle Auswertbarkeit, die für den Praxisgebrauch bedeutsam ist. Verschiedene Studien haben allerdings gezeigt, dass geschlossene Aufgaben trotz der Berücksichtigung von Gütekriterien oftmals die Schülervorstellungen nicht valide erfassen können (z.B. HARLOW & JONES, 2004). Dies kann damit zusammenhängen, dass die in offenen Formaten ermittelten Schülervorstellungen in einem geschlossenen Format umgesetzt zu abweichenden Ergebnissen führen, da je nach Aufgabenformat unterschiedliche Wissensaspekte angesprochen werden (MARTINEZ, 1999). Beispielsweise muss in einem geschlossenen Format Wissen erkannt und abgerufen werden, während offene Formate frei generiertes Wissen erfordern. Zudem können die Schülervorstellungen im Textformat anders aufgefasst werden, da ein individuelles Textverständnis generiert wird (SCHNOTZ, 1994).

Über die qualitative Untersuchung der in dieser Studie entwickelten Multiple-Choice Aufgaben, die auf vorangegangenen Studien zu Schülervorstellungen aufbauen, wird eine möglichst genaue Konstruktvalidität der Aufgaben angestrebt. Zu überprüfen ist, ob die entwickelten Aufgaben ein hinreichend valides Abbild der Schülervorstellungen ermöglichen und zur Lernausgangsdiaagnose sinnvoll eingesetzt werden können.

2 Theorie

2.1 Moderater Konstruktivismus

Nach dem moderat konstruktivistischen Ansatz zur Erklärung von Lernprozessen sind bereits vorhandene Vorstellungen der Schüler Ausgangssituation für jeden neuen Lernvorgang (z.B. DUIT, 1995). Entsprechend der vorhandenen Vorstellungen zu einem Gegenstand wird dieser unterschiedlich verstanden. Eine einflussfreie Weitergabe von Wissensaspekten ist somit nicht möglich. Die lebensweltlichen Vorstellungen, über die Schüler zum Beginn einer Lerneinheit bereits verfügen, können bei der Vermittlung wissenschaftlicher Konzepte hinderlich sein, da sie oftmals der wissenschaftlichen Begriffsverwendung widersprechende Annahmen darstellen, die nicht einfach ersetzt werden können. Zudem sind Lernvorgänge situativ und von sozialen Einflüssen geprägt. Um eine entsprechende lernförderliche Umgebung zu schaffen, ist es erforderlich, die individuellen Schülervorstellungen zu ermitteln und im Unterricht zu berücksichtigen, sodass selbstgesteuerte konstruktive und rekonstruierende Lernprozesse in Hinblick auf angestrebte Lernziele möglich werden (RIEMEIER, 2007). Vor diesem Hintergrund werden Diagnoseaufgaben entwickelt, die vorunterrichtliche Schülervorstellungen erfassen sollen.

2.2 Theoretische Hintergründe der qualitativen Schwerpunktsetzung

Kognitive Anforderungen verschiedener Aufgabenformate:

In Abhängigkeit von der kognitiven Anforderung der Aufgabenbearbeitung können durch verschiedene Erhebungsverfahren unterschiedliche Vorstellungsaspekte externalisiert werden (MARTINEZ, 1999). Verschiedene Studien haben daher die Unterschiede in den Schüleräußerungen bei offenen und geschlossenen Aufgabenformaten untersucht, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Bei der kognitiven Bearbeitung geschlossener Aufgaben und bei offenen Interviewsituationen werden unterschiedliche Wissensaspekte angesprochen, wodurch das jeweils geäußerte Vorstellungsmuster voneinander ab-

weichen kann. Werden Distraktoren für Multiple-Choice Aufgaben erstellt, die häufige Schülervorstellungen darstellen, werden dazu die geäußerten Vorstellungen der offenen Interviewerhebung genutzt. Von Bedeutung für die Validierung der Aufgaben ist also, ob Vorstellungen, die in der offenen Interviewsituation generiert wurden, in einem geschlossenen Format zu vergleichbaren Vorstellungen führen. SIMKIN & KUECHLER (2005), SCHOULTZ et al. (2001) und NEHM & SCHONFELD (2008) zeigen, dass Vorstellungen in offenen und geschlossenen Aufgaben-Formaten stark voneinander abweichen können. Bei der Entwicklung von Multiple-Choice Aufgaben zur Erfassung von Schülervorstellungen konnte DANNEMANN (2009) allerdings zeigen, dass die Transformation von in Interviews geäußerten Schülervorstellungen zum Sehen in ein Multiple-Choice-Format gelingen kann. Zu untersuchen ist, ob auch für den inhaltlichen Themenbereich „Anpassungsprozess und Vererbung“ valide geschlossene Testaufgaben möglich sind, die auf der Grundlage von offenen Erhebungen erstellt wurden.

Textverständnis:

Die kognitiv-konstruktivistische Auffassung des Textverstehens geht davon aus, dass die Verständlichkeit eines Textes nicht unabhängig vom Leser bestimmt werden kann, sondern dass das individuelle Textverständnis mit berücksichtigt werden muss (CHRISTMANN & GROEBEN, 1996). Es gibt verschiedene Modellvorstellungen zum Verstehen von Texten, die den Verstehensprozess beschreiben (Übersicht in GRAESSER & BRITTON, 1996). Diesen Theorien ist gemein, dass mindestens drei Repräsentationsebenen entstehen, die teilweise miteinander verbunden sind (DUTKE, 2000). Auf der ersten Ebene wird die Oberflächenstruktur des Textes erfasst, wobei Wörter und Formulierungen entschlüsselt werden. Auf der propositionalen Ebene findet die Analyse des semantischen Inhalts des Textmaterials statt. Entscheidend im Zusammenhang dieser Arbeit ist, dass auf einer umfassenderen Verständnisebene ein Situationsmodell (oder mentales Modell) entsteht, in welches das Vorwissen des Individuums eingeht. Dadurch entsteht die individuelle Bedeutung des Textgegenstandes. SCHNOTZ (1994) beschreibt das Verstehen von Texten als den Aufbau einer für den Leser stimmigen, kohärenten mentalen Repräsentation auf der Grundlage seines Vorwissens, die aber für den Autor unangemessen sein kann. Dies führt möglicherweise zu Missverständnissen zwischen Textautor und Leser.

Auf dieser theoretischen Grundlage wird angenommen, dass die qualitative Erfassung des spezifischen Textverständnisses ermöglicht, die textbasierten Diagnoseaufgaben für die Zielgruppe konstruktvalid zu gestalten.

Vergleichsstudien:

Untersuchungen an vergleichbaren Aufgaben, die ursprünglich nach psychometrischen Kriterien validiert wurden, haben in einer qualitativen Überprüfung eine unbefriedigende Konstruktvalidität ergeben (SCHOULTZ et al., 2001; OLSEN et al. 2001, HARLOW & JONES, 2004). Dabei werden die Aufgaben hinsichtlich formaler und inhaltlicher Merkmale untersucht, die für die Antwortwahl entscheidend sind. Dies weist darauf hin, dass die Entwicklung der einzelnen Aufgaben hinsichtlich ihrer Passgenauigkeit für die Zielgruppe qualitativ überprüft werden sollten.

3 Fragestellungen

Ziel dieser Studie ist die Entwicklung von Aufgaben, welche die vorunterrichtlichen Voraussetzungen von Sek. I- Schülern zu den inhaltlichen Themen evolutionäre Anpassungsprozesse und relevante Aspekte der Vererbung erfassen können. Im Entwicklungsprozess sollen bestimmte Aufgabenmerkmale erfasst werden, die eine präzise formale und inhaltliche Überarbeitung der Aufgaben ermöglichen.

Forschungsfragen:

1. Welche Aufgabenmerkmale sind für die Konzipierung geeigneter Diagnoseaufgaben entscheidend?
2. Können die erstellten Aufgaben die Vorstellungen der Schüler valide abbilden?

4 Methodik

4.1 Aufgabenentwicklung (Vorstudie)

Um einen angemessenen Aufgabenpool zu entwickeln, werden in einer Vorstudie die Aufgaben über das hier vorgestellte Verfahren überprüft, um im anschließenden Validierungsschritt (Interview, Hauptstudie) auf Details zu fokussieren. Der Themenpool für die Multiple-Choice Aufgaben umfasst die Themenaspekte, die in der Tabelle 1 zusammengestellt sind.

Die Themenaspekte wurden aus fachlicher und didaktischer Perspektive gesucht. Zur Bildung der Distraktoren wurden entsprechende qualitative Studien herangezogen, die Konzepte (GROPENGBIEBER, 2001) von Schülern zu diesen Themen untersucht haben (z.B. Übersicht in WEITZEL, 2006, Tab. 1) und solche die bereits geschlossene Aufgaben entwickelt haben (Tab.1).

Tab. 1: Themen mit Beispielen für Kontexte des Aufgabeninventars und Quellenverweise.

Natürliche Selektion (begrenzttes Überleben von Buchfinken bei Nahrungsnot)	vgl. JOHANNSEN & KRÜGER 2005
Bewertung genetischer Veränderung (s. exemplarische Beispielaufgabe)	vgl. LAMMERT 2012, BOWLING et al. 2008
Anpassung von Merkmalen (Zunahme der Geschwindigkeit von Geparden)	vgl. BISHOP & ANDERSON 1990
Variation; Unterscheidung Genotyp und Phänotyp (Vergleich von Kellerasseln und Kühen)	vgl. ANDERSON et al. 2002
Vererbung erworbener Merkmale (Weissmann-Experiment)	vgl. JIMÉNEZ-ALEIXANDRE 1992
Merkmalsverschiebung (Zunahme von dunklen Haaren in einer Population)	vgl. DEMASTES-SOUTHERLAND 1994
Rekombination (Vererben der Augenfarbe)	vgl. CHIN & TEOU 2010

Die Themenaspekte werden in mindestens 2 verschiedenen Sachzusammenhängen dargestellt, um vergleichbare Kontexte zu ermitteln. Der Fragebogen enthält 16 Multiple-Choice Aufgaben mit jeweils 3-5 Antwortoptionen. Ein weiterer Aufgabenaspekt ist die offene Begründung der Antwortwahl. Dadurch müssen die verschiedenen Antworten genauer gelesen werden, wodurch die Oberflächlichkeit der Bearbeitung herabgesetzt wird (TAMIR, 1990). Durch die offenen Begründungen können zudem Hinweise auf Modifikationen und Ergänzungen der Antwortoptionen gewonnen werden (TREAGUST, 1988). Sowohl das Auswahlverhalten als auch die Begründungen dieser Aufgabenbearbeitung durch die Probanden sollen genutzt werden, um die Aufgaben zu modifizieren und durch den Vergleich von Ankreuzverhalten und Begründungen zu einer schnellen Überarbeitung der Aufgaben führen.

Im ersten Testdurchlauf wurden die Aufgaben mit Schülerinnen und Schülern der 7. Klasse eines Gymnasiums auf Verständlichkeit in einer Gruppendiskussion untersucht. Dann wurden die Aufgaben in verschiedenen Versionen (Unterschiede in Kontexten, Antwortkombinationen) 89 Gymnasiasten der Klassenstufen 7-9 ohne unterrichtsbasierte Vorkenntnisse zu Angewandtheit und Vererbung vorgelegt (1. Testdurchlauf). Im zweiten Testdurchlauf wurden die Aufgaben an 60 Personen der Klassenstufen 8 und 9 des Gymnasiums erprobt. Insgesamt wurden die Aufgaben in zwei Testdurchläufen, wie in Abbildung 1 dargestellt, überarbeitet. Nach dem zweiten Testdurchlauf wurden die Aufgaben erneut verändert und in der überarbeiteten Version in Interviews genauer untersucht (s.

Hauptstudie). Die Aufgabenentwicklung der Vorstudie (Abb.1) wurde mit einer geringen Stichprobe durchgeführt, da die qualitativen Aspekte im Vordergrund standen. Aussagen zur Güte der Testaufgaben werden zudem erst auf der Grundlage der Hauptstudie getroffen.

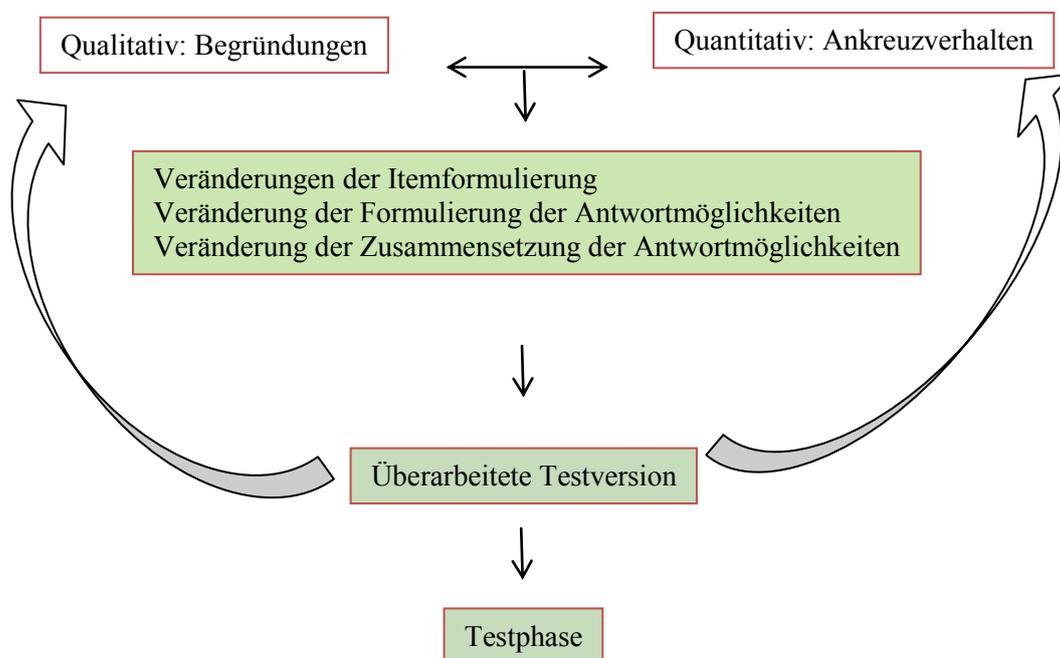


Abb.1: Modell zum Ablauf der Testdurchläufe (zwei Durchläufe).

Auswertung:

Die verschiedenen Testversionen wurden separat ausgewertet, da sie auf Grund unterschiedlicher Kontexte der Aufgaben nicht direkt vergleichbar sind. Das Auswahlverhalten wurde mittels einer Rohwerteverteilung hinsichtlich geeigneter und weniger geeigneter Antwortoptionen untersucht. Zur Vermeidung von voreiligen Eliminierungsschritten wurde die Häufigkeitsverteilung mit den Begründungen verglichen. In jedem Testdurchlauf wurde bei der Auswertung der Begründungen auf Hinweise für das Verständnis der Aufgaben geachtet.

Die Begründungen werden in Anlehnung an das Kodiersystem von Tamir (1990) ausgewertet, um möglichst objektiv vorzugehen: (s. Abb. 2).

Kodierung der Begründungen:

**0- keine Begründung; 1- unangemessen; 2 unpassend; 3- teilw. passend;
4- passend**

1. Unangemessene Begründungen sind nicht als Begründung zu werten (z.B. Ich habe geraten.)
2. Nicht passende Begründungen zeigen, dass die Antwortoption anders verstanden wurde, als sie gedacht ist.
3. Teilweise passende Begründungen zeigen, dass in der Antwort Aspekte fehlen, die dem Schülerverständnis entsprechen, oder Teile ignoriert werden.
4. Passende Begründungen zeigen, dass die Antwortoption zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler passen.

Abb. 2: Kodiersystem zur Einteilung der Begründungen in quantifizierbare Kategorien.

Die Antwortoptionen wurden auf der Grundlage sich wiederholender Begründungen bei verschiedenen Probanden verändert, wenn diese nicht verstanden oder abweichende Vorstellungen sichtbar wurden. Über dieses Überarbeitungssystem wurden die Aufgaben zweimal in einem iterativen Verfahren geprüft (Abb.1).

Mit Hilfe einer Expertenvalidierung (Inhaltsvalidität) werden die Aufgaben hinsichtlich ihrer inhaltlichen Angemessenheit beurteilt. Dafür werden Biologiedidaktiker sowie Fachwissenschaftler aus den Bereichen evolutionäre Forschung und Populationsgenetik herangezogen.

4.2 Qualitative Konstruktvalidierung (Hauptstudie)

In einer anschließenden qualitativen Untersuchung wurden Interviews zum Verständnis der Aufgaben und den Hintergründen der Antwortwahl durchgeführt. Dazu wurden insg. 20 Schüler der Sek. I (7. und 9. Klasse), die noch keinen Unterricht zur der Thematik erhalten hatten, in 45-60 minütigen Interviews befragt. Die Interviewprozedur zielte auf die Konstruktion und das Verständnis der Aufgaben ab. Damit sollen Aufgabenmerkmale erfasst werden, die für die Validierung der Aufgaben hilfreich sind. Die Interviews wurden problemzentriert und leitfadengestützt (FLICK, 2005) durchgeführt. Der Leitfaden und die gesamte Interviewprozedur wurden zunächst in Probeinterviews evaluiert.

Die Interviewprozedur sollte unter Bedingungen durchgeführt werden, die der Situation nahe kommen, in der die Aufgaben eingesetzt werden. Der Einfluss des Interviewers durch verschiedene Nachfragen sollte im Ablauf demnach so positioniert werden, dass möglichst viele Informationen im Sinne einer Stan-

dardsituation erfasst werden können. Gleichzeitig muss berücksichtigt werden, dass wichtige im Kurzzeitgedächtnis gespeicherte Gedankengänge nicht mehr geäußert werden, wenn der Interviewer nicht rechtzeitig nachfragt. Daraus ergibt sich ein Konflikt von konkurrenten und retrospektiven Befragungsverfahren (HAMILTON & NUSSBAUM, 1997). Für eine erste Interviewphase wurde das Vorgehen der konkurrenten Befragung gewählt (10 Probanden), bei der nach jeder Aufgabenbearbeitung die Gründe der Wahl und das genaue Verständnis der Aufgabenaspekte erfragt werden (HAMILTON & NUSSBAUM, 1997). Durch die direkt anschließende Befragung sind die Auswahlgründe für den Probanden noch greifbar.

In einer zweiten Interviewprozedur (10 Probanden) wurden die Aufgaben zusätzlich als offene Aufgaben gestellt, um den Vergleich mit der offenen Interviewsituation herstellen zu können. Zudem wurde aus Gründen des Einflusses der Nachfragen im konkurrenten Verfahren in dieser Prozedur die retrospektive (Nachfragen nach Bearbeitung aller Aufgaben) Vorgehensweise gewählt. Die Ergebnisse sind dann nicht direkt vergleichbar, es kommen jedoch in der gesamten Erhebung die Vorteile beider Vorgehensweisen zum Tragen.

Analyse des Interviewmaterials:

Die Aufbereitung des Interviewmaterials wurde nach GROPEGIEßER (2008) vorgenommen und die geordneten Aussagen in dem Programm MaxQDA weiterbearbeitet. Die anschließende Auswertung des Interviewmaterials orientiert sich an GROPEGIEßER (2008) und MAYRING (2010).

5 Ergebnisse der Vorstudie und Diskussion

5.1 Berechnung der Kontextabhängigkeit

Die getesteten Versionen unterschieden sich in den Beispielorganismen, die als Kontext herangezogen wurden. Zur Berechnung der Vergleichbarkeit der Kontexte wurde ein nicht parametrischer Test, der Cohens Kappa, verwendet. Eine gute Übereinstimmung des Ankreuzverhaltens in den verglichenen Kontexten wäre bei einem K -Wert über 0,7 gegeben (BORTZ & DÖRING, 2002). Da die Werte $< 0,5$ sind, kann von einer ungenügenden Vergleichbarkeit der Kontexte ausgegangen werden. Dies deutet darauf hin, dass die Vorstellungen kontextabhängig generiert werden, bzw. bei den Lernenden Parallelvorstellungen bestehen (vgl. DANNEMANN, 2009). Für den gegebenen Inhaltsbereich ist eine intensivere Untersuchung der Kontextabhängigkeit der Vorstellungen nötig, die zudem mit einer größeren Stichprobe durchgeführt werden sollte.

5.2 Exemplarische Aufgabenveränderung

Im Folgenden wird eine Aufgabe exemplarisch vorgestellt, die über die drei Überarbeitungsschritte (zwei Testdurchläufe wie in Abb.1, drei Veränderungen) verändert wurde. Die thematisierten Vorstellungen beziehen sich auf die Annahme ausschließlich positiver oder negativer Wirkung genetischer Veränderungen (Mutationen; vgl. BOWLING et al., 2008). Für das Verständnis von Anpassungsprozessen ist der Einbezug von Mutationen als Ursache für Variation innerhalb von Populationen essentiell, wird von den Schülern aber meistens nicht in Betracht gezogen (BRUMBY, 1984). 1. Testversion (Item übernommen von LAMMERT, 2012):

In einer Herde von Wildpferden wird ein Fohlen mit einer Veränderung im Erbgut geboren. Welche Aussichten hat das Fohlen, innerhalb der Herde von Artgenossen zu überleben?

A1. Das Fohlen kann trotz der Veränderung gleiche Überlebenschancen wie seine Artgenossen haben.

B1. Das Fohlen wird aufgrund der Veränderung anfälliger für Krankheiten sein und kein gesundes Pferde werden.

C1. Das Fohlen hat durch die genetische Veränderung bessere Voraussetzungen ein besonders gesundes Pferd zu werden.

Tab. 2: Itemversion 1, Rohwerteverteilung des Auswahlverhaltens und der Begründungen (Stichprobengröße entsprechend der Personenanzahl mit gleicher Testversion).

Antwortoption	Anzahl (n=31)	Begründung (Code)				
		0	1	2	3	4
A1	12	-	5	3	2	2
B1	15	1	2	4	1	7
C1	4	-	2	1	-	1

Im ersten Testdurchlauf wurden die Antworten A1 und B1 am häufigsten gewählt (Tab.2). Die Häufigkeitsverteilungen der Kodierungen der Begründungen zur Antwortwahl zeigen, dass „angemessene“ Begründungen, primär bei der Antwortwahl B1 gegeben wurden. Unangemessene oder nur teilweise angemessene Begründungen hingen in mehreren Fällen mit den Begründungsmustern zusammen, die in Tabelle 3 zusammengestellt sind.

Tab. 3: Häufige Begründungen, die Hinweise auf die Aufgabenveränderung lieferten.

Antwortauswahl	Begründungsebene	Kategorie	Zitat (redigiert)
A1, B1, C1	2	Genetische Veränderungen können zu Vor- oder Nachteilen führen	<i>„Es wird nicht gesagt, ob die Veränderungen Vor- oder Nachteile haben.“</i>
B1	3	Kranke Tiere werden ausgestoßen/nicht akzeptiert	<i>„Häufig ist es so, dass solche Tiere ausgestoßen werden und deshalb anfälliger für Krankheiten sind.“</i>

Die Auswahl der Antworten A1 und C1, aber auch B1, wurde meist damit begründet, dass nicht sicher ist, ob die genetische Veränderung negative oder positive Konsequenzen für das Jungtier hat. Da diese Antwortmöglichkeit nicht gegeben war, wurde sie ergänzend in der nächsten Itemversion 2 (2. Testdurchlauf) hinzugefügt.

Im Itemstamm wurde die Formulierung „Veränderungen im Erbgut durch Veränderungen in den Genen“ auf Grund der besseren Verständlichkeit geändert. Zudem gingen einige Probanden davon aus, dass die negativen Konsequenzen auch eine soziale Komponente haben, die Tiere werden ausgestoßen oder nicht akzeptiert. Das Ansprechen sozialer Aspekte kann zudem dadurch hervorgerufen worden sein, dass im Itemstamm die Überlebenschancen innerhalb der Gruppe von Artgenossen angesprochen wurden. Um zusätzlich die soziale Komponente als negative Konsequenz einer genetischen Veränderung zu überprüfen, wurde sie ebenfalls als Antwortoption in der nächsten Itemversion (2) ergänzt:

In einer Herde von Wildpferden wird ein Fohlen mit einer Veränderung in den Genen geboren. Welche Aussichten hat das Fohlen innerhalb der Herde von Artgenossen zu überleben?

A2. Das Fohlen kann trotzdem gleiche Überlebenschancen haben.

B2. Das Fohlen wird anfälliger für Krankheiten sein und schwach sein.

C2. Das Fohlen hat bessere Voraussetzungen ein gesundes Pferd zu werden.

D2. Die anderen Pferde werden das Tier nicht akzeptieren.

E2. Das Fohlen hat entweder Vorteile oder Nachteile gegenüber den Anderen.

Tab. 4: Itemversion 2, Rohwerteverteilung des Auswahlverhaltens und der Begründungen.

Antwortoption	Anzahl (n=28)	Begründung (Code)				
		0	1	2	3	4
A2	7	-	1	5	-	2
B2	3	-	-	1	-	1
C2	0	-	-	-	-	-
D2	9	-	-	-	-	9
E2	6	-	-	1	-	5

Die Veränderung der Zusammensetzung der Antwortoptionen deutete darauf hin, dass die hinzugenommenen Antworten D2 und E2, die sich aus den Begründungen der vorangegangenen Itemversion 1 (1. Testdurchlauf) ergeben haben, als passende Antworten für die Schülerinnen und Schüler erwiesen. Dies zeigte sich durch das häufige Ankreuzverhalten und die Kodierungen der Begründungen für D2 und E2 (überwiegend angemessen). Antwort A2 wurde häufig unangemessen begründet, was darauf schließen lässt, dass die Antwortoption nicht so verstanden wurde, wie es beabsichtigt ist. Weitere wesentliche Hinweise aus den Begründungen für die Überarbeitung sind in Tabelle 4 dargestellt.

Im Zusammenhang der Antwort A2, zeigen die Begründungen, dass bei dieser Antwortoption (das Fehlen kann die gleichen Überlebenschancen haben) die genetische Veränderung als ursprünglich negativ verstanden und von einer Veränderung mit positiver Wirkung im Sinne einer Anpassung ausgegangen wird. Diese Vorstellung könnte im Rahmen der von BAALMANN et al. (2004) gefundenen Denkfigur der "absichtsvollen genetischen Transmutation" verglichen werden, bei der genetische Veränderungen im Sinne einer positiven Anpassung stattfinden und steuerbar sind.

Da in der Formulierung der Antwort A2 nicht deutlich wurde, dass die genetische Veränderung auch keinerlei Auswirkungen haben kann, wurde die richtige Antwort (A) um die neutrale Auswirkung in der nächsten Itemversion (3) erweitert.

Aus den Begründungen ging hervor, dass die sozialen und die gesundheitlichen Komponenten, mit denen genetische Veränderung in Verbindung gebracht wird, oftmals zusammenhängen (Antworten B2 und D2 in Tab. 5). Soziale Benachteiligungen ergeben sich durch gesundheitliche. Im Zusammenhang von Krankheit und sozialen Aspekten hat auch SCHWANEWEDEL (2006) herausgefunden, dass genetisch bedingte Krankheiten in der Vorstellung der Lernenden zu abnormalen Eigenschaften führen, im Kontext des hier überarbeiteten Items werden die Individuen dadurch abgelehnt. Lernenden mit dieser Vorstellung, werden entweder die gesundheitliche oder soziale Beeinträchtigung als Antwort wählen.

Tab. 5: Häufige Begründungen mit Hinweisen auf die Aufgabenveränderung.

Antwortauswahl	Begründungsebene	Kategorie	Zitat (redigiert)
B2, D2	3	Zusammenhang soziale und gesundheitliche Komponente	„Wenn ein Herdentier wegen einer Krankheit nicht mitkommt, ist es auf sich selbst gestellt.“ „Die Herde muss vor Feinden flüchten, wenn ein langsames dabei ist, wird keine Rücksicht genommen“.
A2	2	Genetische Veränderungen können sich in positive Veränderungen wandeln	„Es kann sein, dass schlechtes Erbgut zu gutem wurde.“ „Die Tierwelt passt sich an die Lebensumstände an.“
B2, D2	3, 2	Genetische Veränderung führt zu früherem Tod	„Die Gruppenmitglieder wollen überleben und verstoßen es, wodurch es bald gerissen wird.“ „Es hat geringere Überlebenschancen.“

Daraus ergab sich, dass im Interview dieser Zusammenhang in Hinblick auf getrennte oder gekoppelte Antwortoptionen geprüft werden sollte. Da die zu Grunde liegende Annahme beider Komponenten die gesundheitliche Beeinträchtigung ist, wurde vorerst die gesundheitliche Komponente als Antwortoption für die 3. Itemversion beibehalten.

Antwort B2 wurde um den Aspekt „früher sterben“ erweitert, da die Begründungen im Zusammenhang der negativen Beeinträchtigung oftmals auf die Vorstellung eines früheren Todes hindeuten. Im Interview wird dann untersucht, inwieweit die gesundheitliche und/oder soziale Benachteiligung mit der Lebenserwartung zusammenhängt. Möglicherweise fungiert das „früher sterben“ als Schlüsselwort und ist ausschlaggebend für die Antwortwahl (vgl. HARLOW & JONES 2004).

Die Antwortoption, die eine positive Veränderung darstellt (Antwort C2) wurde trotz ausbleibender Auswahl beibehalten, da die Begründungen anderer Antwortoptionen (Tab. 5 zu A2) und die Literatur (BAALMANN et al. 2004) auf die positive Verknüpfung der Lernenden mit genetischen Veränderungen hinwiesen bzw. diese Option in anderen Testinstrumenten als angemessener Distraktor eingesetzt wurde (vgl. LAMMERT 2012, BOWLING et al. 2008). Genauere Zusammenhänge werden im Interview überprüft. Die Expertenvalidierung ergab, dass die Inhalte der Aufgaben als angemessen zu bewerten sind. Für das Interview wird eine weitere 3. überarbeitete Version des Items erstellt:

In einer Herde von Wildpferden wird ein Fohlen mit einer Veränderung in den Genen geboren. Welche Auswirkungen wird diese Veränderung im Leben des Fohlens haben?

A3. Sie könnte keine Auswirkungen haben oder Vor- oder Nachteile gegenüber den Anderen ergeben.

B3. Das Fohlen wird gesundheitliche Probleme haben und früher sterben als die anderen Gruppenmitglieder.

C3. Das Fohlen hat bessere Voraussetzungen als die Anderen, ein besonders gesundes Pferd zu werden.

D3. Das Fohlen hat entweder Vorteile oder Nachteile gegenüber den anderen Gruppenmitgliedern.

6 Fazit und Ausblick

Insgesamt hat sich die Vorgehensweise der Aufgabenveränderung unter Berücksichtigung der offenen Begründungen der Antwortwahl als sinnvolle Überarbeitungsmethode erwiesen, um die Aufgaben in einer ersten Annäherung dem Verständnis und den Vorstellungen der Lernenden anzupassen. Zudem ergab dieser Überarbeitungsschritt wichtige Hinweise für Vorstellungsmuster, die im Interview überprüft werden.

Um eine tiefere Verständnisebene, die Gründe des Ablehnens einzelner Antwortoptionen und das Verständnis der Fragestellung erfassen zu können, sind jedoch offene Einzelbefragungen zu den Aufgaben nötig. Nach TSAI & CHOU (2002) wird bei der Begründung Erklärungswissen (explanatory knowledge) erhoben, während die Antwortwahl deskriptives Wissen anspricht. Die Überarbeitung über Begründungen sollte demnach durch offene Befragungen ergänzt werden. Zudem können erst in einem Interview potentielle Widersprüche in den Vorstellungen der Lernenden zu einzelnen Themenaspekten überprüft werden.

Derzeitig werden die Interviews der ersten Hauptinterviewstudie ausgewertet. Erste Ergebnisse deuten auf die Angemessenheit der Überarbeitung und der thematischen Hinweise für das Interview hin.

Eine Reliabilitätsprüfung wird durch die permanente Überarbeitung einzelner Fragen und die Veränderung der Aufgabenzusammensetzung an die Konstruktvalidierung angeschlossen (vgl. SMITH et al. 2008), da die Reliabilität von der Qualität der Items abhängt (BURTON 2001). Im Zuge dieser quantitativ angelegten Studie wird zu dem die Kontextabhängigkeit der Aufgaben erneut überprüft.

Zitierte Literatur

- ANDERSON, D.L., FISHER, K.M. & G. J. NORMAN (2002): Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *JRST* **39** (10), 952-978.
- BAALMANN, W., FRERICHS, V., WEITZEL, H., GROPENIEBER, H. & U. KATTMANN. (2004): Schüler- vorstellungen zu Prozessen der Anpassung-Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Di- daktischen Rekonstruktion. *Z.f.D.N.* **10**, 7-28.
- BAALMANN, W., FRERICHS, V. & U. KATTMANN (2005): Genetik im Kontext von Evolution - oder: Warum die Gorillas schwarz wurden. *MNU*. **58** (7), 420-427.
- BISHOP, B.A. & C.W. ANDERSON (1990): Student conceptions of natural selection and its role in evo- lution. *JRST*. **27**, 415-427.
- BORTZ, J. & N. DÖRING (2002): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissen- schaftler. Springer, Berlin.
- BOWLING, B.U., ACRA, E.E., MYERS, M.F., DEAN, G.E., MARKLE, G.C., MOSKALIK, C.L., HUETHER, C.A. (2008): Development and evaluation of a genetic literacy assessment instrument for under- graduates. *Genetics*. **178** (1), 15-22.
- BRUMBY, C. (1984): Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology stu- dents. *Sci Educ*. **68**, 493-503.
- BURTON, R.F. (2001): Quantifying the effects of chance in multiple-choice and true/false tests: ques- tion selection and guessing of answers. *AEHE*. **26**, 41-50.
- CHIN, C. & L.-Y. TEOU (2010): Formative assessment: Using concept cartoons, pupil's drawings, and group discussions to tackle children's ideas about biological inheritance. *JBE*. **44** (3), 108-115.
- CHRISTMANN, U. & N. GROEBEN (1996): Textverstehen, Textverständlichkeit – Ein Forschungsüber- blick unter Anwendungsperspektive. In: KRINGS, H.P. [Hrsg.]: Wissenschaftliche Grundlagen der technischen Kommunikation. Gunter Narr Verlag, Tübingen, 129-189.
- DANNEMANN, S. (2009): Entwicklung und Evaluation eines Diagnoseinstruments für Schülervorstel- lungen zum Sehen und zur Wahrnehmung. In: KRÜGER, D., UPMEIER ZU BELZEN, A., HOF, S., KREMER, K. & J. MAYER [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik 8, Universitätsdruckerei Kas- sel, Gießen/Marburg, 39-54.
- DEMASTES-SOUTHERLAND, S. (1994): Factors influencing conceptual change in evolution: A longitu- dinal multicase study. Doctoral dissertation, Louisiana State University.
- DUIT, R. (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftlichen Lehr- und Lernforschung. *Z. f. Päd.* **341**(6), 905-923.
- DUTKE, S. (2000): Multiple Representations and Individual Differences in Generationg Mental Mod- els: The Case of Text Comprehension. In: VON HECKER U. & DUTKE, S. & G. SEDEK [Hrsg.]: Generative mental processes and cognitive resources: Integrative research on adaption and control. Kluwer, Dordrecht, 67-93.
- ENGEL-CLOUGH, E.E. & C. WOOD-ROBINSON (1985): Children's understanding of inheritance. *JBE*. **19**, 304-310.
- FLICK, U. (2005): Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Rein- bek.
- FRERICHS, V. (1999): Schülervorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen zu den Strukturen und Prozessen der Vererbung- ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion. Dissertation, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg.
- GRAF, D. & E. HAMDORF (2011): Evolution: Verbreitete Fehlvorstellungen zu einem zentralen Thema. In: DREESMANN, D., GRAF, D., K. WITTE [Hrsg.]: Evolutionsbiologie: Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum, Heidelberg, 25-40.
- GRAESSER, A.C. & B.K. BRITTON (1996): Five Metaphors for Text Understanding. In: BRITTON, B.K. & A.C. GRAESSER [Hrsg.]: Models for Understanding Text. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 341-352.
- GROPENIEBER, H. (2001): Didaktische Rekonstruktion des Sehens. Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung. *BzDR 1.DiZ*, Oldenburg.
- GROPENIEBER, H. (2008): Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In: MAYRING, P. & M. GLAESER-ZIKUDA [Hrsg.]: Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. Beltz, Weinheim und Basel, 172-189.
- HALLDÉN, O. (1988): The evolution of the species: pupils perspectives and school perspectives. *Int. J. Sci. Educ*. **10** (5), 541-552.

- HAMILTON, L., NUSSBAUM, E. & R. SNOW (1997): Interview procedures for validating science assessments. *Appl Meas Educ.* **10**, 181-200.
- HARLOW, A. & A. JONES (2004): Why Students answer TIMSS Science Test Items the Way They Do. *Research in Science Education.* **34**, 221-238.
- JIMÉNEZ- ALEIXANDRE, M. (1992): Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with natural selection. *Int. J. Sci. Educ.* **14** (1), 51-61.
- JOHANNSEN, M. & D. KRÜGER (2005): Schülervorstellungen zur Evolution- eine quantitative Studie. *IDB Münster* 14, 23-48.
- LAMMERT, N. (2012): Akzeptanz, Vorstellungen und Wissen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I zu Evolution und Wissenschaft. – Dissertation: TU Dortmund.
- MARTINEZ, M.E. (1999): Cognition and the Question of Test Item Format. *Educ. Psychol.* **34**, 207-218.
- MAYRING, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundformen und Techniken*, Beltz, Weinheim.
- NEHM, R.H. & I.S. SCHONFELD (2008): Measuring knowledge of natural selection: a comparison of the CINS, an Open-Response Instrument, and an oral interview. *JRST.* **45** (10), 1131-1160.
- OLSEN, R.-V. & L. S. TURMO (2001): Learning about students' Knowledge and thinking in science through large-scale quantitative studies. *E.J.P.E.* **16** (3), 403-420.
- RIEMEIER, T. (2007): Moderater Konstruktivismus. In: KRÜGER, D. & H. VOGT [Hrsg.]: *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*, Springer, Berlin, 69-79.
- SCHNOTZ, W. (1994): Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle. In: MANDL, H. & H. SPADA [Hrsg.]: *Wissenspsychologie*, Psychologie-Verl.- Union, Weinheim, 299-330.
- SCHOULTZ, J., SÄLJÖ, R. & J. WYNDHAMN (2001): What does it take to understand a science question? *Instr Sci.* **29**, 213-236.
- SCHWANEWEDEL, J. (2006): Vorstellungen zu Gesundheit und Krankheit im Kontext von Genetik und genetischer Diagnostik. In: KRÜGER, D. & H. VOGT [Hrsg.]: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*. Universitätsdruckerei Kassel, Berlin. 157-171.
- SIMKIN, M.G., W.L. KUECHLER (2005): Multiple- Choice Tests and Student Understanding: What is the Connection? *Decision Sciences Journal of Innovative Education.* **3**(1), 73-97.
- SMITH M.K., WOOD, W.B. & J.K. KNIGHT (2008): The genetics concept assessment: A New Concept Inventory for Gauging Student Understanding of Genetics. *CBE-LSE.* **7**, 422-430.
- TAMIR, P. (1990): Justifying the selection of answers in multiple choice items. *Int. J. Sci. Educ.* **12** (5), 563-573.
- TREAGUST, D.F. (1988): Development and use of diagnostic tests to evaluate student's misconceptions in science. *Int. J. Sci. Educ.* **10** (2), 159-169.
- TSAI, C.C. & C. CHOU (2002): Diagnosing student's alternative conceptions in science. *JCAL.* **18**, 157-165.
- WEITZEL, H. (2006): *Biologie verstehen: Vorstellungen zu Anpassung*. Didaktisches Zentrum der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

