



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Empirische Studie zum kumulativen Kompetenzaufbau
des Experimentierens mit lebenden Tieren (Asseln)

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.^a rer.nat.)

Verfasserin:	Katrin Janoschek
Matrikel-Nummer:	0109340
Studienrichtung/Studienzweig: (lt. Studienblatt)	Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde UF Englisch
Betreuer:	Ao. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass
Zweitbetreuerin:	Mag. ^a Dr. ⁱⁿ Doris Elster

Wien, im Juli 2009

Einleitung 5

TEIL I – THEORETISCHER RAHMEN

1. Bildungsstandards 7

1.1. Konzeption 7

1.2. Bildungsstandards Biologie in Deutschland 7

1.3. Bildungsstandards Biologie in Österreich 9

1.4. Zusammenschau 11

2. Kompetenzen12

2.1. Kompetenzmodelle 12

2.2. Anwendungsaufgaben und Testentwicklung 14

2.3. Methoden der Erkenntnisgewinnung (Erkenntnismethoden) 16

 2.3.1. *Kompetenzen im Biologieunterricht* 16

 2.3.2. *Experimentieren vs. andere Erkenntnismethoden* 16

2.4. Zusammenschau 18

3. Experimentieren als Erkenntnisprozess19

3.1. Experimentieren nach Klahr 19

3.2. Experimentieren nach Mayer 24

3.3. Zusammenschau 25

4. Experimentieren in Wissenschaft und Schule25

4.1. Experimentieren in der Wissenschaft 26

4.2. Experimentieren in der Schule 27

 4.2.1. *Klassifikation von Experimenten im Unterricht* 29

 4.2.2. *Typische Fehler beim Experimentieren* 31

4.3. Zusammenschau 33

5. Experimentieren mit Asseln35

5.1. Biologie der Assel 35

 5.1.1. *Morphologie* 35

 5.1.2. *Fortpflanzung* 36

 5.1.3. *Entwicklung* 36

 5.1.4. *Lebensweise* 37

 5.1.5. *Ökologische Bedeutung* 38

5.2. Die Assel als Versuchstier 38

5.3. Bodenlebewesen im Biologieunterricht 39

TEIL II – EMPIRISCHE ERHEBUNG

6. Forschungsfragen und Hypothesen42

6.1. Forschungsfragen 42

6.2. Hypothesen 42

7. Forschungsdesign43

7.1. Stichprobe 44

7.2. Zeitplan 47

7.3. Vorerhebung	48
7.3.1. Startfragebogen	48
7.3.2. Kleingruppeninterviews	51
7.4. Intervention	54
7.4.1. Unterrichtseinheit 1	55
7.4.2. Unterrichtseinheit 2	56
7.4.3. Unterrichtseinheit 3	56
7.4.4. Unterrichtseinheit 4	57
7.5. Nacherhebung	58
7.5.1. Endfragebogen	59
7.5.2. Wandzeitung	63
8. Ergebnisse	64
8.1. Motivation	64
8.2. Interesse und Selbstwirksamkeit	65
8.3. Epistemologisches Wissen	69
8.4. Methodisches Wissen	70
8.5. Fachwissen	74
8.6. Verstehen	78
8.6.1. Kleingruppeninterviews	78
8.6.2. Verständnisaufgabe "Asselfutter"	82
8.7. Feedback	85
8.7.1. Individuelle Rückmeldungen	85
8.7.2. Wandzeitung	89
9. Diskussion	91
9.1. Prüfung der Forschungshypothesen	91
9.2. Ergebnis- und Methodenkritik	92
9.2.1. Motivation und Interesse	92
9.2.2. Epistemologisches Wissen	93
9.2.3. Methodisches Wissen	94
9.2.4. Fachwissen	95
9.2.5. Verstehen	95
9.2.6. Feedback	97
10. Epilog zum Einsatz von Asseln im Unterricht	98
11. Resümee und Ausblick	100
12. Literatur	102
13. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	109
14. Anhang	114
<i>Startfragebogen</i>	
<i>Interview-Transkripte</i>	
<i>Arbeitsblätter/OH-Folien</i>	
<i>Experimentplanung der SchülerInnen</i>	
<i>Endfragebogen</i>	
<i>Ausgewählte Asselsteckbriefe der SchülerInnen</i>	
<i>Ausgewählte Asselzeichnungen der SchülerInnen</i>	
<i>Zusammenfassung</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>Curriculum Vitae</i>	

Aktuelle Diskussionen in der Bildungspolitik sind geprägt von Begriffen wie PISA-Studie, Bildungsstandards oder Kompetenzförderung. So zeigen internationale Vergleichsstudien wie etwa PISA Kompetenzmängel der SchülerInnen auf, die auf einen Schulunterricht zurückgeführt werden können, an dem Bayrhuber et al. (2007) folgende Punkte kritisierten:

- die Vermittlung unflexibler, nicht anwendbarer Wissenstrukturen,
- ein mangelndes Verständnis für wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen,
- eine unzureichende Entwicklung der Problemlösefähigkeit und
- eine relativ große Stoff- und Detailorientierung. (Bayrhuber et al. 2007, 11-12)

Bildungsstandards sollen die Voraussetzungen schaffen, dem entgegen zu arbeiten und wollen durch Kompetenzmessung und -förderung die unterrichtlichen Inhalte vermehrt lenken, um im internationalen Vergleich qualitativ hochwertigen Unterricht zu bieten, der die Vermittlung von anwendungsfähigem Wissen und problemlösungsorientierten Kompetenzen als zentrales Anliegen vertritt.

Im Biologieunterricht liegt ein Schwerpunkt auf der Förderung der Kompetenz Erkenntnisgewinnung und insbesondere die Kompetenzen beim Experimentieren müssen TIMSS und PISA zufolge verstärkt geschult werden (vgl. Bayrhuber et al. 2007; Hammann 2004). In den Klassenräumen besteht allerdings die Gefahr, dass sich experimentelle Arbeitsweisen nur auf die manuellen Fertigkeiten oder das Abarbeiten von kochrezeptartigen Anleitungen beschränkt. Dies entspricht nicht den tatsächlichen naturwissenschaftlichen Methoden zur Erkenntnisgewinnung und lässt die SchülerInnen im Dunkeln darüber was den eigentlichen Sinn der Vorgangsweise betrifft. Die Antworten auf Fragen wie warum wird das Experiment überhaupt gemacht, was soll damit bezweckt werden, was soll damit untersucht und herausgefunden werden, sind den SchülerInnen nicht immer klar. Möchte man das Verständnis für wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen fördern, muss der Problem- und Hypothesenformulierung, der Untersuchungsplanung sowie der Diskussion der Ergebnisse aber mindestens ebenso genügend Raum gegeben werden, wie der Einübung der manuellen Arbeitstechniken (vgl. Mayer 2004).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich genau mit diesen Aspekten des Experimentierens im Biologieunterricht und bemüht sich, durch die Entwicklung eines Unterrichtsprogramms zur Förderung der Experimentierkompetenz im naturwissenschaftlichen Sinne bei SchülerInnen der Sekundarstufe I beizutragen.

Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile, wobei der theoretische Rahmen den ersten Teil darstellt, der Hintergrundinformation bieten soll, aber auch zur Abklärung von Begriffen dient. Kapitel 1 greift die aktuelle Diskussion zu Bildungsstandards in Deutschland und Österreich auf, Kapitel 2 klärt den Kompetenzbegriff ab und geht auf die Kompetenzbereiche im Biologieunterricht genauer ein. Kapitel 3 und 4 konzentrieren sich auf das Experimentieren an sich und stellen die dieser Arbeit zugrunde liegenden Konzepte vor. Ebenso wird der Unterschied zwischen dem Experimentieren als naturwissenschaftliche Erkenntnismethode und dem Experiment wie es in

der Schule eingesetzt wird heraus gearbeitet. Da die Experimente der Studie von dem Einsatz lebender Tiere, nämlich Asseln, im Unterricht geprägt sind, wird in Kapitel 5 auf die Kellersassel und ihre Eignung als Versuchstier eingegangen. Die Problematik des Ekels, die mit dem Einsatz von Wirbellosen in der Schule verbunden sein kann, wird in diesem Zusammenhang ebenfalls kurz angeschnitten.

Im zweiten Teil wird die empirische Erhebung im Detail beschrieben. Nach Postulierung der Forschungsfragen und der entsprechenden Hypothesenformulierung (Kapitel 6) wird das Forschungsdesign vorgestellt (Kapitel 7). Dies umfasst neben der Beschreibung der Probanden und einem Überblick über den zeitlichen Verlauf des Projektes die ausführliche Darlegung der methodischen Vorgangsweise zur Studie. Während Vor- und Nacherhebung zudem die Kriterien zur Auswertung der Daten beinhalten, wird das Interventionsprogramm nach Unterrichtseinheiten gegliedert erläutert. Die Ergebnisse der Datenauswertungen werden in Kapitel 8 präsentiert, anhand dieser die Hypothesenprüfung erfolgt. Ferner wird auf die gewonnenen Ergebnisse der in der Studie einzeln erhobenen Aspekte spezifisch eingegangen, ehe ein Epilog zum Einsatz von Asseln im Unterricht die diesbezüglichen praktischen Erfahrungen in Form von didaktischen Implikationen für die Schulpraxis ausführt. In einem abschließenden Resümee sollen Folgerungen für die weitere Forschung zur Förderung der Experimentierkompetenz bei SchülerInnen gezogen und ein Ausblick auf mögliche fortführende Arbeiten die Thematik betreffend gegeben werden.

TEIL I – THEORETISCHER RAHMEN

1. BILDUNGSSTANDARDS

Internationale Studien wie PISA oder TIMSS haben bei dem Vergleich von Lernergebnissen sowohl in Deutschland als auch in Österreich gravierende Mängel offen gelegt (KLIEME et al. 2007) und damit Qualität und Effizienz des Schulunterrichts zur Diskussion gestellt. Eine Konsequenz daraus ist, dass "der Unterricht nach PISA ein Unterricht sein wird, der in einen fortlaufenden Prozess von schulinterner, nationaler und internationaler Leistungsmessung als integraler Bestandteil einer pädagogischen Qualitätsentwicklung eingebunden sein wird" (MAYER 2004). Dieser Prozess ist unter anderem durch die Formulierung von Bildungsstandards geprägt.

1.1. KONZEPTION

Bildungsstandards wollen die Qualität der schulischen Arbeit sichern und fördern. Nach Klieme et al. (2007) verfolgen Bildungsstandards zwei Funktionen: Zum einen sollen sie Schulen ermöglichen, sich an verbindlichen Zielen zu orientieren und somit den LehrerInnen ein Referenzsystem für ihre Arbeit bieten (Orientierungsfunktion). Andererseits sollen Bildungsstandards die Basis zur Überprüfung von Lernergebnissen bilden und damit auch Bildungsmonitoring und Schulevaluation ermöglichen (Rückmeldefunktion).

Bildungsstandards legen also fest, welche Kompetenzen SchülerInnen mit einer bestimmten Schulstufe erworben haben sollen. Dabei werden die Kompetenzen so konkret formuliert, dass daraus Aufgabenstellungen entwickelt werden können und infolge das erreichte Kompetenzniveau mit geeigneten Testverfahren erfasst werden kann. Mit der Entwicklung von Bildungsstandards wird ferner der Blick weg vom lehrplanorientierten "Input" hin auf den "Output", die Lernergebnisse, gerichtet. (vgl. Klieme et al. 2007)

1.2. BILDUNGSSTANDARDS BIOLOGIE IN DEUTSCHLAND

Im Mai 2002 beschloss die Kultusministerkonferenz die Erarbeitung von Bildungsstandards für gewisse Jahrgangsstufen. Dezember 2004 folgte der Beschluss zur Ergänzung der bisherigen Vereinbarungen um Bildungsstandards für die 10. Schulstufe in den Fächern Biologie, Chemie, Physik. Für jeden naturwissenschaftlichen Gegenstand wurden hier separate Standards formuliert, wobei an dieser Stelle lediglich die für diese Arbeit relevanten, nämlich jene für Biologie, aufgegriffen werden.

Die inhaltliche Dimension wird durch Basiskonzepte abgedeckt, in der Biologie lauten diese System, Struktur und Funktion sowie Entwicklung. Die Handlungsdimension beruht auf naturwissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung, auf Kommunikation und der Bewertung biologischer Sachverhalte. Hierbei beschreiben Kompetenzen "Ergebnisse des Lernens, geben aber keine Unterrichtsmethoden oder -strategien vor" (KMK 2005).

Tab. 1.1 Kompetenzbereiche des Faches Biologie (KMK 2005).

Kompetenzbereiche des Faches Biologie	
Fachwissen	Lebewesen, biologische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten kennen und den Basiskonzepten zuordnen
Erkenntnisgewinnung	Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Modelle nutzen und Arbeitstechniken anwenden
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	Biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Für jeden Kompetenzbereich sind konkrete Unterpunkte formuliert, die ausdrücken, was die SchülerInnen jeweils können (sollen). Zum besseren Verständnis werden hier beispielhaft ausgewählte Kompetenzen aus dem Bereich der Erkenntnisgewinnung angeführt:

Die Schülerinnen und Schüler...

[...]

- E5 führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch,
- E6 planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/oder werten sie aus,
- E7 wenden Schritte aus dem experimentellen Weg der Erkenntnisgewinnung zur Erklärung an,
- E8 erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und -ergebnissen,

(KMK 2005)

Zur Einschätzung der Anforderungen wird auf drei Anforderungsbereiche zurück gegriffen, die sich an den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) orientieren und unterschiedliche Schwierigkeitsgrade innerhalb einer Kompetenz markieren. Um den Anforderungsbereich I zu erfüllen, ist eine ledigliche Reproduktion von Fachwissen und Methoden nötig. Der Anforderungsbereich II beschreibt einen Transfer von Wissen und Methoden auf neue Kontexte. Anforderungsbereich III verlangt die eigenständige Erarbeitung unbekannter Probleme und die Nutzung des erworbenen Wissens und der Kompetenzen für eigene Erklärungen und Stellungnahmen. Zur Veranschaulichung sollen auch an dieser Stelle beispielhaft die Beschreibungen der Anforderungsbereiche für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung angeführt werden (Tab. 1.2.).

Tab. 1.2. Anforderungsbereiche für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (KMK 2005).

				Anforderungsbereiche		
				I	II	III
Erkenntnisgewinnung				<ul style="list-style-type: none"> • Versuche nach Anleitung durchführen, • Versuche sachgerecht protokollieren, • Arbeitstechniken sachgerecht anwenden, • Untersuchungsmethoden und Modelle kennen und verwenden, • kriterienbezogene Vergleiche beschreiben • Modelle sachgerecht nutzen, • Modelle praktisch erstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Fachfragen stellen und Hypothesen formulieren, • Experimente planen, durchführen und deuten, • Beobachtungen und Daten auswerten, • Biologiespezifische Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang anwenden, • Unterschiede und Gemeinsamkeiten kriterienbezogen analysieren, • Sachverhalte mit Modellen erklären. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenständig biologische Fragen und Hypothesen finden und formulieren, • Daten hypothesen- und fehlerbezogen auswerten und interpretieren, • Organismen ordnen anhand selbst gewählter Kriterien, • Arbeitstechniken zielgerichtet auswählen oder variieren, • Hypothesen erstellen mit einem Modell, • Modelle kritisch prüfen im Hinblick auf ihre Aussagekraft und Tragfähigkeit.

1.3. BILDUNGSSTANDARDS BIOLOGIE IN ÖSTERREICH

Im Februar 2007 wurde das Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens (bifie) durch die amtierende Bildungsministerin Claudia Schmied beauftragt, Bildungsstandards für die 8. Schulstufe in den Naturwissenschaften zu entwickeln. "Die Kompetenzbereiche des jeweiligen Faches werden in einem Kompetenzmodell beschrieben und davon ausgehend die Standards formuliert" (Lucyshyn 2006). Als Grundlage für das zu entwickelnde Kompetenzmodell für Naturwissenschaften dient ein dreidimensionales Modell mit jeweils einer Achse für die inhaltliche Dimension, die Handlungsdimension und das Anforderungsniveau (vgl. Lucyshyn 2007) (Abb. 1.2.).

Im Unterschied zu dem deutschen Modell wird hier lediglich die Inhaltsdimension für jeden Fachbereich (Biologie, Physik, Chemie) separat, die Anforderungsniveaus und die Handlungsdimension jedoch für alle drei Naturwissenschaften gleich beschrieben. Letzteres lässt sich daraus ableiten, dass die Arbeitsmethoden und damit auch die Handlungskompetenzen in den drei Disziplinen äußerst ähnlich sind (Abb.1.1.).

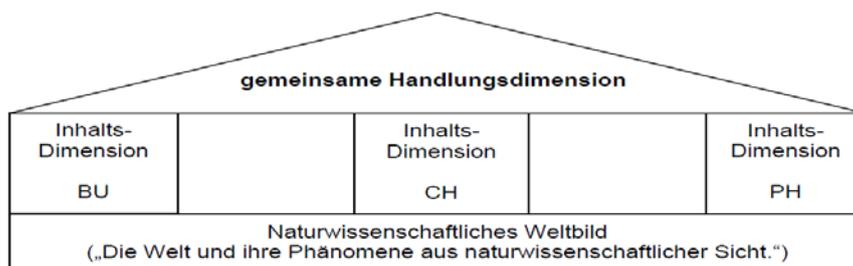


Abb. 1.1. Österreichisches Modell Inhaltsdimensionen naturwissenschaftlicher Standards (Lucyshyn 2007)

Die gemeinsamen Handlungsdimensionen wurden von der Projektgruppe um Günther Vormayr folgendermaßen definiert:

H1 Beobachten, Erfassen, Beschreiben

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur aus der Sicht der naturwissenschaftlichen Fächer zu beobachten, zu beschreiben und mitzuteilen. Dazu gehören das Ordnen, Darstellen und Protokollieren dieser Phänomene und die Durchführung einfacher Messungen, einzeln oder im Team.

H2 Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt mit fachspezifischen Methoden einzeln oder im Team zu untersuchen, zu interpretieren und daraus Erkenntnisse zu gewinnen, zu dokumentieren und zu präsentieren. Dazu gehören das Aufstellen von Vermutungen, das Formulieren von Fragen, das Beschaffen von Informationen und die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten und Messungen

H3 Bewerten, Entscheiden, Handeln

Umfasst die Kompetenz Daten, Fakten und Ergebnisse einzeln oder im Team bezüglich ihrer Bedeutung und Konsequenzen zu bewerten. Dazu gehören das kritische Hinterfragen von naturwissenschaftlichen Aussagen und die Bereitschaft das erworbene Wissen verantwortungsbewusst anzuwenden. Kenntnis der Auswirkungen des eigenen Tuns auf die Umwelt ist Teil dieser Kompetenz.

(Lucyshyn 2007)

Die vorliegende Studie ist somit auf die Handlungsdimension H2 fokussiert und beschäftigt sich mit der Förderung der damit beschriebenen Kompetenz.

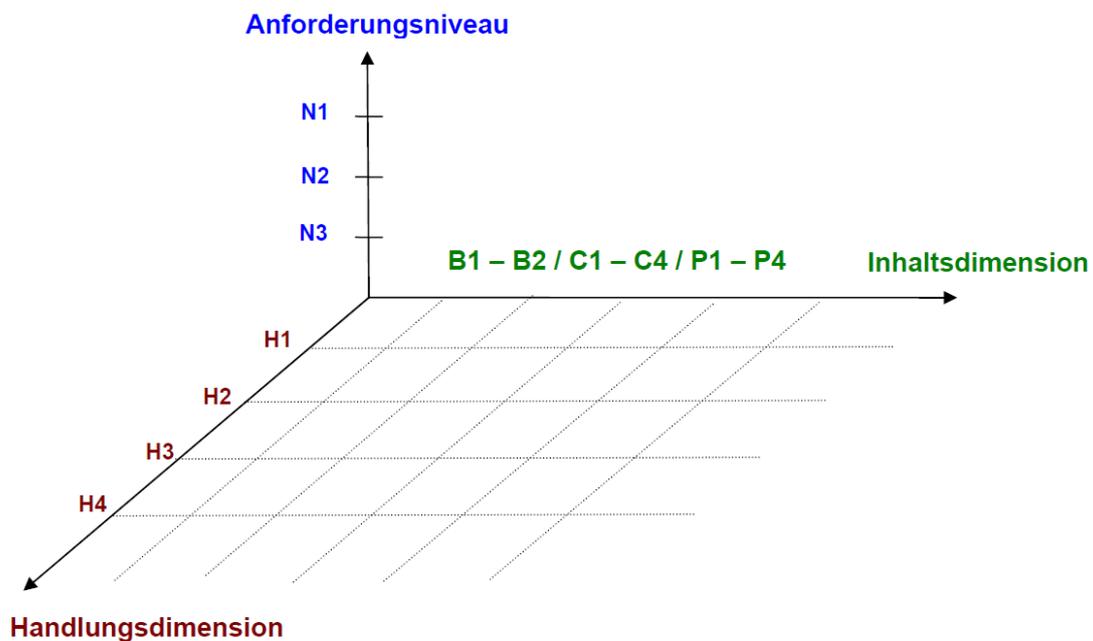


Abb. 1.2 Dreidimensionales Kompetenzmodell Naturwissenschaften (Lucyshyn 2007)

1.4. ZUSAMMENSCHAU

In zahlreichen anderen Staaten sind Standards ein bereits übliches Instrumentarium. Die Einführung von Bildungsstandards im deutschsprachigen Raum folgt somit einem gesamteuropäischen Trend, der das Ziel verfolgt, die Qualität der Bildung zu erhöhen und Abschlüsse vergleichbar zu machen (vgl. Mayer 2004). Den Bemühungen, "im globalen Wettbewerb die Chancen für unsere Kinder besser zu wahren" (LUCYSHYN 2006) steht einerseits die Gefahr des *learning* bzw. *teaching to the test* gegenüber. Andererseits ist auch zu hinterfragen, ob die Einführung von Standards nicht auch dazu führt, "dass [nicht nur] das gemessen wird, was wichtig ist, [...] sondern dass vor allem das wichtig wird, was gemessen werden kann" (Neuweg 2004).

Entgegen der Empfehlung der Expertise von Klieme et al. Bildungsstandards als Mindeststandards auszulegen, entschieden sich sowohl die deutsche Kultusministerkonferenz als auch die österreichische Bildungspolitik für die Festlegung von Regelstandards. Mindeststandards schreiben vor, welche Erwartungen von allen SchülerInnen zumindest erfüllt werden sollen, während Regelstandards ein Durchschnittsniveau definieren. Letzteres impliziert bereits, dass eine Normalverteilung erwartet wird, von der ausgehend es immer auch ein Besser und vor allem ein Schlechter geben wird, sodass der bisherige defizitorientierte Ansatz¹ weiter geführt wird. (vgl. Klieme et al. 2007)

Sowohl dem deutschen als auch dem österreichischen Modell der Bildungsstandards liegt das Prinzip des kumulativen Lernens zugrunde, "bei dem Inhalte und Prozesse aufeinander aufbauen, systematisch vernetzt, immer wieder angewandt und aktiv gehalten werden" (Klieme et al. 2007). Voraussetzung dafür ist die Realisierbarkeit der durch die Standards vorgeschriebenen Ziele. Während Klieme et al. (2007) in ihrer Expertise darauf hinweisen, dass damit zu rechnen ist, dass gerade zu Beginn die Anforderungen unrealistisch hoch angesetzt werden, zeigte der Endbericht der Pilotierungen in Österreich, dass diese Befürchtungen unberechtigt sind, da die SchülerInnen bei den Standardtests in Mathematik und Englisch besser als von ihren Lehrkräften erwartet abschnitten (vgl. Lucyshyn 2007).

In selbigem Bericht werden auch die Befürchtungen der Lehrpersonen angesprochen, dass ein schlechtes Ergebnis ihrer SchülerInnen direkt auf die Bildungsarbeit der Lehrkräfte zeigt und diese in Frage stellt. Hierbei sollte jedoch immer noch Folgendes bedacht werden: "LehrerInnen können [...] nur den von ihnen verantworteten Input steuern; deshalb lässt sich ihre Leistung grundsätzlich nicht direkt über den entstehenden Output bewerten." (Neuweg 2004)

¹ Klieme et al. (2007) verstehen darunter den im Alltag der Bewertung von SchülerInnenleistungen häufigen Ansatz, bei dem die Erfüllung aller gestellten Aufgaben mit "sehr gut" beurteilt wird, während Fehlerzahl und -grad alle darunter liegenden Notenstufen definieren.

2. KOMPETENZEN

Der den Bildungsstandards und der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Kompetenzbegriff entspricht der Definition nach Weinert (2001) und wird immer wieder in der Literatur zu Kompetenzförderung und Kompetenzmodellen aufgegriffen (vgl. Hammann 2004 und 2006; Mayer 2004; Schecker, Parchmann 2004; Klos, Henke, Kieren, Walpuski, Sumfleth 2008):

Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (Weinert 2001, 27f.)

Nach diesem Verständnis handelt es sich bei Kompetenzen primär um geistige Merkmale bzw. Leistungsdispositionen, die der Problemlösung dienen, es werden jedoch explizit auch Handlungsdimensionen und Motivation miteinbezogen. Individuelle Kompetenzausprägungen werden durch verschiedene Facetten konstituiert, die da sind: Fähigkeit, Wissen, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung, Motivation (vgl. Klieme et al. 2007).

Weinert (2001) unterscheidet weiters folgende drei Hauptkompetenzen:

- fachliche Kompetenzen (z. B. physikalischer, fremdsprachlicher, musikalischer Art),
- fachübergreifende Kompetenzen (z. B. Problemlösen, Teamfähigkeit),
- Handlungskompetenzen, die neben kognitiven auch soziale, motivationale, volitionale und oft moralische Kompetenzen enthalten und es erlauben, erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten in sehr unterschiedlichen Lebenssituationen erfolgreich, aber auch verantwortlich zu nutzen." (Weinert 2001, 28)

2.1. KOMPETENZMODELLE

Die durch Bildungsstandards gestellten Anforderungen an die SchülerInnen werden systematisch in Kompetenzmodellen geordnet. Diese Modelle sollen zwischen abstrakten Bildungszielen und konkreten Aufgabenstellungen vermitteln. Sie sollen "helfen, die unterrichtliche Förderung von Kompetenzen über Jahrgangsstufen hinweg derart zu planen, dass bestehende Kompetenzniveaus aufgegriffen und systematisch weiterentwickelt werden können (kumulative Förderung von Kompetenzen)." (Hammann 2004, 196)

Dies wird ermöglicht durch die Beschreibung zweier grundlegender Aspekte von Kompetenzen. Einerseits werden im "Komponentenmodell" (Klieme et al. 2007, 74) das Anforderungsgefüge bzw. die Dimensionen, aus denen sich eine Kompetenz zusammensetzt, beschrieben. Es werden somit Teilkompetenzen oder nach Hammann (2004) "Strukturen einer Kompetenz" (196) aufgeführt. Andererseits stellt das "Stufenmodell" (Klieme et al. 2007, 74) Entwicklungsgrade bzw. Niveaustufen dar. Kompetenzverläufe erörtern die Ausprägung einer Kompetenz, die von

SchülerInnen auf einem bestimmten Lernniveau, jedoch nicht von jenen auf einem niedrigeren, erreicht werden kann und ist empirisch fundiert.

Hammann (2004) betont, dass Kompetenzentwicklungsmodelle stets mit naturwissenschaftlichen Inhalten zusammenhängen und somit die Stufen einer Kompetenz in Abhängigkeit stehen zu dem Grad des Verständnisses dieser. Hierbei kommt der Unterscheidung zwischen domänenspezifischen und domäneübergreifenden Prozessen, "d.h. die Unterscheidung zwischen Aspekten einer Kompetenz, die an den Erwerb von bereichsspezifischem konzeptuellen Wissen gebunden [sic], und anderen Aspekten einer Kompetenz, die stärker den Status allgemeiner Strategien und Vorgehensweisen besitzen", große Bedeutung zu.

Eine Parallele kann von Kompetenzentwicklungsmodellen zu den Stufen der Scientific Literacy nach Bybee (1997) gezogen werden, die zum Beispiel von der PISA-Studie aufgegriffen wurden oder Hammann (2004) Orientierung zur Erstellung des Kompetenzmodells zum Experimentieren (Kap. 3.1.) boten. Bybee sieht Naturwissenschaftliche Lesefähigkeit als in Kompetenzstufen unterteilbaren Prozess, wobei er nominelle, funktionale, konzeptionelle und prozedurale sowie multidimensionale Kompetenz unterscheidet (Tab. 2.1.).

Tab. 2.1. Stufen naturwissenschaftlicher Lesefähigkeit nach Bybee (1997)

Stufen von Scientific Literacy	Merkmale
I Nominale Scientific Literacy	<ul style="list-style-type: none"> - Identifiziert Begriffe und Fragen als naturwissenschaftlich, zeigt jedoch falsche Themen, Probleme, Informationen, Wissen oder Verständnis. - Falsche Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Konzepten und Prozessen. - Unzureichende und unangemessene Erklärungen naturwissenschaftlicher Phänomene. - Aktuelle Äußerungen zur Naturwissenschaft sind naiv.
II Funktionale Scientific Literacy	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendet naturwissenschaftliches Vokabular. - Definiert naturwissenschaftliche Begriffe korrekt. - Lernt technische Ausdrücke auswendig.
III Konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy	<ul style="list-style-type: none"> - Versteht Konzepte der Naturwissenschaft. - Versteht prozedurales Wissen und Fertigkeiten in der Naturwissenschaft. - Versteht Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen einer naturwissenschaftlichen Disziplin und konzeptioneller Struktur. - Versteht die grundlegenden Prinzipien und Prozesse der Naturwissenschaft.
IV Multidimensionale Scientific Literacy	<ul style="list-style-type: none"> - Versteht die Besonderheiten der Naturwissenschaft. - Unterscheidet Naturwissenschaft von anderen Disziplinen. - Kennt Geschichte und Wesen der naturwissenschaftlichen Disziplinen. - Begreift Naturwissenschaft in einem sozialen Kontext.

Darüber hinaus unterscheiden Schecker und Parchmann (2006) nicht nur zwischen Kompetenzstruktur- und Kompetenzentwicklungsmodellen, sondern auch zwischen normativen und deskriptiven Modellen (Abb. 2.1.). Normative Modelle agieren präskriptiv und müssen lernpsychologisch theoretisch begründet sein, während deskriptive Modelle durch fachdidaktische und lernpsychologische Forschung empirisch belegt sein müssen.

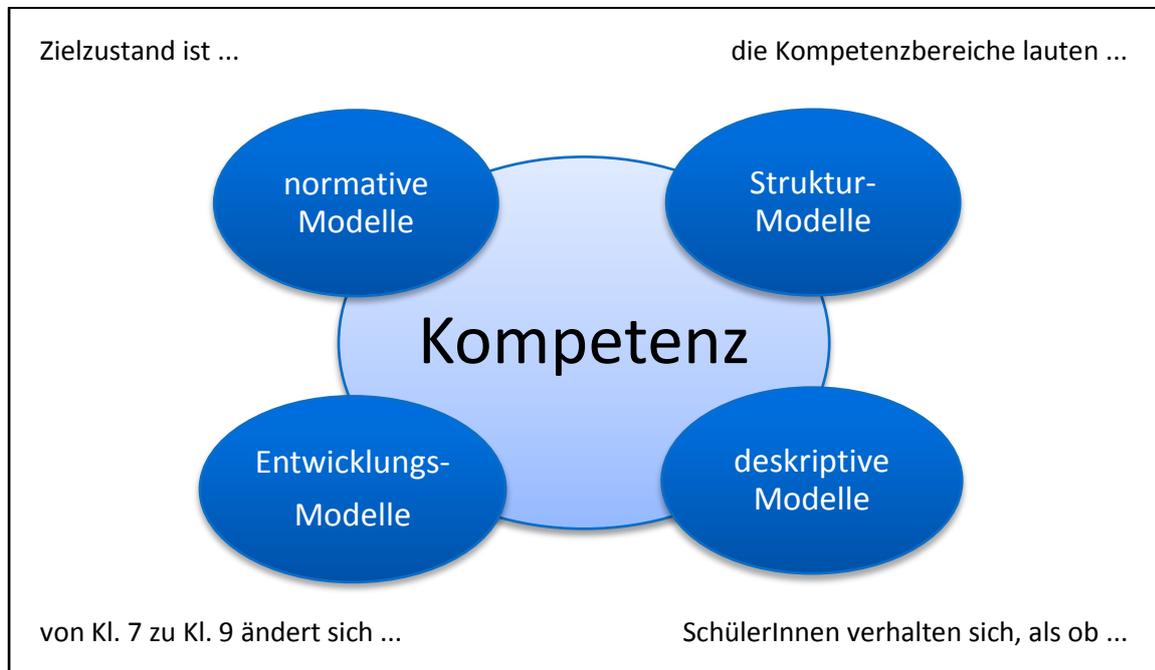


Abb. 2.1. Typen von Kompetenzmodellen nach Schecker und Parchmann (2006)

Während Schecker und Parchmann (2006) in Frage stellen, ob Kompetenzstufen mit einer Entwicklungsreihe korrelieren, sind Klieme et al. (2007) der Meinung, dass sich Kompetenzstufen eventuell "auch als Schritte beim Erwerb von Kompetenzen interpretieren" (77) lassen.

2.2. ANWENDUNGSAUFGABEN UND TESTENTWICKLUNG

Basierend auf Kompetenzmodellen sollen Aufgaben eingesetzt werden, die eine Überprüfung der Kompetenzen von SchülerInnen ermöglichen. Derartige Testungen sollen laut Klieme et al. (2007) unterschiedlichen Einsatzbereichen dienen:

- Systemmonitoring (z.B. internationale Vergleichsstudien sollen Informationen auf der Ebene des Bildungssystems liefern.)
- Schulevaluation (Tests und Verfahren sollen den Schulen aufzeigen, inwiefern sie ihre pädagogischen Ziele erreicht haben.)
- Individualdiagnostik (Mithilfe der Tests sollen Stärken und Schwächen einzelner SchülerInnen aufgezeigt und eine individuelle Förderung ermöglicht werden.)
- Überprüfung von Kompetenzmodellen (Tests könnten im Zuge des Einsatzes in den bereits genannten Bereichen helfen, differenzierte Kompetenzmodelle empirisch zu überprüfen.)

(82f.)

Zudem wäre auch die Nutzung derartiger Tests zur Benotung der SchülerInnenleistungen möglich, wogegen sich Klieme et al. (2007) in ihrer Expertise jedoch deutlich aussprechen und unterstreichen, dass standardbezogene Tests "NICHT der zentralisierten Examinierung" (Klieme et al. 2007, 84) dienen.

Zur Überprüfung von Bildungsstandards dienen nach Klieme et al. (2007) Kompetenzstufen als die zu messenden Kriterien. Dies impliziert bereits, dass die Leistungen von SchülerInnen nicht im Vergleich zu jenen anderer SchülerInnen gemessen werden ("verteilungsorientiert"), sondern hinsichtlich vorgegebener Kriterien ("kriteriumsorientiert"). "Das individuelle Testergebnis besteht dann in der Feststellung, welche Kompetenzstufe die Schülerin und der Schüler im Rahmen des jeweiligen Kompetenzmodells erreicht." (Klieme et al. 2007, 86). Hierfür ist es notwendig charakteristische Anzeichen für das Erreichen einer Kompetenzstufe zu definieren und entsprechende Aufgaben zu entwickeln, mithilfe derer diese eindeutig erfasst werden können.

Bisher dominieren im deutschsprachigen Raum Aufgaben, die primär auf aus dem Kontext isolierte Wissensreproduktion abzielen. Indes mangelt es an Aufgaben, die darüber hinaus gehen und die Anwendung erworbenen Wissens und Kompetenzen erfordern (vgl. Hammann 2006).

Anwendungsaufgaben sind Aufgaben, in denen erworbenes Wissen und Kompetenzen zur Lösung von Fragestellungen in anderen Kontexten eingesetzt werden müssen. Anwendungsaufgaben liegt ein *funktionaler* Wissens- und Kompetenzbegriff zugrunde: Wissen und Kompetenzen, welche einmal erworben wurden, sollen Schülerinnen und Schüler zur Bewältigung neuer Situationen befähigen. (Hammann 2006, 85)

Auch Mayer (2004) plädiert für eine "authentische Prüfungskultur", worunter er die von ihm gestellten Bedingungen für Prüfungs- und Testaufgaben zusammen fasst:

- verstehensbezogen: Prüfen von Verstehen und Problemlösen statt Faktenwissen,
- anwendungsorientiert: Komplexe Anwendungsaufgaben statt multiple choice,
- situiert: Einbindung in einen Kontext statt reine Fachbegriffe,
- handlungsbezogen: Praktische Ausführung statt Wiedergabe von Wissen. (98)

Um dies zu erreichen, fordert Hammann (2006) dazu auf, Aufgaben ausgehend von den Kompetenzen, die gefördert werden sollen, zu entwickeln. Somit wäre es möglich, durch die entsprechende Formulierung basierend auf gleichem fachlichen Inhalt den Fokus auf unterschiedliche Kompetenzen zu legen.

Da all diesen Testaufgaben jedoch Kompetenzmodelle zugrunde liegen, die größtenteils noch nicht empirisch überprüft sind, "bleibt es also eine zentrale Frage, ob es gelingt, auf Grundlage eines Stufenmodells Aufgaben so zu konstruieren, dass die Fähigkeit zur Lösung von Aufgaben eines modellbasiert höheren Niveaus mit genügender Sicherheit auf eine entsprechend höhere Leistungsfähigkeit schließen lässt" (Schecker, Parchmann 2006, 53).

2.3. METHODEN DER ERKENNTNISGEWINNUNG (ERKENNTNISMETHODEN)

2.3.1. KOMPETENZEN IM BIOLOGIEUNTERRICHT

Im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde soll die Förderung folgender Kompetenzen erfolgen (Tab. 1.1):

- Fachwissen oder inhaltliche Kompetenzen, wobei die übrigen Kompetenzbereiche hiermit interagieren, da sie anhand der fachlichen Inhalte erworben werden und andererseits das Fachwissen wiederum die Grundlage für den Erwerb der weiteren Kompetenzen darstellt.

Die nach dem deutschen Modell der Bildungsstandards einzeln angeführten Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Bewerten, Kommunikation, werden im österreichischen Modell unter dem Begriff der Handlungsdimension gebündelt und etwas anders aufgespalten. An dieser Stelle soll jedoch auf die auch in Eschenhagen, Kattmann, Rodi (2006) angeführten von der Kultusministerkonferenz (2005) beschriebenen Kompetenzbereiche des Faches Biologie zurück gegriffen werden.

- Erkenntnisgewinnung umfasst die Anwendung grundlegender naturwissenschaftlicher Arbeitstechniken und methodischer Verfahren wie das kriterienbezogene Beobachten und Vergleichen, die Modellbildung und das hypothesengeleitete Experimentieren.
- Kommunikation ist einerseits durch den Erwerb fachbezogener Sprache direkter Gegenstand des Lernens, andererseits ist Diskursfähigkeit nötiges Mittel zum Informationsaustausch und -gewinn im Lernprozess.
- Bewerten erfordert die zuvorige Klärung der biologischen Sachverhalte und der Problematik, ehe Urteile und Standpunkte begründet werden können. Bewertungskompetenz umfasst aber auch Wertschätzung und Verständnis durch Empathie und Perspektivenwechsel.

2.3.2. EXPERIMENTIEREN VS. ANDERE ERKENNTNISMETHODEN

Die Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts besteht nicht darin, den Lernenden naturwissenschaftliche Aussagen als ein feststehendes Tatsachengebäude zu vermitteln. Die Lernenden sollen vielmehr einen Einblick gewinnen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und auf welchen Voraussetzungen sie beruhen (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006, 239). Deshalb kommt naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden im Biologieunterricht besondere Bedeutung zu. Als grundlegendes systematisches Schema zu den Erkenntnismethoden im Biologieunterricht werden oftmals die Erkundungsformen nach Uhlig (1962, aus Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006) heran gezogen (Abb. 2.2.).

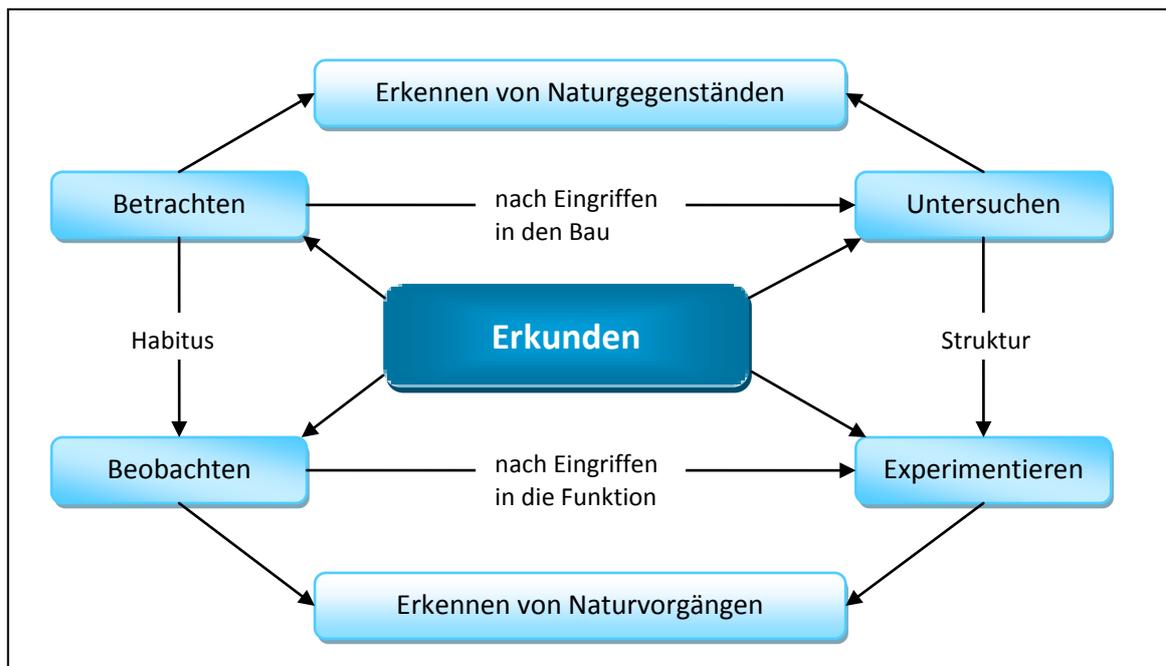


Abb. 2.2. Erkundungsformen (nach Uhlig 1962, aus Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006)

Die Perspektive der Erkenntnismethoden wurde von Eschenhagen, Kattmann, Rodi (2006) weiterentwickelt weg vom Objekt und hin zum Subjekt, sodass es zu einer Reduktion der Einteilung zu lediglich zwei Methoden kommt, nämlich dem Beobachten und dem Experimentieren, zu der letztlich noch das Vergleichen hinzugefügt wird.

Auch Mayer (o.J.a) greift Uhlig's Erkundungsformen auf, fasst jedoch Betrachten und Beobachten als beschreibende Methoden zusammen und ergänzt ebenfalls klassifizierende Methoden wie das Vergleichen, Klassifizieren und Systematisieren. Er legt ebenso wie Eschenhagen, Kattmann, Rodi (2006) den Methoden zur Erkenntnisgewinnung die "hypothetisch-deduktive" Wissenschaftstheorie zugrunde, an deren Beginn stets eine Problemstellung steht, zu der entsprechende Hypothesen aufgestellt werden.

Mayer (o.J.a) beschreibt die Erkenntnismethoden im Biologieunterricht wie folgt:

Betrachten und Beobachten zeichnen sich dadurch aus, dass in die zu untersuchenden Objekte oder Vorgänge nicht eingegriffen wird. Betrachten erfolgt bei einem Objekt in Ruhe und dient insbesondere der Feststellung von Merkmalen oder dem Vergleich mit einem anderen Objekt. Beobachten hingegen beschäftigt sich mit biologischen Vorgängen, die durch Veränderungen in Raum und Zeit erfasst werden können, und kann als "die basale Erkenntnismethode des naturwissenschaftlichen Unterrichts" (Mayer o.J.a, 3) angesehen werden.

Beim *Vergleichen* werden mindestens zwei Objekte oder Vorgänge einander entgegen gesetzt und Kontraste und Similaritäten bewusst gemacht. Diese Erkenntnismethode kommt insbesondere zur Beschreibung von Phänomenen der Biodiversität zum Einsatz.

Sowohl beim *Untersuchen* als auch beim *Experimentieren* wird gezielt in die Objekte bzw. Vorgänge eingegriffen. Mittels Präparation, Sektion oder Einsatz des Mikroskops werden beim Untersuchen Zusammenhänge in Struktur und System eines Naturgegenstandes erfasst.

Das Experiment kann als "Fortführung von Beobachtungen unter künstlich veränderten Bedingungen" (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006, 260) gesehen werden. Zur Klärung von Ursache-Wirkungsbeziehungen werden systematisch einzelne Faktoren verändert und Kontrollansätze geführt, um alternative Interpretationsmöglichkeiten einzuschränken.

Die allgemein gebräuchliche und auch hier genutzte Unterscheidung der Erkenntnismethoden nach dem Grad ihres Eingreifens in das zu untersuchende Objekt oder Phänomen ist methodologisch einleuchtend, hat aber für den Unterricht nur bedingte Relevanz. Wichtiger für den Unterrichtsprozeß sind vielmehr spezifische Aspekte der jeweiligen Erkenntnismethoden. (Mayer o.J.a, 6)

Somit zieht Mayer (o.J.a) vier biologische Erkenntnismethoden heran und erörtert dazu jene Aspekte, die er für den Unterrichtsprozess für entscheidend hält (Tab. 2.2.).

Tab. 2.2. Charakteristika biologischer Erkenntnismethoden (Mayer o.J.a)

Erkenntnismethode	Spezifische Aspekte
Betrachten/Beobachten	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl des zu beobachtenden Faktors • Offene oder strukturierte Beobachtung • Rahmenbedingung der Beobachtung (Zeit, Ort, u.a.)
Klassifizieren/Systematisieren	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleichen von ausgewählten Faktoren • Feststellen von Ähnlichkeit und Unterschieden • Klassifizieren und Systematisieren
Untersuchen	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung oder Messung eines ausgewählten Faktors
Experimentieren	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Kausalzusammenhängen • Variation des zu untersuchen [sic] Faktors • Konstanthaltung der übrigen Faktoren

2.4. ZUSAMMENSCHAU

Kompetenzen als Fähig- und Fertigkeiten zur Problemlösung werden in Kompetenzmodellen näher und so konkret beschrieben, dass daraus Aufgaben entwickelt werden, die einerseits durch den Einsatz im Unterricht Kompetenzen fördern, andererseits als standardisierte Testverfahren Kompetenzen überprüfen sollen. Gerade die von PISA entwickelten Testitems wurden "nachträglich unterschiedlichen Niveaustufen zugewiesen" (Schecker und Parchmann 2006, 45), sodass im Bereich der Kompetenzmodelle und den entsprechenden Testaufgaben noch großer Bedarf an empirischen Untersuchungen besteht. Es gilt Aufgaben zu entwickeln, die durch Wissenskonstruktion und -transfer gekennzeichnet sind. Fachkompetenz soll interagierend mit den Handlungskompetenzen erworben werden, wobei letztere die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten umfassen.

Im Bereich der Erkenntnismethoden wurden in der Literatur mehrfach Unterteilungen getroffen (vgl. Köhler 2004; Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006; Mayer o.J.a), genaue Grenzen zu ziehen scheint jedoch schwierig, da die Methoden zur Erkenntnisgewinnung im Zuge

einer wissenschaftlichen Untersuchung kombiniert und ineinander verschachtelt angewendet werden können. So steht beispielsweise die Beobachtung am Anfang eines Experiments, da durch sie erst eine [sic] Problem bzw. eine Fragestellung formuliert wird. Aber auch während des Experiments wird zur Datengewinnung meist ein bestimmter Kausalzusammenhang "beobachtet", so daß das Experiment als Beobachtung unter definierten Bedingungen – nämlich der systematischen Variation von Faktoren – bezeichnet werden kann. (Mayer o.J.a, 2)

3. EXPERIMENTIEREN ALS ERKENNTNISPROZESS

Um den Prozess des Experimentierens an sich mit seinen Teilaspekten genauer zu beleuchten, werden an dieser Stelle zwei Modelle aufgegriffen und im Detail betrachtet. Ersteres Modell wurde von Klahr (2000) anhand empirischer Erhebungen entwickelt und von Hammann (2004) weitergeführt. Mayer (o.J.a und b) hingegen beschreibt den Erkenntnisprozess in Anlehnung an die von den Vergleichsstudien PISA und TIMSS gestellten Aufgaben zu den Elementen der naturwissenschaftlichen Grundbildung.

3.1. EXPERIMENTIEREN NACH KLAHR

Experimentieren kann nach Klahr (2000) als komplexer Prozess des Problemlösens verstanden werden. Dieser Prozess gliedert sich entsprechend Klahr's *Scientific Discovery as Dual Search* Modell (SDDS-Modell) in drei Hauptaspekte.

"The fundamental assumption is that scientific discovery involves search in problem spaces. In the case of scientific discovery, there are *two* primary spaces to be searched: a space of hypotheses and a space of experiments. Search in the hypothesis space is guided both by prior knowledge and by experimental results. Search in the experiment space may be guided by the current hypothesis, and it may be used to generate information to formulate hypotheses." (Klahr 2000, 30)

Der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess ist somit durch einen einfachen, sich wiederholenden Zyklus von Hypothesen generieren, Hypothesen überprüfen und gewonnene Daten auswerten gekennzeichnet. Die drei Teilkompetenzbereiche im Detail (vgl. Klahr 2000, Hammann 2004):

(1) *Suche im Hypothesen-Suchraum (Predict)*

Diese umfasst das Aufstellen und Spezifizieren neuer Hypothesen sowie das Prüfen dieser auf ihre Plausibilität. Als Quellen dafür dienen einerseits das im Gedächtnis gespeicherte domänenspezifische Vorwissen, andererseits experimentelle oder aus Beobachtungen stammende Daten. Die erwarteten Ergebnisse werden vor der Durchführung des Experiments definiert, "during *Predict*" (Klahr 2000, 35).

(2) Suche im Experimentier-Suchraum (*Observe*)

Hierbei geht es darum, Experimente zu entwickeln, mithilfe derer die Hypothesen überprüft werden können ("test hypothesis", Klahr 2000, 35). Anhand der Strategie der Variablenkontrolle, "a procedure in which children learn how to set up experimental contrasts such that only one thing is varied at a time, while all other relevant factors are held constant" (KLAHR 2000, 221), sollen aussagekräftige und zweifelsfrei interpretierbare Ergebnisse produziert werden.

(3) Datenanalyse (*Explain*)

Der Prozess der Datenauswertung vermittelt zwischen Hypothesen- und Experimentier-Suchraum. Hierbei wird festgelegt, ob die ermittelte Evidenz ausreicht, um die eingangs gestellten Hypothesen zu akzeptieren bzw. zu revidieren. Die Datenanalyse leitet eine eventuelle weitere Suche in den beiden Suchräumen, wenn etwa die gewonnenen Daten nicht ausreichen, um die Hypothesen zu bestätigen oder zu verwerfen. "[T]hree general outcomes are possible: The current hypothesis can be accepted, it can be rejected, or it can be considered further." (Klahr 2000, 38). Wird die Hypothese akzeptiert, kommt der Erkenntnisprozess zu einem Stillstand und bestätigt somit das Zutreffen der Vermutung. Im Falle einer Hypothesenrevision beginnt die Suche im Hypothesen-Suchraum von Neuem. Muss die Hypothese jedoch noch weiter geprüft werden, wendet sich der Prozess einer erneuten Suche im Experimentier-Suchraum zu. Überdies umfasst die Datenanalyse oft auch "eine Abschätzung von Fehlern und eine Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit der Daten" (Hamman 2004, 199).

In Anlehnung an die Kompetenzstufen naturwissenschaftlicher Grundbildung (Scientific Literacy) nach Bybee (1997) entwickelte Hamman (2004) Kompetenzentwicklungsmodelle zur Experimentierkompetenz und deren Teilstrukturen entsprechend dem SDDS-Modell, wobei die Kompetenzstufen "mit dem Grad des Verständnisses über naturwissenschaftliche Inhalte interagieren" (Hamman 2004, 200).

Bei der Suche im Hypothesen-Suchraum werden Hypothesen entsprechend der Problemstellung formuliert und empirisch getestet, wobei vermutete Zusammenhänge über Ursache-Wirkungsbeziehungen überprüft werden und so eine Bestätigung bzw. Revision der Hypothesen möglich wird. Klahr (2000) weist darauf hin, dass "children tended to generate incomplete hypotheses" (208), während Erwachsene auch multiple Hypothesen in Betracht ziehen, weshalb Hamman (2004) die Notwendigkeit einer "explizite[n] Schulung [...], um Lernende an das hypothesengeleitete Experimentieren heranzuführen" (200), betont. Bei der Formulierung von Kompetenzstufen ist ebenso das "positive capture" Problem (Klahr 2000) zu beachten.

"[Children] are usually misled by an evidence pattern in which (1) one item is clearly a potential cause of a target outcome, (2) another visible item is clearly *not* a plausible cause, and (3) a third item, which might also be a cause, has not yet been examined. Preschoolers nearly always incorrectly judge this pattern to be determinate even though the lack of information about the unexamined alternative renders the situation logically indeterminate. [...] this *positive capture* effect is quite robust" (Klahr 2000, 208).

Als besonders schwierig erweist sich die Hypothesenrevision, bei der es nach Falsifikation aller bereits gestellten Hypothesen gilt, die Suche im Hypothesen-Suchraum erneut in Angriff zu nehmen (Tab.3.1).

Tab. 3.1. Kompetenzstufen bei der Suche im Hypothesen-Suchraum (Hammann 2004)

Stufe	Kompetenzniveau	Nähere Beschreibung	Alter
1	Keine Hypothesen beim Experimentieren	Es wird ohne Hypothesen experimentiert, das heißt, Lernende führen Experimente aus, ohne Vermutungen über Ursache Wirkungs-Beziehungen zu haben; sie versuchen, einen Effekt zu erzielen. Dieser Mangel an Wissen über die Notwendigkeit von Hypothesen resultiert in einem unsystematischen Durchsuchen des Experimentier-Suchraums.	Primarstufe
2	Unsystematische Suche nach Hypothesen	Es wird hypothesengeleitet experimentiert, jedoch werden nicht alle Hypothesen herangezogen, die für die Beantwortung einer Fragestellung beachtet werden müssten oder bei der Suche nach Hypothesen werden diese nicht logisch aufeinander bezogen.	Klasse 5
3	Systematische Suche nach Hypothesen	Es werden multiple Hypothesen gebildet, die logisch aufeinander bezogen werden. Probleme bereitet jedoch die Hypothesen-revision.	Klasse 5
4	Systematische Suche nach Hypothesen und erfolgreiche Hypothesenrevision	Wie Stufe 3, jedoch gelingt auch die Hypothesenrevision in Situationen, in denen alle bereits getesteten Hypothesen falsifiziert wurden.	Klasse 7

Die Suche im Experimentier-Suchraum umfasst die Stufen zur Planung von Experimenten (Tab. 3.2.), wobei besonderes Augenmerk auf die Variablenkontrolle gerichtet wird. Es ist bei Lernenden die Tendenz zu beobachten, "beim Planen von Experimenten die Ausprägungen mehrerer Variablen ohne System zu verändern, sodass unschlüssige Experimente resultieren." (Hammann 2004, 200)

Tab. 3.2. Kompetenzstufen bei der Suche im Experimentier-Suchraum (Hammann 2004)

Stufe	Kompetenzniveau	Nähere Beschreibung	Alter
1	Unsystematischer Umgang mit Variablen	Lernende verändern die Ausprägung(en) einer oder mehrerer Variablen ohne System, sodass keine schlüssigen Aussagen über die vermuteten Ursache-Wirkung Beziehungen möglich sind. Oft werden alle Variablen von einem Testansatz zum anderen verändert, eine Strategie, die Variablen konfundiert und mit »change all«, »no plan« und »intuitive« bezeichnet wird.	Primarstufe
2	Teilweise systematischer Umgang mit Variablen	Obwohl gegenüber Stufe 1 systematischeres Vorgehen zu beobachten ist, liegen Defizite vor, welche die systematische Variation einer Variable und die fehlende Kontrolle der anderen Variablen betreffen. Eine für diese Entwicklungsstufe typische Vorgehensweise besteht darin, nur in einigen Versuchen einer Versuchsreihe Variablen systematisch zu kontrollieren, in den anderen aber Variablen zu konfundieren. Diese Strategie wird als	Klasse 5

		»local chaining« bezeichnet. Eine andere defizitäre Denkweise besteht darin, die Ausprägung einer Variable konstant zu halten, und zwar derjenigen Variable, von der ein positiver Effekt erwartet wird, jedoch die anderen Variablen, die das Versuchsergebnis beeinflussen könnten, nicht hinreichend zu kontrollieren. Die Lernenden erwarten bei dieser Strategie, dass sich ihre Vermutungen über die Wirkung der konstanten Variable dadurch bestätigen lassen, dass diese die gleiche Wirkung in Verbindung mit anderen Variablen zeigt.	
3	Systematischer Umgang mit Variablen in bekannten Domänen	Lernende variieren lediglich die Ausprägung der Testvariable und halten die Ausprägungen der übrigen Variablen konstant. Diese Vorgehensweise erlaubt es, eindeutige Aussagen über die Wirkung anderer Variablen auf den zu erklärenden Zusammenhang auszuschließen.	Klasse 5
4	Systematischer Umgang mit Variablen in unbekanntem Domänen	Wie in Stufe 3 variieren Lernende lediglich die Ausprägung der Testvariable und halten die Ausprägungen der übrigen Variablen konstant. Jedoch gelingt die Anwendung dieser allgemeinen Strategie im Unterschied zu Stufe 3 auch in Wissensdomänen, in denen wenig oder kein Vorwissen besteht.	Klasse 6

Die Kompetenzniveaus der Datenanalyse (Tab. 3.3.) berücksichtigen die Schwierigkeiten, die Lernende aufweisen, wenn es darum geht, die ermittelte Evidenz mit der eingangs formulierten Hypothese in Bezug zu setzen. Hierbei ist besonders die Tendenz von Kindern zu erwähnen, die Ergebnisse im Einklang mit ihrer Hypothese zu interpretieren.

"Also, children appeared to be fairly myopic in comparing evidence to theory: if current outcome (often from an experiment of low discriminating power) was consistent with their hypothesis, then they blithely ignored earlier evidence that was inconsistent with that hypothesis." (Klahr 2000, 208)

Tab. 3.3. Kompetenzstufen bei der Analyse von Daten (Hamann 2004)

Stufe	Kompetenzniveau	Nähere Beschreibung	Alter
1	Daten werden nicht auf Hypothesen bezogen	Beobachtete Effekte werden beschrieben, aber nicht Ursachen erklärt. Defizite beruhen auf einem mangelnden Verständnis der Ziele der Datenerhebung beim Experimentieren.	Primarstufe
2	Unlogische Analyse der Daten	Lernende beziehen Daten auf Hypothesen, ziehen jedoch unlogische Schlüsse, z.B. durch Nichtbeachten deutlicher Kontraste zwischen Experimentalansatz und Kontrollansatz. Beim Erklären der Ergebnisse eines Experimentes treten Widersprüche auf; Hypothesen werden gewechselt bzw. beibehalten, obwohl die Datenlage dieses nicht zulässt.	Klasse 5

3	Weitgehend logische Analyse der Daten, jedoch Probleme bei der Bewertung von Daten, die den eigenen Erwartungen widersprechen	Lernende erklären Daten auf logisch konsistente Weise in den meisten experimentellen Situationen. Schwierigkeiten bereitet jedoch der Umgang mit Anomalien, also Daten, die den eigenen Erwartungen widersprechen und die häufig ignoriert oder fehlinterpretiert werden.	Klasse 6
4	Daten werden in adäquater Weise zur Überprüfung von Hypothesen herangezogen	Lernenden gelingt die Analyse von Daten selbst dann, wenn diese aufgrund inhaltlicher Erwartungen oder Bedingungen der Datenerhebung (z.B. kontinuierliche Variablen mit kleinen Unterschieden oder Messfehlern) schwierig zu interpretieren sind.	ab Klasse 7

In internem Material fassten Ganser und Hammann (o.J.) die Modelle der einzelnen Teilstrukturen des Experimentierens in einem Kompetenzstufen-Modell zusammen (Abb.3.1.). In der vorliegenden Arbeit wurde jedoch die Nummerierung der Kompetenzstufen insofern verändert, dass die von Ganser und Hammann als "1" bezeichnete Stufe mit "0" titulierte wurde. Dies lässt sich damit begründen, dass auf diesem Niveau noch keinerlei Experimentierkompetenz zu verzeichnen ist, und erst mit Erreichen der folgenden Stufen zunehmend über Teilkompetenzen des Experimentierens verfügt wird.

Kompetenzstufe	Hypothesen-Suchraum	Experimentier-Suchraum	Datenanalyse
0	Keine Hypothesen, keine Vermutungen über Ursache-Wirkung Beziehungen.	Unsystematisch, Variablen werden konfundiert und gemeinsam verändert.	Daten werden nicht auf Hypothesen bezogen.
1	Nicht alle möglichen Hypothesen werden erwogen. Keine logischen Beziehungen zwischen Hypothesen.	Teilweise systematisch. Nur bei einigen Versuchsreihen werden Variablen kontrolliert. z.T. wird die abhängige Variable konstant gehalten.	Daten werden auf Hypothesen bezogen. Aber: unlogische Schlüsse. Unkenntnis der Validität.
2	Multiple Hypothesen. Logische Beziehungen zwischen Hypothesen. Selten Revision möglich.	Systematisch: nur eine Testvariable verändert, die übrigen konstant.	Logische Hypothesenprüfung, aber Anomalien z.T. ignoriert.
3	Wie in 2, problemlose Revision.	Systematisch wie in 2, auch in anderen Wissensdomänen.	Adäquate Überprüfung von Hypothesen.

Abb.3.1. Kompetenzstufen des Experimentierens nach Ganser und Hammann (o.J.)

3.2. EXPERIMENTIEREN NACH MAYER

Mayer (o.J.a) sieht in einem Experiment die "Weiterführung der Beobachtung unter künstlich veränderten (vorgewählten und kontrollierten) Bedingungen" (5). Mittels systematischer Variation einzelner Faktoren gilt es Kausalzusammenhänge aufzudecken.

An den Beginn des Prozesses (Tab.3.4.) stellt Mayer (o.J.b) das Formulieren einer *Fragestellung* in Hinblick auf ein Phänomen, das naturwissenschaftlich untersucht werden kann. Mayer betont die Wichtigkeit dieses ersten Schrittes, "da der Erfolg wissenschaftlicher Arbeit oft genug von der Fähigkeit 'die richtige Frage zu stellen' abhängt" (1). Die danach formulierte *Hypothese*, "eine begründete Annahme, daß hinter einem beobachteten Phänomen eine Gesetzmäßigkeit steht" (Mayer o.J.a, 9), unterscheidet sich von der Forschungsfrage dahingehend, dass sie empirisch überprüfbar sein und die entsprechende Formulierung aufweisen muss. Dies bedeutet, dass die Hypothese einerseits als Ergebnisprognose verfasst wird, andererseits eine Widerlegung offen lässt, wozu das Aufstellen einer Gegenhypothese (H_0) zur Hypothese (H_1) dient.

Versuchsplanung und -durchführung stellen die arbeitstechnische Umsetzung der Hypothesenüberprüfung dar und müssen die Falsifikation der Hypothese erlauben. Zudem müssen die Ergebnisse eindeutig und transsubjektiv, also personen-, zeit- und ortsunabhängig, und somit jederzeit reproduzierbar sein. Hierfür sind Überlegungen, welche Elemente verglichen werden müssen, und die systematische Variablenkontrolle von Bedeutung. Im Zuge der Versuchsdurchführung gilt es, die gewonnenen Daten im Protokoll festzuhalten.

Die *Versuchsauswertung* beinhaltet die Gewinnung der Ergebnisse aus den Rohdaten mittels Rechnung oder graphischer Darstellung und den Vergleich dieser mit der Hypothese. Hiervon strikt abzugrenzen ist die *Deutung* bzw. Interpretation, da in Abhängigkeit von Wissensstand, historischem Kontext und jeweils zugrunde liegender Theorie unterschiedliche Folgerungen aus den gleichen Ergebnissen gezogen werden können. Somit behält die Interpretation stets einen spekulativen und vorläufigen Charakter, wobei es jedoch auch zu einer Generalisierung der Ergebnisse kommen kann.

Tab. 3.4. Prozess des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses (Mayer, Ziemek 2006)

Problemstellung	<ul style="list-style-type: none">• Formulieren einer Fragestellung, die naturwissenschaftlich untersucht werden kann• Formulierung einer begründeten Hypothese
Planung	<ul style="list-style-type: none">• Ableitung von empirisch überprüfbaren Folgerungen aus der Hypothese• Identifizierung der abhängigen, unabhängigen und zu kontrollierenden Variablen• Planung des Vorgehens zur Durchführung eines Experiments
Durchführung	<ul style="list-style-type: none">• Aufbau der Versuchsanordnung• Durchführung der Untersuchung• Gewinnen und protokollieren der Daten
Auswertung	<ul style="list-style-type: none">• Auswertung der Messergebnisse und Beobachtungen (ggf. Berechnung, Tabelle, Diagramm)• Vergleich der Deutung der Ergebnisse mit der Hypothese (Verifikation/Falsifikation)

Deutung

- Interpretation der Ergebnisse durch Bezug zu ähnlichen Forschungsbefunden sowie zur Theorie
- Diskussion der Genauigkeit der Befunde (Fehlerdiskussion)
- Generalisierung der Ergebnisse

3.3. ZUSAMMENSCHAU

Während Klahrs Modell einen dynamischen Kreislauf mit zahlreichen interagierenden Subprozessen darstellt, erscheint das Experimentieren nach Mayer als ein linearer, in Phasen gegliederter Prozess. Diese Geradlinigkeit scheint für die praktische Umsetzung in der Schule brauchbar und schafft eine Anschaulichkeit, die der Durchführung von Experimenten seitens der SchülerInnen entgegen kommt. Mayer fasst den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess in einer Form zusammen, aufgrund derer es sich anbietet, Experimente nach einer Punkteliste abzuhandeln.

Die übersichtliche Unterteilung des Experimentierens in drei Hauptaspekte nach Klahr (2000) hingegen ermöglicht die von Hammann (2004) vollzogene Aufspaltung in Kompetenzstufen. Gerade diese Kompetenzniveaus stellen ein praktikables Hilfsmittel zur Kompetenzdiagnostik dar und lassen einen kumulativen Kompetenzaufbau nachvollziehen. Trotz dieser leicht verständlichen Überschaubarkeit und im Hinblick auf zukünftige Untersuchungen stellt Klahr (2000) jedoch auch zur Debatte, ob zwei Suchräume für den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess ausreichend seien.

Although the dual space framework has an appealing simplicity and symmetry, the [...] data challenged it and led to the postulation of a third space. This raises an obvious question: just how many spaces are necessary to fully account for the kinds of problem-solving search that go into scientific discovery? (Klahr 2000, 213)

4. EXPERIMENTIEREN IN WISSENSCHAFT UND SCHULE

An dieser Stelle sollen Charakteristika des Experiments in Wissenschaft und Schule herausgearbeitet werden und im Anschluss eine Gegenüberstellung erfolgen. Da in den vorherigen Kapiteln (Kap. 2 und 3) bereits genauer auf den Prozess des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Sinne eingegangen wurde, werden, um redundante Erörterungen zu vermeiden, an dieser Stelle nur kurz die typischen Kennzeichen zusammengefasst und der Schwerpunkt auf die Aspekte des schulischen Experiments gelegt.

4.1. EXPERIMENTIEREN IN DER WISSENSCHAFT

Nach Nettelstroth (2003) soll das Ziel von Wissenschaftlern darin bestehen, den Erkenntnisfortschritt voranzutreiben. Das Experiment kann als zentrale Methode zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung gesehen werden und dient der Untersuchung von Kausalzusammenhängen. Charakteristisch für das Experimentieren ist der Eingriff in die Natur (Hedewig 1990) bzw. in einen Ablauf von Erscheinungen (Mayer, Ziemek 2006). Hypothesengeleitet wird unter kontrollierten Bedingungen eine Einflussgröße (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006) oder auch unabhängige Variable (Köller 2008) verändert, um ihre Wirkung auf eine zu messende Größe (bzw. abhängige Variable, Köller 2008) zu erfassen. Dabei wird die Einflussgröße systematisch variiert, alle übrigen Faktoren bzw. Störgrößen jedoch möglichst konstant gehalten. Ein Durchlauf wird dabei stets ohne die Einflussgröße vollzogen, um etwaige alternative Erklärungsmöglichkeiten auszuschließen (Kontrollansatz). Ebenso ist eine mehrmalige Durchführung erforderlich. Die gewonnenen Daten der jeweiligen Varianten werden im Anschluss verglichen. Die dabei eventuell herauslesbaren Zusammenhänge werden dann unter Berücksichtigung der Theorie ausgewertet. (vgl. Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006; Mayer, Ziemek 2006).

Am Anfang des Prozesses steht eine Beobachtung, ein vorangegangenes Experiment oder eine Problemstellung. Hypothesengeleitet erfolgt die Durchführung des Experiments. Durch den Rückbezug auf die eingangs gestellten Vermutungen wird bei der Datenauswertung die Hypothese falsifiziert bzw. verifiziert. Im ersteren Fall ist eine Hypothesenrevision notwendig. Konnte die Hypothese bestätigt werden, kann sie über weitere Experimentierzyklen verfeinert werden bis die Ergebnisse deduktiv verallgemeinert werden können und somit das Postulieren neuer Theorien ermöglicht wird (Abb. 4.1.).

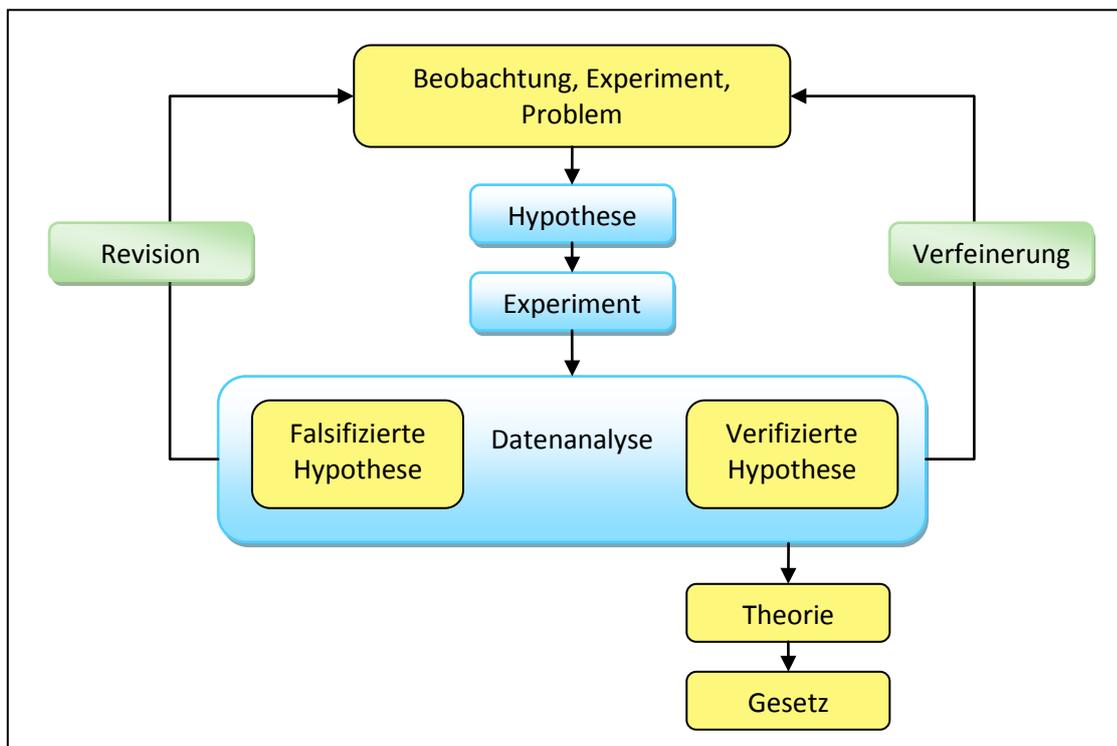


Abb. 4.1. Methodik des Experiments als Erkenntnisgewinnungsprozess (Ganser, Hammann o.J.)

Trotz der in der Literatur überwiegend auffindbaren Einigkeit über den grundlegenden Verlauf des Experimentierens und seinen Komponenten (Hedewig 1990; Köhler 2004; Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006; Hammann et al 2006; Mayer, Ziemek 2006; Köller 2008) finden sich auch Stimmen, die eine hypothesengelenkte, kontrollierte Aufeinanderfolge von Schritten in Frage stellen.

Die Ansicht, das Experiment - so wenigstens das offizielle Verständnis - diene ja eben entweder der Bestätigung oder der Widerlegung klar definierter Hypothesen, ist zwar konsensfähig, aber (wie Rheinberger zeigen kann) schlicht falsch. Tatsächlich verlaufe der alltägliche Forschungsprozeß deutlich ungeordneter, chaotischer, ungeplanter. Die Geradlinigkeit und Stringenz des Forschungsverlaufs werde² allenfalls nachträglich "konstruiert". (Scheloske 2007)

4.2. EXPERIMENTIEREN IN DER SCHULE

Das Experiment kann als *die* Forschungsmethode in den Naturwissenschaften angesehen werden, woraus sich die logische Konsequenz ergibt, bei der Vermittlung naturwissenschaftlicher Phänomene auch auf die entsprechenden Arbeitsweisen, insbesondere auf das Experimentieren einzugehen (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006). "Im Zusammenhang mit den nationalen Bildungsstandards kommt dem Experiment eine wichtige Rolle bei der Ausbildung von Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung zu" (Mayer, Ziemek 2006, 4).

In der Schule erfüllt das Experiment eine Doppelfunktion, indem es zugleich Unterrichtsmethode und Unterrichtsgegenstand ist (Jodl 2005/2006), was sich auch in den Zielen des Einsatzes der Experimentiermethode im Unterricht widerspiegelt.

Hauptziel des Experimentierens im Unterricht sollte nicht die Vermittlung von faktenreichem "Stoff" sein, der auch auf einfacherem Wege gelehrt werden kann. Formale und instrumentale Ziele des Experimentierens sollten im Vordergrund stehen, da sonst die Gefahr besteht, dass die SchülerInnen nach dem Motto "Wozu der Aufwand? – Das hätte man doch leichter im Buch nachlesen können!" (Köhler 2004, 152) den Sinn hinter der Arbeitsweise nicht erkennen (Hedewig 1990, Köhler 2004).

Berck (1999) teilt die Bedeutung, die Experimenten im Biologieunterricht beigemessen wird, in sechs Gruppen ein:

- Einsichten in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gewinnen und positive Einstellungen dazu entwickeln,
- Erwerb von Fähigkeiten zum Experimentieren (technische Fähigkeiten),
- deduktive und induktive Beweisführungen erlernen,
- Fähigkeiten zum Lösen von Problemen entwickeln,
- Naturwissenschaftliche Begriffe experimentell überprüfen, dadurch besser lernen,
- Interesse an Biologie fördern. (120)

Eschenhagen, Kattmann und Rodi (2006) richten die Ziele des Experimentierens im Unterricht an übergeordneten Dimensionen aus. In der kognitiven Dimension werden selbständiges, kreatives Denken und organisiertes Reflektieren geschult. Auf affektiv-emotionaler Ebene wird

ausdauerndes, zielgerichtetes und exaktes Arbeiten, die Zusammenarbeit in Gruppen und das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten gefördert. Ziele in der psychomotorisch-pragmatischen Dimension umfassen Auf- und Ausbau der technischen Fähigkeiten im Umgang mit biologischen Arbeitsgeräten.

Diesen positiven Förderaspekten des Experimentierens stehen Stimmen gegenüber, die den Einsatz dieser Erkenntnismethode im Unterricht als problematisch ansehen (Klautke 1990). Es fallen Argumente wie zu große Klassen, zu wenig zur Verfügung stehende Materialien, zu hoher Zeitaufwand, Disziplinschwierigkeiten, Fehlen von Fachräumen, zu große zusätzliche Belastung bzw. organisatorische Probleme oder gar die eigene Unsicherheit der Lehrperson. Auch typische Charakteristika des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Sinne, nämlich das anspruchsvolle Arbeiten und die fehlende Garantie eines stets eindeutigen Ergebnisses, werden als nachteilig angesehen und die Möglichkeit, diese Aspekte zur Vermittlung eines realistischen Bildes der naturwissenschaftlichen Forschung zu verwenden, verkannt (vgl. Berck 1990, Hedewig 1990).

Abgesehen von organisatorischen Rahmenbedingungen sind dem Experiment im Biologieunterricht auch Grenzen hinsichtlich Bioethik und Hygiene gesetzt. Diese werden jedoch schulextern von Gesetzen (Tierschutzgesetz) und Verordnungen (Hygienevorschriften) festgelegt. In Anlehnung daran wurde von der Arbeitsgruppe "Experimentieren im Biologieunterricht" eine Resolution verfasst, die betont, dass aus Gründen des Natur- und Tierschutzes SchülerInnen der Umgang mit lebenden Organismen im Unterricht nicht gänzlich vorenthalten werden darf:

Ein zeitgemäßer Biologieunterricht, der einen Beitrag zum Welt- und selbstverständnis der Schüler leistet und Schüler befähigen soll, jetzt und später sachgemäße Urteile zu fällen und Entscheidungen zu treffen, die sich auf biologische Vorgänge beziehen, erfordert die originale Begegnung mit Organismen und deren Lebensräumen. (Hedewig 1990, 86)

Inhaltlich eignen sich für die Durchführung von Experimenten im Unterricht vor allem Phänomene, bei denen sich die Variablenkontrolle leicht umsetzen lässt (z.B. physiologische Vorgänge), nicht jedoch solche Naturvorgänge, die sich mit hochkomplexen Systemen beschäftigen (z.B. Vorgänge in Ökosystemen) (vgl. Hedewig 1990).

Obwohl unbestritten ist, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht Versuche oder Experimente eine wichtige Rolle spielen sollten, handelt es sich oft gar nicht um Experimente im erkenntnistheoretischen Sinne, sondern um schlichtes "Nachahmen" oder Ausführen von "Kochrezepten". Diese Vorgehensweise hat durchaus ihren Sinn, wenn es darum geht, die notwendigen Fertigkeiten im Umgang mit den Geräten oder den Versuchsobjekten zu gewinnen. Problematisch wird dieses Vorgehen jedoch, wenn den Schülerinnen und Schülern ein solcher Zweck ihres Handelns [sic] nicht deutlich gemacht wird, oder wenn das Ergebnis bereits in der Anlage des "Experiments" festgelegt ist [...]. (Amthor 2002,8)

Damit Experimentierübungen für die SchülerInnen nicht langweilig und zusammenhangslos erscheinen, ist es von Bedeutung den Sinn dahinter offen zu legen und zu verdeutlichen (vgl. Berck 1999). Weitere Überlegungen zur Planung und Durchführung von Experimenten im Unterricht sind den Fragen in Tab. 4.1. zu entnehmen.

Tab. 4.1. Fragen zur Planung und Beurteilung von Schulversuchen (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006)

Kriterien	Fragen
Planbarkeit	Können Lernende mögliche Einflussgrößen voraussehen? Sind Störgrößen voraussehbar? Können Schüler Daten voraussagen?
Erfahrbarkeit	Ist das Untersuchungsobjekt/der Veränderungsprozess direkt beobachtbar? Ist die Variation der Einflussgröße erkennbar? Motivieren Untersuchungsobjekte und/oder Versuchsdurchführung?
Genauigkeit	Quantitative oder qualitative Auswertung? Wie genau sind die Ergebnisse? Sind Fehlerquellen gering bzw. erkennbar?
Lernzuwachs	Welche inhaltlichen Ziele (Verständnis biologischer Konzepte) werden erreicht? Welche formalen Ziele (Einsicht in biologisches Arbeiten) werden erreicht? Welche sozialen Ziele (Teamarbeit) werden erreicht?

4.2.1. KLASSIFIKATION VON EXPERIMENTEN IM UNTERRICHT

In der Schule wird unter "Experimentieren" oft nicht nur das Experiment als naturwissenschaftliche Erkenntnismethode verstanden, sondern eine Reihe von Arbeitsweisen unter diesem Begriff zusammengefasst (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006). Dies hat zur Folge, dass bei einer Klassifikation von Experimenten, auch Arbeitsweisen erfasst werden, die den Charakter eines wissenschaftlichen Experimentes nicht aufweisen. Dennoch soll an dieser Stelle eine Unterscheidung der Arbeitsmethoden erfolgen, da dies für die Unterrichtspraxis nichtsdestotrotz brauchbar erscheint.

In Hinblick auf die *Organisationsform* kann grundsätzlich zwischen Experimenten zu Demonstrationszwecken und SchülerInnenversuchen unterschieden werden. Demonstrationsexperimente können von der Lehrperson oder von SchülerInnen, als Einzelexperiment oder als ganze Experimentalreihe durchgeführt werden. Führen SchülerInnen Experimente selbst durch, ist relevant, ob sie dies einzeln, in Gruppen oder in Form eines Stationenbetriebs tun. Ebenso ist zu differenzieren, ob alle SchülerInnen sich mit den gleichen Aspekten eines Experiments auseinandersetzen, also arbeitsgleich, oder ob eine Arbeitsteilung erfolgt (vgl. Köhler 2004; Tesch, Duit 2004).

Empirische Untersuchungen zeigen, dass der Lernzuwachs durch Demonstrationsexperimente stärker erhöht wird als durch Schülerexperimente. Schülerexperimente haben vor allem Wirkungen im affektiven Bereich: Das Interesse an Biologie wird durch sie signifikant erhöht. (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006, 266)

Bezüglich des *Zeitaufwandes*, der mit dem jeweiligen Experiment verbunden ist, unterscheidet man Kurzzeitexperimente, die innerhalb einer Unterrichtseinheit (oder Doppelstunde) ausgeführt werden können und Langzeitexperimente, die sich über einen längeren Zeitabschnitt hinweg ziehen (vgl. Berck 1999; Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006).

In punkto *Datenerfassung* werden qualitative und quantitative Experimente unterschieden. Qualitative Experimente dienen der Aufdeckung von Zusammenhängen bzw. der Relevanz von Faktoren, während quantitative Experimente genauer differenzieren und Messgrößen numerisch erfassen, sodass hierbei exaktes Arbeiten besonders gefragt ist (vgl. Reisinger 2001; Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006).

Die Differenzierung von Experimenten nach der *Art der Sachbegegnung* nimmt Bezug darauf, ob Phänomene mit einfachen Mitteln, mit Apparaturen oder abstrakt erforscht werden. Freihandexperimente zeichnen sich dadurch aus, dass sie ohne komplizierte Gerätschaften durchgeführt werden können. Experimente mit Apparaturen erfordern jedoch den Einsatz von Messgeräten, da die Messwerte "nicht direkt mit den Sinnen zu erfassen sind" (Reisinger 2001, 8). Betätigt man sich nicht am Original, sondern zieht Modelle zum Experimentieren heran, so ist von Modellexperimenten die Rede. Gerade in der Biologie nimmt die Arbeit mit lebenden Organismen einen hohen Stellenwert ein, weshalb zusätzlich eine Unterscheidung von Experimenten am lebenden Objekt getroffen werden kann. Bei Gedankenexperimenten ist der Grad der Abstraktion am höchsten. Eschenhagen, Kattmann und Rodi (2006) sehen bereits in der Experimentplanung selbst ein Gedankenexperiment, da sie "nichts anderes ist als die gedankliche Vorwegnahme des eigentlichen Versuchs" (263) darstellt. Man spricht auch dann von einem Gedankenexperiment, wenn das Experiment im Unterricht nur theoretisch nachvollzogen und nicht praktisch durchgeführt wird.

Je nach *Einsatz in unterschiedlichen Phasen des Unterrichts* lassen sich Experimente in drei Kategorien einteilen: in Experimente, die als Einführung in neue Thematiken fungieren, jene, die die Erarbeitung konkreter Fragestellungen zum Ziel haben, und letztlich jene, die der Wiederholung, Vertiefung oder gar Kontrolle dienen (vgl. Reisinger 2001; Tesch, Duit 2004; Eschenhagen, Kattman, Rodi 2006).

Die klassische *Funktion* des naturwissenschaftlichen Experiments als Erkenntnismethode erfüllt das Experiment im Unterricht nur selten, da für letzteres meist spezielles Lehrgerät herangezogen wird, bei dem Störfaktoren so weit als möglich bereits auf ein Minimum reduziert sind. Außerdem werden Hypothesen oft nicht von den SchülerInnen aufgestellt, sondern von der Lehrperson in die gewünschte Richtung dirigiert (Reisinger 2001). "In aller Regel [...] wird im Biologieunterricht nur 'nachvollziehend' experimentiert. Es sollen (dem Lehrer) bereits bekannte Ergebnisse gefunden werden. [...] ('Kochbuchmethode')" (Berck 1999, 119). Somit wäre eine Auseinanderhaltung von Forschungsexperimenten auf der einen, und Lehr- und Lernexperimenten auf der anderen Seite plausibel. Eschenhagen, Kattmann, Rodi (2006) argumentieren jedoch, dass aufgrund von Einschränkungen, die sich aus der Unterrichtssituation ergeben und der Tatsache, dass die Ergebnisse der Lehrperson meist bekannt sind, die Verwendung des Begriffes "Forschungsexperiment" nicht zulässig sei. Dennoch betonen sie die Wichtigkeit, zwischen Experimenten, bei denen die Entwicklung von Hypothesen und der Versuchsdurchführung selbständig durch die SchülerInnen erfolgt (entdeckendes Experiment), und Experimenten, die lediglich bereits bekannte Sachverhalte bestätigen (bestätigendes Experiment), zu unterscheiden (261f.).

In Abbildung 4.2. wurde versucht, die in der Literatur (Berck 1999; Reisinger 2001; Tesch, Duit 2004; Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006) getroffenen Unterscheidungen in einer Grafik zu vereinen.

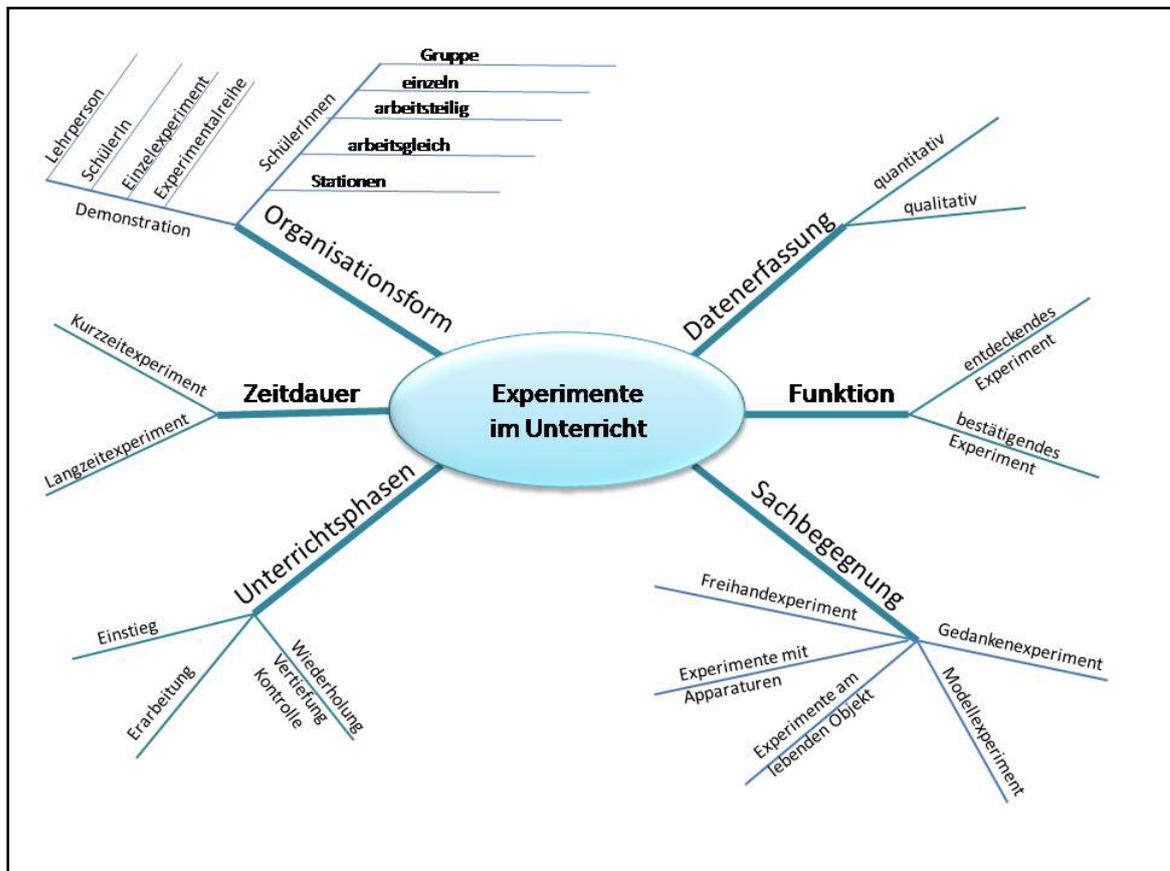


Abb. 4.2. Experimenttypen im Unterricht

4.2.2. TYPISCHE FEHLER BEIM EXPERIMENTIEREN

Fehler beim Experimentieren entstehen häufig dadurch, dass die Vorstellungen der SchülerInnen zum Experimentieren sich von den naturwissenschaftlichen Konzepten unterscheiden. Deshalb sollte Augenmerk auf die Änderung der SchülerInnenvorstellungen zur Erkenntnismethode Experimentieren in den Naturwissenschaften gelegt und das Methodenverständnis gefördert werden (Phan 2007). Oft sehen SchülerInnen den Sinn eines Experiments im Unterricht darin, einen bestimmten Effekt zu erzielen und nicht in der Überprüfung von Kausalzusammenhängen (Hamman et al. 2006). Ein derartiges auf Effekte ausgerichtetes Vorgehen kann als Ingenieursdenken bezeichnet werden, da hierbei auf die Optimierung von Techniken und Objekten abgezielt wird unter Außerachtlassung der verantwortlichen Faktoren (Phan 2007).

Hamman et al. (2006) unterscheiden Fehler danach, in welcher Phase des Experimentierprozesses sie auftreten, nämlich bei der Planung von Experimenten (1.-3.), bei der Datenanalyse (4.-6.) und beim Aufstellen und Testen von Hypothesen (7.-8.):

1. Fehlen des Kontrollansatzes

Das Fehlen des Kontrollansatzes hat zur Folge, dass das Experiment seine methodische Aussagekraft einbüßt, da ein Vergleich des Ergebnisses mit bzw. ohne Einflussgröße nicht möglich ist.

2. Unsystematischer Umgang mit Variablen

Das naturwissenschaftliche Experiment ist gekennzeichnet durch systematisches Variieren der Variablen. Werden Kontrollvariablen konstant gehalten und stets nur eine Testvariable variiert, kann die Wirkung der Testvariable auf die Messgröße ermittelt werden. In diesem Bereich bereitet SchülerInnen die Unterscheidung zwischen Test- und Kontrollvariablen Schwierigkeiten.

3. Unlogisches In-Bezug-Setzen von Ansätzen in Versuchsreihen

Die systematische Variation von Variablen stellt gerade bei der Planung von Experimentreihen ein Problem dar. So kommt es etwa vor, dass SchülerInnen nicht nur die Testvariable, sondern auch Kontrollvariablen verändern, die dadurch entstandene Konfundierung des Experiments jedoch nicht erkennen.

4. Nicht bewiesene Kausalität

Zusammenhänge können nur durch einen Vergleich von Experimentalansätzen, die sich durch die Variation der Testvariable unterscheiden, hergestellt werden. Der Kontrollansatz spielt hier die entscheidende Rolle. SchülerInnen beachten diesen Aspekt jedoch häufig nicht und attestieren Ursache-Wirkungsbeziehungen unbegründeterweise ohne Kontrollansatz.

5. Unlogische Schlussfolgerungen

Selbst wenn das Experiment richtig geplant und durchgeführt wurde, kann es dazu kommen, dass SchülerInnen unlogische Schlüsse daraus ziehen. Beispielsweise werden in die Erklärung auch Variablen miteinbezogen, die gar nicht variiert wurden.

6. Fehlende Anerkennung abweichender Ergebnisse

An dieser Stelle liegt das Problem einerseits darin, dass SchülerInnen bereits bei der Planung der Experimente darauf abzielen, ihre Vermutungen als richtig zu beweisen und einer möglichen Hypothesenrevision wenig bis keinen Raum zugestehen. Bei der Auswertung werden abweichende Daten ignoriert, um die eigenen Erwartungen zu bestätigen.

7. Fehler beim Erkennen der Hypothesen, die getestet wurden

SchülerInnen experimentieren häufig völlig ohne Hypothesen, sodass sie auch Defizite aufweisen, wenn es darum geht, zu erkennen, welche Vermutung hinter der Durchführung eines Experiments steht.

8. Fehlender Bezug zwischen Folgehypothesen

Problematisch ist für SchülerInnen oft auch die Planung einer Experimentalreihe, die durch Folgehypothesen geleitet sein soll. Die einzelnen Ansätze werden ohne Relation zueinander durchgeführt und die Hypothesen nur fragmentarisch überprüft.

9. Fehler durch zu starke Eingrenzung von Hypothesen

Im Falle einer nötigen Revision der ursprünglichen Hypothese ist die Suche nach neuen Vermutungen oftmals dadurch geprägt, dass diese nur für einen Teil der Ergebnisse zutreffend sind. Hypothesen werden zu stark eingegrenzt und alternative offenere Vermutungen ausgeklammert.

Diese empirisch nachgewiesenen häufigen Defizite von SchülerInnen beim Experimentieren (Hammann et al 2006, Phan 2007) sind für die Entwicklung von Programmen zum Methodentraining hilfreich und konstruktiv verwertbar. Sie zeigen auf, an welchen Stellen angesetzt und verstärkt interveniert werden kann und soll.

4.3. ZUSAMMENSCHAU

Während Eschenhagen, Kattmann und Rodi (2006) den Begriff "Versuch" synonym zu "Experiment" verwenden, weist Berck (1999) darauf hin, dass die Abgrenzung der beiden Termini dahingehend möglich ist, dass der "Versuch" durch das Fehlen von Kontrollansatz und Variation der Bedingungen gekennzeichnet werden kann. Im Unterricht findet für gewöhnlich eine derartige Unterscheidung nicht statt, im Gegenteil, so wird der Begriff "Experiment" häufig auch parallel für sämtliche praktische Arbeitsmethoden gebraucht (vgl. Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006), was nach Mayer (o.J.a) eine spezielle Problematik gerade in der Biologie darstellt, "da sie sich in besonderer Weise durch beschreibende Methoden wie Beobachten, Vergleichen und Klassifizieren auszeichnet" (1).

Im Gegensatz zu der über viele Lehrergenerationen tradierten Aussage, zum guten Unterricht gehören viele Schülerexperimente, belegen zahlreiche auch internationale Untersuchungen: Das 'klassische' Schülerexperiment – Lösung einer vorgegebenen Messaufgabe oder das Abarbeiten einer 'Kochbuchvorschrift' – erhöht nicht die Lernleistungen, verbessert nicht das Verstehen, steigert nicht das Interesse an den Naturwissenschaften und entspricht auch nicht naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweise. (Schön 2004, 193)

Es ist demnach eine Unterscheidung zu treffen zwischen Experimenten, die den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess widerspiegeln und Schulversuchen, die die Charakteristika des Experiments im erkenntnistheoretischen Sinne nicht aufweisen (Kap. 4.2.1).

Stellt man nun einen Vergleich zwischen dem naturwissenschaftlichen Modell des Experimentierens in der Wissenschaft und bestätigenden bzw. kochrezeptartigen Experimenten im Unterricht an, so liegen die Differenzen auf der Hand. "[D]as Experiment im Unterricht [ist] gelenkt und getrimmt. Die Schlussfolgerung steht bereits a priori fest und wird oft vom Experiment abgeleitet, während in der Wissenschaft das Experiment eher verifizierenden Charakter hat." (Jodl 2005/2006). Ferner sind Experimente im Unterricht oft durch ein Ingenieursdenken gekennzeichnet, das Erzeugen eines interessanten Effekts steht im Vordergrund. Augenmerk wird lediglich auf jene Aspekte und Variablen gelegt, die den eigenen Erwartungen entsprechen und als für das Ergebnis wichtig angesehen werden. Ist der gewünschte Effekt erreicht, wird das "Experiment" beendet. Nicht so in der Wissenschaft, wo das Verstehen und Untersuchen von Ursache-Wirkungsbeziehungen Priorität haben. Es wird

versucht, alle potenziell bedeutenden Variablen in allen Kombinationen solange zu testen bis die systematische Kontrolle aller Faktoren abgeschlossen ist, wobei sämtliche Ergebnisse berücksichtigt werden und nicht nur jene, die das gewünschte Ergebnis besonders unterstützen. (vgl. Ganser, Hammann o.J.)

Tab.4.2. Gegenüberstellung des Ingenieursmodelles und des naturwissenschaftlichen Modells des Experimentierens (Ganser, Hammann o.J.)

	"Ingenieursmodell"	"Naturwissenschaftliches Modell"
Ziel	Ein gewünschtes interessantes <i>Phänomen erzeugen</i>	Ursache-Wirkungsbeziehungen <i>verstehen</i>
Vorgehen	stark kontrastierende Ereignisse <i>beobachten</i>	den Einfluss jeder potentiell bedeutenden Variable <i>untersuchen</i>
Ableitungen	Beachtung von Ergebnissen, welche die <i>eigenen Erwartungen</i> stützen	<i>Beachtung aller Ergebnisse</i> , um logische Schlussfolgerungen zu ziehen
Suche	<i>Konzentriert sich auf Variablen</i> , die für das Ergebnis wichtig sein könnten	Versucht, <i>alle Kombinationen</i> zu testen
Stop Regel	Wenn das <i>gewünschte Ergebnis</i> erzeugt ist	Wenn die <i>systematische Kontrolle</i> aller Variablen abgeschlossen ist

Will man SchülerInnen ein realistisches Bild des Experimentierens als naturwissenschaftliche Arbeitsweise vermitteln, ist es nötig, allen voran eine Begriffsklärung zu stellen und Schritte und Regeln der erkenntnistheoretischen Methode mit ihnen zu erarbeiten. So sollten etwa auch Aspekte, wie etwa die Verwendung bedeutend höherer Fallzahlen, die in der Unterrichtssituation nicht so einfach realisiert werden können, klar gestellt werden (vgl. Randler 2001). Typische Fehler beim Experimentieren (Kap. 4.2.2.) können dazu verwendet werden, konfundierte Experimente zu analysieren und somit den Unterschied zu naturwissenschaftlich richtigem Arbeiten zu verdeutlichen.

Es bietet sich an, Experimentierkompetenz entsprechend Kompetenzentwicklungsmodellen (Kap. 2.1) kumulativ zu vermitteln. "Dies bedeutet, dass Wissen und Fertigkeiten, die zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten befähigen, vertikal (über die Klassenstufen hinweg) vernetzt und zunehmend ausdifferenziert werden" (Eilks et al. 2004, 208).

5. EXPERIMENTIEREN MIT ASSELN

In diesem Abschnitt werden zuerst Charakteristika in der Biologie der Asseln, insbesondere der Kellerassel *Porcellio scaber*, erläutert. Im Anschluss wird auf die Eignung der Assel als Versuchstier im Biologieunterricht eingegangen. Letztlich wird bezugnehmend auf eine Untersuchung von Retzlaff-Fürst (2008) der Einsatz von Bodenlebewesen im Unterricht beleuchtet.

5.1. BIOLOGIE DER ASSEL

Die Kellerassel *Porcellio scaber* gehört zu den Krebstieren, deren ursprünglicher Lebensraum das Meer ist, der auch heute noch die meisten Arten dieser Klasse beherbergt. Die Crustacea haben allerdings auch das Süßwasser und das Festland erobert. Da *Porcellio scaber* eine der häufigsten Landasseln ist, die in alle Kontinente verschleppt wurde, und als Versuchstier für das Experimentierprogramm heran gezogen wurde, soll hier im weiteren auf die Besonderheiten der Ordnung Isopoda, der Asseln, und im Speziellen der Unterordnung Oniscidea, der Landasseln, eingegangen werden.

5.1.1. MORPHOLOGIE

Der 5 bis 15 mm lange Körper der Asseln ist dorsoventral abgeflacht, der für Crustacea typische Carapax ist sekundär verloren gegangen. In das Integument werden jedoch bei den Landasseln vor allem über die Nahrung aufgenommene Kalksalze zur Verfestigung eingelagert. Terrestrische Arten weisen eine graue oder bräunliche Färbung auf. Als Mechano- und Chemorezeptoren fungieren auf der gesamten Cuticula verteilte Borsten und Schuppen. Ebenso verfügen Isopoda über Sinnesstäbchen an der Antennula, sogenannte Aesthetasken. Bei den Landasseln wird der Erwerb einer völlig neuen Sinnesfunktion angenommen, die von jenen Aesthetasken übernommen wird, nämlich das Prüfen der relativen Luftfeuchtigkeit mithilfe von Hygrorezeptoren. Bei den Oniscidea stellt die Antenna mit unzähligen Sinneshaaren am Endglied das Hauptorgan zur Wahrnehmung von mechanischen und chemischen Reizen dar. Diese "freien Sinneshaare sind [bei *Porcellio scaber*] zu einem kompakten Sinnesstift verschmolzen" (Eisenbeis, Wichard 1985).

Die Thorakopoden besitzen keine Exopodite und keine Epipodite mehr (mit Ausnahme der Oostegite der Weibchen) und erscheinen so als stabförmige Laufbeine. Die Epipodite

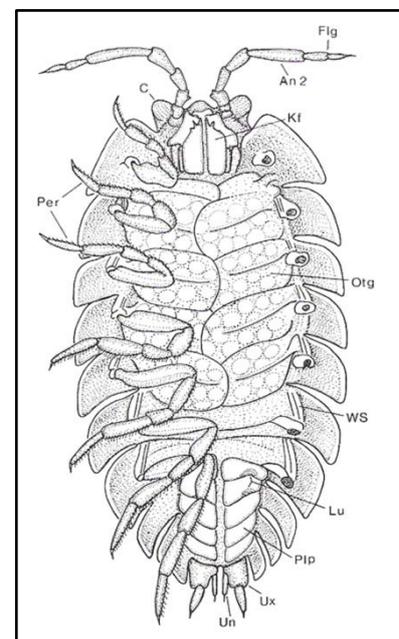


Abb. 5.1. Körpergliederung von *Porcellio scaber*, Ventralansicht mit Marsupium (Eisenbeis, Wichard 1985) (An2-Antenne 2, C-Kopf, Flg-Flagellum mit Pinselorgan, Kf-Kieferfüße, Lu-Lungeneingangsfelder, Otg-Oostegite, Per-Peraeopoden, Plp-Pleopoden, Un, Ux-Uropodenendo-, exopodit, WS-Wasserleitungssystem)

der Thorakopoden dienten ursprünglich der Kiemenatmung und eine derartige Reduktion ist unter den Krebstieren einmalig. Die Landasseln haben sich auf Luftatmung umgestellt und deshalb an den Exopoditen der Pleopoden Trachealorgane oder Lungen ausgebildet. Stufenweise Entwicklungen zeigen Organe von ansteigender Leistungsfähigkeit, wobei bei den höher entwickelten Arten, wie etwa der Kellerassel, die Lungen aufgrund ihrer Luftfüllung am lebenden Tier als weiße Körperchen erkennbar sind. Trotz alledem haben die Landasseln die Kiemenatmung jedoch nicht völlig aufgegeben (vgl. Gruner 1993).

5.1.2. FORTPFLANZUNG

Isopoda sind meist getrenntschlechtlich und locken sich laut Gruner (1993) "gegenseitig mit Sicherheit durch Pheromone an", wobei das Pinselorgan, Geruchsrezeptoren als büschelförmiges Organ am Ende der Antennae, eine wesentliche Rolle bei der Erkennung der Partner spielt. Der Begattung geht bei den meisten Landasseln eine längere Verhaltenskette voraus. Die Geschlechtsorgane sind paarig im Thorax angelegt und die Geschlechtsöffnung befindet sich bei Weibchen im sechsten, beim Männchen im achten Thorakomer. Zudem ist bei den Männchen der Oniscidea der Endopodit des zweiten Pleopoden zu einem Begattungsorgan umgewandelt.

Die Eiablage erfolgt in das Marsupium, einem Brutraum aus meist fünf Paar Oostegiten (Epipodite der Thorakopoden), die einander überlappen. Diese Brutlamellen können nach und nach im Verlauf mehrerer Häutungen heranwachsen oder erst plötzlich mit der Reifehäutung auftauchen. Die Eizahlen sind von der Größe des Muttertieres abhängig, die Brutdauer wird oft von der Temperatur beeinflusst. Im Laufe der Brutzeit kann oft die Hälfte der Eier verloren gehen. Sind die Jungtiere geschlüpft, werden die Brutplatten im Zuge der Zwischenhäutung wieder reduziert.

5.1.3. ENTWICKLUNG

Mit dem Schlüpfen aus dem Ei besitzt das Jungtier zwar bereits alle Segmente, der achte Thorakopod fehlt allerdings noch. Diese als 1. Manca-Stadium bezeichnete Entwicklungsstufe wird noch im Marsupium verbracht, erst nach zwei weiteren Häutungen ist das Jugendstadium erreicht. Das Wachstum erfolgt in durch Häutungen markierten Etappen, wobei die Zeitspannen zwischen den Häutungen mit Alter und Größe zunehmen und auch nach dem Eintritt der Geschlechtsreife fortgesetzt werden. Mitentscheidend für den Eintritt der Häutungen sind Temperatur und Nahrungsangebot.

Die Cuticula wird in zwei Etappen abgestreift, sodass es zu einer sogenannten **Doppelhäutung** kommt. Es entsteht ein Riss am Vorderrand des sechsten Thorakomers und die Cuticula der hinteren Körperhälfte wird abgestreift. Nach einer Pause von mehreren Stunden bis einigen Tagen wird die Cuticula der vorderen Körperhälfte nach vorne geschoben und die Tiere steigen aus der Exuvie heraus. Dies hat den Vorteil, dass die Tiere



Abb. 5.2. Kellerassel mit abgestreifter Cuticula der hinteren Körperhälfte (Foto: Katrin Janoschek 2009)

stets bewegungsfähig und die Sinnesrezeptoren einer Körperhälfte funktionstüchtig bleiben. Eine nur einphasige Häutung des gesamten Körpers könnte bei terrestrischen Arten aufgrund des Wasserverlustes durch Verdunstung tödlich sein. Im Vergleich zu aquatischen Arten sind die Häutungsintervalle der Landasseln relativ kurz (44-58 Tage im Durchschnitt), was vorteilhaft für die Erneuerung der Oberflächenstrukturen mit deren Sinnesrezeptoren ist, da diese an Land schneller abgenutzt werden als im Wasser. (vgl. Gruner 1993)

5.1.4. LEBENSWEISE

Alle Oniscidea (abgesehen von einer Art, die sekundär ins Wasser gegangen ist) leben terrestrisch und haben dementsprechende Anpassungen entwickelt. Die am höchsten entwickelten Vertreter benötigen selbst zur Fortpflanzung keine freien Wasservorkommen mehr. Laut Gruner (1993) erfolgte der Landgang an Meeresküsten, wahrscheinlich über küstennahe Regen- und Nebelwälder. Dieser Übergang vom Leben im Wasser hin zum Landleben vollzog sich stufenweise mit einem immer besseren Verdunstungsschutz und sich immer weiter optimierender Wasserhaushaltsregulierung.

Die Landasseln entwickelten dahingehend ein **Wasserleitungssystem**, das den Tieren die Besiedelung trockener Gebiete ohne freien Wasservorkommen ermöglichte, mit folgenden von Gruner (1993) genannten vielseitigen Funktionen:

- Regulation des äußeren und inneren Wasserhaushalts
- Integration in den Exkretionsmechanismus
- Aufrechterhaltung der Kiemenatmung
- Gewährleistung der Osmoregulation
- Möglichkeit, die Körpertemperatur gegenüber der Außentemperatur durch Transpiration zu senken (862-863)

Das Wasserleitungssystem von *Porcellio scaber* ist ein geschlossener Kreislauf. Aus den Maxillardrüsen wird Harn abgegeben und über ventral gelegene Längsrinnen, die quer über dorsale Tergitrinnen verbunden sind, zum Körperende transportiert. Während des Transportes, der passiv durch Kapillarwirkung erfolgt, wird NH_3 abgegeben und O_2 aufgenommen. Am Körperende dringt die Flüssigkeit in den Pleoventralraum ein und benetzt die Pleopoden. An der respiratorischen Oberfläche der Endopodit-Kiemen diffundiert der Sauerstoff in den Körper. Letztlich wird die Flüssigkeit über den After wieder in den Enddarm aufgenommen. (vgl. Eisenbeis, Wichard 1985)

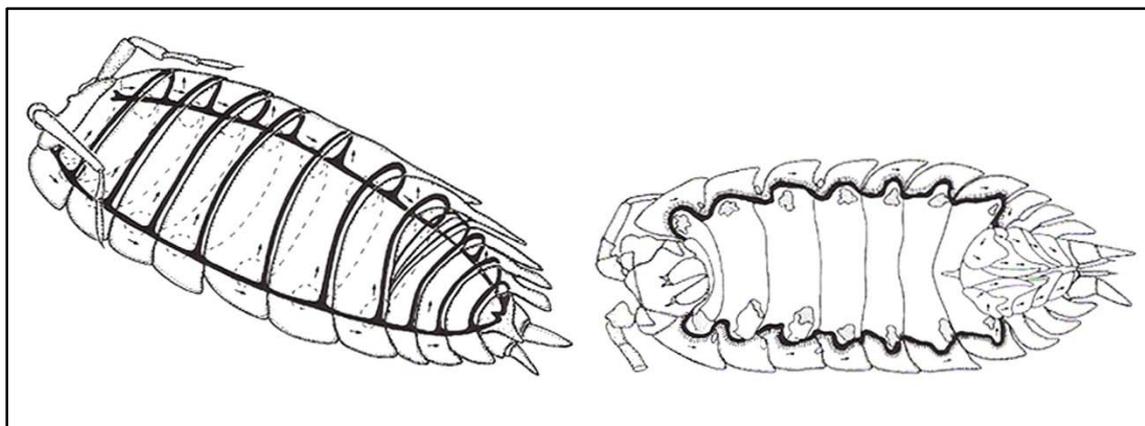


Abb. 5.3. Geschlossenes Wasserleitungssystem von *Porcellio scaber* (Eisenbeis, Wichard 1985)

Nicht nur das Wasserleitungssystem ist geschlossen, sondern auch das Marsupium. Zudem decken Luftatmungsorgane jenen Sauerstoffbedarf, dem die Kiemen nicht nach kommen können. Zum Ausgleich der verdunsteten Flüssigkeit genügt den Porcellionidae die Aufnahme des in der Nahrung enthaltenen Wassers. Trotz all dieser Anpassungen sind die Landasseln dennoch nicht völlig gegen Austrocknung geschützt, insbesondere deshalb nicht, weil ihnen die isolierende Wachsschicht in der Cuticula fehlt. Um dieses Defizit auszugleichen, zeigen die Tiere ein entsprechendes Verhalten. Sie sind tagsüber an geschützten Orten wie Spalten und Ritzen, der Laubstreu oder der Unterseite von Steinen zu finden und werden meist erst nachts, wenn durch die Abkühlung die relative Luftfeuchtigkeit steigt, aktiv. Zudem bevorzugen sie frische Blätter gegenüber trockenem Laub.

5.1.5. ÖKOLOGISCHE BEDEUTUNG

Landasseln spielen aufgrund ihrer Nahrungsgewohnheiten eine bedeutsame Rolle im Naturhaushalt, da sie Falllaub in großen Mengen verzehren und dabei die Blätter bis auf das Skelett durchlöchern. "Durch die mechanische Zerkleinerung der abgestorbenen Pflanzensubstanzen erleichtern sie die Humusbildung und leiten in ihrem Darm sogar schon die dafür notwendigen chemischen Prozesse ein." (Gruner 1993, 867) Nach Eisenbeis und Wichard (1985) sind die Nahrungsmengen abhängig von Körpergröße, Entwicklungsphase, der Laubblattart und von Zersetzungsgrad und Feuchtigkeit der Nahrung. Abgesehen davon wird jedoch stets mehr aufgenommen als die Tiere für sich selbst in Anspruch nehmen, weshalb in ihrem Umfeld Kotschichten angehäuft werden, die in der freien Natur zum Beispiel von Collembolen weiter zersetzt werden.

5.2. DIE ASSEL ALS VERSUCHSTIER

Landasseln sind als Versuchstiere für die Schule aus mehreren Gründen sehr gut geeignet. Zum einen sind sie als Tiere aus dem Lebensumfeld der SchülerInnen einfach und in ausreichender Zahl zu besorgen und ohne größeren Aufwand auch längerfristig zu halten. Andererseits lassen sich mit ihrer Hilfe eine Vielzahl an Unterrichtsthemen anschaulich bearbeiten (Kalas o.J.).

Zu finden sind Landasseln in Parks, Wäldern oder Gärten an Plätzen, die für sie leichte Verstecke darstellen, wie etwa unter Steinen, in Mauerritzen etc. Es empfiehlt sich, zum Einsammeln ein mittelgroßes Behältnis zu verwenden, um eventuell für die erste Zeit auch etwas Substrat, auf dem die Tiere leben, mitnehmen zu können. Für die Haltung der Tiere über längere Zeit ist die Einrichtung eines Asselterrariums naheliegend. Hierfür können Terrarien bzw. Aquarien verwendet werden. Billigere Varianten stellen alte Plastikbehälter dar, wie sie etwa im Lebensmittelhandel zur Verpackung von Süßwaren (Lebkuchen, Kekse, usw.) verwendet werden. Obwohl in der Literatur immer wieder dazu geraten wird, natürliches Substrat wie etwa Gartenerde, Komposterde, Rindenstücke und Steine, als Einstreu zu verwenden (vgl. Skaumal, Rohweder, Westphal 1997; Biedermann 1998; Buning, Hellberg-Rohde 2003; Kalas o.J.), hat sich im Zuge der vorliegenden Studie als Untergrund ein etwa drei Zentimeter hoher, im Anschluss angefeuchteter Ausguss aus einer Mischung von Gips und Aktivkohle bewährt, auf den als Nahrungsquelle entsprechend der Jahreszeit verfügbare Laubblätter platziert wurden. Unter

diesen Bedingungen lassen sich die Tiere pflegeleicht über längere Zeit halten und bringen im Idealfall auch Junge hervor, sodass das ganze Jahr über Versuchstiere zur Verfügung stehen.

Landasseln ermöglichen wie eingangs erwähnt das anschauliche Behandeln einer Vielzahl von Themen im Biologieunterricht, wie etwa beispielhaft der Körperbau von Krebstieren mit seinen Eigenheiten. Besonders gut nachzuvollziehen ist hierbei der Vorgang der Häutung, da im Terrarium meist eine Sammlung von Exuvienteilen zu finden und auch das Prinzip der Doppelhäutung wunderbar zu beobachten ist. Da Asseln im Allgemeinen Präferenzen gegenüber bestimmten Umweltbedingungen zeigen, eignen sie sich besonders auch für die Durchführung von Verhaltensexperimenten. So sind Asseln etwa negativ phototaktisch, d.h. sie bevorzugen in der Regel dunklere Aufenthaltsorte, was als Flucht vor Sonnenlicht interpretiert werden kann. Dies ist für die Tiere lebenswichtig, da sie aufgrund ihrer anatomischen Gegebenheiten (wasserdurchlässige Cuticula, Kiemenatmung) stark durch Austrocknung gefährdet sind. Aus den gleichen Gründen bevorzugen sie kühle, feuchte Plätze. "Das Verhalten der Tiere ist in den Experimenten überaus eindeutig [...]. Die in den Experimenten gewonnenen Daten können leicht als Anpassungen im Verhalten der Tiere interpretiert und mit ihren Lebensbedingungen verknüpft werden." (Biedermann 1998, 6). Besonders beeindruckend ist auch das Phänomen der Wasserabgabe.

Die durch Verdunstung entstehenden Wasserverluste werden ausschließlich über die aufgenommene Nahrung, nicht etwa durch Trinken ausgeglichen. Gegen überschüssiges Wasser sind die Tiere außerordentlich empfindlich, da es offenbar die physikalischen und physiologischen Abläufe im Wasserleitungssystem maßgeblich stört. So werden zum Beispiel auf den Rücken fallende Wassertropfen an den Tergiträndern ventrad abgeleitet und nach hinten geführt. Die zusammengelegten Uropoden-Endopodite setzen dann durch tippende Bewegungen den Überschuss tröpfchenweise auf dem Boden ab. (Gruner 1993, 862)

Dieses Phänomen kann sehr gut am lebendigen Tier beobachtet werden, indem die Asseln zuerst durch Entzug an eine geringe Wasserzufuhr gewöhnt werden, schließlich jedoch eine überschüssige Menge an Wasser in das Terrarium eingebracht wird.

Zudem können Landasseln als Beispielorganismen für Destruenten im ökologischen System vorgestellt und ihre Bedeutung bei der Humusproduktion verdeutlicht werden. Die Beobachtung des Fressverhaltens über einige Tage und Wochen hinweg ermöglicht das einprägsame Nachvollziehen des Begriffes "Skelletfraß". Besonders deutlich demonstrieren lässt sich dies anhand großer Laubblätter mit starker Äderung (z.B. Platanenblätter, obwohl in der Literatur die Meidung dieser seitens der Asseln erwähnt wird, vgl. Biedermann 1998).

5.3. BODENLEBEWESEN IM BIOLOGIEUNTERRICHT

Retzlaff-Fürst (2008) beschäftigte sich in einer empirischen Studie mit der ästhetischen Beurteilung von Bodenlebewesen durch SchülerInnen. Neben Hundertfüßer, Regenwurm und Schwarzer Wegschnecke wurde auch die Kellerassel als Beispielorganismus ausgewählt.

Sie geht von den Vorstellungen der SchülerInnen aus, die bei Tieren eine Vorliebe gegenüber Wirbeltieren aufweisen. "Wirbellose Tiere stehen also auf den 'Ekellisten' von Schülern ganz

oben." (Retzlaff-Fürst 2008, 107). Die Gefahr von negativen Naturerfahrungen und ästhetisch negativen Bewertungen gegenüber Wirbellosen besteht darin, dass die Bereitschaft der SchülerInnen sich für den Schutz negativ besetzter Tiere (und deren Lebensraum) einzusetzen verringert wird. Was hässlich ist, ist es nicht wert, geschützt zu werden. Die meist hohe ökologische Bedeutung der Tiere wird dabei nicht berücksichtigt. Retzlaff-Fürst betont jedoch auch, dass ästhetische Schülerurteile nichts Feststehendes sind und der Biologieunterricht hier ansetzen kann und soll. Besonders hervorzuheben sei an dieser Stelle die Methode des Perspektivenwechsels, die eine Veränderung des Verhältnisses zum Positiven ermöglicht, da in einer empirischen Untersuchung gezeigt werden konnte, dass Ausschnittsperspektiven positiver beurteilt werden als Alltagsperspektiven (Retzlaff-Fürst 2008).

Die ästhetische Bewertung der Kellerassel ist in der Ausschnittsperspektive, die nur einen Teil der dorsalen mittleren Segmente zeigt, fast ausschließlich durch formalästhetische Faktoren, in der Alltagsperspektive, bei der der Gesamthabitus der Assel zu sehen ist, vermehrt auch durch inhaltlich ästhetische Faktoren begründet. Während die Alltagsperspektive von beiden Geschlechtern ähnlich bewertet wurde, ist bei der Beurteilung der Ausschnittsperspektive ein geschlechtsspezifischer Unterschied festzustellen, diese wurde von den Mädchen positiver bewertet. Beide Perspektiven wurden überwiegend als "nicht schön" oder "hässlich" empfunden.

Fazit: die immense ökologische Bedeutung einerseits und andererseits die weit reichende Ablehnung der Bodenorganismen durch die Schüler (und deren Umwelt) stehen an verschiedenen Polen eines umfassenden Problems, dass durch didaktische Bemühungen eventuell überwunden werden kann. (Retzlaff-Fürst 2008, 108)

Folgende Überlegungen um die ästhetische Beurteilung von Bodenlebewesen durch SchülerInnen im positiven Sinne zu fördern (Retzlaff-Fürst 2007), sollten im Unterricht berücksichtigt werden:

- Farbige und gemusterte Tiere auswählen.
- Darauf achten, dass die Tiere unverletzt sind.
- Tiere mit langsamer Fortbewegung wählen.
- Erlebnisse und Assoziationen der SchülerInnen mit wirbellosen Tierarten berücksichtigen.
- Wirbellose unter verschiedenen Betrachtungsperspektiven (Ausschnittsperspektive/ Alltagsperspektive) vorstellen. (77)

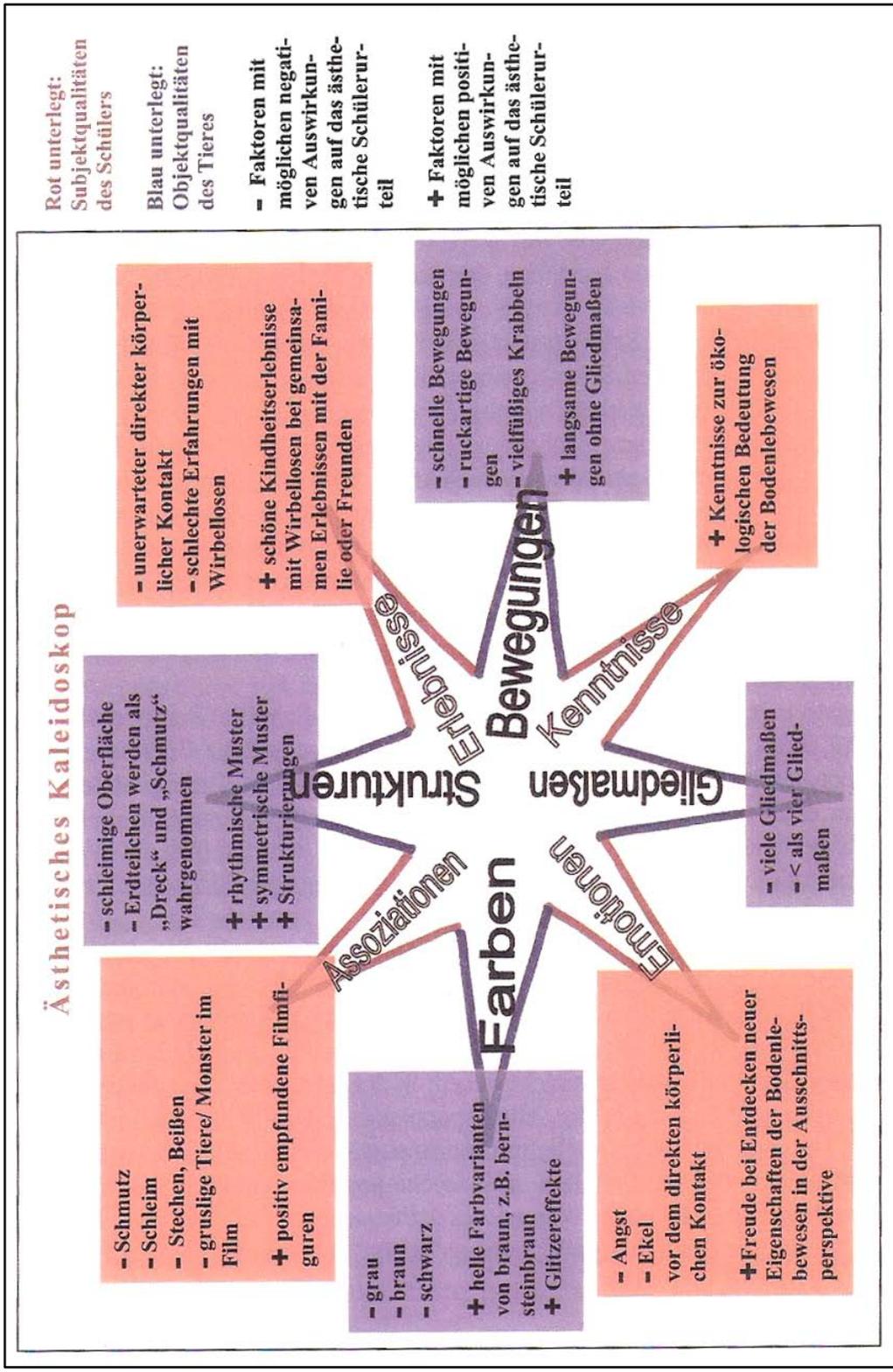


Abb. 5.4. Wahrnehmungsebenen von Bodenorganismen (Objektqualitäten) durch SchülerInnen (Subjektqualitäten) dargestellt in einem "Ästhetischen Kaleidoskop" (Retzlaff-Fürst 2008)

TEIL II – EMPIRISCHE ERHEBUNG

6. FORSCHUNGSFRAGE UND HYPOTHESEN

Im Zuge des Projektes "biokomp – Biologie Kompetenz orientiert unterrichten" soll durch ein vierstündiges Interventionsprogramm erforscht werden, ob durch ebendieses ein Kompetenzzuwachs im Bereich des Experimentierens bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I erfolgt. Die Durchführung der empirischen Untersuchung erfolgte im Rahmen der Lehrveranstaltung "Interdisziplinäres Projektpraktikum – Schülerkompetenzen fördern durch Experimentieren" am Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie (AECC) der Universität Wien in Kooperation mit Allgemeinbildenden Höheren Schulen in Wien.

6.1. FORSCHUNGSFRAGE

Folgende zentrale wissenschaftliche Fragestellung soll beantwortet werden:

Erfahren Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme am Projekt einen Kompetenzzuwachs im Bereich des Experimentierens?

Erhoben werden nicht nur auf den Prozess des Experimentierens bezogene Kompetenzen, sondern auch Faktoren wie etwa das Interesse der SchülerInnen am Fach, am Experimentieren sowie am Umgang mit lebenden Tieren, die Motivationsgründe für das Lernen im Unterrichtsfach Biologie, und selbstverständlich auch demografische Daten wie Alter und Geschlecht. Die Ergebnisse der Nacherhebung sollen mit den erhobenen Aspekten in Verbindung gebracht werden. Die detaillierten Fragestellungen lauten:

- a. Inwieweit sind altersspezifische Unterschiede in Bezug auf das Ausmaß des Kompetenzzuwachses zu beobachten?
- b. Inwiefern sind geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf das Ausmaß des Kompetenzzuwachses zu beobachten?
- c. Erfolgt der Kompetenzzuwachs in den Teilkompetenzbereichen des Experimentierens jeweils unterschiedlich?

6.2. HYPOTHESEN

Entsprechend den angeführten Fragestellungen können die folgenden Hypothesen aufgestellt werden, die durch die Untersuchung bestätigt bzw. widerlegt werden sollen:

- **H₁**: Schülerinnen und Schüler erfahren einen Kompetenzzuwachs.

- **H₀**: Schülerinnen und Schüler erfahren keinen Kompetenzzuwachs.
 - **H_{1a}**: Je älter die Schülerinnen und Schüler, desto höher ist der Kompetenzzuwachs.
H_{01a}: Der Kompetenzzuwachs erfolgt altersunabhängig.
 - **H_{1b}**: Der Kompetenzzuwachs unterscheidet sich je nach Geschlecht der Probanden.
H_{01b}: Der Kompetenzzuwachs unterscheidet sich nicht nach dem Geschlecht der Probanden.
 - **H_{1c}**: Der Kompetenzzuwachs erfolgt in den Teilkompetenzbereichen jeweils unterschiedlich.
H_{01c}: Der Kompetenzzuwachs ist nicht auf einzelne Teilkompetenzbereiche zurückzuführen.

7. FORSCHUNGSDESIGN

Die empirische Untersuchung ist als Interventionsstudie mit Pre- und Posttest angelegt (Abb. 7.1). Zur Erhebung quantitativer Daten werden Fragebögen zur Vor- und Nacherhebung eingesetzt. Qualitative Daten liefern offene Fragestellungen, die in Gruppeninterviews bzw. schriftlich zu bearbeiten sind. Die Intervention umfasst ein vierstündiges Programm zum kumulativen Aufbau der Experimentierkompetenz. Durch den parallelen Einsatz der Vor- und Nacherhebungsbögen in Kontrollgruppen soll im Vergleich ein eventueller Kompetenzzuwachs im Bereich des Experimentierens bei den Experimentalgruppen erhoben werden. Die Probanden sollen weg vom Ingenieursdenken gebracht werden und die Schritte des naturwissenschaftlichen Experimentierens erlernen.

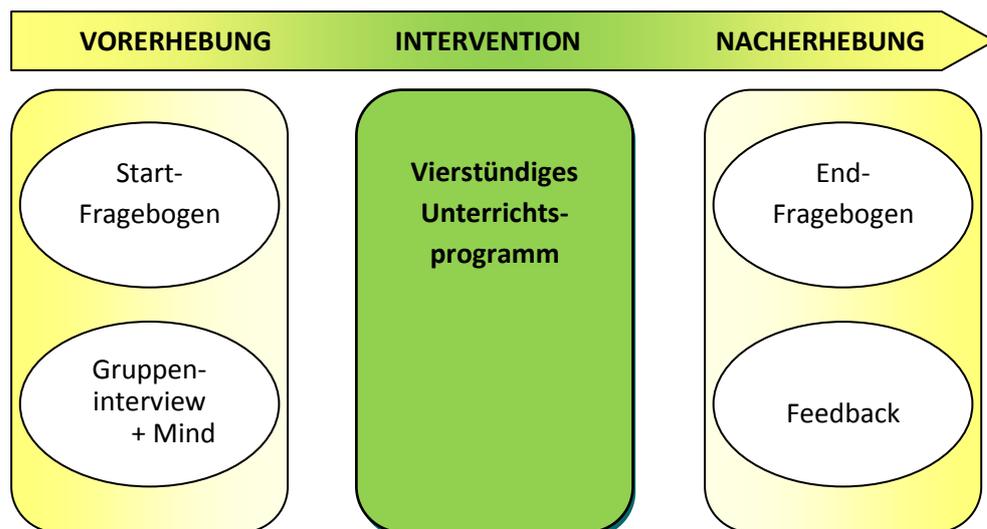


Abb. 7.1. Forschungsdesign

7.1. STICHPROBE

An dem Projekt beteiligt waren zwei Wiener Allgemeinbildende Höhere Schulen: eine 6. und eine 8. Schulstufe des GRG Billrothstraße 73 im 19. Wiener Gemeindebezirk mit der kooperierenden Lehrerin Mag.^a Edda Zidar und eine 7. Schulstufe des Amerlinggymnasiums, Amerlingstraße 6, im 6. Wiener Gemeindebezirk mit der kooperierenden Lehrerin Mag.^a Elisabeth Pröll.

Insgesamt umfasste die Stichprobe nach Bereinigung $n=148$ Probanden, davon 61 Mädchen und 84 Buben (Abb.7.2.) im Alter von 11 bis 16 Jahren (Tab.7.1. und Abb. 7.3.).

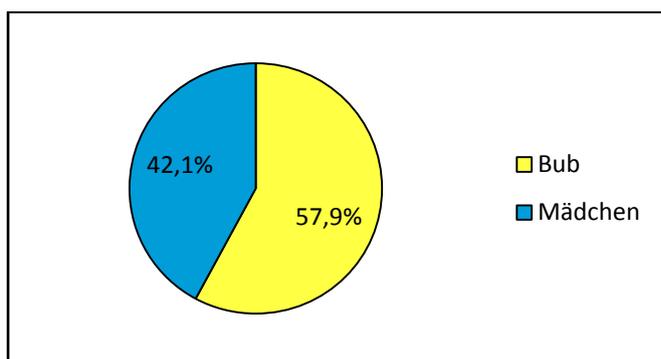


Abb. 7.2. Prozentuale Geschlechterverteilung der Stichprobe

Tab. 7.1 Altersverteilung der Probanden nach Geburtsjahr

Geb.jahr	1993	1994	1995	1996	1997
Anzahl	3	21	46	52	33

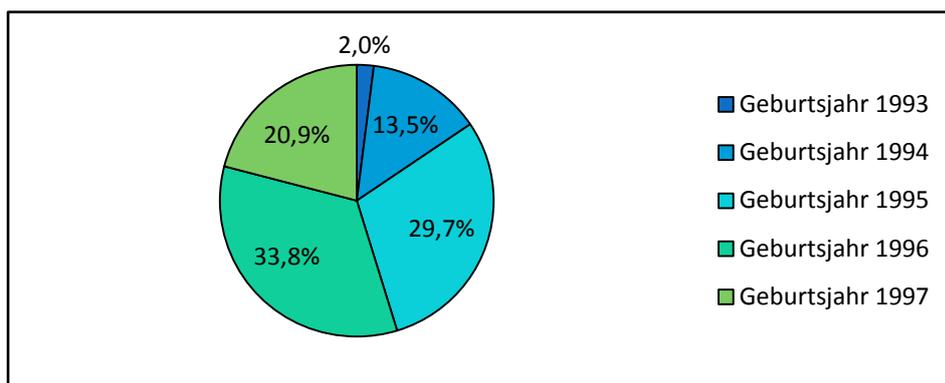


Abb. 7.3. Prozentuale Altersverteilung der Stichprobe

104 SchülerInnen besuchten die 2. bzw. 4. Klasse des Billrothgymnasiums und 44 SchülerInnen die 3. Klasse des Amerlinggymnasiums (Abb. 7.4. und Abb. 7.5.).

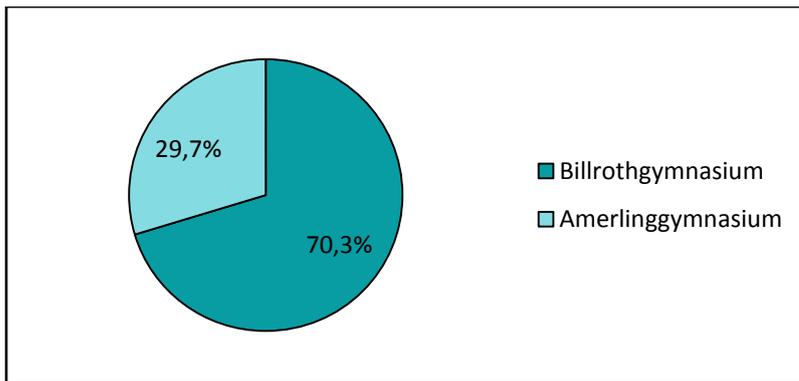


Abb. 7.4. Prozentuale Verteilung der Stichprobe nach Schule

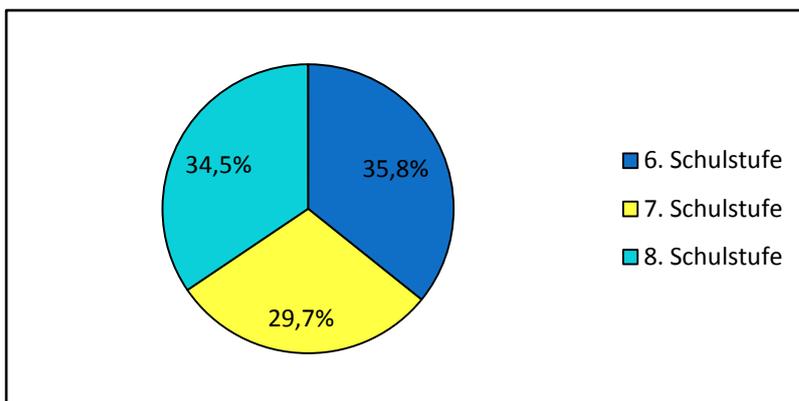


Abb. 7.5. Prozentuale Verteilung der Stichprobe nach Schulstufen

Die Experimentalgruppe umfasste 69 SchülerInnen, wobei 19 davon das Interventionsprogramm nicht zum Thema "Asseln", sondern zum Thema "Die Sinne" erfuhren. Dies ergab sich aus der Gruppeneinteilung innerhalb der studentischen LehrveranstaltungsteilnehmerInnen. Die Kontrollgruppe setzte sich aus insgesamt 79 SchülerInnen zusammen (Abb. 7.6.).

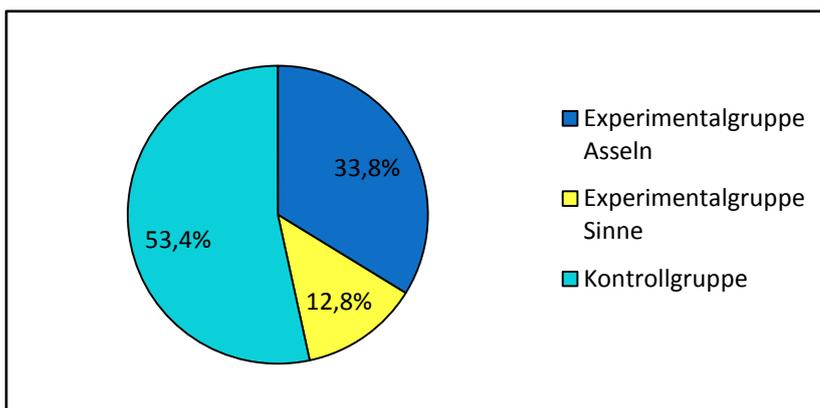


Abb. 7.6. Prozentuale Verteilung Experimentalgruppe - Kontrollgruppe

Die Experimentalgruppe zum Thema Asseln setzte sich zusammen aus 26 Schülerinnen und 24 Schülern. 23 SchülerInnen besuchten die 2. Klasse, 21 die 3. Klasse und 6 die 4. Klasse Unterstufe. Lediglich SchülerInnen der 8. Schulstufe nahmen am Interventionsprogramm zum Thema Sinne teil, davon 3 Mädchen und 16 Buben. Die Kontrollgruppe umfasste 30 SchülerInnen der 6. Schulstufe, 23 SchülerInnen der 7. Schulstufe und 26 SchülerInnen der 8. Schulstufe und

setzte sich aus 32 weiblichen und 44 männlichen Testpersonen zusammen (Abb. 7.7. und Abb. 7.8.).

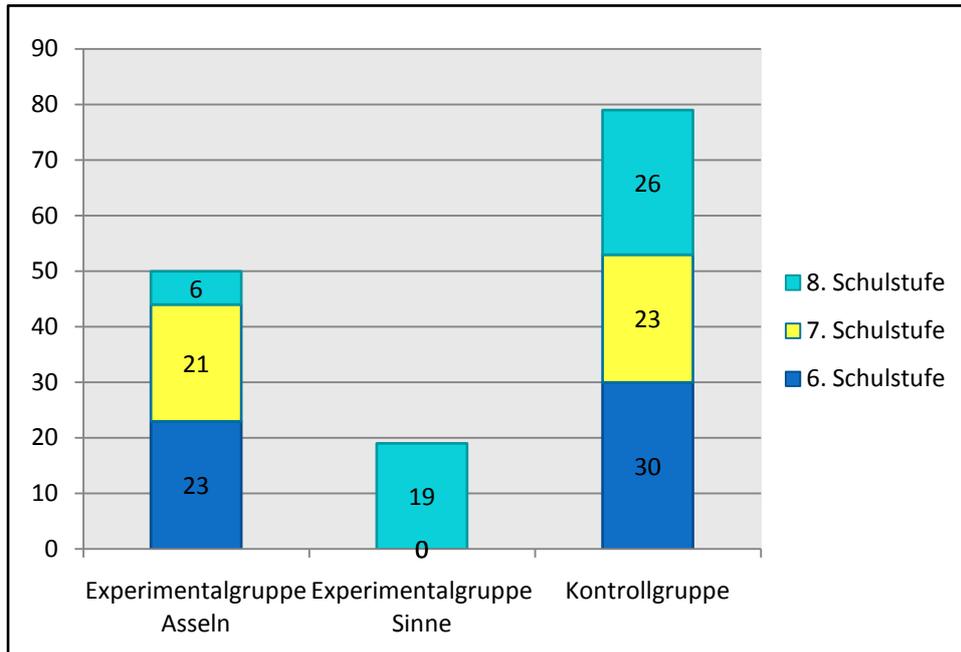


Abb. 7.7. Verteilung nach Schulstufen in Experimental- und Kontrollgruppe

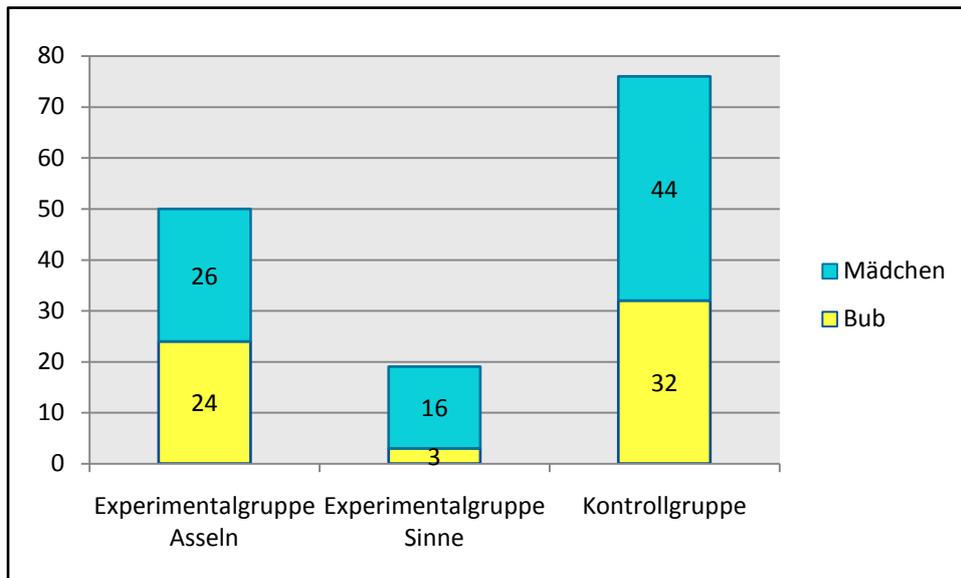


Abb. 7.8. Verteilung nach Geschlecht in Experimental- und Kontrollgruppe

Im Folgenden wird auf die Experimentalgruppe, die das Interventionsprogramm zu den Sinnen absolviert hat und somit auch auf die Beschreibung dieses Programmes nicht näher eingegangen. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem Experimentierprogramm zum Thema lebende Tiere, Asseln.

7.2. ZEITPLAN

Der praktische Teil der Untersuchung wurde im Rahmen der Lehrveranstaltung "Interdisziplinäres Projektpraktikum – Schülerkompetenzen fördern durch Experimentieren" im Wintersemester 2008/2009 durchgeführt. Der ursprüngliche Zeitplan musste aufgrund administrativer Umstände seitens der Schule etwas abgeändert werden. Der tatsächliche Verlauf des Projekts ist in der folgenden Tabelle (Tab. 7.2.) festgehalten, wobei Abweichungen von der primären Planung durch Fußnoten gekennzeichnet sind.

Tab. 7.2. Zeitlicher Verlauf der Projektstudie

Datum

24.10.2008	Vorerhebung 6. Schulstufe 2B Klasse des GRG Billrothstraße 73, Lehrerin: Mag. ^a Edda Zidar Vorstellung des Projektes, Fragebogen, Gruppeninterviews
29.10.2008	Vorerhebung 8. Schulstufe 4A Klasse des GRG Billrothstraße 73, Lehrerin: Mag. ^a Edda Zidar (SchülerInnen, die nicht Teil der Science-Klasse sind) Vorstellung des Projektes, Fragebogen, Gruppeninterviews
19.11.2008	Intervention Teil 1 – 6. Schulstufe 2 Unterrichtseinheiten
21.11.2008	Intervention – 8. Schulstufe 4 Unterrichtseinheiten
28.11.2008	Nacherhebung – 8. Schulstufe
12.12.2008 ²	Intervention Teil 2 – 6. Schulstufe 2 Unterrichtseinheiten
18.12.2008	Vorerhebung, Intervention, Nacherhebung – 7. Schulstufe 3A Klasse des Amerlinggymnasiums, Amerlingstraße 6, Lehrerin: Mag. ^a Elisabeth Pröll 4 Unterrichtseinheiten
09.01.2009 ³	Nacherhebung 6. Schulstufe
März/April 2009 ⁴	Datenauswertung

² Ursprünglich für den 05.12.2008 angesetzt. Durch die Verschiebung um eine Woche entstand zwischen erstem und zweitem Teil der Intervention ein zeitlicher Abstand von 2,5 Wochen.

³ Aufgrund der notwendigen Verschiebung des zweiten Interventionsteiles und einer Schulveranstaltung konnte die Nacherhebung leider nicht wie geplant eine Woche nach der Intervention stattfinden, sondern musste auf Jänner verschoben werden. Die dadurch entstandene große zeitliche Lücke von 4 Wochen inkludierte die Weihnachtsferien.

7.3. VORERHEBUNG

Die Vorerhebung setzte sich zusammen aus einem Fragebogen zur Erhebung quantitativer Daten und einem Gruppeninterview zur qualitativen Datenerhebung. Der Fragebogen beinhaltete Fragen zum methodischen und epistemologischen Wissen. Desweiteren wurden Fragen gestellt, die Motivation und Interesse der SchülerInnen am Biologieunterricht, am Experimentieren und am Umgang mit lebenden Tieren abdeckten, sowie das vorhandene Fachwissen zu Asseln erkunden sollten. Das Gruppeninterview zielte auf die Analyse des Verständnisses des Experimentierprozesses ab.

7.3.1. STARTFRAGEBOGEN

Der Fragebogen zur Vorerhebung (siehe Anhang) orientierte sich an den hierarchischen Ebenen des Experimentierens und den entsprechenden kognitiven Prozessen (nach Ehmer 2008, Abb. 7.9.) und sollte fast ausschließlich durch Ankreuzen von Antwortmöglichkeiten bearbeitet werden.

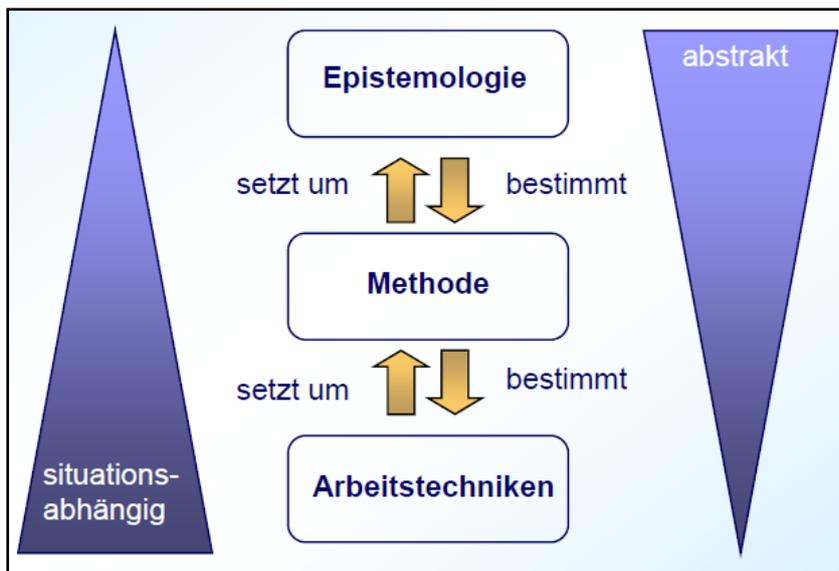


Abb. 7.9. Hierarchische Ebenen des naturwissenschaftlichen Experimentierens (Ehmer 2008)

Epistemologisches Wissen

Es wurden drei Fragen zum epistemologischen Wissen gestellt, die das Wissen der SchülerInnen zur Theorie des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns erfassen sollten. Die drei geschlossenen Fragen waren im Multiple Choice Format gestellt. Maximal waren als Summenscore 15 Punkte zu erreichen.

Methodisches Wissen

Weiters beantworteten die SchülerInnen drei Fragen zum methodischen Wissen zum Experimentieren, bei denen der Umgang der SchülerInnen mit Konzepten des Experimentierens

⁴ Die Datenerhebung in den Kontrollgruppen war auf die freiwillige Kooperation von zusätzlichen Lehrkräften angewiesen. Leider ergaben sich hier seitens dieser Verzögerungen, die die Datenauswertung aufschoben.

wie etwa Kontrollansatz, Variablenkontrolle, Erkennen wissenschaftlicher Fragestellungen, Schlussfolgerungen ziehen erhoben werden sollte. Durch Ankreuzen jeweils nur einer richtigen Antwort konnte bei allen drei geschlossenen Fragen ein maximaler Summenscore (Ex_Score) von 3 erreicht werden. Konkret bezog sich Frage Ex_1 auf das Erkennen naturwissenschaftlicher Fragestellungen also dem Umgang mit Hypothesen, Frage Ex_2 auf das Erklären der Durchführung eines Experiments und dem Ziehen von Schlussfolgerungen und Frage Ex_3 auf die Experimentplanung unter Anwendung der Prinzipien Kontrollansatz und Variablenkontrolle.

Bei der Auswahl der Testitems zu epistemologischem und methodischem Wissen wurde auf validierte Erhebungsinstrumente nach Ehmer (2008) zurück gegriffen.

Motivation

13 Fragen zur Motivation der SchülerInnen wollten verzeichnen, aus welchen Gründen die SchülerInnen im Unterrichtsfach Biologie arbeiten und lernen. Die Items konnten faktorenanalytisch unterteilt werden, um die Aspekte Intrinsische Motivation, Extrinsische Motivation und Schlechtes Gewissen, Scham zu unterscheiden. Die Antworten wurden in Form einer vierstufigen metrischen Intervallskala mit einem Mittelwert von MD = 2,5 erhoben (1=stimmt überhaupt nicht, 2=stimmt eher nicht, 3=stimmt eher, 4=stimmt völlig). Die Motivationsgründe wurden einmalig im Startfragebogen vor der Intervention erfasst.

Interesse

Zehn weitere Fragen erkundeten das Interesse der SchülerInnen am Biologieunterricht an sich, an der Durchführung von Experimenten und an der Arbeit mit lebenden Tieren. Zudem wurden die Präferenzen für Allein- bzw. Gruppenarbeit erfragt. Auch hier wurden die Antworten in einer vierstufigen metrischen Intervallskala mit einem Mittelwert von MD = 2.5 erfasst (1=gar nicht, 2=wenig, 3=etwas, 4=sehr).

Mittels faktorenanalytischer Verfahren wurden die verwendeten Skalen zu Subskalen verrechnet. Die Faktorenanalyse stellt hierbei ein "leistungsfähiges Instrument zur Datenreduktion und Datenerklärung" (Monka, Voß 2002, 438) dar, mit dessen Hilfe Variablen bzw. Faktoren berechnet wurden, die durch die Fragebogenitems nicht direkt erhoben werden. Dadurch konnten Korrelationen, sogenannte "multivariate Zusammenhänge" (Geiser 2003/2004, 2), aufgedeckt werden. Es konnten durch die Berechnungen sowohl bei Interesse als auch bei Motivation jeweils drei Faktoren dargelegt werden, die mit den entsprechenden Einzelitems den Tabellen 7.3 und 7.4 entnommen werden können. Zur Berechnung der Skalengüte bzw. der Korrespondenz der Einzelitems mit den jeweiligen Subskalen wurden Reliabilitätskoeffizienten (Cronbachs Alpha) berechnet.

Tab. 7.3. Faktorenanalyse der Items zu Motivation (n = Itemanzahl, Cronbachs Alpha = Maß für die Reliabilität der Skala)

Skala	n	Cronbachs Alpha	Items Ich arbeite und lerne in Biologie, ...
Motivation Gesamt	12	.68	
Intrinsische Motivation	6	.87	M_5.1 weil es mir Spaß macht. M_5.3 um später eine besondere Ausbildung machen zu können.

			M_5.5 weil ich neue Dinge lernen möchte. M_5.8 weil ich es genieße, mich mit diesem Fach auseinander zu setzen. M_5.9 weil ich mit dem Wissen im Fach später einen besseren Job bekommen M_5.12 weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann
Extrinsische Motivation	4	.60	M_5.2 weil ich möchte, dass meine Lehrerin denkt ich bin ein/e gute/r Schüler/in. M_5.4 weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme. M_5.7 weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme. M_5.10 weil ich sonst schlechte Noten bekomme.
Schlechtes Gewissen, Scham	2	.65	M_5.6 weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich wenig tun würde. M_5.11 weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde.

Tab. 7.4. Faktorenanalyse der Items zu Interesse (n = Itemanzahl, Cronbachs Alpha = Maß für die Reliabilität der Skala)

Skala	n	Cronbachs Alpha	Items
Interesse Gesamt	9	.68	
Interesse Biologieunterricht	4	.83	I_6.1 Wie interessant ist für dich der Biologieunterricht? I_6.2 Wie sehr macht dir der Biologieunterricht Spaß? I_6.3 Beschäftigst du dich auch in deiner Freizeit mit Biologie? I_6.4 Wie sehr interessiert es dich, Experimente durchzuführen?
Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	4	.60	I_6.4 Wie sehr interessiert es dich, Experimente durchzuführen? I_6.5 Arbeitest du gerne mit lebenden Tieren im Biologieunterricht? I_6.6 Würdest du gerne mehr Experimente im Unterricht durchführen? I_6.9 Wie sehr traust du dir zu, selbst ein Experiment durchzuführen?
Präferenz für Gruppenarbeit	2	.60	I_6.7 (negativ gepolt) Arbeitest du gerne allein? I_6.8 Arbeitest du gerne in Gruppen?

Fachwissen

Letztlich wurden fünf Fragen gestellt, mittels derer das bei den SchülerInnen vor der Intervention vorhandene Fachwissen zum Thema "Asseln" erhoben wurde. Im Sinne des Single Choice Verfahren wurde hier nur eine Antwort als richtig gewertet, sodass insgesamt ein maximaler Summenscore von 5 zu erreichen war.

7.3.2. KLEINGRUPPENINTERVIEWS

Zur Gewinnung von qualitativen Daten wurde das Verständnis der SchülerInnen für das Experimentieren als naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess in Kleingruppeninterviews erhoben. Es wurde eine Verstehensaufgabe als Impuls gesetzt, die die SchülerInnen dann unter zusätzlicher Entwicklung einer Concept Map (bzw. eines Mind Map) diskutieren und lösen sollten.

Rechtspfüter oder Linkspfüter?

Tina ist beim Spielen mit ihrer Katze Jule aufgefallen, dass Jule sehr oft mit der rechten Pfote zuerst nach etwas schnappt. Sie fragt sich:

„Gibt es etwa bei Katzen Rechts- und Linkspfüter so wie es bei den Menschen Rechts- und Linkshänder gibt? Ist Jule möglicherweise ein Rechtspfüter?“

**Wie könnte Tina ihre Vermutung überprüfen?
Wie würdest du an ihrer Stelle vorgehen?**



Abb. 7.10. Interviewimpuls (nach Stäudel, Werber, Wodzinski 2006)

Die Interviews waren auf eine Zeitspanne von etwa 20 Minuten angesetzt, wurden parallel in Kleingruppen von sechs bis neun SchülerInnen durchgeführt, mit Tonbändern aufgezeichnet und im Anschluss transkribiert (Transkripte und Concept Maps siehe Anhang). Zur Auswertung wurde die Methode der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2000) gewählt mit einer Verknüpfung von induktiver und deduktiver Kategorienbildung (Tab. 7.5 bis 7.7). Unter Berücksichtigung des SDDS-Modells nach Klahr (2000) (siehe Kap. 3.1) wurden die Hauptkategorien deduktiv als "Hypothesen bilden", "Experiment durchführen" und "Datenanalyse" festgelegt. Im Anschluss wurden aus dem Material heraus induktive Einzelkategorien gebildet und zu Subkategorien zusammengefasst, die den entsprechenden Hauptkategorien theoriegeleitet zugewiesen wurden (vgl. Gläser-Zikuda 2005). Nach Auswertung des Materials wurde die Interkoderreliabilität durch einen weiteren Kodierer und der Ermittlung von Kappa-Werten⁵ geprüft.

Mayring (2000) betont die Wichtigkeit bei qualitativen Auswertungen, "die Auswertungsaspekte nahe am Material, aus dem Material heraus zu entwickeln". Durch induktive Kategorien-

⁵ Kappa-Wert = Wert der Übereinstimmung zweier Kodierer. Ein Kappa-Wert von 1 entspricht einer Übereinstimmung in der Kodierung von 100%. Je näher der Kappa-Wert an 1 liegt, umso größer kann die Reliabilität der Auswertungskategorien angesehen werden.

entwicklung, bei der festgelegt wird, welche durch systematische Reduktion bestimmten Aspekte im Textmaterial aufgenommen werden, ist dies gewährleistet. Nach teilweiser Überarbeitung des Materials (nach Mayring etwa 10-50%) erfolgt eine formative Reliabilitätsprüfung, mittels derer eventuelle Unklarheiten bei der Kategorienzueweisung beseitigt und entsprechend Kategorien revidiert bzw. präzisiert werden (vgl. Gläser-Zikuda 2005). Nach Kodierung und Auswertung des gesamten Materials ist letztlich eine summative Reliabilitätsprüfung zur Prüfung der Interrater-Reliabilität vorgesehen, bei der durch die Auswertung des Materials durch weitere Kodierer und die Ermittlung der Übereinstimmung der Kategoriezuweisungen die Verlässlichkeit der Auswertungskategorien berechnet wird (Abb.7.11).

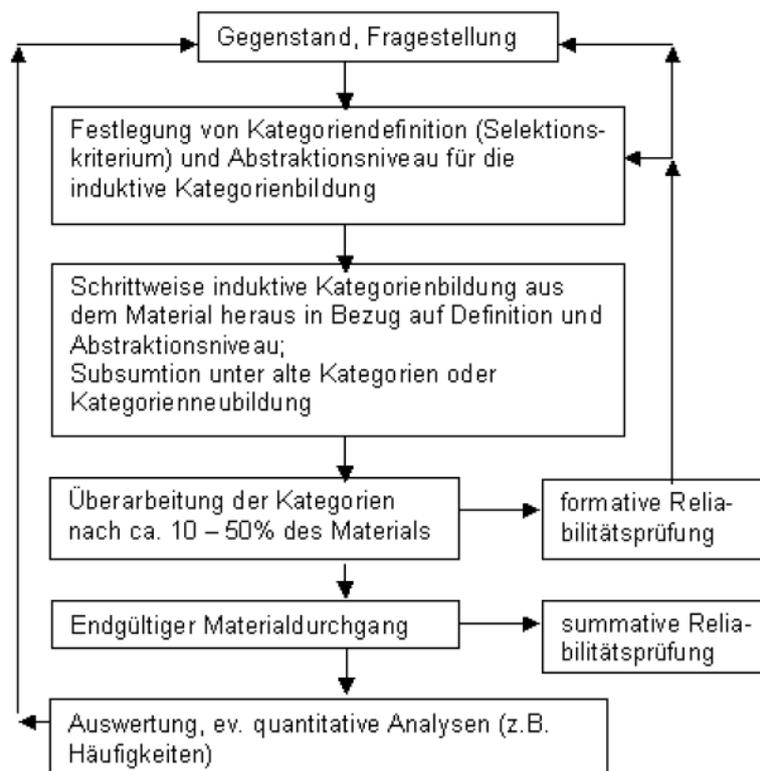


Abb. 7.11 Ablaufmodell der induktiven Kategorienbildung (Mayring 2000)

Tab. 7.5. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Hypothesen bilden zur Verständnisaufgabe "Katze"

Haupt-kategorie	Hypothesen bilden (H)	Ankerzitate	Kappa
Kat. H1	Hypothese formulieren	"Vielleicht ist sie verletzt." "Es könnte sein, dass sie immer mit der rechten Pfote hingreift." "Ich glaube, dass es einen Unterschied gibt zwischen links und rechts." "Sie kann ja auch beidpfötig sein."	1,000
Kat. H2	Gegenhypothese formulieren	"ob es sowas überhaupt gibt" "Ich glaube, mir würde gar nichts auffallen." "Ich bin mir überhaupt nicht sicher, ob es Rechts- und Linkspfötter überhaupt gibt."	,800

Tab. 7.6. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Experimentieren zur Verständnisaufgabe "Katze"

Hauptkategorie	Experimentieren (E)	Ankerzitate	Kappa
Subkategorie E0	Experiment durchführen	"Ein Experiment." "Man könnte ein Experiment machen." "Ja spielen und überprüfen." "Experimentieren." "Experimentieren gehört ganz zum Anfang hin, weil das ist ja eigentlich alles experimentieren."	,909
Kat. E1	Objekte präsentieren (Spielzeug, Fressen)	"Ihr ein Leckerli hinhalten und dann schnappt sie danach." "Ja man könnte einen Ball hinwerfen"	,919
Kat. E2	Gegenstände variieren	"Mit Spielzeugen, dann nochmal mit der Rolle."	1,000
Kat. E3	Tiere selbst variieren	"Sie kauft sich zwei Katzen." "Sie schaut, ob andere Katzen mit der selben Pfote schnappen." "Sie geht in das Tierheim und spielt dort mit jeder Katze."	,939
Kat. E4	mehrere Versuchsdurchgänge	"Wir könnten das dann nochmal versuchen." "Sie sollte es jeden Abend versuchen."	1,000
Kat. E5	Verhalten beobachten (spielen, jagen)	"Mit welcher Hand sie die Maus oder einen Vogel jagt." "und schauen mit welcher Pfote die Katze ihn fängt." "Wenn sie auf den Bäumen klettern, weil wenn ich irgendwo raufklettere, geh ich auch immer mit der rechten vor."	,925
Kat. E6	filmen	"Dann kann man das filmen."	1,000
Subkategorie	Externe Quellen heranziehen (Q)	Ankerzitate	
Kat. Q1	andere Personen zu Rate ziehen (Eltern, LehrerInnen, Tierarzt, Bezugsquelle)	"Die Eltern könnte man fragen." "Den Tierarzt fragen." "Die Biologielehrerin oder den Biologielehrer fragen." "Sie fragt einen Katzenzüchter." "Im Tierheim, dort wo sie die Katze gekauft hat, sich erkundigen." "Also den fragen, wo man die gekauft hat, die Katze."	1,000
Kat. Q2	Literatur-Recherche	"Im Biologiebuch kann man nachschauen." "Sie sucht in Lexika."	,947
Kat. Q3	Fernsehen	"Sie schaut eine Dokumentation."	1,000
Kat. Q4	Internet-Recherche	"Sie googlet oder so." "Sie sucht in Online-Chatrooms."	,900
Kat. Q5	Sonstige Quellen	"Sie kauft sich einen Sprachen-übersetzer und fragt die Katze."	,800
Subkategorie	Tier körperlich untersuchen (U)	Ankerzitate	
Kat. U1	Röntgen	"Also da kann man das durchsichtig machen."	1,000

Kat. U2	Sezieren	"Du musst sie sezieren, aufschneiden und schauen."	1,000
Kat. U3	Intraindividueller Vergleich	"Schauen, ob eine Pfote größer ist."	,929
Kat. U4	Interindividueller Vergleich	"Vielleicht, ob die Mutter das auch immer macht, weil es könnte ja übertragen sein."	,889
Subkategorie Tier manipulieren (M) Ankerzitate			
Kat. M1	Tier dressieren	"Also sie sollte ihr lernen mit der Linken zu spielen."	1,000
Kat. M2	Tier anatomisch verändern	"Man sollte der Katze die rechte Hand abhacken, dann kann sie nur mehr mit links."	1,000

Tab. 7.7 Auswertungskategorien der Hauptkategorie Datenanalyse zur Verständnisaufgabe "Katze"

Haupt-kategorie	Datenanalyse (D)	Ankerzitate	Kappa
Kat. D1	Ergebnisse analysieren, Schlussfolgerungen ziehen	"Und dann kommt analysieren." "Ja wenn sie immer mit der rechten Hand hingreift, dann ist sie Rechtshänder."	,800
Kat. D2	Daten Dritten überlassen	"Und wenn sie irgendwie abwechselnd, dann würd ich zum Tierarzt gehen." "Und wenn ich das gemacht habe, dann zum Beispiel dem Tierarzt zeigen oder Experten."	1,000
Kat. D3	Ergebnisse in Frage stellen	"Können sie dann am Ende sagen ob es richtig oder falsch ist?"	1,000
Kat. D4	Experiment verwerfen	"Die Idee vergessen gehört auch da dazu." "Das ist das allerletzte. Erst wenn man alles ausprobiert hat gibt man meistens auf."	1,000

Gesamtkappa: ,988

7.4. INTERVENTION

Das Interventionsprogramm war als vierstündiges Unterrichtsprojekt geplant im Zuge dessen der Unterschied zwischen durch Ingenieursdenken gekennzeichneten Alltagsexperimenten und naturwissenschaftlichen Experimenten mit dem Ziel der Erkenntnisgewinnung herausgearbeitet und den SchülerInnen praktisch vermittelt werden sollte. Sie sollten kumulativ den Prozess des Experimentierens erlernen.

Als Gegensatz zum additiven Lernen wird das sogenannte *kumulative Lernen* angesehen. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass die Lernenden ihre Kompetenz in einem Sachgebiet schrittweise steigern und den Lernzuwachs (die Kompetenzsteigerung) auch wahrnehmen können." (Kattmann 2003, 123)

In den Vordergrund gestellt wird die methodische Vorgangsweise beim naturwissenschaftlichen Experimentieren mit seinen Teilschritten Forschungsfrage stellen, Hypothesen formulieren,

Versuchsplanung und –durchführung mit den Konzepten der Variablenkontrolle und des Kontrollansatzes, sowie Datenanalyse mit Rückbezug auf die Hypothesen.

Die Planung erfolgte in einem vierköpfigen Team von Studierenden in Anlehnung an die beispielhafte Darstellung des vierstündigen Unterrichtsverlaufs zum kumulativen Kompetenzaufbau des Experimentierens nach Ehmer (2008).

7.4.1. UNTERRICHTSEINHEIT 1

Am Beginn der ersten Unterrichtseinheit stand ein Rollenspiel, bei dem mit den SchülerInnen ein konfundiertes Experiment zum Pulsschlag durchgeführt wurde. Die Fragestellung wurde an der Tafel festgehalten: "Welche Art und welche Dauer der Bewegung beschleunigen den Puls am stärksten?". Freiwillige SchülerInnen maßen den Ruhepuls, sprangen eine Minute lang Springschnur und maßen den Puls danach erneut. Durch die tabellarische Aufzeichnung der Messwerte konnte eine deutliche Erhöhung des Pulsschlags bei allen TeilnehmerInnen festgestellt werden. Es folgte ein Streitgespräch zwischen zwei von Studierenden verkörperten Wissenschaftlern:

Dr. Spocht "Ich weiß gar nicht, was dein Problem ist. Es hat doch alles total gut geklappt!"

Dr. Schlauh "Eben nicht! Wir sind genau so schlau wie vorher, NICHTS hat geklappt."

Dr. Spocht "Wieso denn? Der Puls ist doch total gut hoch gegangen. Wir haben doch bei allen Versuchspersonen sehr hohe Pulswerte erhalten. Ich glaube, so einen hohen Puls hatte ich noch nie! Das ist doch super!"

Dr. Schlauh "Darum geht es doch nicht! Dass der Puls steigen kann, wussten wir doch auch schon vorher. Aber wir wollten doch herausfinden, welche Art von Bewegung und welche Dauer der Bewegung den Puls am stärksten beschleunigt. Aber du hast die Teilnehmer ja alle Seilspringen lassen, und alle eine Minute lang. Wir hatten doch extra einen Plan gemacht, aber an den hast du dich ja nicht gehalten. Und nun sind wir keinen Schritt weiter gekommen und haben nichts erreicht!"

Dr. Spocht "Ach was, das kannst du so auch nicht sagen – schließlich haben wir den Teilnehmern zu sehr gesundem Sport verholfen und es hat allen Spaß gemacht. Ich habe gelesen, dass es sehr gut ist, seinen Puls ab und zu so hoch zu treiben. Und das haben wir doch geschafft! Ich finde das sehr wichtig! Vielleicht bekommen wir beim nächsten Experiment sogar noch höhere Werte!"

Im Anschluss folgte ein LehrerInnen-SchülerInnen-Gespräch, in dem erarbeitet wurde, welche Fehler beim vorangegangenen "Experiment" gemacht worden waren und anhand dessen die Unterschiede zwischen Alltags- und naturwissenschaftlichem Experiment besprochen wurden. Die Unterschiede wurden auf zwei Plakaten festgehalten.

Schließlich wurde ein praktisches Beispiel, das den SchülerInnen bereits aus dem Fragebogen zur Vorerhebung bekannt war, aufgegriffen und die Prinzipien des Kontrollansatzes und der Variablenkontrolle vermittelt. Zur Demonstration wurde das Experiment zum "Brot backen" auch praktisch von zwei SchülerInnen durchgeführt. Alle SchülerInnen erhielten ein Arbeitsblatt zum Einsetzen, das den Overhead-Folien entsprach, anhand derer das Experiment mit seinen

Schritten sowie ein konfundiertes Experiment besprochen wurden (siehe Anhang – Arbeitsblätter "Experiment 'Brot backen'" und "Ist das ein gutes Experiment?").

7.4.2. UNTERRICHTSEINHEIT 2

Die zweite Unterrichtseinheit konzentrierte sich auf die praktische Durchführung naturwissenschaftlich richtiger Experimente nach Anleitung. Die SchülerInnen erhielten in diesem nächsten Schritt Arbeitsanleitungen, nach denen sie Experimente zu Hygro- und Photopräferendum der Asseln in Kleingruppen durchführten. Der Schwerpunkt lag in dieser Einheit auf der methodisch richtigen Durchführung eines Experiments. Dies war durch die ausführlichen Anleitungen (siehe Anhang – Arbeitsblätter "Experiment: Vorlieben der Assel 1" und "Experiment: Vorlieben der Assel 2") gewährleistet. Die SchülerInnen wurden angehalten, möglichst genau zu arbeiten. Die Anleitungen waren zugleich Protokoll, in dem die Messergebnisse festgehalten wurden. Die Ergebnisse wurden von allen Gruppen in einer Tabelle an der Tafel gesammelt eingetragen. Bei der im Anschluss angesetzten Nachbesprechung im Plenum ging es vor allem darum, die Ergebnisse zu vergleichen, sie zu interpretieren und auf die Hypothesen zu beziehen, um somit den methodischen Ablauf naturwissenschaftlicher Experimente zu verdeutlichen.

7.4.3. UNTERRICHTSEINHEIT 3

Zu Beginn der dritten Unterrichtseinheit war eine Wiederholung der bereits vermittelten Prinzipien geplant. Mithilfe von Symbolen aus Papier, die mit Magneten an der Tafel befestigt und auch verschoben werden konnten, galt es, Variablenkontrolle und Kontrollansatz wieder in Erinnerung zu rufen. Dafür wurde ein Experiment zum Pflanzenwachstum gewählt und die jeweiligen Forschungsfragen an die Tafel geschrieben:

1. Brauchen Pflanzen zum Keimen Wasser?

Die SchülerInnen sollten aus den mehrmals vorhandenen Symbolen Erde, Wasser, Same und Blume eine Experimentanordnung inklusive Kontrollansatz an der Tafel arrangieren:

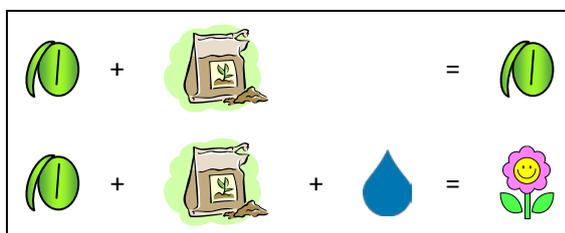


Abb. 7.12. Tafelbild – Experiment: Brauchen Pflanzen zum Keimen Wasser?

2. Wachsen Pflanzen besser mit Licht?

Das Element Licht symbolisch dargestellt durch eine Sonne wurde hinzugefügt und somit ein konfundiertes Experiment erzeugt, das von den SchülerInnen analysiert und korrigiert werden sollte.



Abb. 7.13. Tafelbild – Konfundiertes Experiment: Wachsen Pflanzen besser mit Licht?

Dieses konfundierte Experiment wurde durch Hinzufügen eines Symbols für Wasser zum Kontrollansatz und der Anpassung der zu erwartenden Ergebnisse richtig gestellt:



Abb. 7.14. Tafelbild – Experiment: Wachsen Pflanzen besser mit Licht?

Im nächsten Schritt sollte nun ein Experiment von den SchülerInnen selbständig geplant werden. Lediglich die Fragestellung "Können Asseln riechen?" wurde vorgegeben. Hilfestellungen wurden gegeben durch ein Arbeitsblatt, auf dem die einzelnen Schritte eines Experiments angeführt waren (siehe Anhang – Arbeitsblatt "Experiment: "), und durch entsprechende Papiersymbole, die anschauliche Überlegungen zur Experimentplanung an der Tafel zuließen. Zusätzlich wurde gemeinsam mit den SchülerInnen das Arbeitsblatt als Overheadfolie ausgefüllt (siehe Anhang – Experimentplanung der SchülerInnen), sodass wieder Anleitung, Protokoll und Auswertung in einem verbunden waren.

7.4.4. UNTERRICHTSEINHEIT 4

Die vierte Unterrichtseinheit war der praktischen Durchführung des zuvor geplanten Experiments in Kleingruppen gewidmet. Die SchülerInnen wurden wieder dazu angehalten, genau zu arbeiten. In einer abschließenden Plenumsdiskussion wurden die Ergebnisse verglichen, auf die Hypothesen bezogen und versucht zu interpretieren. Ein kurzes fachliches LehrerInnen-SchülerInnen-Gespräch sollte die über die Unterrichtseinheiten hinweg gesammelten Informationen zu Asseln wiederholen und zusammenfassen. Letztlich wurden die SchülerInnen noch gebeten Feedback in schriftlicher Form zu geben (siehe Anhang).

UNTERSCHIEDE ZUM PROGRAMM VON EHMER (2008)

Unterrichtseinheit 1:

Während im Programm von Ehmer der Text des Rollenspiels lediglich von zwei SchülerInnen vorgelesen wird, wurde beim vorliegenden Interventionsprogramm das Rollenspiel von zwei Studierenden vorgeführt und das konfundierte Experiment zum Pulsschlag aktiv von mehreren

SchülerInnen durchgeführt. Anstelle des Lückentextes wurden die Unterschiede zwischen Alltags- und naturwissenschaftlichen Experimenten in einem Lehrer-SchülerInnen-Gespräch erarbeitet. Das Klatschexperiment wurde nicht durchgeführt. Bei der Besprechung des Experimentes zum Gehen der Hefe beim Brotbacken wurde zur Unterstützung der Anschaulichkeit ein Demonstrationsexperiment gemacht, bei dem einige SchülerInnen selbst den Teig ansetzten. Auch wurden zusätzlich Arbeitsblätter mit Lücken ausgeteilt, sodass alle SchülerInnen die Vorgänge Schritt für Schritt mitverfolgen konnten.

Unterrichtseinheit 2:

Der große Unterschied zum Programm von Ehmer liegt wohl darin, dass die praktischen Experimentdurchführungen mit lebenden Tieren (Asseln) erfolgte. So wurden in der zweiten Interventionsstunde zwei Experimente zu Hygro- und Photopräferendum von Asseln von den SchülerInnen durchgeführt (bei Ehmer eines zum Pulsschlag).

Unterrichtseinheit 3:

Die Wiederholung der Prinzipien Kontrollansatz und Variablenkontrolle wurden nicht wie bei Ehmer durch die Besprechung von bereits bekannten Versuchen (Brot backen, Pulsschlag) vollzogen, sondern in komplett anderer Form. Ein Gedankenexperiment zur Pflanzenkeimung wurde mithilfe von Papiersymbolen an der Tafel durchgeführt und in gleicher Form ein konfundiertes Experiment richtig gestellt. Die offene Planung eines Experiments wurde durch die teilweise Vorgabe der Materialien bzw. der Fragestellung unterstützt und somit wieder auf die Arbeit mit Asseln gelenkt.

Unterrichtseinheit 4:

Bei der Besprechung der Versuchsergebnisse im Plenum wurde nicht wie bei Ehmer wieder auf das Rollenspiel vom Beginn eingegangen, sondern der Bogen gespannt zu biologischen und physiologischen Aspekten der Kellerrassel.

7.5. NACHERHEBUNG

Im Nacherhebungsbogen wurden Fragen parallel zu den bei der Vorerhebung abgedeckten Bereichen formuliert, um durch Vergleiche einen möglichen Kompetenzzuwachs feststellen zu können. Die Aufgabe zum Verständnis des naturwissenschaftlichen Prozesses des Experimentierens wurde beim Posttest schriftlich gestellt. In der 2. Klasse war es aus zeitlichen Gründen möglich zudem eine Wandzeitung zu gestalten, bei der die SchülerInnen die Möglichkeit hatten, die Inhalte zu vertiefen, über das Projekt zu reflektieren und somit indirekt Feedback zu geben.

7.5.1. ENDFRAGEBOGEN

Der Endfragebogen (siehe Anhang) setzte sich wieder aus drei Fragen zur Epistemologie, drei Fragen zum methodischen Wissen und den gleichen zehn Interessensfragen wie beim Startfragebogen zusammen. Das Fachwissen wurde diesmal nicht durch geschlossene Fragen überprüft, sondern die SchülerInnen wurden gebeten einen Steckbrief für die Assel zu erstellen. Da davon ausgegangen werden kann, dass das bereits vorhandene Fachwissen innerhalb der Projektdauer nicht abnimmt, standen bei der Auswertung der Steckbriefe jene Punkte im Vordergrund, die von den SchülerInnen durch die offene Fragestellung zusätzlich zu den bereits in der Vorerhebung abgefragten Fachwissensaspekten angeführt wurden und auf welche Bereiche die SchülerInnen Schwerpunkte setzten. Die Auswertung erfolgte, wie bereits bei der Verständnisaufgabe "Katze" beschrieben, durch induktive Kategorienbildung nach Mayring (2000) (Abb. 7.11). Die Hauptkategorien mit den jeweiligen Einzelkategorien sind den Tabellen 7.8 bis 7.14 zu entnehmen.

Tab. 7.8. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Tiergruppe zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Tiergruppe (T)	Ankerzitate	Kappa
Kat. T1	Krebstiere	"Krebstier", "Sie gehören zu den Krebstieren", "kommt aus der Familie der Krebstiere"	,933

Tab. 7.9. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Habitus zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Habitus (H)	Ankerzitate	Kappa
Kat. H1	Größe	"5 bis 10 mm", "klein" "klein etwa so groß ---- "	,957
Kat. H2	Form	"oval", "Die Assel hat eine ovale Form"	1,000
Kat. H3	Färbung	"schwarz/grau", "dunkel", "schwarz oder braun", "sie ist eher schwarz"	,958
Kat. H4	Panzer	"Chitinpanzer", "Habe eine Art Panzer auf dem Rücken", "Ihr habt einen kleinen Panzer", "Schale"	,889
Kat. H5	Gliederung	"gegliederter Körper", "Rillen im Rücken", "Streifen", "Ringe am Panzer"	,800
Kat. H6	Beinzahl (7 Bein paare od. viele)	"Sie haben sehr viele Beine für eure Größe"	1,000
Kat. H7	Fühler	"Ich habe zwei Fühler.", "haben Fühler die 2x geknickt sind"	,967
Kat. H8	Augen	"Facettenaugen", "2 ganz kleine Augen"	1,000
Kat. H9	Uropoden	"hat kleine Stummeln"	1,000
Kat. H10	Kiemen	"und haben Kiemen", "Atmung: Kiemen"	1,000
Kat. H11	Skizze		1,000

Tab. 7.10. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Vorkommen/Lebensraum zum Asselsteckbrief

Haupt-kategorie	Vorkommen/ Lebensraum (V)	Ankerzitate	Kappa
Kat. V1	feucht	"In nassen Gebieten", "in Feuchtgebieten"	,955
Kat. V2	dunkel	"lieben die Dunkelheit", "Vorkommen: Dunkler Umgebung"	1,000
Kat. V3	kühl	"Vorkommen: meist unter Steinen wo es kühl, dunkel und feucht ist."	1,000
Kat. V4	geschützt, Spalten, unter Steinen	"z.B. unter Steinen" "in Rillen"	,933
Kat. V5	Haus, Keller	"Vorkommen: Keller, in Häusern,..."	1,000
Kat. V6	Natur (Garten, Wald, Laubhaufen, in der Erde)	"im Wald", "Vorkommen: Natur", "in Gärten"	,944
Kat. V7	sonstiges Vorkommen	"Petrischalen", "Europa"	1,000
Kat. V8	im Wasser	"Leben im: Wasser & am Land", "es gibt welche die im Wasser leben"	1,000
Kat. V9	trocken	"feuchte Stellen und trockene Stellen"	,857

Tab. 7.11. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Nahrung zum Asselsteckbrief

Haupt-kategorie	Nahrung (N)	Ankerzitate	Kappa
Kat. N1	Pflanzen (Laub, Gemüse)	"tote Blätter", "Karotten, Blätter"	,968
Kat. N2	tierisches Material	"Nahrung: kleine tote Tiere", "Nahrung: Rohes Fleisch"	,833
Kat. N3	Allesfresser	"Futter: Allesfresser"	1,000

Tab. 7.12. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Besonderheiten zum Asselsteckbrief

Haupt-kategorie	Besonderheiten (B)	Ankerzitate	Kappa
Kat. B1	ökologische Bedeutung	"Destruent", "zersetzen für uns Laub und Abfall", "erzeugen Humus"	,900
Subkategorie BA	Anatomisch-physiologische Merkmale		
Kat. B2	Geruchssinn	"Sie riechen mit den Fühlern.", "Sie können mit den Fühlern riechen." "Ihr könnt gut riechen"	1,000
Kat. B3	Orientierungssinn	"guter Orientierungssinn"	1,000
Kat. B4	Geschlecht	"haben ein Geschlecht (nicht so wie bei Schnecken)"	1,000
Kat. B5	Häutung	"häuten sich"	1,000
Subkategorie BV	Verhaltensbiologische Merkmale		
Kat. B6	schnelle Bewegungen	"laufen schnell"	1,000
Kat. B7	Skelettfraß	"Merkmale: Skelettfraß"	1,000
Kat. B8	Befreiung aus Rückenlage	"Wenn sie am Rücken liegen drehen sie sich gleich um."	1,000
Kat. B9	Anzeiger für Bodenverschmutzung	"Anzeiger für Bodenverschmutzung"	1,000
Kat. B10	Kontakt zu anderen Individuen	"leben in Gruppen", "sitzen oft auf anderen Asseln drauf"	1,000

Kat. B11	ungiftig	"nicht giftig"	1,000
Kat. B12	zusammenrollen	"kann sich zu einer Kugel zusammenrollen"	1,000

Tab. 7.13. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Bezug zu Projektaktivitäten zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Bezug zu Projektaktivitäten (P)	Ankerzitate	Kappa
Kat. P	Bezug zu Projektaktivitäten (Experimenten, Ergebnissen, Betrachtung unterm Binokular)	"Sie sind lieber auf einer Wasserfläche als wo Essig drauf ist." "Wenn sie z.B. Essig riechen, dann ziehen sie die Fühler zurück, krümmen sich und laufen sofort weg!!" "Bei unseren Versuchen waren sie mehr im Trockenen und hellen" "(haben wir unter dem Mikroskop gesehen)"	,857

Tab. 7.14. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Fachlich inkorrekte Angaben zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Fachlich inkorrekte Angaben (F)	Ankerzitate	Kappa
Kat. F	Fachlich inkorrekte Angaben	"Fettschicht auf der Haut" "Spinnentiere", "Vorkommen: Insekten", "8 Beine"	1,000

Gesamtkappa: ,965

Die Aufgabe zum Verstehen des Experimentierprozesses wurde bei der Nacherhebung in schriftlicher Form an das Ende des Fragebogen gehängt (Abb. 7.15) und wie die Verständnisaufgabe in der Vorerhebung durch eine Verknüpfung von deduktiver und induktiver Kategorienbildung ausgewertet (Tab 7.15, 7.16 und 7.17).

Asselfutter

Unsere Asseln haben sich für unsere Experimente zur Verfügung gestellt.

Jetzt wollen wir sie auch entsprechend belohnen.

Doch welches Futter ist ihnen am liebsten?

Wie könnten wir das herausfinden?

Wie würdet ihr vorgehen?

Bitte haltet eure Überlegungen hier schriftlich fest.



Abb. 7.15. Verständnisaufgabe aus dem Endfragebogen "Asselfutter"

Tab.7.15. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Hypothesen bilden zur Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Haupt-kategorie	Hypothesen bilden (H)	Ankerzitate	Kappa
Kat. H1	Hypothese formulieren	"Ich glaube sie essen tote Tiere" "Vermutung: □ Essen sie Blätter (Laub) "Asseln mögen vllt. nur trockenes Laub, feuchtes (frisches) Laub, oder einfach eine Karotte" "Ich persönlich glaube, dass sie Blätter essen oder so ähnlich."	1,000
Kat. H2	Gegenhypothese formulieren	"Vielleicht machen sie gar nichts, weil sie nur in ihrer normalen Umgebung fressen." "□ Essen sie Erde"	1,000

Tab. 7.16. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Experiment durchführen zur Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Haupt-kategorie	Experiment durchführen (E)	Ankerzitate	Kappa
Kat. E	ein Experiment machen	"Durch ein Experiment"	1,000
Kat. B1	ein Versuchsbehältnis verwenden	"in Behälter" "in eine große Petrischale" "Petriglas" "In eine Kiste geben"	,588
Kat. B2	mehrere Versuchsbehältnisse verwenden	"Man nimmt 6 Gläser" "Man muss 3 Gefäße machen"	1,000
Kat. F1	Futter präsentieren (Anzahl und Menge nicht näher definiert)	"ich würde ihnen eine Auswahl an Futter geben" "viel verschiedenes Futter" "Alles geben was wir haben" "Obst, Gemüse, kleine Insekten"	,926
Kat. F2	Auswahl an zwei Futterquellen anbieten	"Erde, Blätter" "Dann würde ich rohes Fleisch in eine Hälfte tun und Pflanzen in die andere Hälfte!"	1,000
Kat. F3	mehrere Futterquellen zusammen präsentieren	"Indem man mehrere Futtersachen nebeneinander legt" "Ich würde etwas Fleisch, Pflanzen und Brot in eine Schale legen"	,813
Kat. F4	mehrere Futterquellen einzeln präsentieren	"in jedes Plastikgefäß eine andere Pflanze hinein geben" " in jede Schüssel nur 1 Sache"	,750
Kat. VB	(Fress)Verhalten beobachten	"und schaut was sie fressen" "Ich würde sie [...] beobachten was sie fressen"	,931
Kat. NU	Hinweise aus der natürlichen Umgebung der Tiere verwenden	"in der Natur beobachten, was sie gerne fressen bzw. wo sie sich oft aufhalten und fressen" "Man könnte überlegen was in der Natur für Essen vorkommt"	,750
Kat. ZF	Zeitfaktor berücksichtigt	"nach 1 Woche nachschauen"	,923

		"dann wartet man ab" "ein paar Tage warten"	
Kat. AZ	eine bestimmte Anzahl an Versuchstieren genannt	"Ich würde eine ungerade Anzahl an Asseln in einen Behälter geben" "3-5 Asseln" "Danach kommen 5 Asseln hinein."	,769
Kat. MD	mehrere Versuchsdurchgänge	"Versuch öfters durchführen"	1,000
Kat. SV	Skizze Versuchsaufbau		,833
Kat. ED	Dokumentation der Ergebnisse	"Tabelle wie bei den anderen Experimenten." "und hält die Ergebnisse fest"	1,000
Kat. BG	Begründung der Experimentplanung	"weil wir das bei den anderen Experimenten auch gemacht haben"	,667
Kat. SS	Sonstige Strategien	"Ich werde ihnen paar Tage nichts zu essen geben damit sie Hunger haben" "Asseln aus dem Wald mitnehmen." "hungern lassen"	,667

Tab. 7.17. Auswertungskategorien der Hauptkategorie Datenanalyse zur Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Hauptkategorie	Datenanalyse (D)	Ankerzitate	Kappa
Kat. D1	Ergebnisse analysieren, Schlussfolgerungen ziehen	"Wo sie dann am meisten hingehst das hätte sie meiner Meinung nach am liebsten." "und wo sie hingehen und am meisten fressen, das essen sie am liebsten"	,778

Gesamtkappa: ,959

7.5.2. WANDZEITUNG

Die Wandzeitung bestand aus mehreren im Klassenraum verteilten Plakaten mit Fragen zum Projekt: "Was war neu für dich?", "Was war schwierig für dich?" und "Was hat dir besonders gut gefallen?". Die SchülerInnen wurden aufgefordert ihre Eindrücke schriftlich auf den Plakaten fest zu halten. Außerdem wurde eine Station eingerichtet, an der die SchülerInnen die Möglichkeit hatten, Asseln unter Binokularen genauer zu betrachten. Sie sollten hierbei ihre Beobachtungen als Zeichnung festhalten und sie auf dafür vorgesehene Plakate kleben.

8. ERGEBNISSE

Die Präsentation der Ergebnisse ist entsprechend den Erhebungsaspekten in den Fragebögen gegliedert in Motivation, Interesse, epistemologisches Wissen, methodisches Wissen und Fachwissen. Die Auswertungsergebnisse der offenen Verständnisfragen werden unter dem Titel "Verstehen" vorgestellt. Letztlich soll auch den Rückmeldungen der SchülerInnen zum Projekt Raum gegeben werden.

8.1. MOTIVATION

Die Faktorenanalyse ergab die Zuteilung der Items zu primär zwei Subskalen, Intrinsische und extrinsische Motivation. Nach Schiefele (2008) ist gerade die intrinsische Lernmotivation ausschlaggebend für schulische Leistungen und hängt oft mit einer tieferen Auseinandersetzung mit Lerninhalten zusammen. Deshalb werden an dieser Stelle insbesondere die Items zur Erhebung intrinsischer Motivation verwertet.

Tab. 8.1. Mittelwertsberechnungen der Motivation Experimentalgruppe und Kontrollgruppe

	Mittelwert	Standardabweichung
Experimentalgruppe	2,6667	,78824
Kontrollgruppe	2,6452	,82186

Tab. 8.2. Mittelwertsberechnungen der Motivation nach Schulstufen

	Mittelwert	Standardabweichung
6. Schulstufe	3,0867	,77746
7. Schulstufe	2,3083	,75369
8. Schulstufe	2,4733	,74796
Gesamt	2,6452	,82186

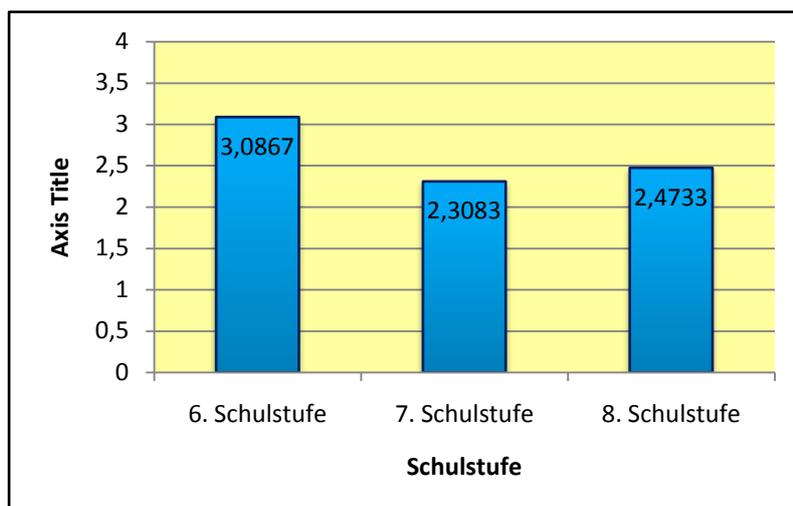


Abb. 8.1. Mittelwerte intrinsischer Motivation nach Schulstufen

Die Mittelwertberechnungen zeigten auf, dass hinsichtlich der intrinsischen Motivation bei Experimental- und Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede in der Ausgangssituation festzustellen waren (Tab. 8.1). Die SchülerInnen der 6. Schulstufe wiesen eine signifikant höhere Motivation als die SchülerInnen der 7. Schulstufe auf. Die SchülerInnen der 8. Schulstufe zeigten keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Schulstufen.

8.2. INTERESSE UND SELBSTWIRKSAMKEIT

Die Erhebung zum Interesse der SchülerInnen wurde entsprechend der Faktorenanalyse nach den Subskalen unterrichtliches Interesse und Selbstwirksamkeit ausgewertet.

UNTERRICHTLICHES INTERESSE

Sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Experimentalgruppe zeigten sich hinsichtlich des unterrichtlichen Interesses geringfügige Änderungen nach der Intervention, die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant (Tab. 8.3). Geschlechtsbezogen ist zu bemerken, dass Mädchen bereits vor der Intervention ein höheres Interesse am Biologieunterricht aufweisen, bei den männlichen Probanden erfolgte jedoch durch die Teilnahme am Programm ein Interessenszuwachs (Tab. 8.4 und Abb. 8.2).

Tab. 8.3. Unterrichtsliches Interesse Experimentalgruppe und Kontrollgruppe

	Unterrichtsliches Interesse Vorerhebung		Unterrichtsliches Interesse Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Experimental- gruppe	2,9483	,65916	2,9643	,60165
Kontroll- gruppe	2,8226	,80205	3,0167	,63757

Tab. 8.4. Unterrichtsliches Interesse nach Geschlecht

	Unterrichtsliches Interesse Vorerhebung		Unterrichtsliches Interesse Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Mädchen	3,0068	,57621	2,9706	,49661
Buben	2,7882	,76866	3,0240	,65771
Gesamt	2,8808	,69990	3,0020	,59512

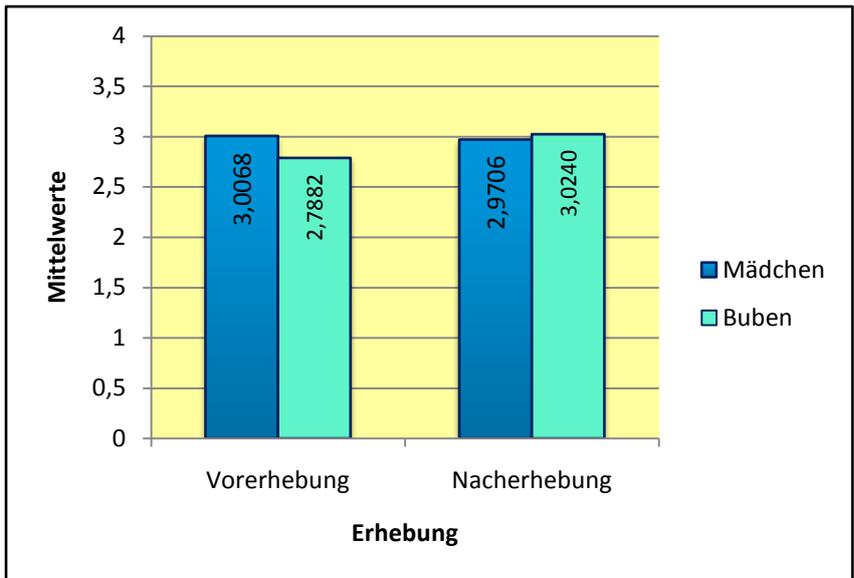


Abb. 8.2. Interesse am Biologieunterricht nach Geschlecht vor und nach der Intervention

Während bei den SchülerInnen der 6. Schulstufe eine Interessensabnahme zu verzeichnen war, erfolgten in den Schulstufen 7 und 8 deutliche Zuwächse (Tab. 8.5 und Abb. 8.3).

Tab. 8.5. Unterrichtliches Interesse nach Schulstufen

	Unterrichtliches Interesse Vorerhebung		Unterrichtliches Interesse Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
6. Schulstufe	3,2917	,54120	3,0479	,66684
7. Schulstufe	2,5265	,72932	2,9143	,56861
8. Schulstufe	2,7206	,69399	3,0465	,54896
Gesamt	2,8645	,72839	3,0100	,59939

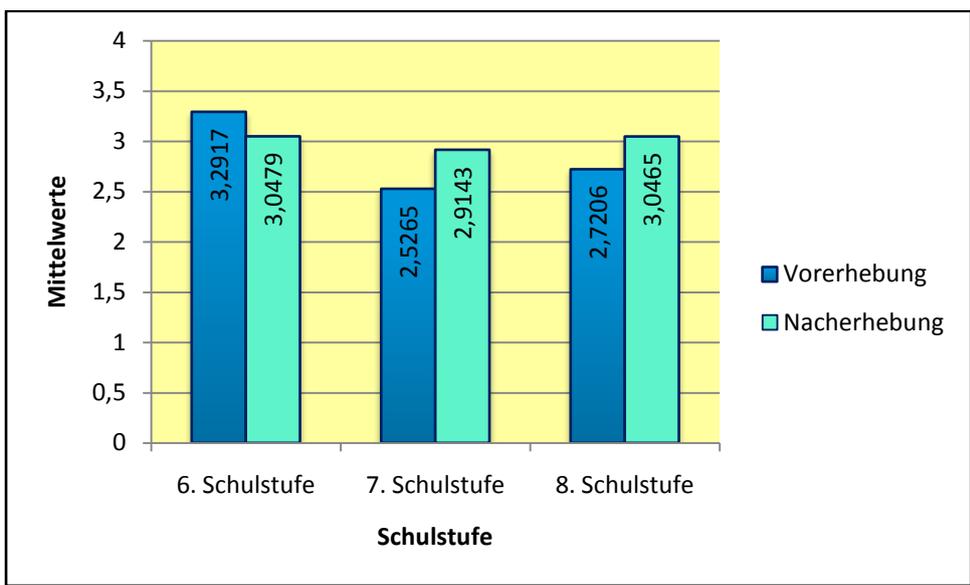


Abb. 8.3. Interesse am Biologieunterricht nach Schulstufe vor und nach der Intervention

SELBSTWIRKSAMKEIT

Von Vor- zu Nacherhebung konnte ein Zuwachs der Selbstwirksamkeit des Experimentierens gemessen werden (Tab. 8.6), der bei den Buben etwas höher war als bei den Mädchen, allerdings von einem niedrigeren Niveau ausgehend (Tab.8.7).

Tab. 8.6. Mittelwertberechnungen Selbstwirksamkeit Experimentalgruppe - Kontrollgruppe

	Selbstwirksamkeit Vorerhebung		Selbstwirksamkeit Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Experimentalgruppe	3,3367	,52299	3,4949	,46192
Kontrollgruppe	3,3842	,63308	3,4403	,55809

Tab. 8.7. Mittelwertberechnungen Selbstwirksamkeit nach Geschlecht

	Selbstwirksamkeit Vorerhebung		Selbstwirksamkeit Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Mädchen	3,4563	,50107	3,4788	,40306
Bub	3,3120	,57628	3,4760	,56698
Gesamt	3,3735	,54832	3,4772	,50420

Wie Tabelle 8.8 und Abbildung 8.4 zu entnehmen ist, konnten auch im Bereich der Selbstwirksamkeit beim Experimentieren Veränderungen nach Schulstufen festgestellt werden. Bei den SchülerInnen der 6. Schulstufe fand ein Abfall von der Start- zur Enderhebung in diesem Bereich statt. Die SchülerInnen der 7. und 8. Schulstufe erfuhren jedoch einen Zuwachs auf der Ebene der Selbstwirksamkeit.

Tab. 8.8. Selbstwirksamkeit nach Schulstufen

	Selbstwirksamkeit Vorerhebung		Selbstwirksamkeit Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
6. Schulstufe	3,4265	,54407	3,3511	,59129
7. Schulstufe	3,2500	,61474	3,5048	,50242
8. Schulstufe	3,3660	,61216	3,6047	,35870
Gesamt	3,3522	,59037	3,4813	,50433

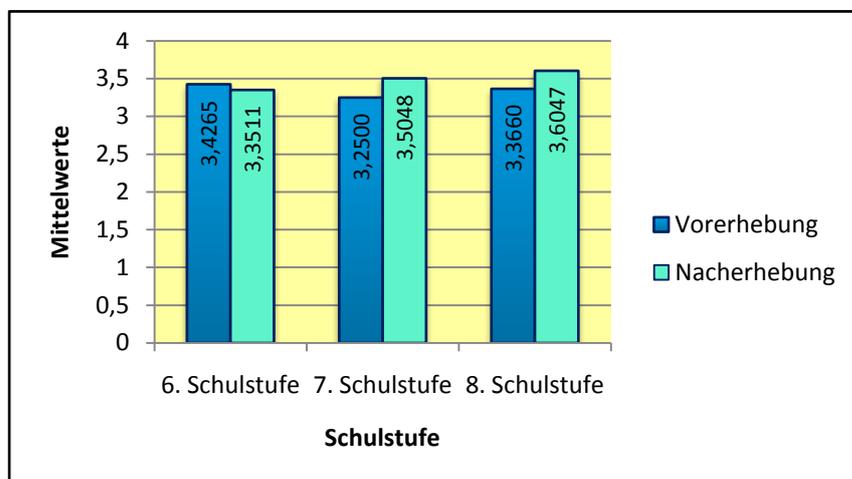


Abb. 8.4. Selbstwirksamkeit nach Schulstufe

INTERESSE AM ARBEITEN IN DER GRUPPE

Das Interesse am Arbeiten in der Gruppe war sowohl bei der Experimentalgruppe (MD=3,51) als auch bei der Kontrollgruppe (MD=3,41) von Beginn an hoch. Im Vergleich stellte sich heraus, dass die befragten Mädchen (MD=3,61) Gruppenarbeit etwas mehr befürworteten als die Buben (MD=3,35). Zwischen den Schulstufen unterschied sich das Interesse am Arbeiten in der Gruppe nur geringfügig (6. Schulstufe MD=3,49; 7. Schulstufe MD=3,55; 8. Schulstufe MD=3,33), wobei in der 8. Schulstufe ein Interessenszuwachs nach der Teilnahme am Projekt (MD=3,64) festgestellt werden konnte.

INTERESSE AM ARBEITEN MIT LEBENDEN TIEREN

Das Interesse am Arbeiten mit lebenden Tieren seitens der SchülerInnen war sowohl in der Experimental- als auch in der Kontrollgruppe bereits zu Beginn des Projektes hoch, wobei die Experimentalgruppe (MD=3,34) einen etwas höheren Wert als die Kontrollgruppe (MD=3,20) aufwies. Das Interesse war in diesem Bereich bei den Mädchen (MD=3,38) etwas höher als bei den Buben (MD=3,18). Vergleicht man das Interesse am Arbeiten mit lebenden Tieren vor und nach der Intervention so lässt sich feststellen, dass vor allem in der 7. Schulstufe eine Zunahme erfolgte.

INTERESSE AN BIOLOGISCHEN INHALTEN UND THEMEN

Zoologische Themen nahmen bei den SchülerInnen interessenstechnisch den höchsten Stellenwert ein. Das Interesse an Somatologie und Umweltthemen war in der 6. und 8. Schulstufe etwas höher als in der 7. Schulstufe (Somatologie: 2. Klasse 15,33%, 4. Klasse 17,36%, 3. Klasse 11,83% aller Nennungen; Umwelt: 2. Klasse 13,87%, 4. Klasse 13,89%, 3. Klasse 8,60% aller Nennungen). Mädchen hatten ein etwas höheres Interesse an Tieren als Buben (Mädchen: 32,50%, Buben 23,04%), wohingegen sich Buben etwas stärker für Mikroorganismen (Mädchen 6,88%, Buben 11,28%) und die Geschichte des Menschen und der Erde (Mädchen 8,75%, Buben 14,22%) interessierten.

Betrachtet man die zusätzlichen Angaben individueller Interessen so fällt auf, dass sich die Anzahl der Aussagen in der Experimentalgruppe im Endfragebogen gegenüber der Vorerhebung beinahe verdoppelten (von 7 zu 13 Nennungen), während in der Kontrollgruppe der umgekehrte Fall auftrat (von 21 zu 11 Nennungen). Ebenso fanden sich in der Experimentalgruppe nach der Teilnahme am Projekt Nennungen zum Experimentieren, die in der Kontrollgruppe gar nicht vorkamen, und auch eine häufigere Angabe von Wirbellosen als in der Kontrollgruppe.

8.3. EPISTEMOLOGISCHES WISSEN

Bei der Auswertung der Daten zum epistemologischen Wissen zeigte sich, dass Item Epi_1 in der Vorhebung von mehr als 90% der Probanden gelöst wurde, während Item Epi_3 im Endfragebogen von weniger als 10% der Probanden richtig beantwortet werden konnte. Diese übermäßig hohe bzw. geringe Lösungsrate deuteten darauf hin, dass die Fragestellungen jeweils zu leicht bzw. zu schwer waren, weshalb diese Items nicht in die Auswertung mit aufgenommen werden konnten. Es wurden folglich bei Vor- und Nacherhebung jeweils zwei Items zur Auswertung herangezogen, woraus sich ein maximaler Summenscore von 10 ergab.

Sowohl in der Experimental- als auch in der Kontrollgruppe ergaben sich bei der Verrechnung der durchschnittlichen Summenscores von Vor- zu Nacherhebung keine signifikanten Unterschiede. Betrachtet man allerdings die Situation getrennt nach Geschlechtern, so wird ersichtlich, dass Buben bereits zu Beginn des Projektes über ein höheres epistemologisches Wissen verfügten als Mädchen. Sowohl bei den Buben als auch den Mädchen konnte nach der Teilnahme am Projekt ein Zuwachs des epistemologischen Wissens nachgewiesen werden. Der Kompetenzzuwachs der Mädchen von Vor- zu Nacherhebung ist signifikant ($T(54)=2,15$; $p<0.1$), jener der Buben ist höchst signifikant ($T(76)=08,04$; $p<0.001$) (Tab. 8.9 und Abb. 8.5).

Tab. 8.9. Mittelwertberechnungen der Einzelitems zum epistemologischen Wissen nach Geschlecht

		Vorerhebung		Nacherhebung	
		Epi_2	Epi_3	Epi_1	Epi_2
Mädchen	Mittelwert	3,17	2,80	3,35	2,80
	Standardabweichung	1,121	1,064	1,084	1,309
Buben	Mittelwert	3,58	2,91	3,33	3,29
	Standardabweichung	1,069	1,049	1,038	1,306

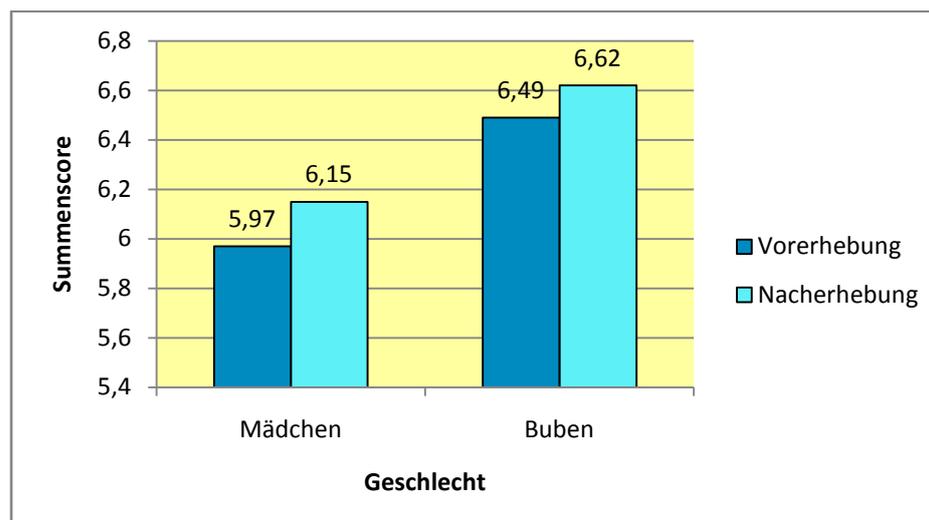


Abb. 8.5. Mittelwerte der Summenscores zum epistemologischen Wissen nach Geschlecht

In Hinblick auf die einzelnen Schulstufen zeigte sich, dass das epistemologische Wissen der SchülerInnen der 6. Schulstufe im Durchschnitt geringer war als jenes der 7. und 8. Schulstufe. Während bei den SchülerInnen der 7. und 8. Schulstufe keine signifikanten Veränderungen von Vor- zu Nacherhebung festzustellen waren, erfuhren die SchülerInnen der 6. Schulstufe einen höchst signifikanten Kompetenzzuwachs ($T(50)=4,32$; $p<0.001$) (Tab. 8.10 und Abb. 8.6).

Tab. 8.10 Mittelwertberechnungen der Einzelitems zum epistemologischen Wissen nach Schulstufen

		Vorerhebung		Nacherhebung	
		Epi_2	Epi_3	Epi_1	Epi_2
6. Schulstufe	Mittelwert	3,23	2,88	3,32	3,26
	Standardabweichung	1,035	1,019	,957	1,322
7. Schulstufe	Mittelwert	3,57	2,80	3,33	2,89
	Standardabweichung	1,087	,991	1,146	1,237
8. Schulstufe	Mittelwert	3,38	2,89	3,26	2,96
	Standardabweichung	1,105	1,138	1,163	1,398

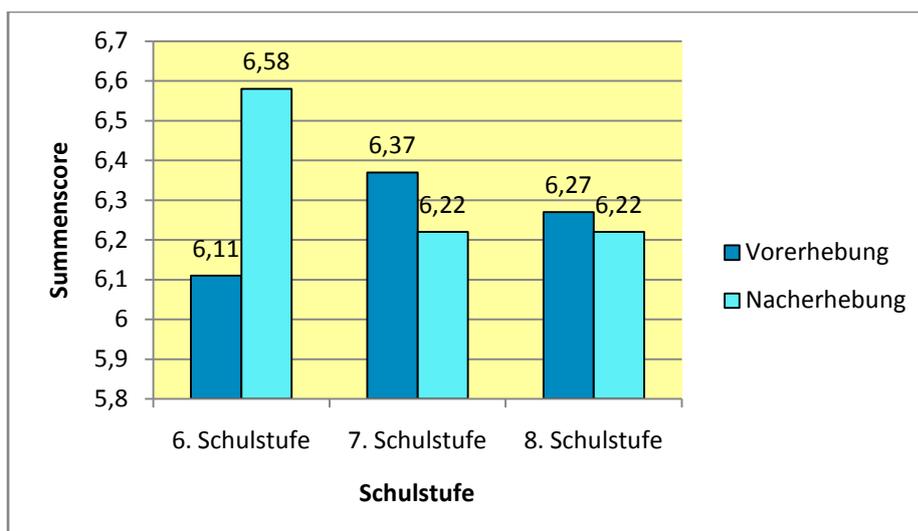


Abb. 8.6. Mittelwerte Summenscores zum epistemologischen Wissen nach Schulstufe

8.4. METHODISCHES WISSEN

Im Bereich des methodischen Wissens konnten auf so gut wie allen Ebenen Zuwächse nachgewiesen werden. Die Mittelwerte unterscheiden sich von der Vor- zur Nacherhebung signifikant voneinander ($T(54)=-0,70$; $p<0.01$) (Tab. 8.11 und Abb. 8.7).

Unterschiede zwischen den Schulstufen

Den stärksten Wissenszuwachs zur Methodik erfuhren die SchülerInnen der 8. Schulstufe (Tab. 8.11 und Abb. 8.7), wobei hier jedoch anzumerken ist, dass sie vor der Intervention sogar einen geringeren Kenntnisstand als die SchülerInnen der 6. und 7. Schulstufe aufwiesen. Der Kompetenzzuwachs der 6. Schulstufe ist signifikant ($T(47)=4,53$; $p<0.01$), jener der 8. Schulstufe ist höchst signifikant ($T(42)=9,14$; $p<0.001$).

Tab. 8.11. Mittelwertberechnungen der Summenscores Methodenwissen nach Schulstufen

	Summenscore Vorerhebung		Summenscore Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
6. Schulstufe	1,51	,912	1,66	,494
7. Schulstufe	1,73	,872	1,80	,506
8. Schulstufe	1,43	,985	1,88	,500
Gesamt	1,55	,928	1,77	,498

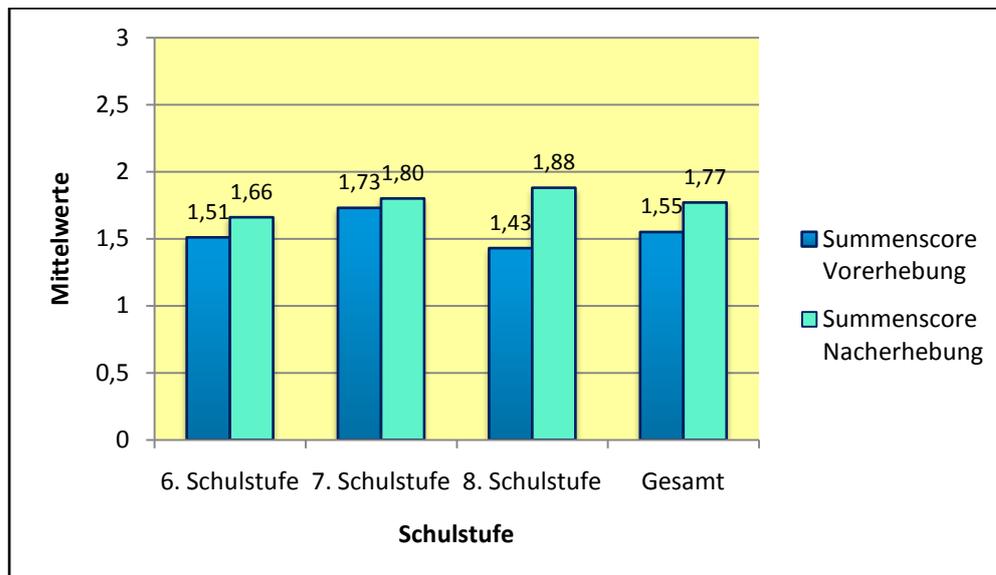


Abb. 8.7. Mittelwerte der Summenscores Methodenwissen nach Schulstufen

Betrachtet man die Ergebnisse auf der Ebene der Einzelitems zum Methodenwissen, lässt sich feststellen, dass in der 6. und 7. Schulstufe der größte Zuwachs im Bereich des Erklärens von Experimenten zu verzeichnen war. Keinen Zuwachs erfuhren die SchülerInnen beim Erkennen naturwissenschaftlicher Fragestellungen bzw. dem Umgang mit Hypothesen. Die 8. Schulstufe zeigte die stärkste Zunahme des Methodenwissens bei der Experimentplanung und somit der Anwendung der Prinzipien Kontrollansatz und Variablenkontrolle (Tab. 8.12 und Abb. 8.8)

Tab. 8.12 Mittelwertberechnungen der Einzelitems zum Methodenwissen nach Schulstufen
(StartFB= Startfragebogen, EndFB= Endfragebogen, Ex_4.1/Ex_4.2/Ex_4.3=Fragecodes)

		Ex_4.1		Ex_4.2		Ex_4.3	
		StartFB	EndFB	StarFB	EndFB	StartFB	EndFB
6. Schulstufe	Mittelwert	,40	,38	,43	,64	,68	,67
	Standardabweichung	,494	,491	,500	,486	,471	,477
7. Schulstufe	Mittelwert	,50	,37	,50	,74	,74	,74
	Standardabweichung	,506	,490	,506	,443	,441	,505
8. Schulstufe	Mittelwert	,43	,46	,43	,51	,58	,73
	Standardabweichung	,500	,505	,500	,506	,499	,449
Gesamt	Mittelwert	,44	,41	,45	,63	,66	,71
	Standardabweichung	,498	,493	,499	,486	,474	,473

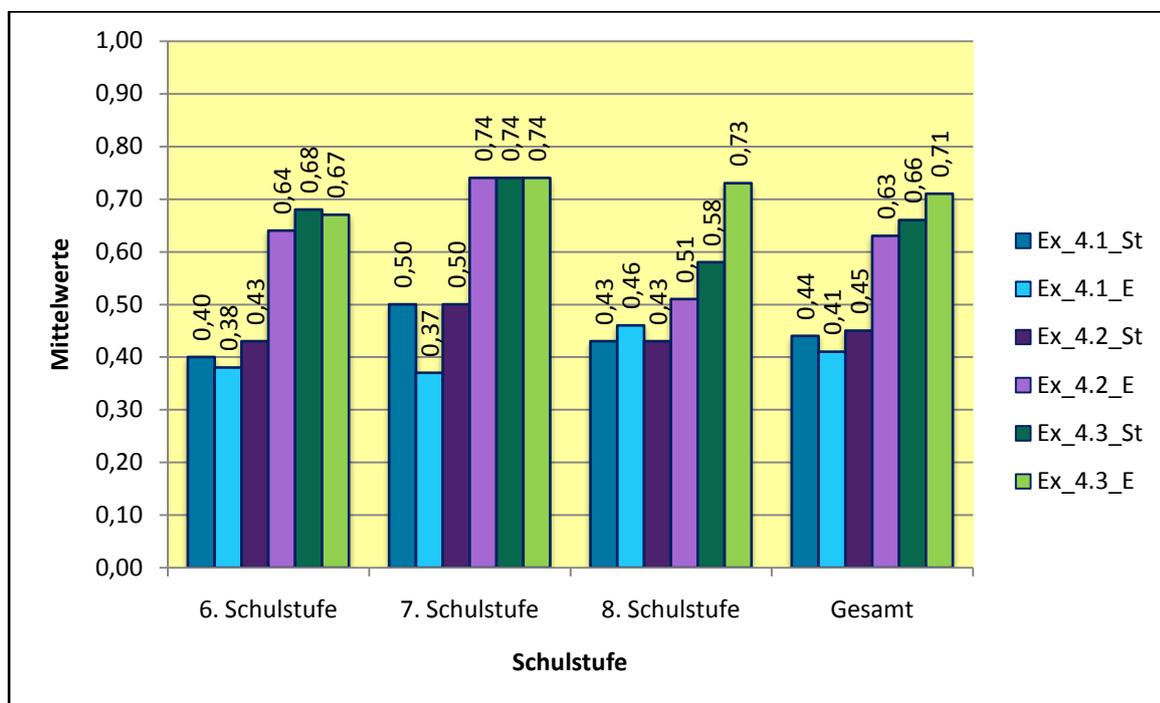


Abb. 8.8. Mittelwerte der Einzelitems⁶ zum Methodenwissen nach Schulstufe bei Vor- und Nacherhebung

Unterschiede zwischen den Geschlechtern

Die Mittelwerte der Summenscores lagen vor der Intervention bei den Mädchen unter denen der Buben, die Mädchen erfuhren aber auf das Methodenwissen bezogen durch die Teilnahme am Projekt einen signifikant höheren Zuwachs als die Buben ($T(51)=8,42$; $p<0.01$) (Tab. 8.13 und Abb. 8.9).

⁶ Frage Ex_4.1 zum Erkennen naturwissenschaftlicher Fragestellungen

Frage Ex_4.2 zur Erklärung der Durchführung eines Experiments

Frage Ex_4.3 zur Experimentplanung unter Anwendung der Prinzipien Kontrollansatz und Variablenkontrolle

Tab. 8.13. Mittelwertberechnungen der Summenscores zum Methodenwissen nach Geschlecht

	Summenscore Vorerhebung		Summenscore Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Mädchen	1,54	,867	1,96	1,356
Bub	1,60	,958	1,66	,909
Gesamt	1,57	,919	1,79	1,122

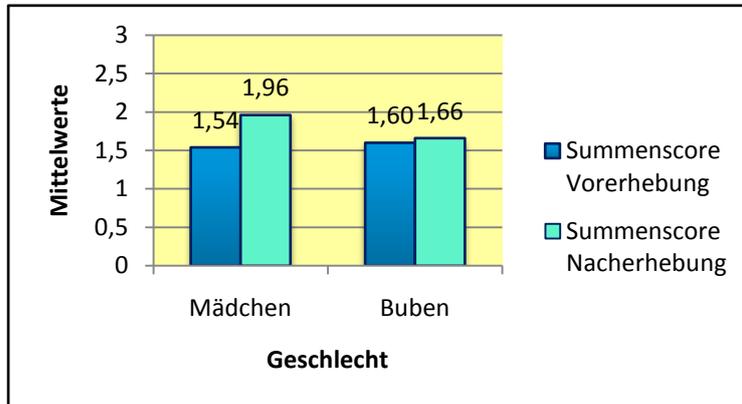


Abb. 8.9. Mittelwerte der Summenscores zum Methodenwissen nach Geschlechtern

Unterschiede zwischen Experimentalgruppe und Kontrollgruppe

Vergleicht man die Mittelwerte der Summenscores zum Methodenwissen der Experimentalgruppe mit jenen der Kontrollgruppe, so ist auffällig, dass auch in der Kontrollgruppe ein Zuwachs erfolgte (siehe Tab. 8.14 und Abb. 8.10).

Tab. 8.14. Mittelwertberechnungen der Summenscores zum Methodenwissen nach Geschlecht

	Summenscore Vorerhebung		Summenscore Nacherhebung	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Experimentalgruppe	1,82	,748	2,00	1,275
Kontrollgruppe	1,33	,970	1,56	1,009

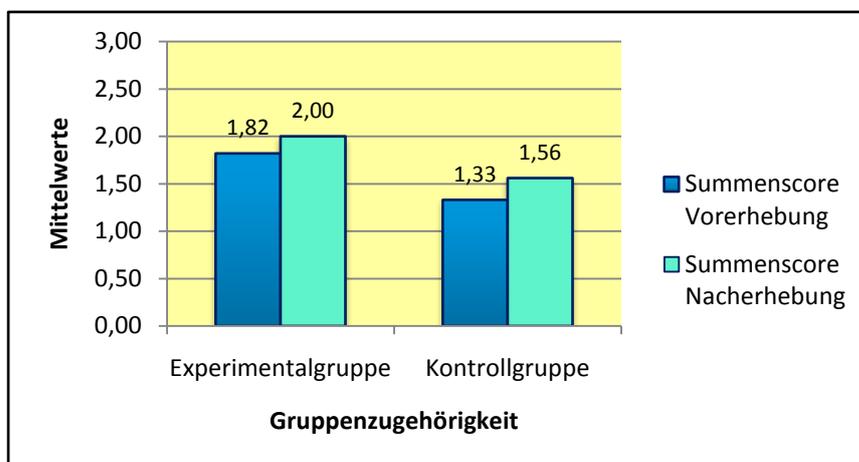


Abb. 8.10. Mittelwerte der Summenscores zum Methodenwissen bei Experimental- und Kontrollgruppe

8.5. FACHWISSEN

Bei der Erhebung des Fachwissens zu Beginn des Projektes fällt auf, dass die SchülerInnen der 6. Schulstufe deutlich mehr richtige Antworten gaben als die beiden höheren Schulstufen (Abb. 8.11).

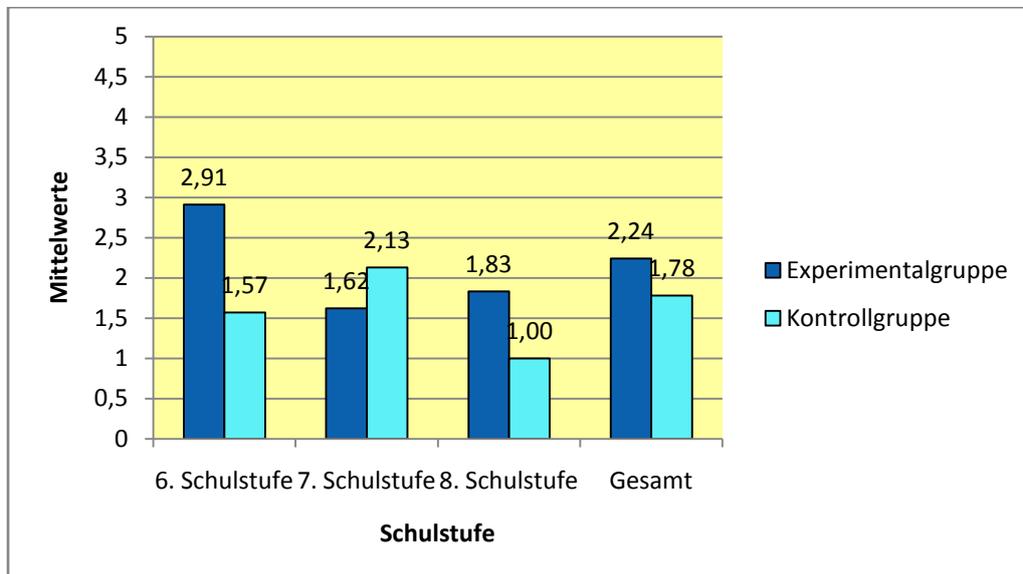


Abb. 8.11. Mittelwerte der Summenscores Fachwissen nach Schulstufen

Bei der Betrachtung der Einzelitems lässt sich feststellen, dass insbesondere die Fragen zu Nahrung (F_7.2) und ökologischer Bedeutung (F_7.5) korrekt beantwortet werden konnten, während die Zuordnung zur Tiergruppe (F_7.1) und die Benennung der Atmungsorgane (F_7.3) mehr Schwierigkeiten bereiteten (Abb. 8.12).

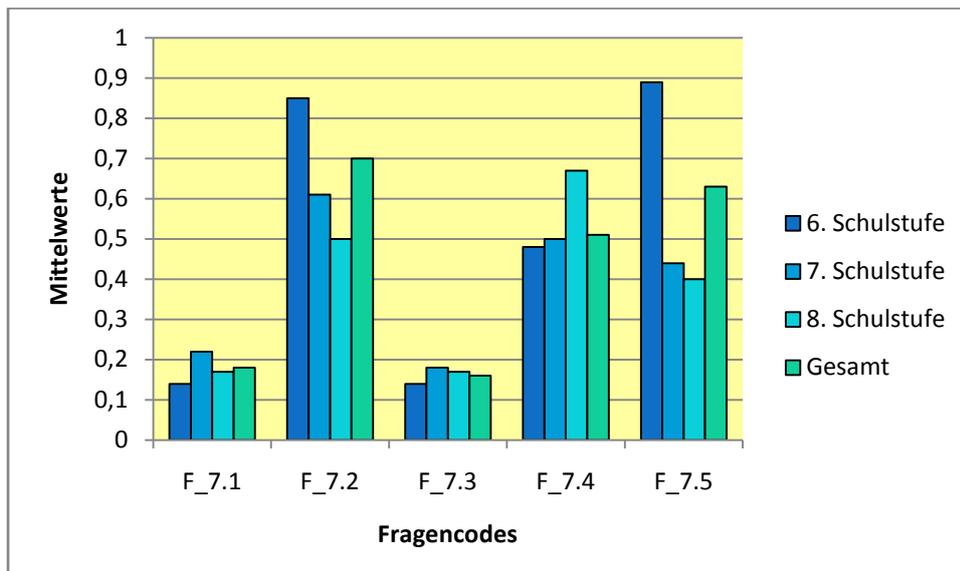


Abb. 8.12. Mittelwerte der Einzelitems Fachwissen nach Schulstufen der Experimentalgruppe

Auffällig ist auch, dass sowohl in der Experimentalgruppe als auch in der Kontrollgruppe Buben häufiger richtige Antworten gaben als Mädchen (Abb. 8.13).

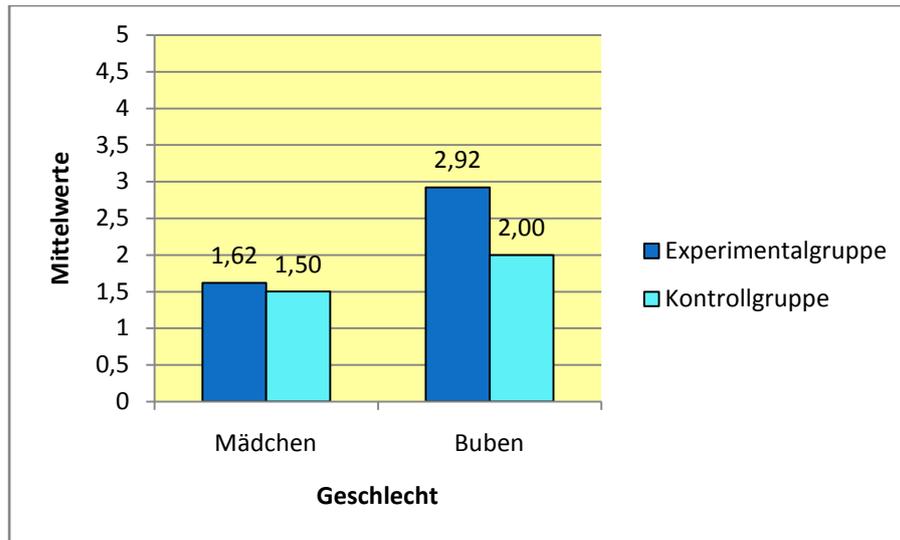


Abb. 8.13. Mittelwerte der Summenscores Fachwissen nach Geschlecht

ASSEL-STECKBRIEFE

Nach induktiver Kategorienbildung erfolgte die manuelle Kodierung und Auszählung der von den SchülerInnen erstellten Steckbriefe. Das Zusammenfassen der Einzelkategorien zu Hauptkategorien ermöglichte die Identifikation von Gewichtungen der Antworten der SchülerInnen (Tab. 8.15 bis 8.21). Anzumerken ist, dass drei Steckbriefe (MMM96 aus der 3. Klasse, GWS96 und DAK97 aus der 2. Klasse) aussortiert werden mussten, da sie keinerlei fachliche Aussagen beinhalteten und somit nicht in die Auszählung aufgenommen werden konnten.

Tab. 8.15. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Tiergruppe" zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Tiergruppe (T)	Nennungen		
		2. Klasse	3. Klasse	4. Klasse
Kat. T1	Krebstiere	4	10	1
Nennungen gesamt nach Schulstufen		4	10	1
Nennungen Tiergruppe gesamt		15		

Tab. 8.16. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Habitus" zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Habitus (H)	Nennungen		
		2. Klasse	3. Klasse	4. Klasse
Kat. H1	Größe	21	18	8
Kat. H2	Form	4	2	0
Kat. H3	Färbung	11	12	1
Kat. H4	Panzer	5	7	6

Kat. H5	Gliederung	4	6	0
Kat. H6	Beinzahl (7 Bein paare od. viele)	5	6	2
Kat. H7	Fühler	9	15	6
Kat. H8	Augen	0	2	0
Kat. H9	Uropoden	0	1	0
Kat. H10	Kiemen	0	6	1
Kat. H11	Skizze	7	13	4
Nennungen gesamt nach Schulstufen		66	88	28
Nennungen Habitus gesamt		182		

Tab. 8.17. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Vorkommen/Lebensraum" zum Asselsteckbrief

Haupt-kategorie	Vorkommen/Lebensraum (V)	Nennungen		
		2. Klasse	3.Klasse	4. Klasse
Kat. V1	feucht	3	14	5
Kat. V2	dunkel	1	6	5
Kat. V3	kühl	0	0	2
Kat. V4	geschützt, Spalten, unter Steinen	3	5	7
Kat. V5	Haus, Keller	1	5	2
Kat. V6	Natur (Garten, Wald, Laubhaufen, in der Erde)	10	4	4
Kat. V7	sonstiges Vorkommen	1	1	0
Kat. V8	im Wasser	0	2	2
Kat. V9	trocken	1	5	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		20	42	27
Nennungen Vorkommen/Lebensraum gesamt		89		

Tab. 8.18. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Nahrung" zum Asselsteckbrief

Haupt-kategorie	Nahrung (N)	Nennungen		
		2. Klasse	3.Klasse	4. Klasse
Kat. N1	Pflanzen (Laub, Gemüse)	10	12	8
Kat. N2	tierisches Material	0	6	0
Kat. N3	Allesfresser	0	1	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		10	19	8
Nennungen Nahrung gesamt		37		

Tab. 8.19. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Besonderheiten" zum Asselsteckbrief

Haupt-kategorie	Besonderheiten (B)	Nennungen		
		2. Klasse	3.Klasse	4. Klasse
Kat. B1	ökologische Bedeutung	4	2	4
Subkategorie BA		Anatomisch-physiologische Merkmale		
Kat. B2	Geruchssinn	5	7	1
Kat. B3	Orientierungssinn	0	0	1
Kat. B4	Geschlecht	0	0	1
Kat. B5	Häutung	0	0	1

Subkategorie BV	Verhaltensbiologische Merkmale			
Kat. B6	schnelle Bewegungen	0	0	1
Kat. B7	Skelettfraß	1	0	0
Kat. B8	Befreiung aus Rückenlage	0	1	0
Kat. B9	Anzeiger für Bodenverschmutzung	0	2	0
Kat. B10	Kontakt zu anderen Individuen	0	3	0
Kat. B11	ungiftig	0	1	0
Kat. B12	zusammenrollen	1	0	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		11	16	9
Nennungen Besonderheiten gesamt		36		

Tab. 8.20. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Bezug zu Projektaktivitäten" zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Bezug zu Projektaktivitäten (P)	Nennungen		
		2. Klasse	3.Klasse	4. Klasse
Kat. P	Bezug zu Projektaktivitäten (Experimenten, Ergebnissen, Betrachtung unterm Binokular)	2	2	3
Nennungen gesamt nach Schulstufen		2	2	3
Nennungen Tiergruppe gesamt		7		

Tab. 8.21. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie "Fachlich inkorrekte Angaben" zum Asselsteckbrief

Hauptkategorie	Fachlich inkorrekte Angaben (F)	Nennungen		
		2. Klasse	3.Klasse	4. Klasse
Kat. F	Fachlich inkorrekte Angaben	3	4	1
Nennungen gesamt nach Schulstufen		3	4	1
Nennungen Tiergruppe gesamt		8		

Zur grafischen Darstellung wurden die Anteile der Nennungen in den einzelnen Hauptkategorien prozentual zur Gesamtzahl aller Nennungen verrechnet. Beinahe die Hälfte aller Nennungen bezog sich dabei auf die Beschreibung des Körperbaus der Asseln. Ein knappes Viertel der Aussagen lieferte Angaben zum Lebensraum, in dem Asseln vorkommen. Zu bemerken ist, dass fehlerhaften Nennungen nur einen äußerst geringen Anteil ausmachten (Abb. 8.14).

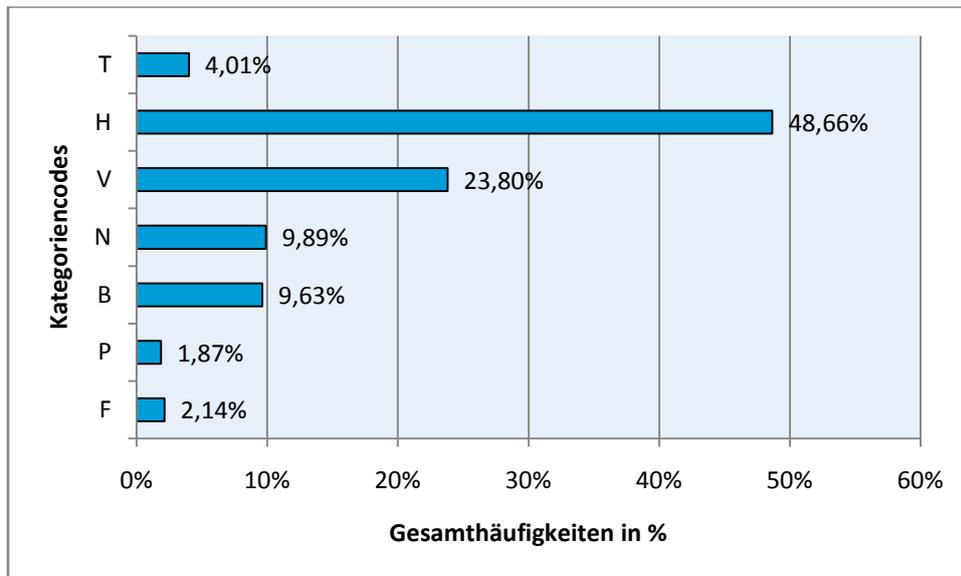


Abb. 8.14. Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien (T=Tiergruppe, H=Habitus, V=Vorkommen/Lebensraum, N=Nahrung, B=Besonderheiten, P=Bezug zu Projektaktivitäten, F=Fachlich inkorrekte Aussagen) zum Asselsteckbrief

Betrachtet man die durchschnittliche Zahl der Nennungen pro SchülerIn, so zeigt sich, dass die SchülerInnen der 8. Schulstufe mit 9,63 Nennungen pro Person die detailliertesten Steckbriefe erstellten, gefolgt von den SchülerInnen der 7. Schulstufe (MD=8,62). Mit 5,04 Nennungen pro SchülerIn waren die Ausführungen der Zweitklässler weniger ausführlich.

8.6. VERSTEHEN

8.6.1. KLEINGRUPPENINTERVIEWS

die Transkripte der Interviews der 6. und 8. Schulstufe wurden nach den erstellten Auswertungskategorien manuell kodiert, ausgezählt und summiert (Tab. 8.22, 8.23, 8.24), sowie zur grafischen Darstellung prozentual verrechnet (Abb. 8.15 bis 8.18). Eine Durchführung der Interviews in der 7. Schulstufe war aus zeitlich-organisatorischen Gründen leider nicht möglich. Die Frage wurde dennoch schriftlich im Zuge einer anderen Untersuchung gestellt und ausgewertet. Die Aufnahme jener Daten in die vorliegende Arbeit geht allerdings über den Rahmen dieser Studie hinaus.

Tab. 8.22. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Hypothesen bilden bei der Verständnisaufgabe "Katze"

Hauptkategorie	Hypothesen bilden (H)	Nennungen	
		2. Klasse	4. Klasse
Kat. H1	Hypothese formulieren	12	0
Kat. H2	Gegenhypothese formulieren	5	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		17	0
Nennungen Hypothesen bilden gesamt		17	

Tab. 8.23. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Experiment durchführen bei der Verständnisaufgabe "Katze"

Hauptkategorie	Experiment durchführen	Nennungen	
		2. Klasse	4. Klasse
Subkategorie E0	Experiment durchführen (E)	8	2
Kat. E1	Objekte präsentieren (Spielzeug, Fressen)	49	13
Kat. E2	Gegenstände variieren	2	0
Kat. E3	Tiere selbst variieren	22	11
Kat. E4	mehrere Versuchsdurchgänge	3	0
Kat. E5	Verhalten beobachten (spielen, jagen)	53	9
Kat. E6	filmen	4	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		141	35
Nennungen gesamt		176	
Subkategorie	Externe Quellen heranziehen (Q)	Nennungen	
Kat. Q1	andere Personen zu Rate ziehen (Eltern, LehrerInnen, Tierarzt, Bezugsquelle)	34	13
Kat. Q2	Literatur-Recherche	12	6
Kat. Q3	Fernsehen	2	1
Kat. Q4	Internet-Recherche	7	2
Kat. Q5	Sonstige Quellen	5	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		60	22
Nennungen gesamt		82	
Subkategorie	Tier körperlich untersuchen (U)	Nennungen	
Kat. U1	Röntgen	1	2
Kat. U2	Sezieren	1	2
Kat. U3	Intraindividueller Vergleich	13	2
Kat. U4	Interindividueller Vergleich	5	3
Nennungen gesamt nach Schulstufen		20	9
Nennungen gesamt		29	
Subkategorie	Tier manipulieren (M)	Nennungen	
Kat. M1	Tier dressieren	9	1
Kat. M2	Tier anatomisch verändern	1	1
Nennungen gesamt nach Schulstufen		10	2
Nennungen gesamt		12	
Nennungen Experiment durchführen gesamt		299	

Tab. 8.24. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Datenanalyse bei der Verständnisaufgabe "Katze"

Haupt-kategorie	Datenanalyse (D)	Nennungen	
		2. Klasse	4. Klasse
Kat. D1	Ergebnisse analysieren, Schlussfolgerungen ziehen	4	0
Kat. D2	Daten Dritten überlassen	3	0
Kat. D3	Ergebnisse in Frage stellen	1	0
Kat. D4	Experiment verwerfen	3	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		11	0
Nennungen Datenanalyse gesamt		11	

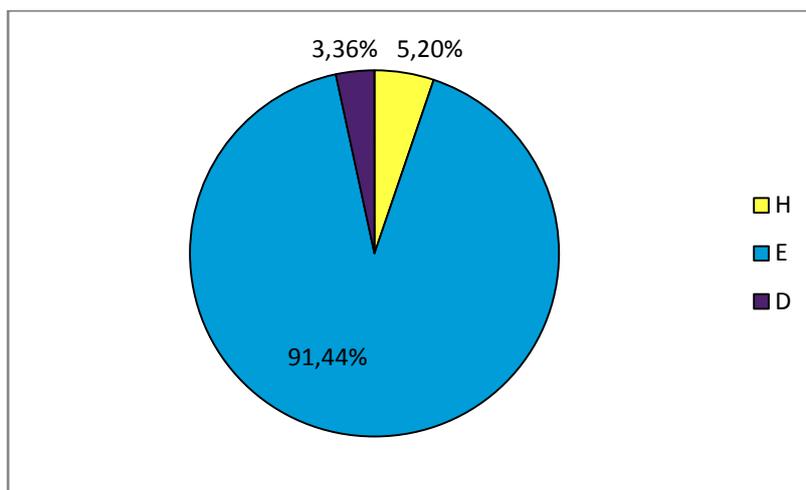


Abb. 8.15. Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien (H=Hypothesen bilden, E=Experiment durchführen, D= Datenanalyse) bei der Verständnisaufgabe "Katze"

Auffällig ist hierbei, dass sich die Überlegungen der SchülerInnen auf die eigentlich Durchführung von Experimenten konzentrierten und die Aspekte Hypothesenbildung und Datenanalyse nur peripher, im Interview mit den SchülerInnen der 4.Klasse sogar gar nicht, behandelt wurden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die SchülerInnen im Allgemeinen keine bedeutenden Unterschiede im Vorfeld aufwiesen und die 8. Schulstufe im Vergleich zur 6. Schulstufe kein altersbedingtes höheres Ausgangsniveau aufwies.

Auf der Ebene der Subkategorien der Hauptkategorie "Experiment durchführen" lassen sich deutliche Gewichtungen erkennen (Abb. 8.16). Die meisten Nennungen konnten in den Subkategorien "Experiment durchführen" und "Externe Quellen heranziehen" verzeichnet werden, weshalb in diesen Subkategorien eine grafische Aufschlüsselung nach Einzelkategorien gewählt wurde (Abb. 8.17 und 8.18).

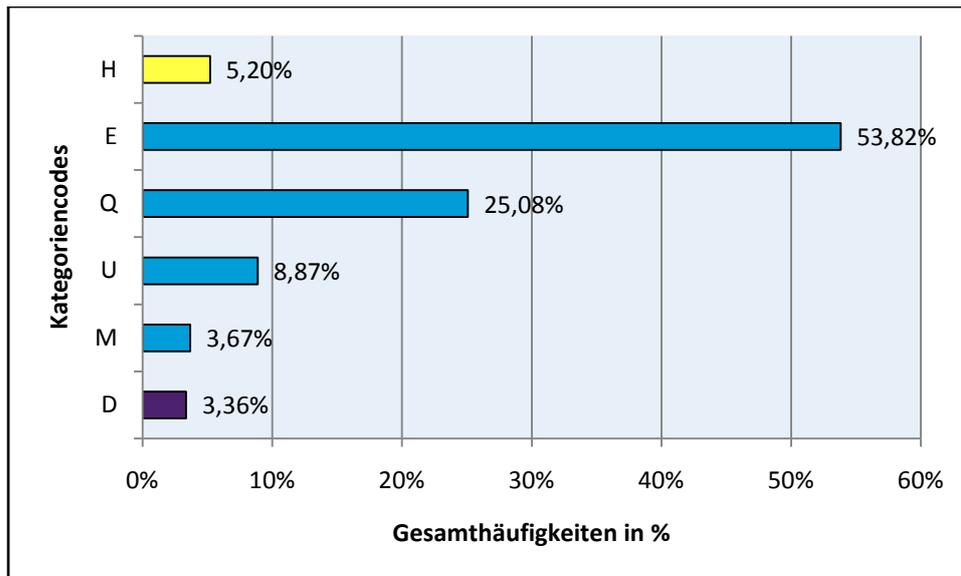


Abb. 8.16. Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien (H=Hypothesen bilden, E=Experiment durchführen, Q= Externe Quellen heranziehen, U=Tier körperlich untersuchen, M=Tier manipulieren, D= Datenanalyse) bei der Verständnisaufgabe "Katze"

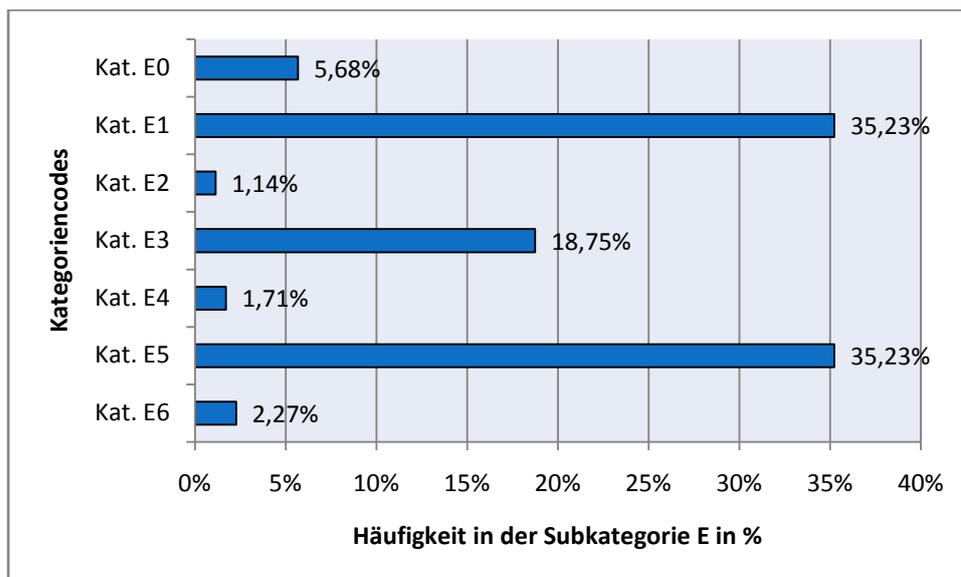


Abb. 8.17. Prozentualverteilung der Nennungen in der Subkategorie Experiment durchführen bei der Verständnisaufgabe "Katze"

Die SchülerInnen würden in erster Linie mit dem Präsentieren von Objekten und Verhaltensbeobachtungen arbeiten. Eine Variation der Variablen erfolgt vor allem durch den Einsatz mehrerer Tiere (Abb.8.17).

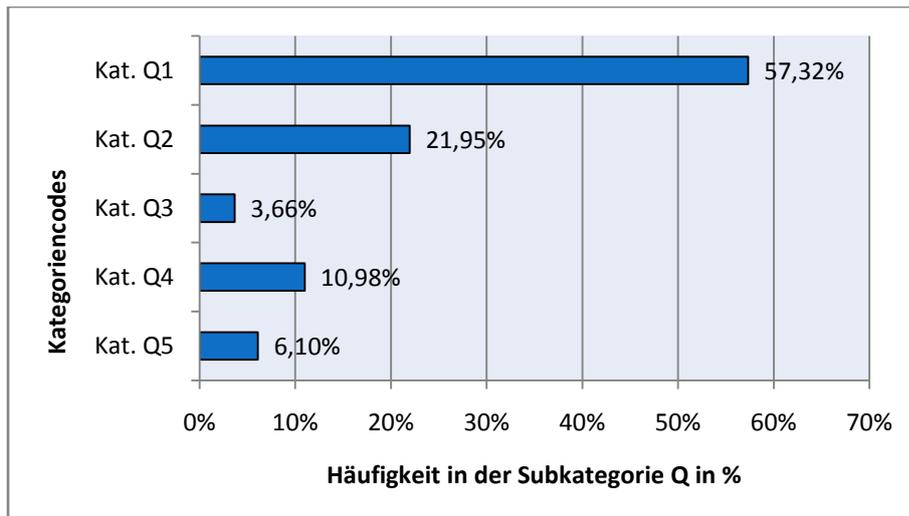


Abb. 8.18. Prozentualverteilung der Nennungen in der Subkategorie Externe Quellen heranziehen bei der Verständnisaufgabe "Katze"

Insgesamt bezog sich ein Viertel der Nennungen darauf, externe Quellen zur Lösung heranzuziehen. Hierbei wiederum fielen über die Hälfte der Nennungen auf das Zu-Rate-Ziehen anderer Personen wie etwa Eltern, BiologielehrerInnen oder TierärztInnen. Auch die Literaturrecherche mittels Biologiebücher, Katzenbücher oder Lexika wurde vergleichsweise häufig genannt (Abb. 8.18.).

8.6.2. VERSTÄNDNISAUFGABE "ASSELFUTTER"

Auch bei der schriftlich ausgearbeiteten Verständnisaufgabe in der Nacherhebung erfolgte die Auswertung durch manuelle Kodierung und Auszählung der Nennungen in den definierten Kategorien (Tab. 8.25, 8.26, 8.27).

Tab. 8.25. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Hypothesen bilden der Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Hauptkategorie	Hypothesen bilden (H)	Nennungen		
		2. Klasse	3. Klasse	4. Klasse
Kat. H1	Hypothese formulieren	3	2	2
Kat. H2	Gegenhypothese formulieren	0	1	2
Nennungen gesamt nach Schulstufen		3	3	4
Nennungen Hypothesen bilden gesamt		10		

Tab. 8.26. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Experiment durchführen der Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Hauptkategorie	Experiment durchführen (E)	Nennungen		
		2. Klasse	3. Klasse	4. Klasse
Kat. E	ein Experiment machen	4	0	0
Kat. B1	ein Versuchsbehältnis verwenden	8	8	1
Kat. B2	mehrere Versuchsbehältnisse verwenden	3	1	3

Kat. F1	Futter präsentieren (Anzahl und Menge nicht näher definiert)	14	11	0
Kat. F2	Auswahl an zwei Futterquellen anbieten	2	4	0
Kat. F3	mehrere Futterquellen zusammen präsentieren	6	5	2
Kat. F4	mehrere Futterquellen einzeln präsentieren	3	1	2
Kat. VB	(Fress)Verhalten beobachten	15	11	3
Kat. NU	Hinweise aus der natürlichen Umgebung der Tiere verwenden	3	1	0
Kat. ZF	Zeitfaktor berücksichtigt	8	2	2
Kat. AZ	eine bestimmte Anzahl an Versuchstieren genannt	7	3	3
Kat. MD	mehrere Versuchsdurchgänge	0	0	2
Kat. SV	Skizze Versuchsaufbau	2	1	2
Kat. ED	Dokumentation der Ergebnisse	1	1	0
Kat. BG	Begründung der Experimentplanung	0	0	2
Kat. SS	Sonstige Strategien	3	2	1
Nennungen gesamt nach Schulstufen		79	51	23
Nennungen Experiment durchführen gesamt		153		

Tab. 8.27. Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Datenanalyse der Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Hauptkategorie	Datenanalyse (D)	Nennungen		
		2. Klasse	3.Klasse	4. Klasse
Kat. D1	Ergebnisse analysieren, Schlussfolgerungen ziehen	5	4	0
Nennungen gesamt nach Schulstufen		5	4	0
Nennungen Datenanalyse gesamt		9		

Wie bei der Vorerhebung lag der Schwerpunkt der SchülerInnen auch bei der Nacherhebung auf der Durchführung von Experimenten. Es konnte allerdings eine leichte Abnahme der Nennungen in diesem Bereich zugunsten der Datenanalyse festgestellt werden (Abb.8.19). Im Bereich der Datenanalyse selbst war zudem auffällig, dass hierbei lediglich Nennungen in der Kategorie "Ergebnisse analysieren, Schlussfolgerungen ziehen" verzeichnet werden konnten und entgegen der Vorerhebung "Daten Dritten überlassen" nicht Teil der Überlegungen war. Im Bereich "Hypothesen bilden" konnten keine auffälligen Veränderungen festgestellt werden.

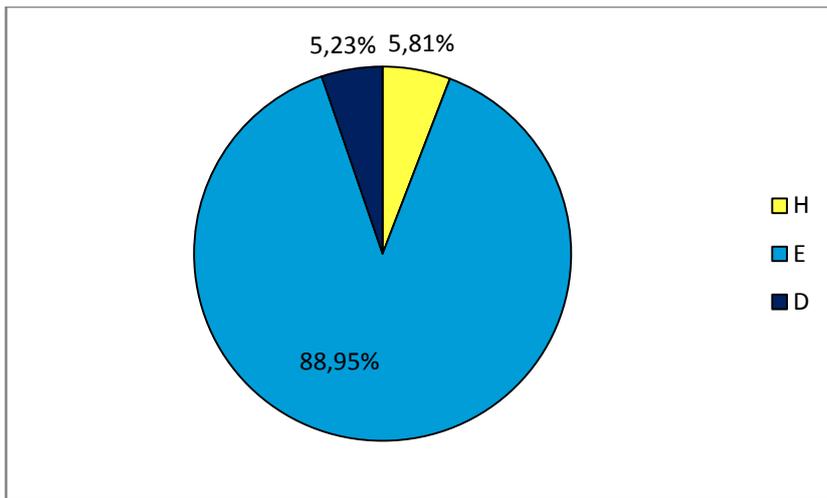


Abb. 8.19. Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien (H=Hypothesen bilden, E=Experiment durchführen, D= Datenanalyse) bei der Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Betrachtet man die Einzelkategorien der Hauptkategorie "Experiment durchführen" im Detail, (Abb. 8.20) so konnte im Allgemeinen eine größere Streuung der Nennungen als bei der Vorerhebung beobachtet werden. Am häufigsten waren Nennungen in den Kategorien "Verhalten beobachten" und "Futterquelle präsentieren". Auffällig war jedoch, dass in letzterer Kategorie weitere konkrete Strategien genannt und spezifiziert wurden (Kat. F2, Kat. F3, Kat. F4) und genauer auf die konkrete Versuchsdurchführung eingegangen wurde (Kat. B1, Kat. B2, Kat. ZF, Kat. AZ, Kat. MD, Kat. SV). Ferner schien eine neue Kategorie auf, die in der Vorerhebung nicht zu finden war und einer wissenschaftlichen Arbeitsweise entspricht, nämlich das Protokollieren der Ergebnisse (Kat. ED).

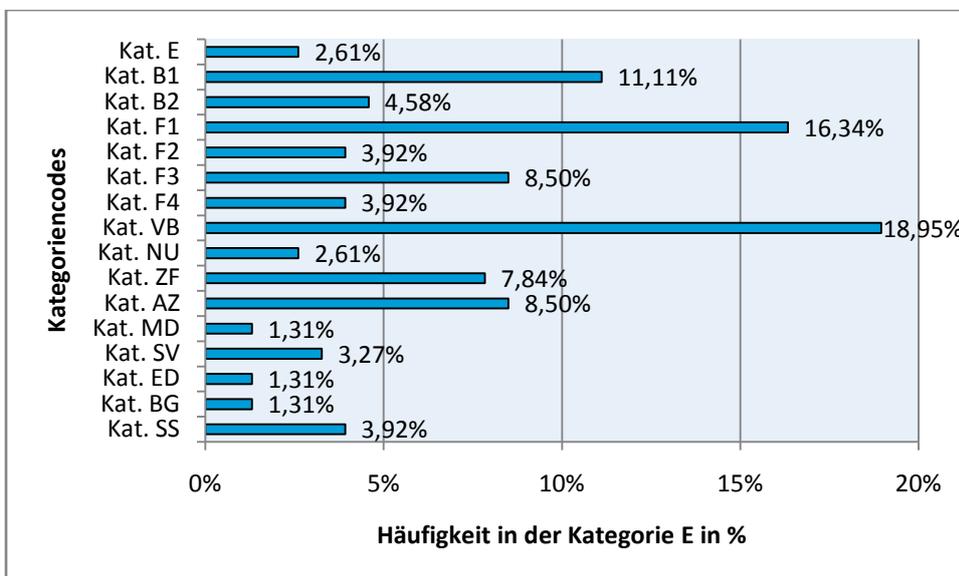


Abb. 8.20. Prozentualverteilung der Nennungen in der Kategorie E nach Einzelkategorien bei der Verständnisaufgabe "Asselfutter"

Ebenso ist zu bemerken, dass die bei der Vorerhebung dominante Kategorie "Externe Quellen heranziehen" bei der Nacherhebung völlig ungenannt blieb.

8.7. FEEDBACK DER SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER ZUM PROJEKT

Den SchülerInnen wurde mehrmals die Möglichkeit gegeben, sich zum Projekt zu äußern. Einerseits wurden von ihnen positiv und negativ erlebte Aspekte in Form eines kurzen schriftlichen Feedbacks erfasst, andererseits bot die Wandzeitung im Anschluss an den Nacherhebungsfragebogen in der 2. Klasse die Möglichkeit über das persönliche Erleben des Projektes zu reflektieren. Die schriftlichen Anmerkungen der SchülerInnen wurden direkt zitiert und somit etwaige orthografische bzw. grammatikalische Fehler unkorrigiert übernommen.

8.7.1. INDIVIDUELLE RÜCKMELDUNGEN

FEEDBACK DER 2. KLASSE

**Feedback der 2B, GRG Billrothstraße 73
zur Intervention am 19.11. und 12.12.2008**



Es hat Spaß gemacht, richtig zu experimentieren und zu lernen wie man einen richtigen Versuch aufbaut und durchführt. Außerdem war es sehr interessant

"Brot backen", Asseln, Skelletfraß, viele Versuche, viel Information, so ziemlich alles!

kein Biologie und Musik

Asseln, gute Erklärungen

Ich fand es toll, dass wir so tolle Versuche gemacht haben.

Mir haben die Experimente gut gefallen. Und wie wir die Asseln beobachtet haben.

lustige Versuche, kleine Asseln sind lieb, sehr nette Betreuer
Ich fand es sehr lustig und interesand, weil wir alles selbst gemacht haben.

Die Assel-Experimente

Mir hat eigentlich alle Experimente gefallen. Mit den Asseln zu arbeiten war sehr lustig und interessant.

Mir haben die Versuche gefallen

Mir haben gefallen: # die Versuche # die Asseln # im großen u. Ganzen war es sehr lustig

gute Erklärungen, öde, chh, sssh, langweilig

Es war sehr lustig

Stundenvertreib

Assel Experimente, Das Brot Experiment, noch gud (?)
besser als normal BIO.

Es hat Spaß gemacht, wie wir in Gruppen waren.

Mir hat gefallen, dass jeder etwas machen musste. Es war sehr lustig.

Es hat Spaß gemacht. Es war interessant.

Das wir viele Experimente gemacht haben, fand ich lustig und, dass es echte Asseln gab war cool.

Nun wissen wir vieles über Asseln und Krebstiere. Jetzt kann ich das meinem Bruder unter die Nase reiben. Mir hat sehr gut gefallen das wir in Gruppen gearbeitet haben. Auch hat mir gefallen das wir auch mit Tieren gearbeitet haben.

Die Versuche, Die Teamarbeit

Ihr wart sehr nett zu uns, und habt nicht geschimpft

Die Experimente waren sehr interessant.

Mir hat die erste Stunde mit dem Aufnehmen am besten gefallen. Und danke das ihr uns Bio Stunden weggenommen.

Die Asselversuche haben sehr viel Spaß gemacht.



Das ich letzte h nach der 1h gehen musste *heul*

langes Gerede

Was ich nicht so toll fand war, dass wir die Asseln so lange in dieser Petrischale hatten.

Mir hat nicht gefallen wie wir eine Stunde lang geredet haben.

viel schreiben

Nichts

Das "Brotback" Experiment. Es war fad.

Eine Sache hat mir nicht so gefallen nämlich dieses wir mussten manchmal viel schreiben.

Die Zeit davor (also das ewige Besprechen usw.) war langweilig

manche Experimente die zu lang waren

zu kurze Versuche, zu lange Erklärungen

Das ich mein Namensschild weghauen musste

Experimentthema

langweilig, und die Versuche sind nicht so gegangen. Außerdem ist Musik wieder ausgefallen und der ME Test musste fast verschoben werden.

Mir hat nicht gefallen, dass wir die Gruppen nicht selber bestimmen konnten.

Man hätte mehr Witze machen sollen.

Das lange reden am Anfang

Die heutigen Diskussionen waren sehr sehr lange.

Mir hat die aller erste Stunde am besten gefallen. Der Rest war irgendwie dumm. (nicht persönlich gemeint)

Das "Brotbacken" Experiment war langweilig. Studentin "Kathi" war zu streng. Lucia kann kein Deutsch.

Abb.8.21. Feedback der 2. Klasse zum Projekt

FEEDBACK DER 3. KLASSE

Tab. 8.28. Feedback der 3. Klasse zum Projekt

	
<ul style="list-style-type: none"> • Das wir Experimentiert haben, das es ein Mal eine Abwechslung war vom Biu und Ph Unterricht, es war lustig. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das die Asseln so ekelig aussahen, das wir manchmal keine Pausen hatten, sonst war es eh lustig =) !
<ul style="list-style-type: none"> • Die Tierchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Das andere
<ul style="list-style-type: none"> • Das wir Experimente durchgeführt haben 	<ul style="list-style-type: none"> • Das diese Asseln so eklich waren
<ul style="list-style-type: none"> • Die Experimente 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Asseln, weil sie immer raus gekrabbelt sind.
<ul style="list-style-type: none"> • Ich fand die Pipetten lustig!! Das wir in einer Gruppe waren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das wir grad mit Asseln arbeiten mussten! Das wir sie selber nehmen mussten (Asseln)!
<ul style="list-style-type: none"> • Das wir viele Experimente gemacht haben fand ich toll. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Asseln waren etwas ekelig.. Frösche wären besser =)
<ul style="list-style-type: none"> • Die langsame Erklärung, die Kärtchen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebende Asseln!
<ul style="list-style-type: none"> • Mir haben die Experimente und die Aufstellung eines Protokolls gefallen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mir hat nicht gefallen, dass ein paar nicht mitgemacht haben.
<ul style="list-style-type: none"> • Das nicht jede Assel überlebte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Man sollte die Asseln dressieren.
<ul style="list-style-type: none"> • Die Pipetten haben mir sehr gefallen!! Es war auch lustig selber die Experimente zu machen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dass wir die Asseln selber nehmen mussten!! Am Anfang waren die Asseln eklich wo sie weggelaufen sind, aber dann ging es eh!
<ul style="list-style-type: none"> • Mir haben die Pipetten die Arbeit mit Öl und die Schalen gut gefallen. Das wir die Asseln ins Wasser stecken durften. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mir haben die Asseln nicht besonders gefallen
<ul style="list-style-type: none"> • Die Pipetten waren cool! Es war auch lustig!! 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Asseln waren am Anfang grausig aba dann wie wir ihnen Namen gegeben haben waren sie eh, ja ok. Aba ich wurde sie nicht angreifen.
<ul style="list-style-type: none"> • Die Asseln, die Experimente, alles. Alles war super. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nix.
<ul style="list-style-type: none"> • War recht ok. Und mir haben die Asseln gefallen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr Testtiere/verschiedene!
<ul style="list-style-type: none"> • Die Experimente und das wir in Gruppen arbeiten durften. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nix.
<ul style="list-style-type: none"> • Das man uns viel gefragt hat, und auch kleine Lücken eingebaut haben. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das man mit lebenden Tieren experimentiert hat.
<ul style="list-style-type: none"> • Das wir viele Experimente gemacht haben hat mir gefallen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das die Asseln so eklich waren man sollte beim nächsten Mal Frösche nehmen.
<ul style="list-style-type: none"> • Die Asseln, die Experimente 	<ul style="list-style-type: none"> • Nix.
<ul style="list-style-type: none"> • Experimente, Asseln töten. Nix oder alles 	<ul style="list-style-type: none"> • Alles oder nix.
<ul style="list-style-type: none"> • Bitte umdrehen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitte umdrehen
<ul style="list-style-type: none"> • Wie die Asseln im Kreis gelaufen sind. Das wir mit Tieren gearbeitet haben auch wenn sie nicht süß waren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das ein paar Asseln auf den Boden gefallen ist.

FEEDBACK DER 4. KLASSE

Feedback "Non-Science" Gruppe der 4A, GRG
Billrothstraße 73

☺ Das wir bei allen Sachen mit machen durften. Die Stimmung in der Klasse war auch entspannt
Die Blumen, Sonnen, Wassertropfen waren sehr schön gemacht =)
Das viele Materialien da waren

☹ Eigentlich gar nichts war ein netter Vormittag

☺ Die ganzen Experimente!
Die Namensschilder!
Die Versuche mit Asseln!
Das Brot backen!

☹ Es war alles gut!!! =)

☺ Namensschilder, Versuche, Pausen

☹ lange Erklärungen, Kathis unnötige Fragen

☺ selber Experimentieren
selber Vermutungen
Tafelbild
Mikroskope
Asseln

☹ Das mit den Destroenten war ein bisschen fad

☺ Versuche mit lebenden Tieren, Namensschilder, grundsätzlich die Versuche, keine Schule (etwas, wovon man auch in dem echten Leben Gebrauch machen kann), Zusammenarbeit (Gruppenarbeit), kompetente Studenten

☹ kurze Pausen, etwas lange Erklärungen

☺ Die Informationen über Asseln
Experemente mit Tieren
Überhaupt die Experimente
Die Stunden waren angenehm gestaltet

☹ Es gab nichts, was ich total schrecklich fand ☺

☺ • Die vielen Versuche und die Sachen an der Tafel.
• Die Bilder waren wunderschön gezeichnet!!
• Dass wir Pausen hatten.
• nette Studenten.
Können wir gerne wiedermachen.
☺

☹ Es gibt eigentlich nichts was mir nicht gefallen hat!

☺ Mir hat gefallen, dass wir viel gelernt haben
• dass wir mit lebendigen Tieren gearbeitet haben
• dass die Stunden ziemlich entspannt waren und dass wir viele Experimente gemacht haben

☹ Mir hat alles gefallen!

☺ Die Stunde war lustig. Ihr beide habt echt einen guten Charackter. Wünsch euch in eurer Laufbahn als Lehrer noch viel Glück und Spaß ☺

☹ Gibt es nichts

Abb. 8.22. Feedback der 4. Klasse zum Projekt

8.7.2. WANDZEITUNG

Die Bemerkungen der SchülerInnen der 6. Schulstufe zu den einzelnen Fragen auf den Plakaten wurden digital erfasst, um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten.

Tab. 8.29. Abschrift des Wandzeitungplakates "Was war neu für dich?"

Was war neu für dich?	
Für mich war'n die Asseln neu!	Dass die Studenten mit uns Experimente gemacht haben.
Das Experimente so viele Regeln haben	Experimente mit Katzenfotos
Experimente mit Katzen	Asseln
Experimente mit Asseln	Asseln
Experimente mit Katzen	Experimente mit Asseln
Experimente mit Mehl und Wasser	Das Asseln viel ausscheiden
Experimente mit Studenten	Das ich mein Essen ausscheide
Die Asseln von so nah zu beachten	Asselkake ist Dünger
Das ich nicht auf Katzenfotos allergisch bin.	die Experimente
Die Studenten	Exis
Experimente in einer Biostunde	Experimente mit Katzen
Die Experimente	Die vielen Experimente
Exerperinente	Nichts
Dass Asseln sieben Beine auf einer Seite haben.	

Tab. 8.30. Abschrift des Wandzeitungplakates "Was war schwierig für dich?"

Was war schwierig für dich?	
KATZEN-Versuche zu erfinden	gar nichts
nichts	nichts
nichts	nichts
nichts	nichts
nichts	nichts
nichts	nichts
nichts	nichts
nichts	nix
nothing	nicts
gar nix	das Krochen
ned	

Tab. 8.31. Abschrift des Wandzeitungplakates "Was hat dir besonders gut gefallen?"

Was hat dir besonders gut gefallen?	
der Asselkot	Das Studenten und nicht Lehrer mit uns Experimente gemacht haben
Die KATZEN Frage	Katzenfoto
Die Asseln	Die Versuche
Die Versuche mit den Asseln	Hektor
Die Versuche	Asselexperimente
die Katzenfotos	Hektor
Das Katzenfoto	Hektor
Die Versuche	Katzenbilder
Katzenfoto	die Katzen
Die Versuche	Hektor
Asselvermehrung	Die Scheiße
Die Experimente	Der Code
Katzenfotos	das mikroskopieren
die Katzenbilder	Expirement mit Studente
Katzen	Exis
Der Asselkot	

Exemplarisch ausgewählte SchülerInnenzeichnungen nach Beobachtung der Asseln unter dem Binokular können dem Anhang entnommen werden.

Bei den individuellen Rückmeldungen ist zu bemerken, dass die positiven Anmerkungen überwiegen. Ferner ist zu bedenken, dass von den einen positiv erlebte Aspekte von anderen als negativ gewertet wurden und umgekehrt. Dies wird durch die direkte Gegenüberstellung von positivem und negativem Feedback deutlich. Die Experimente an sich und die Arbeit mit lebenden Tieren wurden von den SchülerInnen vorwiegend positiv beurteilt.

Die Rückmeldungen der SchülerInnen über die Wandzeitung ergaben, dass ihnen die Experimente, die Arbeit mit lebenden Tieren und die Projektarbeit mit Studierenden positiv in Erinnerung waren. Auffällig ist ebenfalls, dass die SchülerInnen während des Projektes in der Regel keinerlei Schwierigkeiten erlebten.

9. DISKUSSION

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse der empirischen Studie zur Prüfung der Forschungshypothesen herangezogen und die gewonnenen Daten nach den einzelnen untersuchten Aspekten werden.

9.1. PRÜFUNG DER FORSCHUNGSHYPOTHESEN

Die vorliegende Arbeit will aufdecken, inwiefern ein Kompetenzzuwachs beim Experimentieren bei SchülerInnen der Sekundarstufe I durch ein vierstündiges Interventionsprogramm zum kumulativen Kompetenzaufbau erfolgt. Die eingangs formulierten Hypothesen (Kap. 6.2) sollen an dieser Stelle geprüft und in Folge verifiziert bzw. falsifiziert werden.

Der Gesamtsummenscore im Bereich des methodischen Wissens erfährt eine signifikante Erhöhung von Pre- zu Posttest (Abb. 8.5). Dies zeigt auf, dass ein Kompetenzzuwachs des Experimentierens statt gefunden haben muss. Die **Hypothese H₁**, die einen Kompetenzzuwachs im Bereich des Experimentierens der Schülerinnen und Schüler erwartete, kann somit bestätigt werden.

Die **Hypothese H₀** wird somit verworfen.

Bei einem Vergleich der Summenscores zu den Items des methodischen Wissens zwischen den einzelnen Schulstufen (Abb. 8.5) konnte festgestellt werden, dass die SchülerInnen der 8. Schulstufe den höchsten Kompetenzzuwachs von Pre- zu Posttest erfuhren. Allerdings ist anzumerken, dass diese auch den geringsten Wissensstand vor der Intervention aufwiesen. Weitere Untersuchungen könnten die Gründe für den hohen Kompetenzzuwachs der ältesten SchülerInnen abklären. Die **Hypothese H_{1a}**, die von den ältesten SchülerInnen den höchsten Kompetenzzuwachs erwartete, wird somit mit Einschränkung bestätigt.

Die **Hypothese H_{01a}** wird somit mit Einschränkung verworfen.

Der Summenscore zum methodischen Wissen der Mädchen liegt im Posttest über dem der Buben. Beide Geschlechter erfuhren einen Zuwachs im Vergleich zur Vorherhebung, jener der Mädchen ist jedoch signifikant höher (Abb. 8.7). Auch in diesem Fall ist jedoch anzumerken, dass die Gruppe mit dem höheren Kompetenzzuwachs, also die Schülerinnen, von einem niedrigeren Kompetenzniveau ausgingen als die Schüler. Inwiefern sich hier das Geschlecht oder die unterschiedlichen Ausgangssituationen für den höheren Kompetenzzuwachs verantwortlich zeichnen, bleibt in weiteren Untersuchungen abzuklären. Die **Hypothese H_{1b}**, die einen unterschiedlich hohen Kompetenzzuwachs je nach Geschlecht der Probanden erwartete, wird somit mit Einschränkung bestätigt.

Die **Hypothese H_{01b}** wird mit Einschränkung verworfen.

Die validierten Erhebungsitens nach Ehmer (2008) zum Methodenwissen spiegeln die drei Teilkompetenzbereiche des Experimentierens nach Hammann (2004) in Anlehnung an das SDDS-Modell nach Klahr (2000) wider. Die Auswertung der Ergebnisse (Abb. 8.6) zeigte, dass vor allem im Bereich des Erklärens von Experimenten und dem Ziehen von Schlussfolgerungen, also der Teilkompetenz Datenanalyse, ein Kompetenzzuwachs erfolgte. Ebenso ist ein, wenn auch geringerer, Kompetenzzuwachs im Bereich der Experimentplanung, also der Suche im Experimentiersuchraum, zu verzeichnen. Bei der Teilkompetenz Suche im Hypothesensuchraum, repräsentiert durch das Item zum Umgang mit Hypothesen und Erkennen wissenschaftlicher Fragestellungen war kein Kompetenzzuwachs zu beobachten. Die **Hypothese H_{1c}**, die einen unterschiedlich hohen Kompetenzzuwachs in den einzelnen Teilkompetenzen erwartete, wird somit bestätigt.

Die **Hypothese H_{01c}** wird verworfen.

9.2 ERGEBNIS- UND METHODENKRITIK

9.2.1 MOTIVATION UND INTERESSE

Die enge Kopplung von intrinsischer Motivation und Interesse lässt sich im hohen Summenscore der 6. Schulstufe in beiden Bereichen wiederfinden. Während individuelle Interessen die Basis für das Auftreten intrinsischer Lernmotivation darstellt (Schiefele 2008), führt eine hohe intrinsische Motivation seitens der Lernenden zu interesseorientierten Handlungen (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006). Dass intrinsische Motivation und Interesse der SchülerInnen der Schulstufen 7 und 8 geringer sind als bei ihren jüngeren KollegInnen der Schulstufe 6, könnte bestätigen, "dass mit Beginn der Grundschule intrinsische Lernmotivation und fächerbezogenes Interesse kontinuierlich abnehmen" (Schiefele 2008, 47). Die niedrigeren Motivations- und Interessensscores in der 7. Schulstufe sowohl vor als auch nach der Intervention könnten damit zusammenhängen, dass die betroffene Klasse bereits an einem anderen Projekt zum Thema offenem Experimentieren und forschendem Lernen teilnahm und sich eventuell eine Sättigung durch die intensive Auseinandersetzung mit der Thematik einstellte.

Während nach der Teilnahme am Programm in der 7. und 8. Schulstufe eine Zunahme sowohl bei unterrichtlichem Interesse als auch bei Selbstwirksamkeit zu verzeichnen war, erfuhren die SchülerInnen der 6. Schulstufe in diesen Bereichen eine Abnahme. Letzteres ließe sich auf den organisatorisch ungünstigen Verlauf des Programms, der leider große zeitliche Lücken zwischen den einzelnen Projektblöcken entstehen ließ, zurückführen. Eine andere Erklärungsmöglichkeit findet sich im von den SchülerInnen gegebenen Feedback wieder. "Dass Experimente so viele Regeln haben" und sich "lange Diskussionen" zur Experimentplanung ergaben, hatten die SchülerInnen wohl nicht erwartet. "Für die Schülerinnen und Schüler ist dieser Unterricht anstrengend, weil fordernder", wie auch andere KollegInnen durch Rückmeldungen ihrer SchülerInnen erfahren haben (Amthor 2002, 12).

Beim Interesse am Arbeiten in der Gruppe sticht besonders die Zunahme der 8. Schulstufe in diesem Bereich heraus. Die Intervention zum Thema Asseln wurde in der 8. Schulstufe gesamt nur in einer kleineren Gruppe durchgeführt, was sich auch entsprechend auf die Lernatmosphäre auswirkte. Durch das Feedback bestätigten die SchülerInnen der vierten Klasse das positive Erleben des Programms aufgrund der geringen SchülerInnenzahl.

Das etwas höhere Interesse der Mädchen an der Arbeit mit lebenden Tieren spiegelt sich auch in der Angabe des Interesses nach Themen wider, bei der die weiblichen Probanden Zoologie öfters nannten als die männlichen. Bei den zusätzlichen freien Angaben, woran die SchülerInnen im Biologieunterricht interessiert seien, zeigte sich eine Veränderung nach der Teilnahme am Projekt in der Experimentalgruppe gegenüber der Kontrollgruppe. Die Verdopplung der Nennungen könnte darauf zurück zu führen sein, dass sich die SchülerInnen durch die Intervention konkreter mit Biologie beschäftigten und sich auch mehr Gedanken zu ihren persönlichen Intressensschwerpunkten machten. Erfreulich war, dass in der Experimentalgruppe auch das spezifische Interesse an Wirbellosen und an Experimenten genannt wurde ("speziell Asseln", "Versuche + Experimente zu verschiedenen Themen"), was in der Kontroll-gruppe nicht der Fall war.

9.2.2 EPISTEMOLOGISCHES WISSEN

Die Ergebnisse zum epistemologischen Wissen besagen, dass in der 6. Schulstufe ein höchst signifikanter Zuwachs erfolgte. Dies könnte wie auch im Bereich des Methodenwissens, bei dem in jenen Gruppen, die geringere Vorkenntnisse als die Vergleichsgruppen aufwiesen, ein höherer Zuwachs festgestellt werden konnte, mit dem niedrigeren Ausgangswert den Vergleichsgruppen gegenüber zusammenhängen, sodass geringeres Vorwissen höhere Zuwächse begünstigen könnte. Eine andere Erklärungsmöglichkeit könnte in der zeitlichen Organisation begründet liegen. Die SchülerInnen der 6. Schulstufe beschäftigten sich aufgrund administrativer Umstände über einen längeren Zeitraum hinweg mit der Thematik. Eine längerfristige Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen könnten für einen Kompetenzzuwachs förderlich sein.

Diese Begründung wird durch einen weiteren Aspekt begünstigt. Jene Experimentalgruppe, die das Interventionsprogramm nicht zum Thema "Asseln", sondern zum Thema "Die Sinne" erfuhren und deshalb nicht weiter in die Ausführungen dieser Arbeit miteinbezogen wurden, besuchten allesamt den schulautonomen Pflichtgegenstand "Science", der einen fächerübergreifenden Unterricht aus den naturwissenschaftlichen Teildisziplinen bietet. Diese Gruppe wies sowohl zu Beginn als auch am Ende des Projektes einen signifikant höheren Wissenstand hinsichtlich der Epistemologie des Experimentierens gegenüber der "Assel"-Gruppe und der Kontrollgruppe auf ($F(2,135)=8,02$; $p<0.01$). Es wäre demnach plausibel, dass epistemologisches Wissen, also die höchste Ebene der Abstraktion, nach einer längerfristigen Auseinandersetzung verlangt.

9.2.3 METHODISCHES WISSEN

Die Summenscores des methodischen Wissens erfahren alle eine Steigerung von der Vorerhebung zur Nacherhebung. Bei der Betrachtung dieses Ergebnisses auf der Ebene der Einzelitems lässt sich feststellen, dass der Zuwachs vor allem auf die Zunahme beim Erklären von Experimenten zurück zu führen ist. SchülerInnen können durch die Teilnahme am Projekt also besser die Ergebnisse von Experimenten erklären, indem sie richtige Schlussfolgerungen ziehen. Dies könnte darin begründet liegen, dass ein Schwerpunkt des Interventionsprogramms darauf lag, den SchülerInnen die Notwendigkeit der Datenanalyse an sich näher zu bringen. Zudem wurde mithilfe der Prinzipien Variablenkontrolle und Kontrollansatz erarbeitet, dass durch die Variation eines Faktors im Experimentalansatz Schlüsse hinsichtlich des untersuchten und somit veränderten Elementes gezogen werden können, was sich ebenfalls positiv auf einen Kompetenzzuwachs ausgewirkt haben könnte.

Die Besprechung und Korrektur von konfundierten Experimenten in Zusammenhang mit den expliziten Regeln zur Versuchsplanung dürfte für die Experimentplanungskompetenzen der SchülerInnen förderlich gewesen sein, da auch in diesem Bereich ein Kompetenzzuwachs gemessen werden konnte. Diesen erlebten vor allem die SchülerInnen der 8. Schulstufe, die im Vergleich zu den Schulstufen 6 und 7 jedoch einen geringeren Kenntnisstand zu Beginn des Projektes aufwiesen. Ein ähnliches Phänomen war auch bei der Gegenüberstellung von Mädchen und Buben zu beobachten. Die Mädchen gingen mit einem etwas niedrigeren Kenntnisstand in das Projekt, erfuhren jedoch einen höheren Kompetenzzuwachs als die Buben. Es macht somit den Anschein, dass SchülerInnen mit geringeren Vorkenntnissen empfänglicher für gezielte Förderprogramme sind. Kann diese Beobachtung durch weitere Untersuchungen bestätigt werden, liegt nahe, dass eine Kompetenzförderung des Experimentierens bereits dann ansetzen sollte, wenn die Vorkenntnisse noch gering sind, um einen besonders hohen Zuwachs zu erzielen.

Die Kompetenzsteigerungen in den Bereichen "Experimente erklären, Schlussfolgerungen ziehen" und "Experimentplanung" lassen darauf schließen, dass durch Interventionsprogramme der systematische Umgang mit Variablen eingeübt werden kann. Weiterhin ein Schwachpunkt der SchülerInnen liegt im Umgang mit Hypothesen. In diesem Bereich konnte kein Kompetenzzuwachs gemessen werden. Eine weitere Förderung in diesem Kompetenzbereich und die aktive Auseinandersetzung mit der Thematik im Unterricht ist anzuraten.

Erstaunlich ist, dass auch in der Kontrollgruppe ein Zuwachs des Methodenwissens zu verzeichnen ist. Da keine der Kontrollklassen eine Intervention erfuhr, wäre eine Erklärungsmöglichkeit, dass sich die reine Bearbeitung der Fragebögen für die Kompetenzsteigerung verantwortlich zeichnet. Sollte dies tatsächlich der Fall sein, was in fortlaufenden Studien erforscht werden sollte, wird hier die Effizienz der reinen Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlich korrekten Arbeits- und Denkweisen unabhängig von praktischen Umsetzungen, also das Erreichen einer Kompetenzsteigerung mit geringem Aufwand, ersichtlich.

9.2.4 FACHWISSEN

Der fachwissenschaftliche Aspekt nahm in dieser Arbeit keine vordergründige Rolle ein, da "[e]mpirische Untersuchungen zeigen, dass der Lernzuwachs durch Demonstrationsexperimente stärker erhöht wird als durch Schülerexperimente." (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006, 266). Dennoch ergaben die Auswertungen in diesem Bereich aufschlussreiche Ergebnisse. Dass die SchülerInnen der 6. Schulstufe bei den Fachwissensfragen mehr richtige Antworten erzielten, könnte durch die Aktualität der Thematik aufgrund der Verankerung der Schwerpunkte Wirbellose und Ökologie im Lehrplan für Biologie und Umweltkunde der 2. Klasse AHS Unterstufe gegeben sein.

Die Schwerpunkte bilden Wirbellose und weitere ausgewählte Blütenpflanzen, Sporenpflanzen, Pilze und Mikroorganismen. [...] Anhand der Ökosysteme Wald und heimisches Gewässer sind ökologische Grundbegriffe (biologisches Gleichgewicht, Nahrungsbeziehungen, ökologische Nische, Produzent - Konsument - Destruent) zu erarbeiten und zu vertiefen. (BMUKK 2000, 3)

Dass gerade die 6. Schulstufe weniger Nennungen pro Kopf bei der Beantwortung der offenen Frage zur Erstellung eines Asselsteckbriefs lieferte, kann in den zeitlich längeren Abständen zwischen den Projektblöcken begründet sein. Insbesondere die zwischen Intervention und Nacherhebung gelegenen Weihnachtsferien könnten begünstigt haben, dass die Projektinhalte den SchülerInnen nicht mehr so präsent waren.

Bei der Betrachtung der Auswertung der Steckbriefe ist eine Gewichtung der Aussagen festzustellen. Die meisten Nennungen finden sich in Kategorien, die Körperbau und Lebensraum der Asseln beschreiben, also genau jene Aspekte, die sich den SchülerInnen durch den direkten Kontakt mit den Tieren und den Experimenten zu speziellen Bevorzugungen der Asseln einprägen konnten. Erfreulicherweise konnte auch nur ein sehr geringer Prozentsatz an fachlich inkorrekten Aussagen dokumentiert werden. Dies bestätigt die Wichtigkeit der Diskussion von Experimentalergebnissen, die nicht eindeutig sind bzw. den Erwartungen nicht entsprechen.

Bei weiteren Untersuchungen wäre auch der Einsatz der gleichen Fragebogenitems wie im Startfragebogen denkbar, um einen direkten Wissenszuwachs zu messen. Dabei sollte aber darauf geachtet werden, dass nur Aspekte abgefragt werden, die auch tatsächlich durch die durchgeführten Experimente abgedeckt werden.

9.2.5 VERSTEHEN

Die Lösungsvorschläge der SchülerInnen zu den Verständnisaufgaben können zusätzlich zur Auswertung mithilfe qualitativer Inhaltsanalyse auch vor dem Kompetenzmodell nach Hammann (2004, Tab. 3.1, 3.2, 3.3) interpretiert werden, um den Kompetenzstand der SchülerInnen in den Teilkompetenzen des Experimentierens hinsichtlich der Kompetenzstufen einschätzen zu können. In diesem Fall wird zur Interpretation das Modell nach Ganser und Hammann (o.J., Abb.3.1) herangezogen, da hier die Stufennummerierung angepasst wurde (siehe Kap. 3.1).

In den Kleingruppeninterviews wurden von den SchülerInnen sehr wenige bis keine Hypothesen genannt. Bei den Überlegungen zur Problemlösung wurden nur wenige Möglichkeiten in Betracht gezogen bzw. nicht in logischen Bezug zueinander gesetzt. Wurden Vermutungen ausgesprochen, so bezogen sich diese größtenteils auf externe oder anatomische Faktoren ("Familienerbschaft"), die experimentell nur schwierig überprüft werden hätten können. Überwiegend wurde die Problemstellung selbst gar nicht hinterfragt, sondern als Tatsache hingenommen ("Man kann die Katze auch mal anschauen, ob sie irgendwas hat", "als erstes würde ich mal irgendwen fragen, ob er weiß was das ist", "Sie kauft sich so viele Katzen bis sie eine rechts- und eine linkspfötige hat.") und darauf weitere Überlegungen aufgebaut. Für die Teilkompetenz "Suche im Hypothesen-Suchraum" ist den SchülerInnen demnach die Kompetenzstufe 0 bis 1 zugeordnet werden.

Die Suche im Experimentiersuchraum ist bei den SchülerInnen dadurch charakterisiert, dass eine Vielzahl an Variablen genannt, aber nicht systematisch variiert wird (eine Katze und ein Objekt, eine Katze und mehrere Objekte, mehrere Katzen und ein Objekt, mehrere Katzen und mehrere Objekte, etc. "Gegenstände der Katze hinwerfen", "sie kauft sich zwei Katzen, nimmt einen Vogel und schaut", "und wenn dann mehrere Katzen sind, die nach mehreren Blättern greifen"). Vereinzelt Überlegungen zu systematischer Variablenvariation ("Mit Spielzeugen... dann nochmal mit der Rolle") konzentrieren sich jedoch lediglich auf die Veränderung des einen Faktors, von dem ein aufschlussreicher Effekt erhofft wird, die übrigen Variablen werden nicht genügend berücksichtigt. Somit lässt sich die Teilkompetenz "Suche im Experimentiersuchraum" der SchülerInnen auf die Kompetenzstufe 0 bis 1 beziehen.

Die Analyse der Daten wurde von den SchülerInnen in den Interviews weitgehend vernachlässigt. Da eine Postulierung von Hypothesen kaum erfolgte, konnten vermeintliche Ergebnisse auch nicht darauf bezogen werden. Auf die wenigen Vermutungen wurden die erwarteten Ergebnisse nicht bezogen, es wurden nur die angenommenen Effekte beschrieben und daraus unlogische Schlüsse gezogen ("I: Und wie oft würdet ihr so etwas machen? Einmal?, B: Zweimal. Einmal mit der rechten Pfote, F: und einmal mit der linken., I: Und dann wisst ihr, welche Pfote die Katze bevorzugt?, B: Ja."; "Ja wenn sie immer mit der rechten Hand hingreift, dann, dann ist sie [...] Rechtspföter, und wenn sie irgendwie abwechselnd, dann [...] würd ich zum Tierarzt gehn."). Die Auswertung der Daten würden die SchülerInnen ExpertInnen überlassen ohne sich selbst damit auseinanderzusetzen ("zum Beispiel es dem Tierarzt zeigen"). Somit entsprechen die Kenntnisse der SchülerInnen im Bereich "Datenanalyse" der Kompetenzstufe 0.

Um einen Vorher-Nachher-Vergleich anstellen zu können, sollen auch die Überlegungen der SchülerInnen zur Verständnisaufgabe aus dem Endfragebogen vor dem Kompetenzmodell interpretiert werden.

Der Anteil an formulierten Hypothesen war auch bei der Endbefragung gering. Wurden jedoch Vermutungen festgehalten, so wurden sie zum Teil auch in Beziehung zu den entsprechenden Gegen-hypothesen gesetzt. Es war zu beobachten, dass sofern Hypothesen angeführt wurden, diese selten allein auftraten, sondern in Verbindung mit mehreren Vermutungen standen (Tab. 7.15). Eine hypothesengeleitete Experimentplanung und -durchführung kann natürlich nur dort erfolgen, wo auch Hypothesen formuliert werden, was bei einigen bearbeiteten Aufgaben der

Fall war, sodass sich die SchülerInnen nach der Intervention bei der "Suche im Hypothesensuchraum" auf der Kompetenzstufe 0 bis 1 befanden. Es ist jedoch anzumerken, dass sich hierbei größere individuelle Unterschiede feststellen ließen.

Bei der "Suche im Experimentiersuchraum" zeichneten sich die SchülerInnen durch charakteristische Vorgangsweisen der Kompetenzstufe 1 aus. In den meisten Fällen konnte ein systematisches Vorgehen im Umgang mit den Variablen verzeichnet werden. Ebenso war eine umfassendere Berücksichtigung von Variablen gegeben. Neben Objekt, im konkreten Fall Futter, und Tier, wurden auch zahlreiche andere Faktoren als Einflussgrößen angeführt (Untersuchungsgefäß, Zeit, Versuchsaufbau) und sehr konkret beschrieben (Zahl, Art, Anordnung) (Tab. 7.16). Dennoch blieben Faktoren unerwähnt oder wurden notwendige Überlegungen nicht in die Planung aufgenommen, was letztlich zum Erhalt von nicht aussagekräftigen Ergebnissen führen konnte.

In Hinblick auf die Auswertung der Daten war festzustellen, dass die Ergebnisse in Bezug zu den Hypothesen, sofern diese vorhanden waren, gesetzt wurden, hierbei jedoch häufig voreilige Schlüsse gezogen wurden ("und was sie essen, mögen sie am meisten"). Die SchülerInnen schienen sich eindeutige Ergebnisse zu erwarten, die mit der jeweilig vorgeschlagenen Versuchsanordnung jedoch nicht zu erreichen waren. Da eine selbständige Auseinandersetzung mit den prospektiven Daten indirekt zu erkennen war und Schlussfolgerungen prinzipiell gezogen wurden, diese aber nicht immer folgerichtig waren, erfolgte eine Zuordnung der SchülerInnen im Bereich "Datenanalyse" zu der Kompetenzstufe 1.

Die Ergebnisse der Verständnisaufgaben deckten sich somit mit der Erhebung zum methodischen Wissen. Die SchülerInnen konnten nach der Teilnahme am Projekt Experimente erklären, Schlussfolgerungen ziehen und zeigten auch eine Verbesserung hinsichtlich der Planung von Experimenten. Weiterhin problematisch erscheint der Umgang mit Hypothesen.

9.2.6 FEEDBACK

Zieht man als Rückmeldungen von den SchülerInnen auch Randbemerkungen zu Items der Fragebögen hinzu, erfuhr man von dem/der einen oder anderen, dass sie kaum bzw. keine Experimente im Biologieunterricht machten, geschweige denn mit lebenden Tieren arbeiteten. Mit diesen Mitteilungen im Hinterkopf lässt sich nachvollziehen, dass das gegebene positive Feedback vor allem die Experimente mit Asseln betraf. Die besonders von den SchülerInnen der zweiten Klasse genannten "langen Diskussionen" bzw. "Besprechungen" lassen sich auf die freie Experimentplanung zurück führen, die in der sechsten Schulstufe spannend verlief, aber sehr viel Zeit in Anspruch nahm. Die SchülerInnen brachten nicht nur Schlussfolgerungen und Beobachtungen von den vorhergehenden Versuchen ein ("Ich würde die Asseln zuerst länger in die Schale geben, damit sie sich an die Umgebung gewöhnen"⁷), sondern diskutierten auch die Aussagekraft der Experimentanordnung ("Das ist ja gar nicht die genaue Fragestellung."⁷, "Aber wenn sie dann zum Essig gehen, weiß man ja nicht warum. Es kann ja sein, weil sie Essig mögen

⁷ Quelle: Gedächtnisprotokoll aus dem Forschungstagebuch zum Projekt

oder nicht. Aber das sagt uns ja nichts über den Geruchsinn."⁷), was fast zur Verwerfung des Experiments seitens der SchülerInnen geführt hätte. Erfreulich erscheint, dass die SchülerInnen kaum Schwierigkeiten während des Projektes erlebten, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das Aufgabenniveau den Altersklassen angemessen war.

10. EPILOG ZUM EINSATZ VON ASSELN IM UNTERRICHT

Anleitungen und Empfehlungen zur Arbeit mit Asseln findet man in der Literatur und in Form von Online-Ressourcen in ausreichendem Maße (Krischke, Lutz 1988; Skaumal, Rohweder, Westphal 1997; Biedermann 1998; Buning, Hellberg-Rode 2003; Kalas o.J.), jedoch leider ohne Garantie, dass die Versuche in der Schulklasse ebenso gut funktionieren wie sie beschrieben sind. Und auch wenn unerwartete Ergebnisse durchaus ihren Sinn in der Förderung des Umgangs mit Hypothesen haben können (vgl. Ganser, Hammann 2009), muss man mit enttäuschten SchülerInnen rechnen, wenn die Versuche "nicht so gegangen" (Feedback 2. Klasse, Abb. 8.19) sind. Durch die mehrmalige Durchführung des Interventionsprogrammes konnten auch für den Einsatz der Asseln im Unterricht wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, die von Mal zu Mal zu eindeutigeren Ergebnissen führten und an dieser Stelle als hilfreiche Tipps angeführt werden sollen.

- Nach den ersten Versuchsdurchführungen wurde das Substrat des Terrariums geändert. Trotz der vielfach empfohlenen Verwendung von Umgebungssubstrat vom Fundort der Tiere, hat sich für eine längere Haltung ein etwa drei Zentimeter hoher Ausguss mit Gips, vermischt mit Aktivkohle, besser bewährt. Außerdem ist unbedingt darauf zu achten, dass mit Blättern oder anderen Beigaben keine weiteren Organismen (z.B. Schimmelpilze) eingebracht werden bzw. diese entfernt werden, sobald sie entdeckt werden.
- Ferner empfiehlt es sich, die Tiere entsprechend ihrer Lebensweise und ihrer natürlichen Umgebung zu halten. Bietet man den Asseln dunkle und feuchte Bedingungen, tendieren sie auch bei den Versuchsdurchgängen dazu, dementsprechende Zonen aufzusuchen. Die Bedingungen sollten bis kurz vor der eigentlichen Durchführung aufrecht erhalten werden.
- Das Einbringen großer Laubblätter (z.B. Platane) empfiehlt sich besonders im Herbst, da zu dieser Jahreszeit die Blattadern eine härtere Konsistenz aufweisen als jene der jungen Blätter. Somit ergeben sich deutlichere Fraßspuren, anhand derer sich der von den Asseln vollzogene Skelettfraß besonders einprägsam demonstrieren lässt. Die Projektion der skelletierten Blätter mittels Overhead-Projektor ist sehr eindrucksvoll und das Laminieren von Blättern aus dem Asselterrarium unterschiedlichen Zersetzungsgrades erlaubt die Demonstration des Konzeptes auch unabhängig von den Versuchstieren.
- Möchte man auch Exuvien als Demonstrationsobjekte in den Unterricht miteinbringen, so ist anzuraten diese baldigst dem Gefäß zu entnehmen und separat aufzubewahren, da sie sonst als kostbare Nährstoffquellen aufgefressen werden.

Retzlaff-Fürst (2008) empfiehlt bei der Arbeit mit Bodenlebewesen im Unterricht durch die Betrachtung in der Ausschnittsperspektive "einen positiven Zugang zu diesen Tieren zu initiieren" (220) und legt die Berücksichtigung von Schülervorstellungen und individuellen Vorerfahrungen nahe. Aufgrund der dichten Zeiplanung war dies bei der vorliegenden Intervention leider nicht möglich, sondern konnte nur bei der Nacherhebung miteingesetzt werden. Hierbei bestätigten der Andrang auf die Wandzeitungsstation mit den Binokularen zur genaueren Betrachtung der Asseln in der Ausschnittsperspektive und die entsprechenden Äußerungen im Feedback die Wichtigkeit, sich mit den Versuchstieren zusätzlich zu den Experimentdurchführungen auseinanderzusetzen und die Notwendigkeit, den SchülerInnen die Möglichkeit zu bieten, Wirbellose mithilfe des Perspektivenwechsels wahrzunehmen.

Folgende Punkte, zu denen Retzlaff-Fürst (2008) weiters beim Einsatz von Bodenorganismen im Biologieunterricht rät (Kap. 5.3), waren leicht umzusetzen:

- Farbige und gemusterte Tiere auswählen. Die Kellersassel weist eine Färbung auf (grau, schwarz), die in empirischen Untersuchungen ästhetisch negativ beurteilt wurde (Retzlaff-Fürst 2008). Es sind jedoch immer wieder Individuen zu finden, die etwas heller oder rötlicher gefärbt sind bzw. Musterzeichnungen am Carapax besitzen.



Abb. 10.1. Hellere Kellersassel
(Foto: Katrin Janoschek 2009)



Abb.10.2. Helle und dunkle Kellersassel
(Foto: Katrin Janoschek 2009)

- Darauf achten, dass die Tiere unverletzt sind. Bei der Auswahl der zu betrachtenden Tiere sollten nur jene Individuen herangezogen werden, die unverletzt sind bzw. über sämtliche Gliedmaßen verfügen (z.B. kein Tier mit nur einer Antenne).
- Tiere mit langsamer Fortbewegung wählen. Dies erscheint bei der schnellen und wendigen Lokomotion der Asseln nicht realisierbar. Bei der Beobachtung unter dem Binokular lässt sich jedoch auf kleine Gefäße zurückgreifen, die den Auslauf der Tiere einschränken und sie somit besser zu betrachten sind. Ebenso wäre ein Herabsetzen der Körpertemperatur der Tiere im Kühlschrank denkbar. Letzteres könnte auch gleich den Ansatz bieten, Poikilothermie bei Wirbellosen zu besprechen.

11. RESÜMEE UND AUSBLICK

Den Daten der vorliegenden Studie ist zu entnehmen, dass eine gezielte Förderung eine Stärkung der Experimentierkompetenz von SchülerInnen ermöglicht. Dennoch bereitet insbesondere der Umgang mit Hypothesen Probleme, sodass sich eine vermehrte Auseinandersetzung mit dieser Teilkompetenz des Experimentierens im Unterricht empfiehlt. Da es hierbei primär um die Schulung der Kompetenzen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen geht, sind eine Verbindung dieser mit den meisten biologischen Fachgebieten, aber auch interdisziplinäre Verknüpfungen denkbar.

Ganser und Hammann (2009) präsentieren ein Konzept zur Förderung von hypothesengeleitetem Arbeiten mit einem Schwerpunkt auf der Hypothesenrevision, der sie ebenso Bedeutung zusprechen wie der Formulierung von Vermutungen. Die beiden Autoren entwickelten Aufgaben, die die Erwartungen der SchülerInnen im Vorfeld gezielt lenken, sodass sie sich unweigerlich mit diesen Erwartungen im Widerspruch stehenden Daten auseinandersetzen und ihre Hypothesen überdenken müssen. Natürlich impliziert diese Vorgangsweise, dass die Ergebnisse zu den jeweiligen Experimenten den Lehrpersonen bereits bekannt sind, was gegen das Prinzip des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses spricht. Dies ist allerdings im Sinne eines vorherigen Verstehens und Einübens der Arbeitsweise mit dem langfristigen Ziel der selbständigen und freien Durchführung von naturwissenschaftlich "richtigen" Experimenten durch die SchülerInnen selbst zu vertreten.

Die Erreichung dieses langfristigen Ziels erfordert jedoch ein Umdenken nicht nur der SchülerInnen, sondern auch der Lehrenden. Ein Unterricht in diesem Sinne ist mitunter fordernder und kann alle Beteiligten an Grenzen bringen. Ausgang und Unterrichtsverlauf sind durch die Lehrkraft im Voraus nicht genau planbar, sodass LehrerInnen auch den Mut und die Bereitschaft aufbringen müssen, sich darauf einzulassen, nicht alles kontrollieren und einen Teil der Unterrichtsverantwortung an die SchülerInnen abgeben zu können. Hier könnte mit der Entwicklung von kompetenzfördernden Aufgaben und Programmen und in der LehrerInnenausbildung und -fortbildung angesetzt werden. Letztere könnten den Lehrkräften in einem geschützten Rahmen jene positiven Erfahrungsmöglichkeiten bieten, die sie brauchen, um eine derartige Öffnung ihres Unterrichts zuzulassen.

In der vorliegenden Arbeit konnten Kompetenzzuwächse in unterschiedlichen Bereichen des Experimentierens gemessen werden. Beim epistemologischen Wissen zum Experimentieren konnte bei den SchülerInnen der 6. Schulstufe, die die Intervention über einen längeren Zeitraum verteilt erfuhren, ein höchst signifikanter Zuwachs beobachtet werden. Sollte hier eine direkte Korrelation bestehen, was noch abzuklären ist, kann an dieser Stelle ein Plädoyer für eine längerfristige Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen vorgebracht werden. Ein vierstündiges Unterrichtsprogramm stellt eine relativ kurze Angelegenheit im Vergleich zu einer gesamten Schullaufbahn dar. Wenn schon hierbei eine Kompetenzsteigerung verzeichnet werden kann, könnten auch von Maßnahmen über längere Zeiträume hinweg vielversprechende Ergebnisse erwartet werden.

Der größte Kompetenzzuwachs im Bereich des Methodenwissens zum Experimentieren konnte bei den SchülerInnen der 8. Schulstufe gemessen werden. Ein Faktor, der dieses Ergebnis mitbeeinflusst haben könnte, sind die Rahmenbedingungen der Durchführung des Interventionsprogramms. Die Viertklässler bildeten zusammen eine im Vergleich zu den in Österreich üblichen Klassenzahlen eine kleine Gruppe (9 Personen). Die dadurch entstandene Arbeitsatmosphäre wurde auch von den SchülerInnen im Feedback als äußerst positiv beurteilt. Stehen der erhöhte Kompetenzzuwachs und die Gruppenstruktur in Zusammenhang, was noch genauer untersucht werden sollte, wird die Unabdingbarkeit von Kleingruppenarbeit im Unterricht bestätigt.

Natürlich ist dieser Aspekt von den Unterrichtsstrukturen und Ressourcen in der Schule abhängig.

Die Durchführung von Experimenten ist im Biologieunterricht in der Regel mit besonders hohem Aufwand verbunden. Daher liegen die Ursachen für die defizitäre Praxis zum Teil in den schulischen Rahmenbedingungen begründet, wie Klassengröße, Stofffülle der Lehrpläne, Schuletat, Ausstattung der Fachräume u. Ä. (Mayer 2004, 97)

An dieser Stelle ist der Gesichtspunkt zu hinterfragen, dass auch in der Kontrollgruppe ein Kompetenzzuwachs erfolgte. Sollten Folgeuntersuchungen aufdecken, dass die Bearbeitung der Fragebögen, also die reine Auseinandersetzung mit der Thematik ohne der praktischen Durchführung der Experimente, für eine Kompetenzerweiterung förderlich sind, würden Argumente wie jene von Mayer, die die schulischen Rahmenbedingungen für eine defizitäre Beschäftigung mit Experimentierkompetenzen verantwortlich machen, an Gewichtung verlieren.

Weiterführende Untersuchungen wären also in diesem Bereich spannend, aber auch zur Abklärung weiterer Zusammenhänge unabdingbar. Neben Korrelationsanalysen zu Interesse und Motivation in Hinblick auf den Kompetenzzuwachs der SchülerInnen bietet sich an, die Zusammenhänge des höheren Kompetenzzuwachses bei gleichzeitig geringerem Vorwissen den Vergleichsgruppen gegenüber zu erforschen. In größerem Rahmen angelegt könnten auch gruppenspezifische Aspekte, die die Lösung von Problemstellungen in Klassen beeinflussen, wie eine Aussage einer Schülerin der 4. Klasse zur Verständnisaufgabe "Asselfutter" bezeugt ("andere Überlegung [...]. Aber die andere Gruppe hat mich davon überzeugt dass ihr Versuch besser klappen könnte") untersucht werden.

Aus Videobeobachtungen von Schülergruppen im Giessener Schülerlabor-Biologie lässt sich weiterhin entnehmen, dass die Gruppenprozesse beim Experimentieren eine [sic] bedeutender Faktor des Lernerfolgs sind. Insofern wird künftig der Gestaltung einer kooperativen Lernumgebung bei [sic] Experimentieren eine besondere Rolle zukommen müssen, sodass sich Verbindungen zum Kompetenzbereich Kommunikation ergeben." (Bayrhuber 2007, 74)

Am Ende dieser Studie angelangt wird deutlich, wieviele Aspekte der Kompetenzförderung im Bereich des Experimentierens bei SchülerInnen es noch zu berücksichtigen gilt und es wurden durch diese Arbeit viele weiterführende Fragen aufgedeckt, die spannende Ansatzpunkte für Folgeuntersuchungen bieten.

12. LITERATUR

AMTHOR, Uwe. (2002). Experimente als Aufgaben. Experimente – nicht Versuche! *Praxis der Naturwissenschaften – PdN-BioS* 51 (2002), 8, 8-12.

BAYRHUBER, Horst. (2007). Entwicklung von Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in der Sekundarstufe I – Biologie, Chemie, Physik. In: BAYRHUBER, Horst; ELSTER, Doris; KRÜGER, D; VOLLMER, J. (Hrsg.) (2007). *Kompetenzentwicklung und Assessment*. (Forschungen zur Fachdidaktik, vol.9) Innsbruck: Studienverlag.

BAYRHUBER, Horst; ELSTER, Doris; KRÜGER, D; VOLLMER, J. (Hrsg.) (2007). *Kompetenzentwicklung und Assessment*. (Forschungen zur Fachdidaktik, vol.9) Innsbruck: Studienverlag.

BERCK, Karl-Heinz. (1999). *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.

BIEDERMANN, Wolfram. (1998). Ökologische Experimente mit Asseln. *Praxis der Naturwissenschaften – PdN-Bio* 47 (1998), 4, 6-9.

BORTZ, Jürgen. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 6. vollst. überarb. und akt. Auflage. Heidelberg: Springer.

BYBEE, Roger W. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In: GRÄBER, Wolfgang; BOLTE, Claus (Hrsg.). *Scientific Literacy. An international Symposium*. Kiel: IPN, 37-68.

CHEN, Zhe; KLAHR, David. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the control of Variables Strategy. *Child Development* 70 (1999), 5, 1098-1120.

EILKS, Ingo; FISCHER, Hans E.; HAMMANN, Marcus; NEUHAUS, Birgit; PETRI, Jürgen; RALLE, Bernd; SANDMANN, Angela; SCHÖN, Lutz-Helmut; SUMFLETH, Elke; VOGT, Helmut; BAYRHUBER, Horst. (2004). Forschungsergebnisse zur Neugestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften. In: BAYRHUBER, Horst; RALLE, Bernd; REIS, Kristina; SCHÖN, Lutz-Helmut; VOLLMER, Helmut Johannes. (Hrsg.): *Konsequenzen aus PISA. Perspektiven der Fachdidaktiken*. Innsbruck: StudienVerlag, 2004, 197-215.

EISENBEIS, Gerhard; WICHARD, Wilfried. (1985). *Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

ESCHENHAGEN, Dieter; KATTMANN, Ulrich; RODI, Dieter. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. 7. völlig überarbeitete Auflage von Harald Gropengießer und Ulrich Kattmann. Köln: Aulis Verlag Deubner.

FAHSE, Christian. (2004). Wie unterrichtet man Kompetenzen? Anregungen für die Unterrichtspraxis. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht - MNU* 57 (2004), 8, 460-464.

FREUDENTHALER, H. Harald; SPECHT, Werner. (2005). Bildungsstandards aus Sicht der Anwender. Evaluation der Pilotphase I zur Umsetzung nationaler Bildungsstandards in der Sekundarstufe I. Graz: Zentrum für Schulentwicklung, bmbwk, Abteilung. Evaluation und Schulforschung.

GANSER, Manuel; HAMMANN, Marcus. (2009). Hypothesen verändern können. Aufgaben zum Umgang mit unerwarteten Daten im Kontext historischer Experimente. *Praxis der Naturwissenschaften – PdN-Bio* 58 (2009), 3, 39-43.

GANSER, Manuel; HAMMANN, Marcus. (o.J.). Das Experiment als Methode der Erkenntnisgewinnung. Materialien aus dem Schulset im Bundesland Hamburg. Bik/AG Hammann, internes Material nur zur Erprobung. Kiel: IPN.

GLÄSER-ZIKUDA, Michaela. (2005). Qualitative Inhaltsanalyse in der Lernstrategie- und Lernmotionsforschung. In: MAYRING, Philipp [Hrsg.]. *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz, 2005, 63-83.

GROPENGIEBER, Harald. (2005). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In: MAYRING, Philipp [Hrsg.]. *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz, 2005, 172-189.

GRUNER, Hans-Eckhard (Hrsg.). (1993). *Lehrbuch der speziellen Zoologie, begr. von Alfred Kaestner, Band I: Wirbellose Tiere, 4. Teil: Arthropoda (ohne Insecta), bearb. von Gruner, Hans-Eckhard; Moritz, Manfred; Dunger, Wolfram. 4., völlig neu bearb. und stark erw. Aufl.* Jena: Gustav Fischer Verlag.

HAMMANN, Marcus. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle: Merkmale und ihre Bedeutung – dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht - MNU* 57 (2004) 4, 196-203.

HAMMANN, Marcus. (2006). Kompetenzförderung und Aufgabenentwicklung. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht - MNU* 59 (2006), 2, 85-95.

HAMMANN, Marcus; PHAN, Thi Thanh Hoi; EHMER, Maike; BAYRHUBER, Horst. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematische und natruwissenschaftliche Unterricht – MNU* 59 (2006), 5, 292-299.

HEDEWIG, Roland. (1990). Bericht der Arbeitsgruppe "Experimentieren im Biologieunterricht". In: KILLERMANN, Wilhelm; STAECK, Lothar [Hrsg.]: *Methoden des Biologieunterrichtes: Bericht über die Tagung der Sektion Fachdidaktik im Verband Deutscher Biologen in Herrsching, 2.10.-6.10.1989*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 1990, 82-87.

KATTMANN, Ulrich. (2003). Vom Blatt zum Planeten – Scientific Literacy und kumulatives Lernen im Biologieunterricht und darüber hinaus. In: MOSCHNER, Barbara; KIPER, Hanna; KATTMANN, Ulrich [Hrsg.]: *PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 2003, 115-137.

KEINER, Karlheinz; GERBIG, Simone, MAYER, Jürgen. (2005). Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht. In: BAYRHUBER, Horst; BÖGEHOLZ, Susanne; GRAF, Dittmar; HAMMANN, Marcus;

HARMS, Ute; HÖBLE, Corinna; KRÜGER, Dirk; LANGLET, Jürgen; LUDE, Armin; MAYER, Jürgen; RIEMEIER, Tanja; SANDMANN, Angela; SCHLÜTER, Kirsten; UNTERBRUNER, Ulrike; UPMEIER ZU BELZEN, Annette; ZIEMEK, Hans-Peter [Hrsg.]: Bildungsstandards Biologie. Internationale Tagung der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol, Bielefeld, 27. Februar bis 4. März 2005. Kiel, 2005, 35-38.

KLAHR, David. (2000). Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes. Massachusetts: Institute of Technology.

KLAUTKE, Siegfried. (1990). Für und Wider das Experiment im Biologieunterricht. In: KILLERMANN, Wilhelm; STAECK, Lothar [Hrsg.]: Methoden des Biologieunterrichtes: Bericht +über die Tagung der Sektion Fachdidaktik im Verband Deutscher Biologen in Herrsching, 2.10.-6.10.1989. Köln: Aulis Verlag Deubner, 1990, 70-73.

KLIEME, Eckhard; AVENARIUS, Hermann; BLUM, Werner; DÖBRICH, Peter; GRUBER, Hans; PRENZEL, Manfred; REISS, Kristina; RIQUARTS, Kurt; ROST, Jürgen; TENORTH, Heinz-Elmar; VOLLMER, Helmut. (2007). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

KLOS, Silke; HENKE, Christian; KIEREN, Corinna; WALPUSKI, Maik; SUMFLETH, Elke. (2008). Naturwissenschaftliches Experimentieren und chemisches Fachwissen – zwei verschiedene Kompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik – ZfPäd* 54 (2008), 3, 304-321.

KMK (2005). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004). Luchterhand – ein Imprint der Wolters Kluwer Deutschland GmbH: München, Neuwied.

KÖHLER, Karlheinz. (2004). Welche fachgemäßen Arbeitsweisen werden im Biologieunterricht eingesetzt? In: SPÖRHASE-EICHMANN, Ulrike; RUPPERT, Wolfgang [Hrsg.]: Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor, 2004, 146-159.

KÖLLER, Olaf. (2008). Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. In: SCHNEIDER, Wolfgang; HASSELHORN, Marcus [Hrsg.]. Handbuch der Pädagogischen Psychologie. Göttingen: Hogrefe, 697-711.

KRISCHKE, Norbert; LUTZ, Werner. (1988). Asseln und Mehlkäfer schützen sich – durch Orientierung. Unterrichtsmodell für die Sekundarstufe (7./8. Schülerjahrgang). *Unterricht Biologie – UB* (1988), 12, 32-34.

LÖWE, Bernd. (1990). Biologische Arbeitsweisen im Spiegel der Schülerinteressen. In: KILLERMANN, Wilhelm; STAECK, Lothar [Hrsg.]: Methoden des Biologieunterrichtes: Bericht +über die Tagung der Sektion Fachdidaktik im Verband Deutscher Biologen in Herrsching, 2.10.-6.10.1989. Köln: Aulis Verlag Deubner, 1990, 265-279.

LUCYSHYN, Josef. (2006). Implementation von Bildungsstandards in Österreich. Arbeitsbericht. Salzburg: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens (bifie).

LUCYSHYN, Josef. (2007). Bildungsstandards in Österreich. Entwicklung und Implementierung. Pilotphase II (2004-2007). Salzburg: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens (bifie).

MAYER, Jürgen. (2004). Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht - MNU* 57 (2004), 2, 92-99.

MAYER, Jürgen. (o.J.a). Erkenntnismethoden im Biologieunterricht. Gießen: Justus-Liebig Universität.

MAYER, Jürgen. (o.J.b). Experimentieren als Erkenntnisprozess. *bik – biologie im kontext*. Gießen.

MAYER, Jürgen. (o.J.c). Forschendes Lernen. Lehrermaterial zum kompetenzorientierten Biologieunterricht. *bik – biologie im kontext*. Gießen: Justus-Liebig Universität.

MAYER, Jürgen. (o.J.d). Historisch-genetische Unterrichtsmethode. *bik – biologie im kontext*. Gießen: Universität Gießen.

MAYER, Jürgen; ZIEMEK, Hans-Peter. (2006). Offenes Experimentieren. Forschendes Lernen im Biologieunterricht. *Unterricht Biologie – UB* (2006), 317, 4-12.

MAYRING, Philipp [Hrsg.]. (2005). Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. Weinheim: Beltz.

MONKA, Michaela; VOß Werner. (2002). Statistik am PC. Lösungen mit Excel. 3., überarb. und akt. Aufl. München: Carl Hanser Verlag.

NEUWEG, Georg Hans. (2004). Bildungsstandards in Österreich. Über die gute Absicht, die Vereinbarkeit von Einsicht und Aufsicht und die gebotene Vorsicht. *Pädaktuell* (2004), 2, 4-13.

PHAN, Thi Thanh Hoi; HAMMAN, Marcus; BAYRHUBER, Horst. (2005). Kompetenzstufen beim Experimentieren. In: BAYRHUBER, Horst; BÖGEHOLZ, Susanne; GRAF, Dittmar; HAMMANN, Marcus; HARMS, Ute; HÖBLE, Corinna; KRÜGER, Dirk; LANGLET, Jürgen; LUDE, Armin; MAYER, Jürgen; RIEMEIER, Tanja; SANDMANN, Angela; SCHLÜTER, Kirsten; UNTERBRUNER, Ulrike; UPMEIER ZU BELZEN, Annette; ZIEMEK, Hans-Peter [Hrsg.]: Bildungsstandards Biologie. Internationale Tagung der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol, Bielefeld, 27. Februar bis 4. März 2005. Kiel, 2005, 188.

PING KERNGRUPPE. (1999). Erkenntnismethoden. Anregungen für die Gestaltung der Erkenntnisprozesse. Auswahl an Beispielen für den 5. und 6. Jahrgang. Kiel: IPN Kiel.

RANDLER, Christoph. (2001). Welche Faktoren lassen Brot schimmeln? Einübung einer experimentellen Arbeitsweise. *Praxis der Naturwissenschaften – PdN-BioS* 50 (2001), 7, 26-28.

REHM, Markus. Allgemeine naturwissenschaftliche Bildung – Entwicklung eines vom Begriff "Verstehen" ausgehendem Kompetenzmodells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften – ZfDN* 12 (2006), 23-44.

RETZLAFF-FÜRST, Carolin. (2005). Schülervorstellungen zu ausgewählten Bodenlebewesen – Interviews zur Ästhetik von "creepy crawlies". In: BAYRHUBER, Horst; BÖGEHOLZ, Susanne; GRAF, Dittmar; HAMMANN, Marcus; HARMS, Ute; HÖBLE, Corinna; KRÜGER, Dirk; LANGLET, Jürgen; LUDE,

Armin; MAYER, Jürgen; RIEMEIER, Tanja; SANDMANN, Angela; SCHLÜTER, Kirsten; UNTERBRUNER, Ulrike; UPMEIER ZU BELZEN, Annette; ZIEMEK, Hans-Peter [Hrsg.]: Bildungsstandards Biologie. Internationale Tagung der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol, Bielefeld, 27. Februar bis 4. März 2005. Kiel, 2005, 151-154.

RETZLAFF-FÜRST, Carolin. (2007). Schülervorstellungen zu ausgewählten Bodenlebewesen – Interviews zur Ästhetik von "creepy crawlies". In: VOGT, Helmut; UPMEIER ZU BELZEN, Annette [Hrsg.]: Bildungsstandards – Kompetenzerwerb. Forschungsbeiträge der biologiedidaktischen Lehr- und Lernforschung. Aachen: Shaker Verlag, 2007, 67-78.

RETZLAFF-FÜRST, Carolin. (2008). Das lebende Tier im Schülerurteil. Bodenlebewesen im Biologieunterricht – eine empirische Studie. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.

RUMSEY, Deborah. (2004). Statistik für Dummies. 1. Auflage. Übersetzung der amerikanischen Originalausgabe (Deborah Rumsey: Statistics for Dummies) von Beate Majetschak. Bonn: mitp-Verlag.

SHECKER, Horst; PARCHMANN, Ilka. (2006). Modellierung natruwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12 (2006), 45-66.

SCHIEFELE, Ulrich. (2008). Lernmotivation und Interesse. In: SCHNEIDER, Wolfgang; HASSELHORN, Marcus [Hrsg.]. Handbuch der Pädagogischen Psychologie. Göttingen: Hogrefe, 38-49.

SCHÖN, Lutz-Helmut. (2004). Thesen zur Umsetzung einiger Ergebnisse fachdidaktischer Forschung für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I. In: BAYRHUBER, Horst; RALLE, Bernd; REIS, Kristina; SCHÖN, Lutz-Helmut; VOLLMER, Helmut Johannes. (Hrsg.): Konsequenzen aus PISA. Perspektiven der Fachdidaktiken. Innsbruck: StudienVerlag, 2004, 191-195.

SKAUMAL, Ulrike; ROHWEDER, Luise; WESTPHAL, Ronald. (1997). Schulversuche mit Asseln (Klasse 6 bis 8). *Biologie in der Schule* (1997), 4, 208-214.

STÄUDEL, Lutz; WERBER, Brigitte; WODZINSKI, Rita. (2006). Lernbox Naturwissenschaften. Forschen wie ein Naturwissenschaftler. Das Arbeits- und Methodenbuch. 1. Aufl. Seelze/Velber: Erhard Friedrich Verlag.

TESCH, Maike; DUIT, Reinders. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 10 (2004), 51-69.

WEGNER, Julia. (2006). Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I zur Überwinterung von Wirbeltieren. Kiel (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, schriftliche Hausarbeit zur fachwissenschaftlichen Prüfung für das Lehramt an Gymnasien.

WEINERT, Franz E. [Hrsg.]. (2001). Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

WIRTH, Joachim; THILLMANN Hubertina; KÜNSTING, Josef; FISCHER, Hans E.; LEUTNER, Detlev. (2008). Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bedingungen der

Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht. *Zeitschrift für Pädagogik – ZfPäd* 54 (2008), 3, 361-375.

ONLINE RESSOURCEN

Um die Aktualität der angegebenen Online Quellen zu gewährleisten, wurden, sofern nicht separat angeführt, sämtliche Internetadressen zuletzt am 11.06.2009 aufgerufen.

BMUKK – Österreichisches Bildungsministerium für Unterricht, Kunst und Kultur. (2000). Lehrplan der AHS-Unterstufe. Biologie und Umweltkunde. Letzte Aktualisierung 25. August 2008. URL: <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/779/ahs5.pdf>

BUNING, Marius; HELLBERG-RODE, Gesine. (2003). Assel-Werkstatt. URL: <http://www.hypersoil.uni-muenster.de/1/03.htm>

EHMER, Maike. (2008). Förderung von kognitiven Fähigkeiten beim Experimentieren im Biologieunterricht der 6. Klasse: Eine Untersuchung zur Wirksamkeit von methodischem, epistemologischem und negativem Wissen. Kiel (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Dissertation. URL: http://eldiss.uni-kiel.de/macau/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002469/diss_ehmer.pdf;jsessionid=68C44B1E4BEB2E06863F22934CF412E5?hosts=

FRANZ, Dorett. (2004). Auswertung problemzentrierter Interviews zu ästhetischen Schülerurteilen über Bodenlebewesen im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe – eine empirische Studie. Rostock (Universität Rostock), Institut für Biowissenschaften/Abt. für Fachdidaktik Biologie, Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. URL: <http://www.biologie.uni-rostock.de/didaktik/Dorett%20Franz.pdf>

GEISER, Christian. (2003/2004). Faktorenanalyse mit SPSS. SPSS Tutorium für 3. Semester. Institut für Psychologie. Universität Magdeburg. Wintersemester 2003/2004. URL: <http://userpage.fu-berlin.de/~geiser/Faktorenanalyse.pdf>

HAMMANN, Marcus; PHAN, Thi Thanh Hoi; EHMER, Maike; GRIMM, Tobias. (2008). Assessing pupils' skills in experimentation. *Journal of Biological Education* 42 (2008), 2, 2-8. URL: http://www.iob.org/userfiles/File/JBE_archive/JBE_42_2_Hammann.pdf

HARMS, Ute. (2008). Theorie und Praxis des Experimentierens in der Biologie. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN). 05. November 2008. URL: http://www.uni-kiel.de/biologie/Material/Matbiol108/Harms_WS08_09.pdf

JODL, Hans-Jörg. (2005/2006). Das Experiment im Unterricht (EiU) – schriftliche Ausarbeitung. WS 05/06. URL: http://pen.physik.uni-kl.de/w_jodl/Lehre/WS_0506/Das_Experiment_im_Unterricht.doc (27.02.2009)

KALAS, Klaus. (o.J.) Asseln. Informationen zur Biologie, Haltung und schulbiologischen Verwendung einheimischer Landasseln. Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Universität Salzburg. Letzte Aktualisierung 25. März 2009. URL: <http://www.biologiedidaktik.at/Tiere/Assel.html>

LUCYSHYN, Josef. (2008). Bildungsstandards in Österreich. Offizieller Referenztext des bm:bwk, Sektion I. URL: <http://www.bifie.at/content/view/64/66/> (05.08.2008)

MAYRING, Philipp (2000). Qualitative Inhaltsanalyse [28 Absätze]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(2), Art. 20, URL: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2384>

MAYRING, Philipp (2001). Kombination und Integration qualitativer und quantitativer Analyse [31 Absätze]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum Qualitative Social Research*, 2(1), Art. 6, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs010162>

Nettelstroth, Wim. (2003). Intelligenz im Rahmen der beruflichen Tätigkeit. Zum Einfluss von Intelligenzfacetten, Personenmerkmalen und Organisationsstrukturen. Berlin, (Freie Universität Berlin), FB Erziehungswissenschaft und Psychologie. Dissertation. URL: http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000000908

PHAN, Thi Thanh Hoi. (2007) Testing levels of competencies in biological experimentation. Kiel, (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Dissertation. URL: http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_2130

REISINGER, Josef. (2001). Das Experiment im Physikunterricht (Ausarbeitung zu Vorlesung). Materialien zur Vorlesung "Ausgewählte Kapitel aus der Physikdidaktik" – SS 2008. URL: http://www.physik.uni-regensburg.de/didaktik/expsem/Exp_i_PhUnt.pdf

SCHELOSKE, Marc. (2007). Experimentalsysteme » Hans-Jörg Rheinberger skizziert Kontingenzspielräume. In: *Wissenswerkstatt* [Weblog], 6 Mai. 2007. Online-Publikation, URL: <http://www.wissenswerkstatt.net/2007/05/06/experimentalsysteme-hans-joerg-rheinberger-skizziert-kontingenzspielraeume/>.

SCHREINER, Claudia; SCHWANTNER, Ursula (Hrsg.). (2009). PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt. Graz: Leykam. URL: <http://www.bifie.at/pisa2006eb>

13. ABBILDUNGS- UND TABELLEN VERZEICHNIS

ABBILDUNGEN

Abb. 1.1.	Österreichisches Modell Inhaltsdimensionen naturwissenschaftlicher Standards (Lucyshyn 2007)	9
Abb. 1.2.	Dreidimensionales Kompetenzmodell Naturwissenschaften (Lucyshyn 2007)	10
Abb. 2.1.	Typen von Kompetenzmodellen nach Schecker und Parchmann (2006)	14
Abb. 2.2.	Erkundungsformen (nach Uhlig 1962, aus Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006)	17
Abb. 3.1.	Kompetenzstufen des Experimentierens nach Ganser und Hammann (o.J.)	23
Abb. 4.1.	Methodik des Experiments als Erkenntnisgewinnungsmethode (Ganser, Hammann o.J.)	26
Abb. 4.2.	Experimenttypen im Unterricht	31
Abb. 5.1.	Körpergliederung von <i>Porcellio scaber</i> , Ventralansicht mit Marsupium (Eisenbeis, Wichard 1985)	35
Abb. 5.2.	Kellerassel mit abgestreifter Cuticula der hinteren Körperhälfte (Foto: Katrin Janoschek 2009)	36
Abb. 5.3.	Geschlossenes Wasserleitungssystem von <i>Porcellio scaber</i> (Eisenbeis, Wichard 1985)	37
Abb. 5.4.	Wahrnehmungsebenen von Bodenorganismen (Objektqualitäten) durch SchülerInnen (Subjektqualitäten) dargestellt in einem "Ästhetischen Kaleidoskop" (Retzlaff-Fürst 2008) ...	41
Abb. 7.1.	Forschungsdesign	43
Abb. 7.2.	Prozentuale Geschlechterverteilung der Stichprobe	44
Abb. 7.3.	Prozentuale Altersverteilung der Stichprobe	44
Abb. 7.4.	Prozentuale Verteilung der Stichprobe nach Schule	45
Abb. 7.5.	Prozentuale Verteilung der Stichprobe nach Schulstufen	45
Abb. 7.6.	Prozentuale Verteilung Experimentalgruppe – Kontrollgruppe	45
Abb. 7.7.	Verteilung nach Schulstufen in Experimental- und Kontrollgruppe	46
Abb. 7.8.	Verteilung nach Geschlecht in Experimental- und Kontrollgruppe	46
Abb. 7.9.	Hierarchische Ebenen des naturwissenschaftlichen Experimentierens (Ehmer 2008)	48
Abb. 7.10.	Interviewimpuls (nach Stäudel, Werber, Wodzinski 2006)	51
Abb. 7.11.	Ablaufmodell der induktiven Kategorienbildung (Mayring 2000)	52
Abb. 7.12.	Tafelbild – Experiment: Brauchen Pflanzen zum Keimen Wasser?	56
Abb. 7.13.	Tafelbild – Konfundiertes Experiment: Wachsen Pflanzen besser mit Licht?	57
Abb. 7.14.	Tafelbild – Experiment: Wachsen Pflanzen besser mit Licht?	57
Abb. 7.15.	Verständnisaufgabe aus dem Endfragebogen "Asselfutter"	61
	[Bildquelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/1/18/Kellerassel_(Porcellio_scaber)_auf_junger_Kaffee-Pflanze.jpeg]	
Abb. 8.1.	Mittelwerte intrinsischer Motivation nach Schulstufen	64

Abb. 8.2.	Interesse am Biologieunterricht nach Geschlecht vor und nach der Intervention	66
Abb. 8.3.	Interesse am Biologieunterricht nach Schulstufe vor und nach der Intervention	66
Abb. 8.4.	Selbstwirksamkeit nach Schulstufe	67
Abb. 8.5.	Mittelwerte der Summenscores zum epistemologischen Wissen nach Geschlecht	69
Abb. 8.6.	Mittelwerte Summenscores zum epistemologischen Wissen nach Schulstufe	70
Abb. 8.7.	Mittelwerte der Summenscores Methodenwissen nach Schulstufen	71
Abb. 8.8.	Mittelwerte der Einzelitems zum Methodenwissen nach Schulstufe bei Vor- und Nach- erhebung	72
Abb. 8.9.	Mittelwerte der Summenscores zum Methodenwissen nach Geschlechtern	73
Abb. 8.10.	Mittelwerte der Summenscores zum Methodenwissen bei Experimental- und Kontroll- gruppe	73
Abb. 8.11.	Mittelwerte der Summenscores Fachwissen nach Schulstufen	74
Abb. 8.12.	Mittelwerte der Einzelitems Fachwissen nach Schulstufen der Experimentalgruppe	74
Abb. 8.13.	Mittelwerte der Summenscores Fachwissen nach Geschlecht	75
Abb. 8.14.	Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien zum Asselsteckbrief	78
Abb. 8.15.	Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien bei der Verständnisaufgabe "Katze"	80
Abb. 8.16.	Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien bei der Verständnisaufgabe "Katze"	81
Abb. 8.17.	Prozentualverteilung der Nennungen in der Subkategorie Experiment durchführen bei der Verständnisaufgabe "Katze"	81
Abb. 8.18.	Prozentualverteilung der Nennungen in der Subkategorie Externe Quellen heranziehen bei der Verständnisaufgabe "Katze"	82
Abb. 8.19.	Prozentualverteilung der Nennungen nach den Hauptkategorien bei der Verständnisaufgabe "Asselfutter"	84
Abb. 8.20.	Prozentualverteilung der Nennungen in der Kategorie E nach Einzelkategorien bei der Verständnisaufgabe "Asselfutter"	84
Abb.8.21.	Feedback der 2. Klasse zum Projekt	86
Abb. 8.22.	Feedback der 4. Klasse zum Projekt	88
Abb. 10.1.	Hellere Kellerassel (Foto: Katrin Janoschek 2009)	99
Abb.10.2.	Helle und dunkle Kellerassel (Foto: Katrin Janoschek 2009).....	99

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, bitte ich um Meldung bei mir.

TABELLEN

Tab. 1.1.	Kompetenzbereiche des Faches Biologie nach KMK (2005)	8
Tab. 1.2.	Anforderungsbereiche für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (KMK 2005)	9
Tab. 2.1.	Stufen naturwissenschaftlicher Lesefähigkeit nach Bybee (1997)	13
Tab. 2.2.	Charakteristika biologischer Erkenntnismethoden (Mayer o.J.a)	18
Tab. 3.1.	Kompetenzstufen bei der Suche im Hypothesen-Suchraum (Hammann 2004)	21
Tab. 3.2.	Kompetenzstufen bei der Suche im Experimentier-Suchraum (Hammann 2004)	21
Tab. 3.3.	Kompetenzstufen bei der Analyse von Daten (Hammann 2004)	22
Tab. 3.4.	Prozess des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses (Mayer, Ziemek 2006)	24
Tab. 4.1.	Fragen zur Planung und Beurteilung von Schulversuchen (Eschenhagen, Kattmann, Rodi 2006)	29
Tab. 4.2.	Gegenüberstellung des Ingenieursmodelles und des naturwissenschaftlichen Modells des Experimentierens (Ganser, Hammann o.J.)	34
Tab. 7.1	Altersverteilung der Probanden nach Geburtsjahr	44
Tab. 7.2.	Zeitlicher Verlauf der Projektstudie	47
Tab. 7.3.	Faktorenanalyse der Items zu Motivation	49
Tab. 7.4.	Faktorenanalyse der Items zu Interesse	50
Tab. 7.5.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Hypothesen bilden zur Verständnisaufgabe "Katze"	52
Tab. 7.6.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Experimentieren zur Verständnisaufgabe "Katze"	53
Tab. 7.7.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Datenanalyse zur Verständnisaufgabe "Katze" ..	54
Tab. 7.8.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Tiergruppe zum Asselsteckbrief	59
Tab. 7.9.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Habitus zum Asselsteckbrief	59
Tab. 7.10.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Vorkommen/Lebensraum zum Asselsteckbrief	60
Tab. 7.11.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Nahrung zum Asselsteckbrief	60
Tab. 7.12.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Besonderheiten zum Asselsteckbrief	60
Tab. 7.13.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Bezug zu Projektaktivitäten zum Asselsteckbrief	61
Tab. 7.14.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Fachlich inkorrekte Angaben zum Asselsteckbrief	61
Tab. 7.15.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Hypothesen bilden zur Verständnisaufgabe "Asselfutter"	62
Tab. 7.16.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Experiment durchführen zur Verständnisaufgabe "Asselfutter"	62

Tab. 7.17.	Auswertungskategorien der Hauptkategorie Datenanalyse zur Verständnisaufgabe "Asselfutter"	63
Tab. 8.1.	Mittelwertsberechnungen der Motivation Experimentalgruppe und Kontrollgruppe	64
Tab. 8.2.	Mittelwertsberechnungen der Motivation nach Schulstufen	64
Tab. 8.3.	Unterrichtliches Interesse Experimentalgruppe und Kontrollgruppe	65
Tab. 8.4.	Unterrichtliches Interesse nach Geschlecht	65
Tab. 8.5.	Unterrichtliches Interesse nach Schulstufen	66
Tab. 8.6.	Mittelwertberechnungen Selbstwirksamkeit Experimentalgruppe – Kontrollgruppe	67
Tab. 8.7.	Mittelwertberechnungen Selbstwirksamkeit nach Geschlecht	67
Tab. 8.8.	Selbstwirksamkeit nach Schulstufen	67
Tab. 8.9.	Mittelwertberechnungen der Einzelitems zum epistemologischen Wissen nach Geschlecht	69
Tab. 8.10.	Mittelwertberechnungen der Einzelitems zum epistemologischen Wissen nach Schulstufen	70
Tab. 8.11.	Mittelwertberechnungen der Summenscores Methodenwissen nach Schulstufen	71
Tab. 8.12.	Mittelwertberechnungen der Einzelitems zum Methodenwissen nach Schulstufen	72
Tab. 8.13.	Mittelwertberechnungen der Summenscores zum Methodenwissen nach Geschlecht	73
Tab. 8.14.	Mittelwertberechnungen der Summenscores zum Methodenwissen nach Geschlecht	73
Tab. 8.15.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Tiergruppe zum Asselsteckbrief	75
Tab. 8.16.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Habitus zum Asselsteckbrief	75
Tab. 8.17.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Vorkommen/Lebensraum zum Asselsteckbrief	76
Tab. 8.18.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Nahrung zum Asselsteckbrief	76
Tab. 8.19.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Besonderheiten zum Asselsteckbrief	76
Tab. 8.20.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Bezug zu Projektaktivitäten zum Asselsteckbrief	77
Tab. 8.21.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Fachlich inkorrekte Angaben zum Asselsteckbrief	77
Tab. 8.22.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Hypothesen bilden bei der Verständnisaufgabe "Katze"	79
Tab. 8.23.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Experiment durchführen bei der Verständnisaufgabe "Katze"	79
Tab. 8.24.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Datenanalyse bei der Verständnisaufgabe "Katze"	80
Tab. 8.25.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Hypothesen bilden der Verständnisaufgabe "Asselfutter"	82
Tab. 8.26.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Experiment durchführen der Verständnisaufgabe "Asselfutter"	82

Tab. 8.27.	Auszählung nach den Auswertungskategorien zur Hauptkategorie Datenanalyse der Verständnisaufgabe "Asselfutter"	83
Tab. 8.28.	Feedback der 3. Klasse zum Projekt	87
Tab. 8.29.	Abschrift des Wandzeitungplakates "Was war neu für dich?"	89
Tab. 8.30.	Abschrift des Wandzeitungplakates "Was war schwierig für dich?"	89
Tab. 8.31.	Abschrift des Wandzeitungplakates "Was hat dir besonders gut gefallen?"	90

14. ANHANG

Startfragebogen	115
Interview-Transkripte	121
Arbeitsblätter/OH-Folien	162
Arbeitsblatt Experiment Brot backen	162
Arbeitsblatt Hygropräferendum der Assel	164
Arbeitsblatt Photopräferendum der Assel	165
Arbeitsblatt Experimentierschritte	167
OH-Folien Experimentplanung der SchülerInnen	168
Endfragebogen	171
Ausgewählte Asselsteckbriefe der SchülerInnen	178
Ausgewählte Schülerzeichnungen	181
Zusammenfassung	183
Abstract	184
Curriculum Vitae	185

STARTFRAGEBOGEN



Forschen wie ein Naturwissenschaftler

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Mit diesem Fragebogen möchten wir erfahren, was du über das Experimentieren weißt und wie du zum Biologieunterricht stehst. Lies dir die Fragen gründlich durch, bevor du sie beantwortest. **Bei einigen Fragen gibt es mehrere richtige Antworten, die du dann auch alle ankreuzen musst. Es kann aber manchmal nur eine Frage ganz richtig sein.** Wenn du eine Frage nicht beantworten kannst, dann ist das nicht schlimm. Du überspringst sie und gehst zur nächsten Frage über. Deine Lehrerin bekommt deine Antworten nicht und du musst deinen Namen nicht nennen.

Damit niemand weiß, von wem die Antworten stammen, gibst du dir selbst einen Code, anstatt deinen Namen zu nennen. Wie das geht, siehst du in der Tabelle.

Wie lautet dein Code?

1. Buchstabe des Vornamens deiner Mutter	1. Buchstabe des Vornamens deines Vaters	1. Buchstabe deines Nachnamens	Dein Geburtsjahr Zweistellig (z.B. 97 für 1997)

Wenn deine Mutter z.B. Ingrid heißt, dann schreibst du in das erste Kästchen ein **I**.
Heißt dein Vater Manfred, dann schreibst du in das zweite Kästchen ein **M**.
Der Rest wird ebenso gemacht.



Alles klar? Dann kann es jetzt losgehen.

Zunächst möchten wir gerne wissen, ob du ein Mädchen oder ein Bub bist.

- Ich bin ein
-Mädchen
-Bub

Nun die eigentlichen Aufgaben.



Welche dieser Aussagen sind aus deiner Sicht richtig, welche falsch?



Bitte kreuze die richtige Antwort an, so wie es in diesem Beispiel gezeigt wird. Du musst alle Aussagen bearbeiten. Das heißt: bei jeder Aufgabe muss Ja oder Nein angekreuzt sein.

Beispiel:

Welche der folgenden Aussagen über Tomaten ist richtig:

Aussage	JA	NEIN
Tomaten wachsen an Sträuchern.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomaten brauchen kein Wasser zum Wachsen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1. Warum machen Biologen naturwissenschaftliche Experimente?

Aussage	JA	NEIN
1.1 weil sie neues Wissen über einen Naturvorgang gewinnen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 weil sie bekanntes Wissen für andere Wissenschaftler darstellen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 weil sie eine bestimmte Frage ganz gezielt untersuchen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4 weil sie ihr vorhandenes Wissen über einen Vorgang überprüfen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5 weil sie ein vorher bestimmtes Wissen über einen Vorgang überprüfen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Was machen Biologen, wenn ein Experiment unerwartete Ergebnisse bringt?

Aussage	JA	NEIN
2.1 Sie wiederholen das gleiche Experiment, bis die Ergebnisse richtig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 Sie verändern das Experiment so lange, bis die Ergebnisse richtig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 Sie ändern ihr bisheriges Wissen anhand der Ergebnisse ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 Sie machen ein anderes Experiment, das hoffentlich besser funktioniert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 Sie suchen den Fehler, der das Ergebnis verfälscht haben muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Was wäre ein Fehler beim Experimentieren?

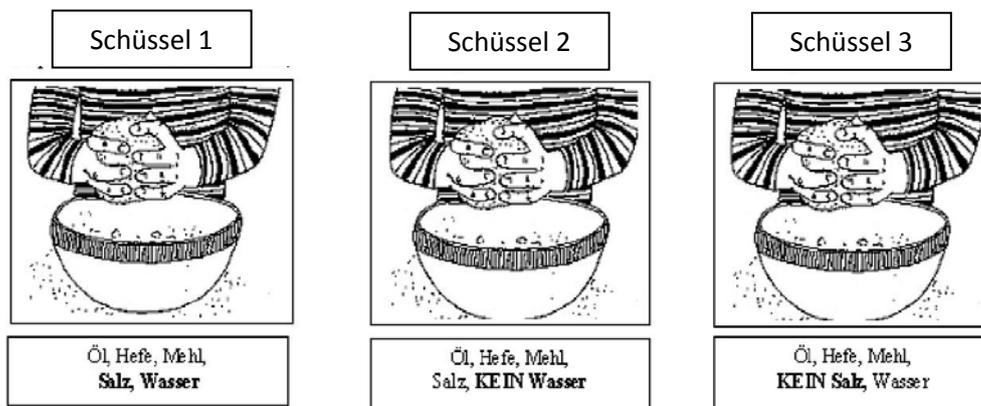
Aussage	JA	NEIN
3.1 wenn man mehrere Bestandteile eines Naturvorgangs gleichzeitig untersucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 wenn die Ergebnisse eines Experiments anders sind als geplant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 wenn man ein bestimmtes Ergebnis mit dem Experiment erreichen will.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 wenn man vor dem Experiment keine Erwartungen über die Ergebnisse festlegt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 wenn man alle Messungen vollständig bereits vor der Durchführung plant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Was braucht man zum Brotbacken?



Aufgabe 4.1

Stefan macht ein Experiment zum Brotbacken. Er nimmt drei Schüsseln. In Schüssel 1 rührt er einen Teig aus Öl, Hefe, Mehl, Salz und Wasser an. Für den Teig in den anderen Schüsseln verwendet er die gleichen Zutaten, aber in Schüssel 2 gibt er kein Wasser, in Schüssel 3 kein Salz (siehe Abbildungen).

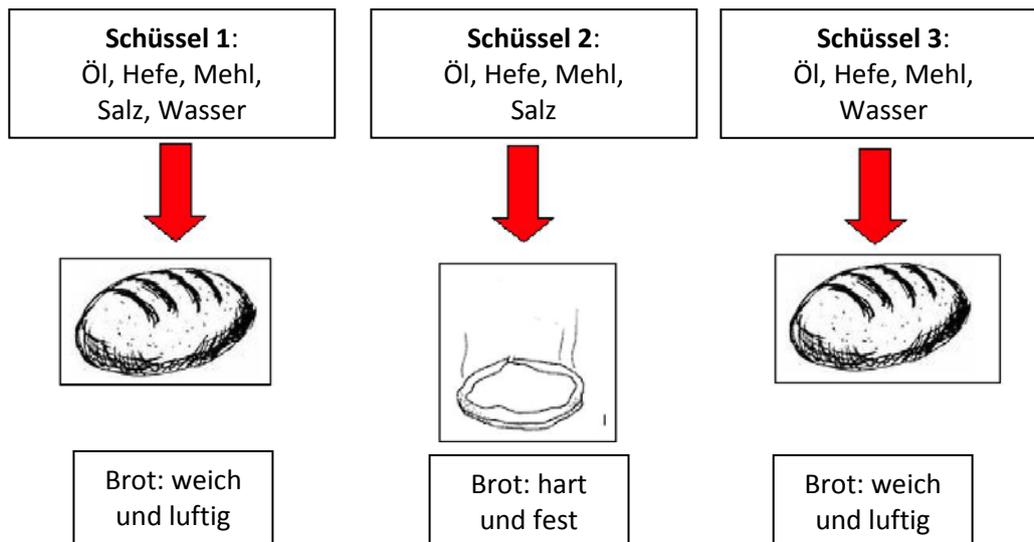


Warum macht Stefan das Experiment?

- Weil er vermutet, dass er besonders gutes Brot erhält, wenn er Hefe und Wasser nimmt.
- Weil er vermutet, dass es wichtig ist, ob man Salz und Wasser verwendet.
- Weil er überprüfen will, ob man besonders gutes Brot erhält, wenn man Salz verwendet.
- Weil er gutes Brot backen will.

Aufgabe 4.2

Stefan erhielt folgendes Ergebnis: Die Brote aus den Schüsseln 1 und 3 wurden weich und luftig, das Brot aus Schüssel 2 wurde hart und fest.

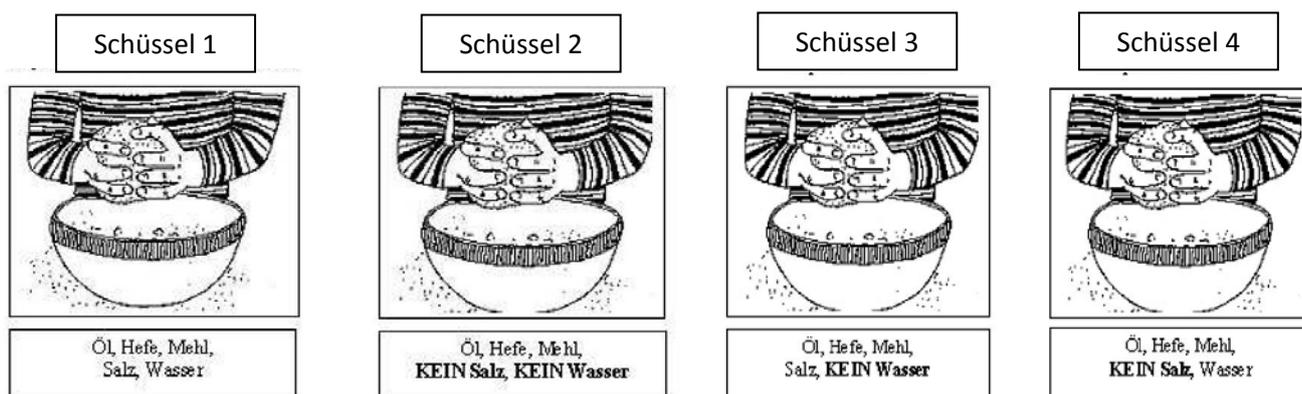


Wie lautet die beste Erklärung für das Ergebnis?

- Brot wird weich und luftig, wenn man Öl und Wasser nimmt.
- Die besten Ergebnisse erzielt man, wenn man Wasser und Salz nimmt.
- Das Experiment klappte nicht, weil das Brot in Schüssel 2 hart und fest wurde.
- Die besten Ergebnisse erzielt man, wenn man Wasser nimmt.

Aufgabe 4.3

Ulli vermutet, dass beim Brotbacken **Salz zum Gehen der Hefe notwendig** ist. Sie plant ein Experiment, um ihre Vermutung zu überprüfen. Dafür stehen vier verschiedene Teige zur Auswahl:



Welche Teige sollte sie anmischen, um ihre Vermutung zu überprüfen?

- Schüssel 2 und 4
- Schüssel 3 und 4
- Schüssel 1 und 4
- Schüssel 2 und 3

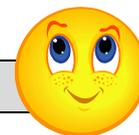


5. Biologie und du

Ich arbeite und lerne in Biologie, ...	Stimmt völlig	Stimmt eher	Stimmt eher nicht	Stimmt überhaupt nicht
5.1 weil es mir Spaß macht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 weil ich möchte, dass meine Lehrerin denkt, ich bin ein/ gute/r Schüler/in.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 um später eine besondere Ausbildung machen zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4 weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5 weil ich neue Dinge lernen möchte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6 weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich wenig tun würde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7 weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.8 weil ich es genieße, mich mit diesem Fach auseinander zu setzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.9 weil ich mit dem Wissen im Fach später einen besseren Job bekommen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.10 weil ich sonst schlechte Noten bekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.11 weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.12 weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.13 weil ich es einfach lernen muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



6. Dein Interesse am Biologieunterricht



	sehr	etwas	wenig	gar nicht
6.1 Wie interessant ist für dich der Biologieunterricht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Wie sehr macht dir der Biologieunterricht Spaß?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Beschäftigst du dich auch in der Freizeit mit Biologie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Wie sehr interessiert es dich, Experimente durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 Arbeitest du gerne mit lebenden Tieren im	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Biologieunterricht?				
6.6 Würdest du gerne mehr Experimente im Unterricht durchführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7 Arbeitest du gern alleine?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8 Arbeitest du gern in Gruppen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.9 Wie sehr traust du dir selbst zu, ein Experiment durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.10 Welche Themen interessieren dich im Biologieunterricht?				
<input type="checkbox"/> Tiere <input type="checkbox"/> Pflanzen <input type="checkbox"/> Umwelt <input type="checkbox"/> Steine <input type="checkbox"/> der Mensch <input type="checkbox"/> Pilze <input type="checkbox"/> Mikroorganismen (Einzeller, Bakterien) <input type="checkbox"/> Geschichte der Erde + des Menschen <input type="checkbox"/> _____				

7 Was weißt du über Asseln?



7.1 Zu welcher Tiergruppe gehören die Asseln?

- Insekten Spinnentiere Krebstiere Tausendfüßer

7.2 Was fressen Asseln?

- Pflanzen Kleine Säugetiere Fische rohes Fleisch

7.3 Wie atmen Asseln?

- mit Lungen über die Haut mit Kiemen mit den Fühlern

7.4 Können Asseln riechen?

- Ja, mit den Beinen. Ja, mit den Fühlern.
 Ja, mit der Körperunterseite. Nein.

7.5 Warum sind Asseln wichtig für die Umwelt?

- sie produzieren Sauerstoff sie zerkleinern Abfall wie Laub und Holz
 sie fressen tote Tiere sie säubern schmutziges Wasser



Dankeschön für's Ausfüllen!

Interview mit 6 Schülerinnen und Schülern der Klasse 2B

Thema des Interviews: Gibt es bei Katzen Links- und Rechtspfüter?

Interviewte: 2 Schülerinnen (A, D), 4 Schüler (B, C, E, F) der 2B

Name der Interviewerin: Katrin Janoschek

Datum des Interviews: 24.10.2008

Dauer des Interviews: 00:21:16

I: Ok, ich hab jetzt eine Aufgabe an euch, oder eine Frage, ja?. .Und zwar geht's um diese Katze, ja. Und zwar is das der Tina ihre Katze, die Jule, und der Tina ist aufgefallen beim Spielen, dass die Jule sehr oft die rechte Pfote verwendet, wenn sie mit einem Ball oder so spielt. Und sie hat sich jetzt gedacht, na beim Menschen gibt es Links- und Rechtshänder, gibt's das jetzt bei den Katzen auch, also Links- und Rechtspfüter. Ja? Und jetzt ist die Frage, also sie hat die Vermutung, dass es das gibt. Und wie könnte sie das jetzt überprüfen? Was kann sie sich dazu überlegen und .. ihr müsst nicht aufzeigen.

A: ähm.. kann ich kurz.. äh vielleicht, dass sie andere Katzen auch also sozusagen schaut, wie die das machen, ob sie eventuell mit denen spielt, und wenn die das auch so machen, und wenn die zum Beispiel auch irgendwann mit der linken oder der rechten Hand und das ist bei allen Katzen so, dann kann sie's sagen.

I: Mhm, also am besten ist es, wenn ihr eure Ideen, einfach so ein Stichwort und das kleben wir dann da auf, ja? (zeigt auf Plakatpapier)

A: ja

I: Ok?

A: ja

I: also einfach ein Stichwort, vielleicht andere Katzen oder so, und das schreibt's da drauf und dann kleben wir das da auf und nachher können wir das auch noch verändern. ()

B: Beobachtung.

A: Beobachtung anderer Katzen

I: Super..

(A schreibt)

A: in Blockschrift schreiben oder

I: Das ist ganz egal.

(A schreibt)

C: Ähm .. man könnte zum Beispiel eine Spielzeugmaus .. vor ihr hinlegen und dann probieren, ob sie das wirklich .. mit einer oder mit zwei Händen macht ..

I: mhm (gibt C Post-it und Stift) .. nehmt euch da einfach (legt Post-it Block in die Mitte)

(C schreibt)

...

I: Habt ihr sonst noch Ideen? Was könnte sie machen?

...

D: wen anderen fragen

I: ok

..

B: oder sich im Tierheim erkundigen

D: wie soll ich das aufschreiben?

C: im Tierheim?

I: andere fragen

(D schreibt)

B: im Tierheim .. dort wo sie die Katze kauft hat .. sich erkundigen

(B schreibt)

..

I: einfach was euch einfallt.. sagt's einfach raus.. ja?

...

I: Was gibt's noch für Möglichkeiten? .. Wie würdet ihr vorgehen?

...

C: Macht sie das mit rechts oder mit links? ..

I: Hier macht sie's mit rechts ..

C: hm ..

...

I: Was würdet ihr machen?

...

I: Wir haben da hier so super Ideen ... Wie genau würdet ihr das denn austesten?

C: Mit Spielzeugen.. dann nochmal mit der Rolle ..

I: also verschiedene

C: ja

I: Spielzeuge, ja? .. mhm, schreibst du uns das noch dazu?

C: ja. (schreibt)

...

I: Habt ihr andere Ideen, wie man das noch austestet? ..

B: (nichts mehr?)

F: (nichts mehr?)..

D: ich glaube mir würde gar nichts auffallen..

A: Vielleicht ob die Mutter auch.. ähm .. ob sie das auch immer macht .. immer eigentlich..

I: mhm ..

A: .. weil es könnt ja sein, dass das so.. mmh.. übertragen

F: Vererbung

A: ist irgendwie ..

F: Familienerbschaft..

I: ja, schreibt ihr es auf..

(A schreibt)

D: Ja, aber wenn man die Mutter nicht hat..

A: das kannst du ja raus kriegen..

I: ist eine Möglichkeit ja..

B: zum Tierarzt gehen, oder? (schreibt)

A: den kannst du auch fragen..

I: kann man machen..

A: untersuchen, ob es eine Familienerbschaft.. schaft..

I: ja... kannst es gerne dazu schreiben, wenn du magst..

(A schreibt)

F: Bei Rechtshändern oder Linkshändern ist ja immer die.. was man ist halt so.. die rechte Hand wenn bei einem Rechtshänder.. irgendwie.. besser ausgebildet oder halt .. dass man mit der Hand mehr was macht.. also so..

B: Bei Menschen könnte man es heraus finden.. leicht..

F: ja indem man sie fragt..

B: genau..

(Gelächter)

I: ja, aber das geht bei Katzen nicht

B: nicht

I: deswegen müssen wir uns was anderes überlegen

..

D: Man kann die Katze auch mal anschauen, ob sie irgendwas hat.. also.. was weiß ich.. ob ihre rechte Hand größer ist..

I: mhm..

B: oder ob die linke Hand verletzt ist..

F: ja das wollt ich auch grad sagen..

()

I: na das könnt's ja jetzt einmal dazu schreiben

D: was..

F: dass sie eine linke verletzte Hand

I: na vielleicht Katze genauer anschauen

F: und hat sich es mit der rechten angewöhnt

I: ob links und rechts gleich sind..

(...)

(D schreibt)

I: mhm..

..

I: Na sehr gut, jetzt haben wir schon ganz viel.. ich würd gern noch einmal da auf das zurück kommen (zeigt auf Post-it „Austesten“) also ihr habt's das da jetzt gesagt, dass.. da auf das Austesten möchte ich zurück kommen.. ähm, man nimmt verschiedene Spielzeuge.. was kann man noch machen? ..

F: bei anderen Katzen vielleicht..

I: genau

F: ah das haben wir schon..

I: genau bei anderen Katzen..

A: das steht schon..

I: das heißt.. wollen wir da vielleicht einen Strich ziehen.. zusammen.. dass das so zusammen gehört.. dass ich das auch bei anderen Katzen beobachte..

D: oder zwei Katzen zusammen spielen lassen..

I: mhm..

D: vielleicht machen die dann auch irgendwas..

..

I: ja, na dann schreib das gleich auf.. was euch einfällt, einfach aufschreiben..

(D schreibt)

I: Wer mag den Strich ziehen?

F: ich..

(F nimmt Stift)

F: oder mag vielleicht jemand anderer?

I: ganz egal.. du hast eh noch nichts geschrieben, oder?..

(F zieht Linie)

...

I: Würden noch irgendwo Striche ganz gut passen? .. Linien.. Verbindungslinien..

E: die beiden..

I: also zum Tierarzt gehen und im Tierheim erkundigen.. ja.. machst du gleich den nächsten Strich?

(E zieht Linie)

...

I: Das heißt das würde vielleicht auch ganz gut dazu passen (zeigt auf „andere fragen“)

F: Das wird aber lang

D: man kann's auch dazu kleben..

I: Sehr gut, ja, da tun wir uns leichter..

D: Ja, und dann nur mehr einen ganz kleinen Strich..

(D klebt Post-it um, E zieht Linie)

...

I: Ist das jetzt für euch dann in Ordnung oder kann man noch was herum kleben oder..

...

I: oder noch Linien ziehen

...

F: ich würde das da zu dem geben..

I: ja bitte, mach..

F: das gehört auch zur Beobachtung..

A: das.. zu dem?

F: ja.. oben nur mehr einen kurzen Strich..

D: und ich find das gehört auch zur Beobachtung dazu..

F: eigentlich schon..

I: also die Katze genau ansehen.. zwei Katzen zusammen spielen lassen.. und Beobachtung anderer Katzen.. mhm..

...

F: Gehört das auch da irgendwo hin?..

A: Aber gehört da nicht das Untersuchen auch dazu?.. weil das is ..

D: Das gehört doch da dazu.. da geht's weiter... also das..

I: wenn ihr was findet, dann klebt es dazu..

A: Ja... naja, aber Familienerbschaft.. gehört das nicht eher da dazu?...

F: nein..

D: Ich find Familienerbschaft kann schon gut der Tierarzt machen... kann der Tierarzt besser..

A: Wie findet der raus..

...

D: ich bin kein Tierarzt..

..

I: ja, oder ist das überhaupt was eigenes? .. könnt ihr ordnen wie ihr wollt

...

F: Also eigentlich passt's so, oder?

A: mhm..

..

D: oder man könnte sie noch.. naja bei den Pfoten fest halten und sehen, welche sie als erstes weg zieht (D lacht) ..

B: na die schwache..

I: Ist das dann die schwache?... oder die starke?..

B: ja, das ist die Frage..

D: na ich würd sagen die starke.. weil die starke kriegt sie weg, die schwache nicht..

A: ja.. weil die starke kriegt sie weg...

B: falls sie überhaupt eine schwache hat ... oder vielleicht... vielleicht möchte die Katze doch einfach nur.. die eine Hand zum Beispiel.. mit der halt alles machen und die andere Hand.. soll sich währenddessen ausruhen..

A: oder vielleicht ist sie behindert ..

F: vielleicht ein Gebrechen..

A: gibt es überhaupt Behinderung bei Katzen?..

D: ja sicher... weil äh.. weil unsere alte Katze, die gestorben ist.. die war dann ur lange in so einem.. in einer Tierklinik.. und da gab's noch ein paar andere Katzen.. und eine zum Beispiel.. die hatte nur drei Beine.. die ist nämlich zur Straßenbahn gelaufen.. und hat ihr Bein verloren..also ist sie behindert.. oder oder unsere Katze.. die hatte das Rückgrat gebrochen... die ist auch behindert.. nur dass es keinen Rollstuhl gibt...

F: mhm.. Rollstuhl..

A: Katzenrollstuhl.. (lacht)

D: die ist dann immer so gegangen.. (D macht Bewegung auf allen vieren) ... die ganze Zeit..

...

I: und der Reihe nach.. wenn's euch entscheiden müsst's.. der Reihe nach.. was würdet ihr zuerst machen? ..

A: Wie?

B: Also als erstes würde ich mal zum Tierarzt..

A: von allen?..

B: nein.. als erstes würd ich mal irgendwen fragen, ob er weiß was das is..

E: andere fragen..

I: mhm..

D: ich würde als erstes einmal selber nachschauen..

A: ja.. ich würde auch

D: das geht ja am schnellsten..

A: mal untersuchen..

B: oder ein Katzenbuch kaufen..

D: das geht ja..

A: ich würde untersuchen ob das bei anderen auch so..weil wenn das jede Katze..

I: das haben wir noch gar nicht gehabt..

F: was?

A: wenn's in der Umgebung fünf Katzen..

B: Katzenbuch kaufen..

(B schreibt)

A: wenn's fünf Katzen in der Umgebung gibt und die eine macht das nur mit der linken und die anderen aber mit der rechten, dann..

I: und wie weißt du, dass die eine oder dass die anderen Katzen das nur mit links und mit rechts machen?

A: naja..indem man das halt ausprobiert.. man kann ja fragen, ob man das darf..

F: man kann ja die Geschichte..

A: man kann ja die Geschichte oder.. oder wenn es die ()..

I: mhm.. und um das geht's jetzt eigentlich.. wie probiert man das aus..

..

A: also ich würde da zwei Katzen nehmen und.. äh.. halt schauen.. die miteinander spielen lassen oder irgendwie spielen wo sie die Pfoten halt brauchen.. und wenn die eine zum Beispiel immer nur mit der rechten und die andere immer nur mit der linken, dann weiß ich's..

I: und dann weißt du, ob die eine ein Linkspfüter und die andere ein Rechtspfüter ist?

A: naja nicht sicher, aber.. also ich mein..

I: aber wie kannst du sicher gehen?

...

I: gibt's da Möglichkeiten?.. also ganz sicher vielleicht nicht, aber sicherer..

B: also am ehesten würd's der Tierarzt wissen..

D: ich bin mir überhaupt nicht sicher, ob es Rechts- und Linkspfüter überhaupt gibt..

I: mhm.. das ist die Frage..

B: aber wieso machen's dann alle mit rechts?..

A: wieso macht's die eine dann immer mit rechts?..

I: naja, das ist halt die Frage.. ist das Zufall oder ist das wirklich so?..

C: na es kommt ja auch an wie die Position von der Katze ist.. vielleicht stützt sie sich mit der mit der.. ähm ähm.. automatisch mit stärkeren auf und macht's dann mit der schwächeren..

I: mhm.. Position von der Katze.. möchtest du das da dazu schreiben?

C: mja.. (schreibt)

D: oder man nimmt zwei Katzen und dann wirft man erst zu der einen wirft man einen Ball und schaut wie sie den irgendwie wirft

B: oder filmen..

D: und dann den zweiten mit der zweiten Katze..

I: sehr gut.. merkst du dir das und schreibst es dann auch noch auf?.. das ist eine interessante Idee..

A: was? Filmen? Mhm..

D: wie soll ich das aufschreiben?..

A: na so wie du's gesagt hast..

B: filmen, wohin gehört das? Auch da oder?..

A: filmen?

...

B: die beiden gehören zusammen oder?..

A: ist das nicht was eigenes?

B: nein..

D: wie soll ich das aufschreiben?

I: sagst es noch mal?

A: naja zum Beobachten..

D: na man wirft erst zu der einen den Ball und schaut wie sie.. wie sie ihn abschießt und dann zur zweiten..

B: nein, die beiden gehören zusammen oder?

A: wieso?

B: weil wenn du sie beobachtest, kannst sie währenddessen filmen

A: ja dann ist es aber (), na gut beobachten..

(D schreibt)

A: Katze genau anschauen ob links und rechts gleich..

B: ich glaube die beiden gehören zusammen oder?

..

I: Wenn ihr wollt, dass sie zusammen gehören, dann gehören sie zusammen.. müsst's euch ausmachen..

B: wer findet, dass sie zusammen gehören die beiden?

F: na ich schon..

E: ich irgendwie auch..

...

D: das gehört dann aber da dazu oder, weil Beobachtung und Katze genau anschauen.. und vergleichen..

B: also hierher?

A: ja.. weil.. ich brauch einen Stift..

(A und F ziehen Verbindungslinien am Plakat)

...

I: und was mach ich dann wenn ich sie gefilmt hab oder wenn ich die Position der Katze beobachtet hab?

B: zum Beispiel es dem Tierarzt zeigen..

D: haben wir schon hier...

B: oder Experten zeigen halt..

I: mhm..

(B schreibt)

...

I: was ist, wenn ich keinen Experten bei der Hand hab?

C: anrufen..

(Gelächter)

B: beim Herold rein schauen..

..

D: was ist das?..

B: ein Telefonbuch..

A: ich kann auch in einem Lexikon nachschlagen.. also im Lexikon..

D: oder im Internet nachschauen..

(A und D schreiben)

...

F: Buch über Katzen haben wir schon geschrieben..

...

B: Ich glaub wir haben mehr als die andere Gruppe..

F: würd ich nicht sagen..

A: wer weiß..

..

D: ich find die zwei gehörn zusammen..

A: ja stimmt.. das gehört da..

..

A: gehört das nicht auch.. na das gehört nicht..

B: eigentlich gehört Lexikon nach schauen zu Buch über Katzen lesen..

F: ja..

A: Buch über Katzen kaufen, ja das gehört auch dazu..

D: geben wir dann das da noch ein bisschen auf die Seite..

B: geben wir das da her..

D: da steht.. aso untersuchen..

...

I: Ok, also ihr schaut im Internet nach, ihr kauft euch ein Lexikon oder ein Buch.. ihr vergleicht mit anderen Katzen, ihr fragt andere Leute.. ihr beobachtet andere Katzen.. und ihr testet das aus.. ihr testet verschiedene.. Spielzeuge..

C: Mausspielzeug..

I: ja, Mausspielzeuge.. ihr schaut euch die Position der Katze an.. habt ihr noch Ideen?..

...

D: Dann müsste man's doch irgendwann raus gefunden haben..

B: Eigentlich schon..

(Gelächter)

...

D: Mir fällt nichts mehr ein..

F: Mir auch nicht wirklich..

I: Na nehmen wir jetzt an, ihr habt weder ein Lexikon, noch könnt ihr jemanden anderen fragen und..

B: Geld..

I: mhm?

B: kaufen..

I: verdient ihr schon Geld?..

F: ja

B: Taschengeld

F: Taschengeld..

B: na auf der Straße betteln gehen..

D: na aber wen soll man nicht fragen..

I: ja nehmen wir mal an..

D: man kann doch sicher zu irgend jemandem zum Beispiel.. auf die Straße gehen und fragen oder.. zum Tierarzt gehen und fragen..

I: mhm.. ok

D: also fragen kannst auf jeden Fall..

A: ja.. und Nachbarn oder so auch..

D: ja es sei denn du bist irgendwo eingesperrt und kannst wirklich nicht mehr, aber

A: ja..aber..

D: das glaub ich nicht..

..

I: na gut, wenn ihr meint, das haben wir dann heraus gefunden, dann sag ich dankeschön.. und das heben wir uns auf (I zeig auf Plakat).. das heb ich mir gut auf.. und.. dann gehen wir jetzt wieder zurück ja..

Kontextprotokoll

Zustandekommen des Interviews: Auswahl der Schulklasse durch Projektleitung und koordinierende Lehrerin, Auswahl der SchülerInnen/Gruppenbildung nach Reihenfolge der Abgabe des Fragebogens

Durchführung des Interviews: Schulgebäude des GRG 19, Billrothstraße 73, am Boden am Gang vor dem Biologiesaal, dadurch gelegentliche Ablenkung durch vorbei gehende Personen, kurzer Dialog zwischen I und Klassenlehrerin (Auslassung im Transkript),

Abschluss des Kontaktes: Rückkehr in den Klassenraum/Biologiesaal, Danksagung, Ankündigung des nächsten Termins, Verabschiedung

Interpretation

Im Gespräch stellte sich heraus, dass die SchülerInnen bis auf wenige Äußerungen die ausschließliche Verwendung der rechten Pfote seitens der Katze aus dem Interviewimpuls nahezu als Faktum hinnahmen, sich bei ihren Überlegungen überwiegend auf die Suche der Ursache dessen konzentrierten und sich dafür kaum im Experimentier-Suchraum befanden.

Bis auf die Aussage eines Mädchens („Ich bin mir überhaupt nicht sicher, ob es Rechts- und Linkspfüter überhaupt gibt?“), wurden keine grundlegenden Hypothesen formuliert. Wurden Vermutungen seitens der Schülerinnen verbalisiert, so bezogen sich diese auf externe Faktoren, wie etwa den Willen der Katze oder ein Gebrechen, deren Überprüfung mittels experimenteller Vorgänge nur schwer möglich wäre. Für die Teilkompetenz „Hypothesenfindung“ ist der Schülergruppe daher die Kompetenzstufe 1 zu ordnen.

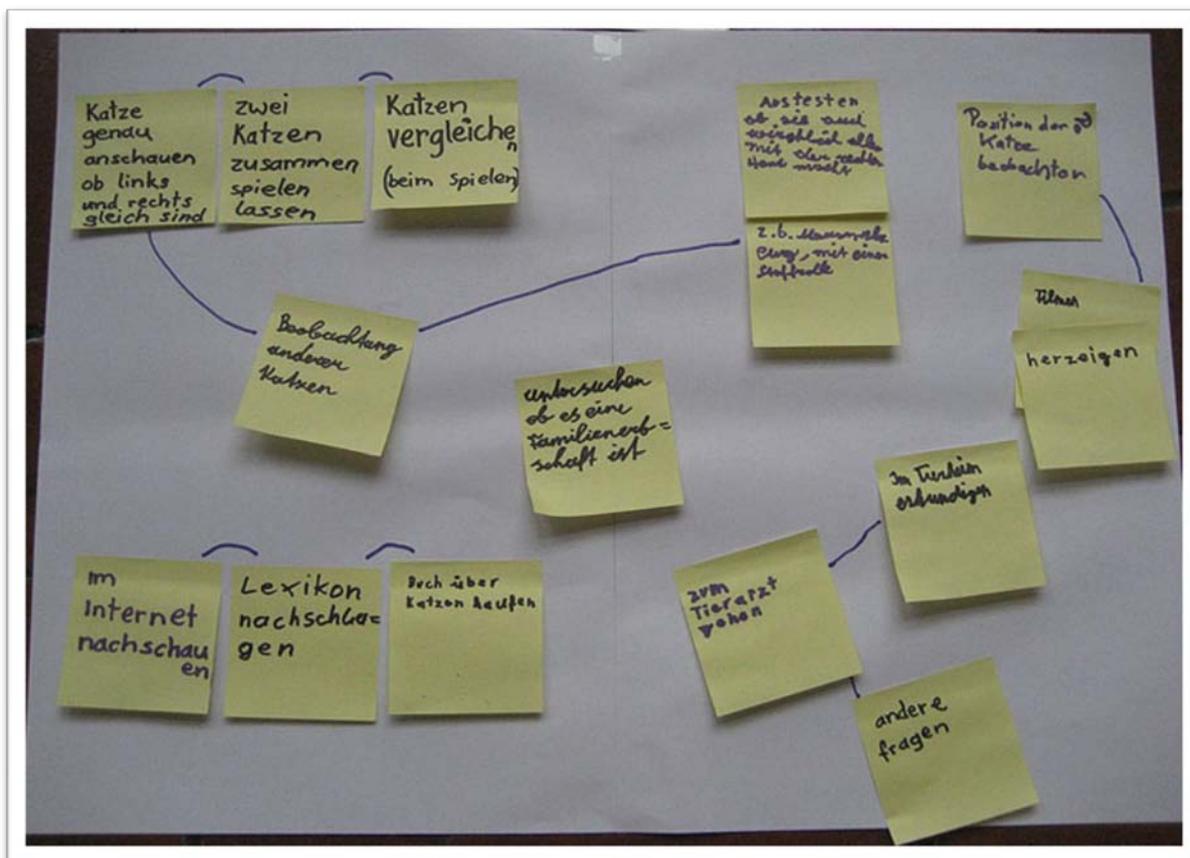
Die naturwissenschaftliche Suche im Experimentier-Suchraum nimmt nur einen geringen Stellenwert im Gespräch ein, der Beantwortung der Impulsfrage wird hauptsächlich durch Beobachten und Expertenbefragung nach gegangen. „Austesten“ wollen die SchülerInnen durch die Verwendung verschiedener Spielzeuge bzw. durch die Durchführung mit mehreren Katzen, sowohl nach einander als auch miteinander. Hier lässt sich der Umgang mit Variablen erkennen,

der jedoch teils noch unsystematisch erfolgt, weshalb die SchülerInnen bei der Teilkompetenz „Umgang mit Variablen“ auf die Kompetenzstufen 1 bis 2 eingestuft werden können.

Da keine Hypothesen explizit formuliert wurden, ist der Bezug darauf für die Datenanalyse nicht möglich. Auf die Frage, was die SchülerInnen denn mit den Ergebnissen des Austestens machen würden, werden diese nicht direkt auf die ursprüngliche Fragestellung bezogen. Die Datenanalyse geben die SchülerInnen an einen Experten (Tierarzt) ab. Somit kann darauf geschlossen werden, dass sich die Befragten bei der Teilkompetenz „Umgang mit Hypothesen“ ebenfalls auf Kompetenzstufe 1 befinden.

Rückblickend hätte vielleicht die Erwähnung des Wortes „Experiment“ im Zuge der Impulsformulierung dazu führen können, das Gespräch mehr auf den Vorgang des Austestens zu lenken. Es ist eine Förderung der Interviewten in allen drei Teilkompetenzen des Experimentierens, insbesondere jedoch der Hypothesenfindung und dem Umgang mit Hypothesen zu empfehlen. Bemerkenswert ist, dass die Befragten die Fähigkeit zur Beantwortung der Impulsfrage im Endeffekt von sich weisen. Selbst wenn sie ein Austesten planen, überlassen sie die Datenanalyse Experten. Die Vermittlung, dass auch die SchülerInnen naturwissenschaftliches Experimentieren lernen und so ebenfalls zu kleinen ExpertInnen werden können, wäre wünschenswert.

„Concept Map“



(Foto: Katrin Janoschek 2008)

Interview mit 7 SchülerInnen der Klasse 2B

Thema des Interviews: Gibt es bei Katzen Rechts- und Linkspfüter?

Interviewte: 5 Schüler (A, B, C, D, E) und 2 Schülerinnen (F, G)

Name der Interviewerin: Katharina Wildmann

Datum des Interviews: 24.10.2008

Dauer des Interviews: 28 Minuten

I: So, jetzt hörts mir mal ganz kurz zu. Ihr habt alle etwas zum Schreiben mit. Das ist jetzt ganz wichtig. Wir haben hier nämlich einen interessanten Fall. (...) Und zwar Rechtspfüter und Linkspfüter ist das Thema.

A: Ja, ja.

B: (lacht)

I: Tina. Setzt dich hin bitte, alle setzten sich hin. Da, nimm dir denn Sessel runter und setzt dich in die Ecke. Genau. Einer kommt noch hier rüber von euch.

C: He, wer hat das weggenommen.

I: So! Tina ist beim Spielen mit ihrer Katze Jule aufgefallen, dass Jule sehr oft mit der rechten Pfote zuerst nach etwas schnappt. Sie fragt sich: Gibt etwa bei Katzen Rechts- und Linkspfüter.. so wie bei den Menschen Rechts- und Linkshänder? Ist Jule möglicherweise ein Rechtspfüter? Und jetzt die Frage an euch. So und das ist jetzt weg, weil wir arbeiten jetzt an diesem Ding. Die Frage jetzt an euch. Das ist nämlich eine interessante Frage und ich möchte mal schauen, welche Gruppe am besten, die besten Ideen hat. Wie könnte Tina ihre Vermutung überprüfen, ob es wirklich Rechts- und Linkspfüter bei Katzen gibt? Oder wie würdest du an ihrer Stelle vorgehen? Wie würdet ihr das untersuchen? Ich möchte jetzt einfach nur, dass ihr. Jeder nimmt sich das und schreibt alle Ideen die er dazu hat auf ein Ding. Klar. Nehmt es euch.

E: Ich habe einen Zettel?

I: Nein, nein. Und dann hier draufkleben. Immer eines, eine Idee und dann draufschreiben.

A: Lalalalala.

I: Ja. Und ihr könnt gerne noch solche Zettel haben.

D: Sollen wir jetzt viele oder nur eine Idee draufschreiben.

I: Eine Idee und für die nächste Idee nimmst du ein neues Kärtchen. Ja.

D: Super.

I: Und wenn ihr es draufklebt immer eines hintereinander und redet dazu. Sagt was draufsteht.

E: Das kann man ja nicht aufschreiben.

B: Ich hab eine. Eine Profifrage.

I: Eine Profifrage, ja. Aufkleben.

B: Ich habe zwei Katzen. Also mal so eine Spielzeugmaus an so einem Faden ziehen und die Katze die versucht dann wahrscheinlich, das mit irgendeiner Hand zu fangen.

I: Ja, super.

C: Sie geht in eine Tierheim und spielt dort mit jeder Katze und dann sieht sie halt, ob ein paar mit rechts oder ein paar mit links.

I: Super, ja.

A: Ich hab auch eins. Sie kauft sich zwei Katzen, nimmt eine Maus und schaut mit welcher Hand sie schnappt.

I: Ehem.
E: Und was wenn dann .. ().
F: Ich glaube, also sie versuchs, sie sollte es jeden Abend versuchen und halt schauen, ob sie immer mit der gleichen schnappt.
I: Ehem.
D: Ich hab was. Also halt essen in eine Röhre geben und die Katze versucht es dann irgendwie rauszuholen oder so.
I: Ehem.
C: Experimentieren.
I: Experimentieren, ja.
B: Sie goggelt oder so.
I: Sie goggelt, ja.
D: Sie schaut.. eine Dokumentation.
I: Super, sehr gut ja.
A: Das wollte jetzt ich sagen. ...
E: Ich überlege.
C: (lacht):
B: Sie hat ein Wollknäuel und schaut mit welcher Pfote die Katze das halt immer wegnehmen will.
I: Ja, super.
G: Sie fragt die Eltern.
I: Sie fragt die Eltern, ja. Klebts es drauf.
A: Sie fragt die Eltern.
D: Sie sucht in Lexikons.
I: Ehem.
B: Lexikas.
I: Lexika, ja.
C: Sie fragt die Katze. (lacht)
A: Mit einem Katzen-Übersetzungs .. Menschengsprache.
B: Das Gerät wird es vielleicht irgendwann mal in der Zukunft geben. Wir sind hier nicht in Sciencefiction.
A: Ja, schön wärs. Äh, da könnten wir Star Wars Spielen.
I: Lasst euch noch was einfallen!
D: Wir überlegen. ...
B: ()
(...)
C: Sie sucht in Online-Chatrooms.
A: Das schreib ich schnell auf. (lacht)...
B: Sie goggelt heißt, sie ist in einer Goggel-Suchmaschine und schaut da drinnen. ...
D: Ganz was anderes. ... Sie fragt Lehrer.
I: Was steht da drauf?
G: Das hatten wir schon.
I: Sie fragt die Lehrer, ja. ...
E: Sie sucht die neuen Lehrer und sollte ähm, also .. aufpassen.

I: Ehem.
A: Da ist Platz, da kleben wirs daher.
I: So, weiter.
D: Jetzt wirds irgendwie langsam schwer.
B: Ja. ()
F: Ich weiß was.
I: Bitte? Ok. Gibs drauf.
(...)
C: Ich tät den R2D2 fragen. (lachen)...
A: Sie denkt nach, gibt's das schon?
E: Ja gibt's!
A: Wo? Oder?
E: Nein? ..
B: Ich habe eine (Fragebuch?). Ja. Also man nimmt halt einen Hund und gibt ihn zur Katze und mit welcher Pfote die halt .. sich verteidigt oder wie auch immer sie dem Hund auf die Schnauze haut.
C: Nein, nicht wirklich.
B: Ja wirklich, das ist so. Mein Vater hat auch eine Katze.
C: Aham.
B: Ja. (...)sie hat nur leider eine ganz zerkratzte Nase. (lacht)
(...)
G: Sie könnte einen Schmetterling in die Wohnung geben und dann schau ..
A: Der fliegt dann bis an die Decke.
B: (...) und mit seinen Krallen in die schöne Tapete und klettert dann rauf. (lacht)
(...)
C: (...) einen Vogel. (lacht)
(Alle lachen)
C: Der Schmetterling ist ja nicht mehr da, also.
D: Wie soll sie ihn in die Röhre tun?
C: Nein, das ist nicht ..
F: Eine Linkspföterkatze kaufen (lachen)
B: Eine Linkspfotlkate.
A: Sie kauft sich so viele Katzen bis sie eine Rechts- und eine Linkspfötige hat.
C: Sie kauft sich so viele Katzen bis .. Garantie.
I: Aber wenn sie jetzt ins Geschäft geht, wie sieht sie, welche Katze links- oder rechtspfötig ist.
A: Sie spielt mit den Katzen.
B: Ja, sie hält die Hand hin.
C: Ha, sie kauft sich zwei Katzen, nimmt einen Vogel und schaut mit welcher Tatze .. sie schnappen. (lacht)
I: Bitte?
(...)
D: Sie kann ja auch beidpfötig sein. Sie kann ja auch beidpfötig sein.
C: Schreib hin. Beidpfötig.
(...)

G: Sie kann die Katzen trainieren, damit sie immer mit einer anderen.
I: Ja, genau.
B: Sie könnte ihr drohen, wenn du (...) (lachen
C: Wenn du mir nicht sofort sagst, ob du Recht- oder Linkspfüter bis verkaufe ich dich ins (...)
A: Ähm.
C: Ja.
E: Ich weiß was, was noch besser ist. Wenn man (...)
D: Fertig?
I: Nein, ein bisschen Zeit habt ihr noch.
A: Ups.
(...)
C: Sie schaut mit welcher Hand sie isst.
B: Die isst doch nicht mit der Hand.
A: Ja genau, also das ist
C: Sie isst ihre Maus.
B: Ja, aber das macht sie nicht mit ..
A: Eine Katze
(spielen das Fressverhalten der Katze nach und lachen)
I: Wer hat noch Ideen?
(...)
A: A cat eats with its mouth. (lacht)
...
C: Ok, man setzt eine Maus links von ihr und wenn sie mit der linken Pfote hinschnappt dann isst sie mit links.
F: Können sie dann am Ende sagen ob es richtig oder falsch ist.
C: Mit einer Fliege.
A: Mäh.
C: Ja sicher. Wenn die Fliege ...
E: Sie kauft sich einen Sprachenübersetzer und fragt die Katze.
(...)
(Sie haben das Aufnahmegerät gesehen)
...
B: Tja, schöner Tag heute. (lacht)
A: Wir geht's dir denn da drinnen.
I: Schreib deine Ideen einfach auf.
E: Tun wir dann alle Ideen auf dieses Mikrofon drauf.
A: Das tun wir schon.
B: Das läuft.
G: Das läuft. Das läuft. Wir werden ausspioniert.
I: Wartet er hat noch eine Idee.
D: Also sie sollte ihr lernen mit der Linken zu spielen.
A: Wieso mit der Linken.
E: Das erinnert mich irgendwie an „Was gibt es Neues“.
(...)

E: Jeder schreibt seine Ideen auf und irgendwann hat einer das Richtige.
I: Also ich hätte gerne - ein paar Ideen, sehe ich, werden noch geschrieben.
B: Wie soll die mit Rechts weitermachen wenn das hinhaut. (lacht)
C: Man sollte der Katze die rechte Hand abhacken, dann kann sie nur mehr mit links.
A: Nein, das wurde gerade aufgenommen.
C: Na und. (schreibt mit einem Stift auf einen Zettel)
(...)
A: Wir sind keine Tierquäler.
(...)
C: Jule ist ein dummer Name finde ich. Weil es gibt viel coolere.
(...)
A: Nein, wir schauen jetzt auf das da.
D: Sie sollte ihrer Katze lernen mit Rechts zu schnappen.
A: Das tut sie doch.
I: So. Wir haben jetzt. Gibt es noch irgendwelche Ideen die im Raum stehen die unbedingt noch auf das Plakat müssen.
C: Äh, ja.
I: Ja, bitte.
C: Das glaube ich zumindest.
I: Sag.
C: Ich hab die Idee einfach vergessen.
(...)
I: SO dann.
(...)
I: Legt ihr das Plakat bitte hier an den Rand. Achtung, da kommt noch was.
(...)
I: So, nun musst du da herkommen. Komm!
C: Das ist meine Idee, du.
E: Sie schaut, ob andere Katzen mit der selben Pfote schnappen.
I: Ja, super. Genau.
(...)
I: So, sonst hat keiner mehr was glaube ich. Jetzt ist die Aufgabe, alle diese Zettelchen miteinander zu verbinden. Wie. Stopp. Wie könnten diese Zettel zusammengehören. Sie fragt die Lehrer, was macht sie vorher, was macht sie nachher. Ja.
E: Das wird schwer.
I: Genau, das wird schwer, ja. Und es sind – hörts du kurz zu. Ihr könnt sie runterziehen und eventuell auch an einen anderen Ort kleben, wenn sie euch dahin nicht passen. So, da ist der Stift der sie verbindet.
C: Zwei. ...
A: Die beiden müssen wir verbinden.
(...)
A: Picken wir es in die Mitte.
B: Das ist ja das gleiche.
C: Nein.

(...)

C: Ne, das ist das allerletzte.

A: Ja, ok, also.

I: Es muss kein Ende und keinen Schluss geben, ja. Es kann alles

B: Enten in eine Röhre geben.

D: Stopp, da müssen wir ja einen Strich machen.

A: Machst du.

C: Was machst du?

(...)

A: Ach so, verbinden.

B: Dreh es um.

A: Jetzt müssen wir es umdrehen.

B: Drehs um. Drehs um.

I: Ihr müsst es nicht umdrehen, machts einfach weiter.

B: Drehs um.

A: Warte zieh. Mit dem vergessen sie fragt Lehrer.

D: Alles mit Essen. Hier ist alles mit Essen. Essen.

B: Das ist das sie fragt.

C: Wo ist das sie goggelt?

(...)

F: Irgendwo steht sie goggelt.

C: Was heißt das: ()

A: Zeig her.

B: Das heißt () oder ().

A: Linkspfüchtig sein.

C: Ach so.

E: Beidpfütig sein.

I: Macht ihr bitte hier mit.

D: Ja.

C: Die Idee vergessen, gehört auch da dazu.

A: Das ist das allerletzte. Erst wenn man alles ausprobiert hat gibt man meistens auf.

F: Ja, eh. Experiment.

A: wer hat das geschrieben?

C: Ich.

A: Sie soll ihr lernen?

C: Sie sollte ihr lernen mit links zu schnappen. Aber irgendwo steht noch was.

B: Ja mit rechts, dada.

(...)

C: Am Ende die beknackten Sachen.

E: Die Idee vergessen.

A: Das kommt erst ganz zum Ende.

E: Sie schaut mit welcher Hand sie isst.

G: Was.

B: Das gehört alles zur (Schau?).

F: Das ist auch mit Essen. Das ist auch Essen.

C: Sie geht in das Tierheim und spielt mit den Katzen.
(lachen)

G: Sie schaut auf andere Katzen.

F: Ja, das gehört da her.

I: Ihr sollt es verbinden, gel. Ihr wisst das eh.

C: Erpeln herein?

D: Experimentieren!

C: Ach so! Mit den Katzen?

A: Du musst sie sezieren, aufschneiden und schauen.

E: Eine Spielzeugmaus die Katze jagen lassen.

D: Ok, das kommt aber auch zum Schluss.

C: Die Spielzeugmaus jagt die Katze. Eine Spielzeugmaus die kann ..(lachen)

E: Experimentieren gehört ganz zum Anfang hin, weil das ist ja eigentlich alles experimentieren.

D: Ja, das können wir da drüber schreiben.

A: Eine Spielzeugmaus die Katze jagen lassen (lachen)..

B: Von wem ist das?

(...)

I: Es können auch mehrere Zettelchen mit mehreren verbunden sein, also..

A: So? Ok.

I: Nein, durch die Striche, durch die Striche.

G: Was soll das bringen?

...

A: Die beiden gehören zusammen.

G: Kannst du das nicht lesen?

B: Nein ..

G: Die beiden gehören zusammen und da müssen wir so einen Strich machen.

B: Wo?

D: Als erstes ordnen wir sie.

G: Danach machen wir die Striche.

A: Zuerst ordnen hätte ich auch gesagt.

C: Was machen eigentlich die anderen?

I: Das gleiche.

D: Wo den?

E: Eine Spielzeugmaus (...) Voll gut Deutsch, die Katze jagen lassen. (lachen)

(...)

D: Eine Spielzeugmaus kann keine Katze jagen.

I: Bei den Pfeilen könnt ihr auch etwas. Hört ihr mir zu. Bei den Pfeilen könnt ihr es auch so machen, das ihr was draufschreibt auf die Pfeile. Wenn steht, zum Beispiel beidpfötig sein, könnt man auf den Pfeil schreiben. Es muss irgendwie erklärt werden. Dann könnt man auf den Pfeil das erklärende Wort hinschreiben. Ja.

...

D: Das ist das letzte, oder?

..

E: Experimentieren.
A: SO unterschiedliche Ideen.
I: Ja, das ist auch gut so.
F: Warum, das gehört da dazu.
B: Wart, wieso ist euch nicht einfach weniger eingefallen?
D: Nein, das gehört da dazu. .. Das gehört da dazu.
(...)
G: Also, soll ich das das jetzt verbinden.
A: Also.
B: Nein.
G: Also die zwei gehören zusammen.
B: Ja.
...
E: Das wird alles aufgenommen, also schimpft mich nicht.
I: Hier könnt ihr noch einen zweiten Stift haben zum arbeiten, wenn ihr wollts, geh.
(...)
I: Ich möchte gerne, dass du dich hier bitte auch einbringst.
(...)
B: das gehört auch hier dazu.
A: Ah ja genau.
F: Und jetzt geht's da und dann da oben wieder.
C: Schön verbunden.
E: Ja. Wahnsinn.
C: Hallo Aufnahmegerät.
D: Ok, also.
A: Mach einfach Striche, kannst du das nicht?
D: Oja. Kann ich schon. Ich kann sogar Strichmaxerln.
I: Ihr müsst aber schon noch .. Versucht es wirklich nach einem Sinn zu verbinden.
B: Ja, wir machen das so. .. Ja. Wir haben es vorher geordnet, jetzt verbinden wir es einfach nur.
(...)
C: Mach da so einen langen Strich rüber.
B: Ja.
E: Mach da einen Pfeil und dann
D: Gib her, ich mach das.
A: Nein, jetzt ist alles zerstört.
B: Jetzt kommt das daher, das daher, das daher .. und dann da auf die Seite.
G: Na bitte, ist noch gar nicht zerstört. Schaut noch ganz schön aus.
B: Da und da und dann da.
C: Game over.
D: So, jetzt sind wir fertig, oder.
(...)
E: Du hast das noch vergessen.
D: Ahja.

C: Ich wüsste was. Der Katze Tennis spielen lernen und schauen mit welcher Vorhand sie spielt.
(lachen)

E: Ahja, könnte gehen.
(...)

C: Der Katze einen Bleistift in die Pfote drücken
(...)

I: Wer, wer kann uns das den jetzt vorlesen. Tun wir das im Kreis jetzt mal, was wir alles gefunden haben.

A: Also, ich beginne.

I: Du fängst an.

A: Sie kauft sich zwei Katzen, nimmt eine Maus und schaut mit welcher Hand sie schnappen.

I: Ehem. Ok. Mit was habt ihr das verbunden?

A: Mit meinem.

I: Womit.

A: Sie kauft sich zwei Katzen, nimmt einen Vogel und schaut mit welcher Patze sie schnappt.
(lachen)

D: (lacht) Mit welcher Tatze.

I: Ja, weiter.

A: Ähm, sie fragt die Eltern.

E: Nein, erst kommt Professor fragen.

C: Nein, das heißt Profi fragen.

A: Also das muss er vorlesen.

I: Jetzt liest du weiter, die ganze Seite.

G: Die ganze Seite soll ich lesen?

I: Ja.

G: Ok. Profi fragen. Sie fragt die Eltern, sie fragt die Lehrer, sie fragt einen Katzenzüchter. Sie goggelt. Sie sucht in Online-Chatrooms,(lachen) in Lexikons. Sie schaut eine Dokumentation.

I: Jetzt liest du weiter.

F: Ok. Sie sollte ihre Katze?

B: Ihrer Katze lernen.

F: Sie sollte ihrer Katze lernen mit rechts zu schnappen.
Sie sollte ihr lernen mit links zu schnappen. Essen in einer Röhre geben. Sie schaut mit welcher Hand sie isst. (lachen)

E: Essen in einer Röhre geben und schauen mit welcher Hand, mit welcher Pfote, mit welcher, ja mit welcher Pfote sie das Essen herausholt. So. (Stellt es pantomimisch dar.) Oder eben so.

F: Sie geht in das Tierheim und spielt dort mit jeder Katze. (lachen)... Sie schaut, ob andere Katzen mit derselben Pfote schnappen. Mit einer Fliege. Sie könnte die Katze zu einem Schmetterling geben. Einen Hund nehmen und schauen mit welcher Hand sie sich verteidigt oder sie versucht es jeden Tag mit der Katze und schaut, mit welcher Hand sie .. danach schnappt.
(...)

C: Ich schnappe.

B: Sie kann die Katze trainieren.
(...)

B: Eine Spielzeugmaus die Katze jagen lassen. (lachen) (Beipfötig?) sein.

I: Da steht beidpfötig.

B: Beidpfötig sein.(lacht) Sie nimmt eine .. Ball – nein – eine Wollmaus – Wollknäuel und schaut mit welcher Pfote die Katze das Knäuel schnappen .. will. Man setzt eine Maus links von der Katze und wenn sie mit der linken Pfote hinschaut ist sie linkshändig. (lacht). Linkspfüter.

Experimentieren und die Idee vergessen.

I: So. Seid ihr damit zufrieden?

A: Ja.

C: Ja.

E: Ja.

B: Ende.

D: Ja. Wir sind zufrieden.

(...)

I: So, ich bedanke mich erst mal, dass ihr so brav mitgemacht habt.

C: Danke.

Kontextprotokoll:

Die Schüler/Innen wurden zufällig in Gruppen eingeteilt, je nachdem, wie schnell sie den Fragebogen ausgefüllt haben. Ich bin mit meiner Gruppe in einen fremden Klassenraum gegangen, und sie waren eigentlich sehr gespannt und neugierig, was jetzt kommt. Die Fragen haben sie sehr engagiert und recht kreativ bearbeitet. Während des Interviews waren wir ungestört, es hat nur einmal kurz die Fr. Prof. Zidar hereingeschaut, was die Schüler/Innen überhaupt nicht gestört hat. Es war sehr schwierig für mich, mich nicht einzumischen, und die Schülergespräche nicht zu steuern. Nach Ende des Interviews, nachdem der Recorder ausgeschaltet war, haben sie sich, meiner Meinung nach, etwas beruhigt, und waren nicht mehr so aufgedreht wie während des Interviews. Sie haben mich dann noch nach dem Ergebnis gefragt und ein bisschen mit mir geplaudert. Die Gruppenzusammenstellung bei mir war nicht ganz ideal, da die beiden Mädchen ganz untergegangen sind, und die meisten Burschen das Bedürfnis hatten, sich vor dem Recorder zu profilieren und besonders lustig sein zu müssen. Alles in allem ist es aber gut gelaufen, und sie haben viele gute und lustige Ideen gehabt.

Interpretation:

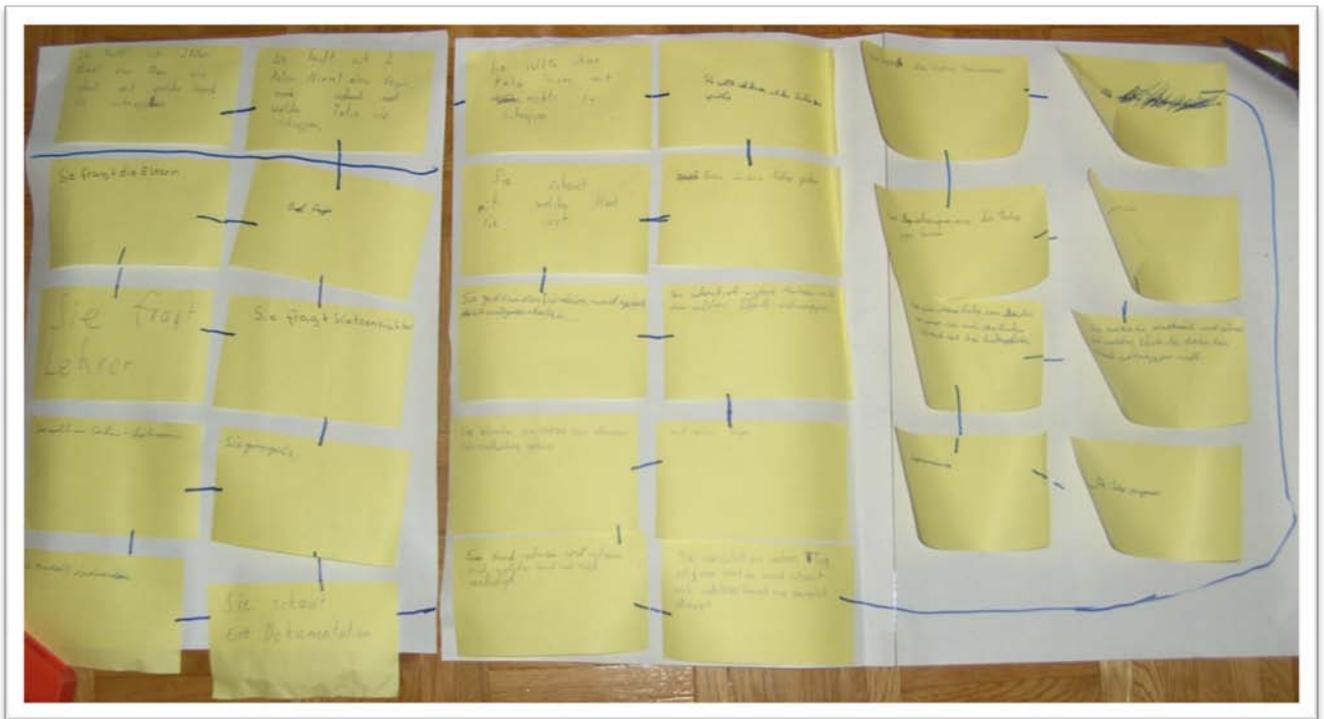
Die Schüler/Innen haben überhaupt keine Hypothesen entwickelt und keine Vermutungen über die Ursache-Wirkungs-Beziehung aufgestellt. Für die Teilkompetenz „Hypothesenfindung“ würde ich sie der Stufe1 zuordnen.

Sie haben zwar das Wort Experimentieren öfters verwendet, jedoch haben sie hierbei unzählige Variablen genannt und kein Konzept dazu entwickelt. Wichtig war ihnen, viele verschiedene Methoden zu finden, um eine Antwort auf die Frage zu erhalten. Nur ganz selten wurden Ideen weiterentwickelt, bei denen auch auf die Variablen eingegangen worden ist. In der Teilkompetenz „Umgang mit Variablen“ würde ich sie auch der Stufe1 zuordnen.

Vor allem am Schluss, wo es darum ging, die Zettelchen miteinander zu verbinden, haben sie doch ein gewisses Konzept gehabt. Einige Zettelchen gehörten ganz klar an den Schluss und mit

anderen wollten sie unbedingt beginnen. Einige Schlusszettelchen, wie beispielsweise „Die Idee vergessen“, beziehen sich auf die vorderen Zettelchen. Die Schlussfolgerungen hängen aber nur sehr unlogisch zusammen. In der Teilkompetenz „Umgang mit Hypothesen“ würde ich sie in die Stufe 2 einordnen.

Mind Map:



(Foto: Katharina Wildmann 2008)

Interview mit 8 Schülerinnen und Schülern der Klasse 2B

Statistische Kenndaten:

Thema des Interviews: Sind Katzen Linkspfüter oder Rechtspfüter?

Kode-Name des Interviewten: Schülerin 1, Schülerin 2, Schülerin 3, Schüler 4, Schüler 5, Schüler 6, Schüler 7, Schüler 8.

Name des/der InterviewerIn: Lucia Pedevilla

Datum des Interviews: 24. 10..2008

Dauer des Interviews: 30 Minuten

I: Ok.. könnt ihr so ein bisschen rundherum, damit wir alle, ja, super ihr habt alle einen Stift, wir haben..

S1: Ich hab meinen Stift vergessen.

S2: Ich hab auch einen Stift vergessen.

I: Ich hab eins noch hier. Dann hol ihn schnell.

S2: Soll ich auch was holen?

I: Du kannst auch diesen nehmen.

S2: Ok.

I: So. Ich teile mal ein bisschen Papier für euch aus.

S4: Vier?

I: Papier!

S4: Papier. (lachend)

I: Ja, und zwar, haben wir ein kleines Problem zu lösen ...

Machst du bitte die Tür zu? Ok, so, habt ihr was zum schreiben? Wir haben ein Problem und zwar, das zeig ich euch jetzt, hier (drehe das Bild mit der Katze um): Tina, die hat beim Spielen beobachtet, dass ihre Katze Jule, ihre Katze heißt nämlich Jule, dass sie öfters mit der rechten Pfote nach irgendetwas greift und jetzt fragt sich die Jule: „Gibt es auch bei Katzen Rechts- und Linkspfüter wie es beim Menschen Rechts- und Linkshänder gibt?“ ... Jetzt, wie könnte man die Vermutung von der Jule überprüfen? Was würdet ihr denn machen, um herauszufinden ob die Katze rechts- oder linkspfüterig ist?

S4: Wo die Daumen sind!

I: Hat die Katze Daumen?

S4: Weiß ich nicht.

I: Wie könnte man das machen?

S7: Also man könnte so, so ein Spielzeug hinlegen und die Katze beobachten.

I: Ja gut, schreib es auf, schreib hin, was du dir überlegt hast.

S8: Zum Tierarzt gehen?

I: Zum Tierarzt.. Ja schreib es auf. Alles was euch einfällt sagt ihr und dann könnt ihr es aufschreiben und irgendwo hier auf diesem Plakat hinkleben. .. Was könnte man noch machen?

...

S7: Sie beobachten, ob irgendeine Pfote mehr belastet ist.

I: Ja, gut.

S2: Ich weiß nicht. .. Da ist zweimal das gleiche.

I: Das ist egal, schreibt alles auf, was ihr denkt. Ihr könnt auch mehrere Zettel nehmen und hin kleben .. was könnte die Jule denn, oder die Tina mit ihrer Jule noch machen?

..

I: Hat jemand von euch eine Katze?

S1: Ich hatte eine.

S2: Sie kann uns beobachten.

S1: Sie ist nicht tot.

..

S2: Sie ist weg oder?

S1: ja.

I: Was könntest du machen?

S1: Ich glaub nicht, dass sie das ist. Ich glaub dass sie, also weil sie ja keine Finger hat, sondern Pfoten, glaub ich dass es

I: dass es einen Unterschied gibt zwischen links und rechts.

S1: Ja.

I: Mhm .. aber wenn du das trotzdem irgendwie überprüfen möchtest, wie könntest du das machen? Was machen Katzen sehr gerne?

S1: Spielen.

I: Ja genau. Und mit was spielen sie?

S1: Mit Gummimäusen.

I: Genau.

S1: Soll ich das schreiben?

I: Ja .. Was könnte man noch verwenden? Mit was spielen denn noch Katzen?

S4: Wollknäuel.

I: Ja, Wollknäuel.

..

S5: Oder mit Bällen.

I: Mit Bällen, genau.

S4: (lachend) Mit Bällen.

S8: Mit welcher Hand sie, keine Ahnung, die Maus oder ein Vogel jagt.

I: Genau, das könnte man auch beobachten. Bei der Jagd kann man das auch anschauen.

S8: Mhm.

... (schreiben auf, Hund bellt draussen)

S4: (lachend) Der Hund weiß schon, dass wir über Katzen reden.

..

I: Glaubt ihr, dass kleinere Katzen, also Babys, auch mit etwas spielen können? Oder können es nur die größeren Katzen?

S4: (kiechernd) Vielleicht mit Wollknäuel.

I: Super, schreib es auf.

S2: Aber das haben wir ja schon.

I: Ist wurst wenn das doppelt ist.

S8: Wenn sie auf den Bäumen klettern, weil wenn ich irgendwo raufklettere, geh ich auch immer mit der rechten vor.

I: Ja, das ist gut, schreib es auf.

..

S2: Haben die anderen ein anderes Thema?

I: Nein, alle gleich.

S4: Aber wir sind die beste Gruppe.

I: Natürlich!

S4: Jaaa!

...

I: Jetzt versuchen wir uns genau die Situation vorzustellen. Also wir haben eine Katze

S4: Uh ist die lieb.

I: Genau, was würdest du dann machen? Also du hast die Katze und du bist in einem Raum.

S4: (lacht) ähm, weiß ich nicht, ich kenn mich mit Tieren nicht aus.

S6: Ich würd niesen.

S3: Ich würd auch niesen.

I: Bist du allergisch?

S6: Ja.

I: Oh du armer.

.. (alle lachen)

I: Aber wie könnte man vorgehen wirklich um zu überprüfen?

S4: (lacht)

S7: Ja man könnte einen Ball hinwerfen und schauen mit welcher Pfote die Katze ihn fängt.

S8: Man könnte ihr einen Stoffhund vorhalten und mit welcher Hand sie ihn anfaucht. (faucht und lacht)

S7: Sie spielen lassen und dann beobachten mit welcher Pfote sie hingreift.

I: Genau, dass ist sehr gut. Schreib es auf. Also man sollte beobachten.

S7: Hab ich schon.

I: Ok, super.

..

I: Was könnte man noch machen? Glaubt ihr sie greift immer nach, egal was man zeigt? Oder..

S2: Nein.

I: Oder hat sie vorlieben?

S2: Ja.

S4: Aua. (sehr laut)

()

S3: Mäuse.

S1: Vögel fangen sie manchmal auch.

I: Genau. Aber wenn man in einem Raum ist, dann kann man schlecht einen Vogel fangen.

S8: (lacht) Fleisch.

I: Fleisch, ja. Schreib es auf.

() ...

S4: Nimmt dieses Gerät da auf?

I: Ja.

S4: Aha. (kichert)

...

I: Da haben wir schon sehr viele Ideen gesammelt. Jetzt müssen wir versuchen, sie ein bisschen zu ordnen und zwar machen wir das so, dass ihr ehm, oder ihr könnt irgendwie versuchen, die Zettel so zu ordnen, wie ihr nach der Reihe vorgehen würdet. Zum Beispiel was würdet ihr zuerst machen? Was würdet ihr danach machen? Zum Beispiel wenn irgendjemand auch aufgeschrieben hat, ja das Beobachten und so, man kann nicht beobachten, wenn man zuerst nicht irgendwas gemacht hat. Man muss zuerst was machen oder irgendeinen Gegenstand der Katze hinwerfen oder hinzeigen und dann kann man erst beobachten. Dann könnt ihr das versuchen eben so zu ordnen, das könnt ihr zusammen machen, und dann Pfeile machen zwischen einem Zettel und dem anderen und aufschreiben zum Beispiel was da passiert. Ich mach euch einen Beispiel damit ihr das versteht: ehm, (zu Schüler 4) passt du bitte auch auf? Wenn wir hier in der Mitte einen Ball haben und hier an der Seite haben wir einen Spieler, wie beim Fußballspielen, dann machen wir einen Pfeil und schreiben auf dem Pfeil der Spieler spielt mit dem Ball oder der Ball wird vom Spieler getreten.

S4: Aua. (kichernd)

I: Und so versucht ihr jetzt bitte das zu ordnen und irgendwie Pfeile zu machen und dazu zu schreiben, was ihr denkt, dass man da macht. Das könnt ihr zusammen machen.

S4: Ok, Jungs gegen Mädchen.

S3: Nein, ihr seid urgemein.

I: Nein, versucht ihr es zusammen zu machen, ihr seid eh die beste Gruppe und zusammen seid ihr noch besser.

S4: Also er fährt mit ihr zum Tierarzt, vielleicht.

S3: Nein.

(alle sprechen kurz durcheinander)

S2: Am Schluss.

S1: ..spielen und so.

S4: Ja spielen und überprüfen, das hab ich da.

S3: Wer hat das noch?

S6: Ich.

S4: Dann geben wir am Anfang spielen und überprüfen..

Mehrere: Ja.

S4: Dann geben wir das von oben so gestreift nach unten.

S8: Ich geb meins gleich da oben in die Ecke. Hier ist dann alles mit spielen und so. (kleben die Zettel)

S2: Was ist das?

S4: Keine Ahnung. Aber a bissi gerade. (kichert)

S5: Das ist Tierarzt. ..

()

S3: Da gehört noch ein Zettel hin

S8: Warum?

S4: Das kann man ja nicht lesen.

S2: ..schauen ob eine Pfote mehr belastet ist.

S4: vielleicht ein bissi mehr gerade.

S7: Das ist ja egal oder?

..

S7: Wir sollten hinschreiben, glaub ich.

..

S1: Und was dann?

S3: Hier kommt noch was.

S4: Ja und dann würd ich zum Tierarzt gehn.

()

S2: Das gehört ja alles dazu.

S1: Wenn alles eh das gleiche ist.

(ordnen weiter)

S6: Einen Vogel jagen. Das gehört da.

S4: Ja das gehört auch etwas mehr..

S1: ..zu dem Baum, oder?

S4: Nein das kommt daher. Und das ist dann mehr überprüfen. Das ist jetzt spielen, ja.

S7: Ich würd bei der Katze schauen ob eine Pfote irgendwie verletzt oder ob die mehr belastet ist.

S4: Das gehört zum Tierarzt.

(kurze Diskussion, alle reden durcheinander)

S4: Dann ziehen wir einen Strich da durch.

S3: Das geht sich aber bald nicht aus.

S4: Dann ziehn wir aber so einen Strich dadurch, damit..

S6: Sollen wir es mit grün machen?

..

S7: Zieht den Strich durch!

()

S7: Bitte, du glaubst du bist der Chef hier?

S4: Ja, bin ich auch.

(Gelächter)

I: Was ist mit dem Zettel da unten?

S3: Dieser da.

S4: Aso, das ist meiner.

S6: Wenn ich mit der Hand angreife, was?

S4: (lachend) ja angreift.

S6: Aso.

S4: Ist das ein er oder eine sie?

S2: Sie, oder?

I: Ich glaub es ist eine sie. Eigentlich müsstest du Pfote sagen. Katzen haben keine Hände.

(Gelächter, einer pfeift)

S4: Dann schreib ich es eben neu.

(alle lachen)

I: Fallen dann euch zum Beispiel irgendwelche Gegenstände noch ein, mit denen man das überprüfen könnte?

...

S8: Etwas zum essen.

S4: Wollknäuel, Katzenspielzeug,..

()

S7: Mit welcher Pfote öffnet sie..

S4: Geht mir nicht an. So wo soll ich das jetzt hinkleben?

S2: Man könnte vielleicht schauen welche Pfote sie am häufigsten abschleckt.

S4: Ja, ja ich schleck euch gleich ab.

...

S4: Überlegt doch bitte, ich schreibe.

I: Jetzt hab ich dann noch eine Frage. Ihr habt jetzt sehr gute Ideen gebracht und was ihr da machen würdet und wie ihr das machen würdet, wie würdet ihr dann einem Freund das erklären oder wenn ihr einem Freund erzählen müsstet, war ihr da gemacht habt.

S4: Ja er soll es selber schreiben.

S7: Als erstes haben wir der Katze einen Ball zugeworfen und geschaut mit welcher Hand sie hingreift und dann.

S4: Und wenn er keine Katze hat?

I: Sagen wir, er bekommt eine und dann soll er das überprüfen.

S4: Vielleicht hat er aber auch einen Hund. (kichert)

I: M.!

S4: Es geht ums Wesentliche, ich weiß schon.

I: Genau.

S4: Vielleicht ist es ja eine Hand, Hundkatze.

I: Wie kann man dann aber herausfinden, ob die Katze dann wirklich Links oder Rechtspfüter ist?

S7: Ja wenn sie immer mit der rechten Hand hingreift, dann, dann ist sie, dann ist sie.

S4: Rechtshänder.

I: Rechtspfüter.

S7: Rechtspfüter, und wenn sie irgendwie abwechselnd, dann

I: Ja, was machst du dann?

S7: Dann würd ich zum Tierarzt gehn.

I: Ah, ok, du würdest dann zum Tierarzt gehen.

S8: Ich würd gleich zum Tierarzt gehn.

I: Und glaubst du, der Tierarzt könnte dir sagen, ob sie Links- oder Rechtspfüter ist?

S8: Ja sicher.

S1: Ich glaub nicht.

S7: Also ich würde schauen, welche sie mehr belastet, welche sie mehr benützt, welche mehr abgenützt ist.

()

I: Wie macht man das beim Menschen eigentlich?

S7: Mit welcher Hand er schreibt.

S4: Aber wenn sie klein sind schreiben sie ja noch nicht.

S1: Sie fangen als Baby an mit dem Kritzikratzi.

I: Ok, dann glaubst du, sie fangen schon mit der richtige Hand an?

S4: (ironisch) Mit welcher Hand sie Kritzikratzi tun.

S1: Ja, man merkt schon. Aber nicht, nicht gleich, ich glaub man braucht schon ein, zwei Jahre bis man es richtig merkt. Welche Hand sie verwenden, bei Babys.

..

I: Gut. Jetzt möchte ich noch von euch, dass ihr also nur an die Struktur denkt. Was habt ihr da gemacht, mit der Katze um diese Vermutung zu überprüfen. Was braucht man da alles? Was braucht man?

S3: Spielzeug.

I: Ja genau. Du hast Spielzeug, und dann? Eine Katze.

S4: (ironisch) Eine Katze.

I: Das ist einmal sehr wichtig.

S4: (lacht) Eine lebendige.

I: Genau.

() (schreiben auf dem Plakat)

I: Dann was braucht man noch?

..

S2: Geld für den Tierarzt.

S4: Ich hab kein Geld). (schreibt weiter auf dem Plakat)

(Gelächter)

I: Was könnte man noch gebrauchen?

..

I: So jetzt machen wir das hier. Was könnte man noch brauchen?

(Gelächter)

I: Schreib es mal her.

S4: Man muss sich ein bisschen auskennen.

()

I: Was braucht man denn noch? Also wir haben jetzt eine Katze, wir haben Spielzeug, dann.

S4: Eine lebendige.

I: Eine lebendige Katze, ja.

()

I: Aber es fehlen noch zwei wesentliche Sachen.

(Ablenkung durch Technomusik, die aus dem Musiksaal kommt)

I: Stellt ihr euch das vor, wir haben jetzt eine Katze, wir haben Futter, oder ein Spielzeug, was brauchen wir noch?

...

I: Fehlt vielleicht noch jemand, der zuschaut?

S7: Ja, wir.

I: Genau, also einen Beobachter. Schreib es hin.

S4: Be-o-bach-ter.

I: Und dann brauchen wir noch was. Wo machen wir das?

S7, S8: In einen Raum.

I: In einem Raum, ok. Wer schreibt das hin?

S7: Das ist ja eh klar.

I: Das ist eigentlich nicht so klar.

S4: (lacht)

...

I: Ok, und jetzt versucht ihr mal diese fünf irgendwie untereinander zu verbinden.

... (ordnen die Zettel und diskutieren)

S4: Das ist ja eh klar, man muss es ja in einem Raum machen.
S2: Du kannst ja auch im Wald beobachten.
S4: Das hast ja gut hingeschrieben.
I: Und dann könnt ihr verbinden, zum Beispiel was ist die Beziehung zwischen die Katze und dem Raum.
S7: Keine.
S2: Ja sicher.
I: Die Katze befindet sich ja im Raum.
S7: Ja aber das ist ja egal.
S4: Sonst würde es ja nicht gehen. Stell dir vor, du sitzt im Raum und die Katze ist draußen.
I: Genau, dann würde es nicht gehen, wenn die Katze draußen sitzen würde.
S7: Ja eh aber das ist ja alles aufgeschrieben.
I: Sagen wir so, ich bin dumm und ihr müsst mir das erklären.
(Gemurmel)
I: Also dann versucht ihr das irgendwie zu verbinden.
S7: Aber Sie sind ja nicht dumm, Sie müssen das ja nur irgendwie anschauen.
S4: Wenn Sie dumm wäre.
S7: Ja das bringt ja einen auch nichts, wenn Sie dumm ist.
()
S4: Wir sind zu laut.
()
S1: Aber wo soll sie sonst sein, außer in einem Raum?
I: Zum Beispiel draußen.
S1: Aber das ist ja wurst.
I: Aber man braucht einen Raum wenn man etwas untersuchen möchte.
S1: Ja eh, aber das weiß man ja eh.
S7: Die Katze muss im Raum sein und der Beobachter auch und dann muss der Beobachter Gegenstände der Katze hinwerfen.
S4: (lacht ununterbrochen)
()
I: Ich habe nur gesagt, wenn ich das nicht weiß, wie soll ich dann das irgendwie erfahren, wenn ich dieses Experiment machen möchte. Dann brauch ich irgendeine Einleitung wo draufsteht was ich machen soll.
S1: Warum will man das überhaupt wissen.
I: Sie hat sich das gefragt, die Tina.
()
... (arbeiten wieder, schreiben auf dem Plakat und diskutieren miteinander)
S4: Ich glaub das hört uns ab.
S1: Ja eh.
S4: Das hört uns ab? (zeigt auf Diktiergerät). Wem spielen Sie das vor?
I: Ich spiele es nur mir vor.
S4: Da haben Sie was zum Lachen.
(alle lachen, arbeiten dann weiter)
I: Dann sag ich mal Danke für eure tollen Ideen.

S7: Sollen wir das noch verbinden.

I: Ich hätte es schon gerne, wenn ihr das machen würdet.

S7: Aber dann kann man das einfach hinpicken in einem Eck

I: Das gehört eigentlich die Arbeitsaufgabe. Wenn ihr das nicht macht, seid ihr ein bisschen schlechter als die Anderen.

S4: Schnell, dann kriega ein Einser.

S1: Was heißt das?

S4: Verbindet das oder ich mach euch hin.

S3: Kamera.

S5: Wozu braucht man denn eine Kamera?

S4: Dann kann man das filmen.

()

I: Schreib es bitte auf. Mach dann einen Pfeil(zu S1) Wie heißt er?

S1: M.

I: M. komm her. Verbinde das zum Beobachter. Was macht der Beobachter mit der Kamera? Und was könnte er filmen?

S4: Das heißt ich soll das mit dem verbinden?

I: Also dem Raum mit dem Beobachter, genau so.

(alle reden durcheinander und diskutieren darüber, was sie miteinander verbinden sollen)

S4: Wo gehört der grüne Strich hin?

S2: Zum filmen.

I: Ja, schreib es auf.

S4: Meine Schrift kann man aber nicht lesen.

I: Ich kann alle Schriften lesen.

S4: Echt?

I: Ja.

(kiechern)

I: Gut, dann was könnte man noch verbinden?

S8: Geld für den Tierarzt.

S7: Mit was?

S4: Mit dem Raum?

(lachen)

S7: Den Beobachter mit Raum, oder?

I: Verbinde nur.

S4: Das verbinden wir.

(murmeln wieder miteinander und lachen)

I: Probiert ihr das noch fertig zu machen, es sind nur ein paar Minuten.

S7: Aber es steht hier alles auf den Zettel drauf. Die Katze und Beobachter sind im Raum, Beobachter wirft Gegenstände und analysiert.

I: Dann lass das als Zusammenfassung hier, das ist dann die Erklärung zum Bild, super.

(machen Kommentare über die Schrift eines Schülers, S4 sagt ständig was dazwischen und bringt die anderen dauernd zum lachen)

S7: Ja wirft Gegenstände hin, passt, und jetzt zur Katze. (verbinden, kommentieren, lachen)

..

S7: Und dann kommt analysieren.

(reden dauernd durcheinander)

I: Ok, jetzt verbindest du noch die letzten, und dann sind wir fertig.

(lachen wieder durcheinander)

I: Also ich möchte mich noch einmal bei euch bedanken für die tollen Ideen, für das tolle Plakat und wir werden wiederkommen und dann werden wir experimentieren.

S4: Cool.

S7: Uao.

I: Und dann werden wir sehen

S2: Nehmen Sie eine Katze mit?

I: Nein. Wir experimentieren mit anderen Tieren, aber mit lebenden Tieren.

S1: Wissen Sie das Ergebnis?

I: Nein, ich müsste das auch überprüfen.

S7: Was ist eigentlich das Ziel davon?

I: Das ihr lernt, wie man am besten experimentiert und dass ihr auch lernt wie man mit lebenden Tieren umgehen soll.

S7: Machen wir das mit Katzen?

I: Nein, wir werden nicht mit Katzen experimentieren, wir werden mit anderen Tieren experimentieren.

S7: Mit welchen?

I: Das ist eine Überraschung.

Kontextprotokoll

Zustandekommen des Interviews: Die Auswahl der Schulklasse erfolgte durch die Lehrveranstaltungsleiterin zusammen mit der zuständigen Lehrkraft, die Schüler/innen wurden zufällig ausgewählt. Nachdem die Schüler/innen die Fragebogen ausgefüllt haben, sind wir ins Nebenzimmer gegangen, um dort ungestört mit dem Interview anzufangen. Nach einigen Anfangsschwierigkeiten (nicht alle hatten einen Stift mit) habe ich mit dem Arbeitsauftrag begonnen. Das Interesse der Schüler/innen war von Anfang an ziemlich hoch, speziell seitens dreier Schüler und einer Schülerin. Obwohl ein Schüler die ganze Zeit über versucht hat zu stören und dazwischen zu reden, hat er doch sinnvolles gesagt und mitgearbeitet. Eine Schülerin hat sich in der halben Stunde ziemlich zurückgehalten und nur zwei bis drei Mal gemeldet. Ein anderer Schüler war sehr beteiligt und wusste ziemlich genau über das Experimentieren bescheid. Er wurde jedoch von den anderen nicht so ernst genommen, da sie das Ganze mehr als Spiel verstanden haben und nicht als richtiges Arbeiten. Trotzdem haben sie einige Ideen gebracht und fleißig mitgearbeitet.

Durchführung des Interviews: Örtlich hat das Interview im Schulgebäude des GRG 19, Billrothstraße 73, am Boden im Nebenraum des Biologiesaals stattgefunden. Die Durchführung des Interviews hat beinahe reibungslos geklappt. Gegen Ende sind wir kurz von ziemlich lauter Musik gestört worden, aber ich habe die Schüler nicht darauf reagieren lassen.

Abschluss des Kontaktes: Am Schluss des Interviews habe ich den Schülern mitgeteilt, dass wir wiederkommen würden, und dadurch ihre Neugierde geweckt, denn sie wollten gleich wissen, was wir machen würden, mit welchen Tieren wir experimentieren würden und wozu wir das machen. Ich habe nicht auf alles eine genaue Antwort gegeben, um die Vorfreude und die Neugier ein bisschen zu erhalten. Wir sind dann zusammen in den Biologiesaal gegangen, wo wir uns gemeinsam bedankt und verabschiedet haben.

Interpretation

- Für die Teilkompetenz „Hypothesenfindung“ würde ich die Schülergruppe der Kompetenzstufe 1 zuordnen. Von acht Schüler/innen hat nur eine Schülerin die Vermutung geäußert, dass Katzen weder links- noch rechtspfüchtig sind, alle anderen haben automatisch angenommen, dass Katzen entweder das eine oder das andere sind, ohne die von mir gestellte Frage kritisch zu betrachten oder zu hinterfragen.

- Für die Teilkompetenz „Umgang mit Variablen“ würde ich die Gruppe wiederum der 1. Stufe zuordnen. Die Schüler/innen würden die Impulsfrage mit dem Beobachten der Katze beim Spielen, Essen oder Putzen beantworten. Variablen (Versuchstier Katze und Versuchsobjekte wie Spielzeug, Gegenstände, Essen und dergleichen) sind zwar vorhanden, doch es herrscht noch eine gewisse Unklarheit, wie man damit am besten umgehen soll und wie man sie effizient einsetzen kann. Was jedoch klar ist, ist dass man die Katze dazu bringen muss, entweder die eine oder die andere Pfote zu bewegen, dass man das beobachten und notieren muss.

- Bei der dritten Teilkompetenz „Datenanalyse“ würde ich die Gruppe wiederum der Kompetenzstufe 1 zuweisen. Die Gruppe würde sich mit einem kurzen Versuch und dessen Beobachtung zufrieden geben. Nach dem Experiment würde die Hälfte der Gruppe mit den Ergebnissen zum Tierarzt gehen, um sich von ihm als Fachmann die Ergebnisse bestätigen zu lassen. Die anderen wiederum würden das Ergebnis als Beantwortung der Frage annehmen, ohne es zu hinterfragen oder zu überprüfen.

Concept map:



(Fotos: Lucia Pedevilla 2008)

Interview mit 4 Schülerinnen und 2 Schülern der Klasse 2B der Schule Billrothstraße 73

Thema des Interviews: Rechtspfüter oder Linkspfüter?

Kode Namen der Interviewten:

Schülerin mit dunklen Haaren und schwarzem Pullover: A

Schülerin mit dunklen Haaren und rosa Weste: B

Schülerin mit blonden Haaren, Brille und gestreifter Weste: C

Schülerin mit dunklen Haaren und roter Strickweste: D

Schüler mit blauem T - shirt: E

Schüler mit braunem T - shirt: F

Interviewer: Jacqueline Musil

Datum: 24.10.2008

Dauer: 20min

I: Die Geschichte lautet: Rechtspfüter oder Linkspfüter? Tina ist beim Spielen mit ihrer Katze Jule aufgefallen, dass Jule sehr oft mit der rechten Pfote zuerst nach etwas schnappt. Sie fragt sich: Gibt es etwa bei Katzen Rechts- und Linkspfüter so wie es bei den Menschen Rechts- und Linkshänder gibt? Ist Jule möglicherweise ein Rechtspfüter?

So, nun seid ihr dran. (legt Bild von Jule in die Mitte des Tisches). Hier seht ihr Jule

..

Wie könnte Tina ihre Vermutung überprüfen? Und dann: Wie würdest du an ihrer Stelle vorgehen?

..

Nehmt euch Zeit, überlegt euch etwas und wenn ihr Überlegungen habt, dann schreibt sie bitte auf eines der rosa Kärtchen und pickt es hierher (zeigt auf das leere A3 Blatt). Ganz wahllos. So wie es euch freut.

..

Ich gebe euch einmal Bleistifte.

D: Danke.

I: Bitte.

..

Sagt bitte auch laut dazu, was ihr aufschreibt, damit die anderen es auch hören.

D: Muss man in ganzen Sätzen schreiben?

I: Wie du möchtest.

D: Ähnm, die Eltern könnte man fragen.

I: Ja.

..

E: Den Tierarzt fragen.

I: Ja.

..

B: Im Biologiebuch kann man nachschauen.

I: Ja.

A: Mhh.

I: Schreibt alles auf, was euch einfällt.

D: Kann man auch alles auf einen?

I: Kannst du auch. Wie du lieber möchtest.

..

Wenn ihr etwas habt, dann pickt es einfach her.

..

Es gibt keine falschen Aussagen. Also, ihr könnt nichts Falsches sagen.

..

Sagst du den anderen, was du gefunden hast. (sieht Schüler E an)

E: Ich habe Tierarzt und Buch.

I: Mhhh.

..

Was hast du? (sieht Schülerin A an)

A: Ahhmm. In einem Biologiebuch nachschauen.

..

D: Vielleicht ist sie verletzt.

I: Ja, eventuell könnte sie auch verletzt sein und deswegen eher mit der gesunden Pfote hinschlagen.

..

Was hast du? (sieht Schüler F an)

F: Einen Tierarzt fragen und das Biologiebuch.

I: Klebe es auch auf das Plakat, bitte.

Könnt ihr persönlich vielleicht irgendwie herausbekommen, ob Jule ein Links- oder Rechtspfüter ist?

Wenn ihr mit Jule beispielsweise alleine in einem Zimmer seid – könntet ihr etwas machen, damit ihr das überprüfen könnt?

..

Habt ihr so etwas schon einmal bei einer Katze beobachtet?

B: Nein.

I: Noch nie.

F: Ein Experiment.

I: Ja, schreib es bitte auf und klebe es hin.

D: Also, wenn man.. also da kann man das durchsichtig machen (lächelt). Vielleicht sieht man da irgendwas.

I: Mhhh. Kannst du auch aufschreiben.

D: Ich weiß nicht, ob man da was sieht.

I: Mhh. Super.

..

B: Mhh, vielleicht den Verkäufer. Also den fragen, wo man die gekauft hat, die Katze.

I: Ob der so etwas schon einmal beobachtet hat?

B: Ja, ob er weiß, was sie vielleicht hat. Oder so.

I: Ja, kannst du auch gleich dazupicken.

..

Könntet ihr selber etwas tun?

..

C: Ja, eben ob sie verletzt ist.

D: Ja, hab ich eh gesagt.

..

I: Wenn ihr euch das noch einmal anhört: Tina ist aufgefallen, dass Jule sehr oft mit der rechten Pfote zuerst nach etwas schnappt.

Sehr oft, also eigentlich nicht immer.

F: Man könnte ein Experiment machen. Ihr ein Leckerli hinhalten und dann schnappt sie danach.

I: Ja, schreib das bitte auf. Das ist ein guter Ansatz.

..

Wenn du ihr das Leckerli hinhältst willst du also schauen, ob sie danach schnappt. Und was könnte dann passieren?

..

C: Dass sie immer mit der rechten Pfote hingreift

I: Dass sie mit einer Pfote hingreift, wie es Florian beschrieben hat. Dass die Katze wenn ihr ihr ein Leckerli hinhalten, bevorzugt mit einer Pfote danach greift

..

Sagt uns das etwas?

B: Ja, mhhh.

..

I: Also, wir haben: Die Eltern fragen; ein Buch lesen, ob es so etwas überhaupt gibt; den Tierarzt fragen – er könnte das auch wissen.

Was noch? (sieht auf die Concept map) Die Biologielehrerin oder den Biologielehrer fragen - die sollten das wissen. Bei einem Röntgen eventuell schauen. Ein Experiment machen – zum Beispiel eben mit einem Leckerli schauen, ob sie mit einer Pfote bevorzugt hingreift.

Okay, nehmen wir dieses Beispiel. Wir haben ein Leckerli. Die Katze greift mit einer Pfote hin. Wenn die Katze das jetzt einmal macht, würden wir dann sagen, dass sie es immer so macht?

B: Nein.

F: Nein.

A: Mhhh.

I: Was könnten wir machen?

F: Das noch mal versuchen.

I: Mhhh. Schreib es bitte auf. Alles, was uns einfällt, brauchen wir für unsere Lösung.

..

D: Mhhh. Daran hab ich noch nie gedacht, irgendwie. (Schülerin kichert).

I: (lächelt) Zuhause bei euren Katzen könnt ihr schauen, ob ihr so etwas wie Links- und Rechtspfüter vielleicht beobachten könnt.

Wobei könntet ihr das beobachten? Was machen denn Katzen gerne?

A+B+C+D+E+F: Sie spielen gerne.

I: Ja, sie spielen gerne.

C: Hinterherjagen oder so.

I: Mhhh. Und was könntet ihr da eventuell beobachten?

F: Mit welcher Hand sie zuschnappt.

I: Genau. Das schreiben wir auch gleich auf. Alles schreiben wir auf, was uns einfällt. Hinterherjagen und schauen mit welcher Pfote sie zuschnappt.

B: Meine Oma, die hat auch Katzen und ich spiel auch manchmal mit denen und die machen das eigentlich auch nur mit der Rechten oder mit der Linken.

I: Dir ist noch nie aufgefallen, mit welcher sie es eher machen?

..

B: Ich glaub eher mit der Rechten. Ich weiß aber nicht genau. Die machens eigentlich mit beiden. Mit der Rechten und mit der Linken.

I: Mhhh. Könntest du das irgendwie überprüfen, ob sie einfach wählen oder ob sie eine Pfote bevorzugen?

..

D: Man könnte es so machen, dass

..

..ob sie das irgendwie mehr hochheben kann oder so, und dann macht man das bei der anderen Hand irgendwie, also und dann schaut man, ob sie dort mehr Kraft hat in einer. In einer ganz bestimmten Hand vielleicht.

I: Mhh. Schreibst du das auf. Einfach mit deinen Worten.

D: Ja.

I: Kannst es ja in Stichworten aufschreiben.

D: Ähhh.

..

I: Mhh. Also, du sagst mit der Kraft kann man eine Antwort auf unsere Frage finden, vielleicht. Hat jemand von euch vielleicht noch eine andere Idee?

C: Mhh.

B: Das heißt ja nicht, dass die Katze was haben muss. Oder? Sondern da kanns ja auch andere Dinge geben.

I: Mhh.

F: Vergleiche zwischen den zwei Pfoten. Also,..

I: Meinst du, ob sie mit einer etwas öfter macht?

F: Ja ahhh zum Beispiel.

I: Und wie oft würdet ihr so etwas machen? Einmal?

B: Zweimal. Einmal mit der rechten Pfote

F: und einmal mit der linken.

I: Und dann wisst ihr, welche Pfote die Katze bevorzugt?

B: Ja.

C: Ja.

I: Mhhh.

Und wenn wir Jule nun vor uns setzen würden. Könnten wir dann auch herausfinden, ob sie eine Pfote öfter verwendet?

C: Schauen, ob eine Pfote größer ist.

I: Und dann beobachten, ob sie vielleicht mit der größeren Pfote eher hinschlägt?

C+B: Mhhh.

I: Mhhh.

..

D: Schauen, ob sie auf der linken Pfote vielleicht etwas hat. Vielleicht.

C: Vielleicht ist das so eine Angewohnheit oder so.

I: Bei uns Menschen gibt es ja auch Linkshänder und Rechtshänder.

C+E: Ja.

I: Unsere Hände sehen mehr oder weniger gleich aus und trotzdem gibt es diese Unterschiede.

Wer ist denn von euch ein Rechtshänder? (vier der SchülerInnen schreien rechts, zwei links)

Interessant oder?

..

Ich schreibe auch rechts. Das ist doch toll, dass es so etwas bei Katzen vielleicht auch gibt. Oder?

A+F: Ja.

I: Wir haben nun viele rosa Kärtchen und jetzt werden wir diese Kärtchen miteinander verbinden. Und zwar so, dass ihr Eigenschaftswörter und Tunwörter dazwischen einfügt. Ich lege euch zwei dicke Stifte hin und ihr könnt die Kärtchen so verbinden, wie ihr glaubt, dass sie gut zusammenpassen.

D: Oder dass es auch dieselben sind?

I: Ja, könnt ihr auch.

..

Ich setze euch da gar keine Grenzen. Wie ihr das für gut empfindet.

C: Ich nehme mal die Farbe.

E: Können wir das umpicken?

I: Ja, natürlich.

F: Da hin.

B: Was steht da, ich seh das nicht.

C: Anwenden?

I: Ja, schreibt das ruhig.

D: Hier, nachjagen. Oder?

F: Ja.

I: Mhhh. Wo wollt ihr nachjagen hinschreiben?

D: Da.

I: Mhhh.

D: Vielleicht vertauschen wir die? (sieht I an)

I: Ja, vertausche es ruhig.

..

I: Und was würdet ihr hier dazuschreiben? (zeigt auf die Concept map)

C: Durchhalten.

D: Also wo sie länger durchhält.

I: Ja, dann schreibt durchhalten.

F: Also, da hin?

I: Wie ihr das gerne wollt.

C: Soll ich das hinschreiben?

B: Ja.

E: Ja.

D: Und dazu kannst du dann eben die Fragen schreiben.

C: Information vielleicht.

D: Ja, Information.
F: Informieren.
A: Ja, informieren. Informieren ist gut.
C: Wo soll ich das hinschreiben? Hier? (zeigt auf die Concept map)
D: Ja, da ist's gut.
C: Kann man auch mehrere Sachen verbinden?
I: Natürlich.
D: Dann können wir das auch damit verbinden (zeigt auf ein Kärtchen der Concept map)
B: Ja, okay. Und das auch.
D: Dann kleben wir das vielleicht da hin, weil da ist auch noch Platz. Und das geb ma da hin.
C: Aber das ist ja auch noch. Oder?
D: Ja.
B: Aber das ist ja auch noch was anderes. Aso Fragen.
C: Soll ich jetzt so einen Pfeil oder so einen?
D: Ja, also die haben alle was damit zu tun.
A: Aber das ist vielleicht umgekehrt anders.
C: Soll ich da hinschreiben informieren? Aber wo hin?
F: Da vielleicht.
D: Oder da.
B: Das kann man auch noch dahin und das und das sind auch gleich.
D: Die sind gleich?
C: Ja und das gehört eigentlich noch da dazu. Oder?
A: Ja.
D: Ja. Das schon.
D: Okay, dann machen wir mit dem roten einmal da so einen Pfeil hin.
C: Was?
D: Na da.
I: Was könnten wir hier dazuschreiben?
..
F: Ghört das nicht auch noch dazu?
D: Ja, hab ich mir auch gedacht. A: Das vielleicht noch ein bisschen weiter rüber.
..
Vielleicht experimentieren.
I: Wir haben noch eine Minute Zeit. Soweit wie wir kommen, soweit kommen wir. Ihr braucht euch nicht hetzen.
A+C: Mhhh.
D: Schreiben wir jetzt experimentieren?
C: Ja. Wohin? Nur hier?
B: Da geht ja überall der Pfeil hin.
C: Also hier.
D: Mhhh.
C: Soll ich das einfach nur abschreiben?
F: Experimentieren. Oder?
C: Ja.

D: Also, das vielleicht noch ein bisschen weiter rüber.
Na dann gehört das ja da dazu.
I: So, unsere zwanzig Minuten sind jetzt vorbei.
D: Darf ich das noch verbinden.
I: Ja, das darfst du noch verbinden.
Soweit wie wir gekommen sind, so passt das. Sehr gut.
D: Und was ist mit den drei Kärtchen?
I: Die lassen wir jetzt einmal so stehen.
D: Die drei sind über.
I: Mhh.
F: Die drei sind aber eigentlich das Gleiche.
C: Los, verbinde das noch schnell.
D: Ja, aber mit dem Stift.
F: Was schreiben wir da dazu.
D: Spielen mit der Katze.
C: Soll ich das dazu schreiben?
D: Ja.
I: Danke, für eure Hilfe und eure guten Ideen. Wir sehen uns dann am 19. November wieder.
A+B+C+D+E+F: Tschüss.

Kontextprotokoll:

Zustandekommen des Interviews:

Im Zuge der Lehrveranstaltung „Interdisziplinäres Projektpraktikum“ wurde die Thematik dieses Interviews in Absprache der Projektleitung und der StudentInnen beschlossen. Die Auswahl der Schule und der Schulklasse erfolgte durch die Projektleitung und die koordinierende Lehrerin. Die Gruppeneinteilung in die einzelnen Interviewgruppen, die jeweils von einer Studentin betreut wurden (insgesamt vier) erfolgte anhand der Reihenfolge der Abgabe von den Fragebögen.

Durchführung des Interviews:

Das Interview fand im Schulgebäude des GRG 19, Billrothstraße 73 im Biologiesaal statt. Störungen durch Dritte während des Interviews fanden nicht statt. Im Klassenraum befanden sich außer dem Interviewer und der sechsköpfigen SchülerInnengruppe die Projektleitung und die koordinierende Lehrerin in unterschiedlicher Dauer, wodurch die SchülerInnen aber keinerlei Ablenkung zeigten.

Abschluss des Kontaktes:

Danksagung, Ankündigung des nächsten Termins, Verabschiedung (siehe Transkript). Danach das Zusammenpacken der Concept map, der übrigen Post its und Stifte. Es wurde sehr schnell laut in der Klasse, da die anderen Gruppen wieder in den Biologiesaal zurückkamen.

Interpretation:

Im Zuge des Interviews empfand ich das Interesse an der Lösung der Aufgabe als hoch. Es beteiligten sich alle SchülerInnen mit einzelnen Aussagen an den Dialogen, wobei sich manche öfter und andere weniger oft einbrachten.

Die SchülerInnen brachten einige Hypothesen bezüglich der Bevorzugung einer der beiden Pfoten dar, jedoch handelte es sich hierbei vorwiegend um anatomische Erscheinungen (eine Pfote größer als die andere, eine Pfote verletzt).

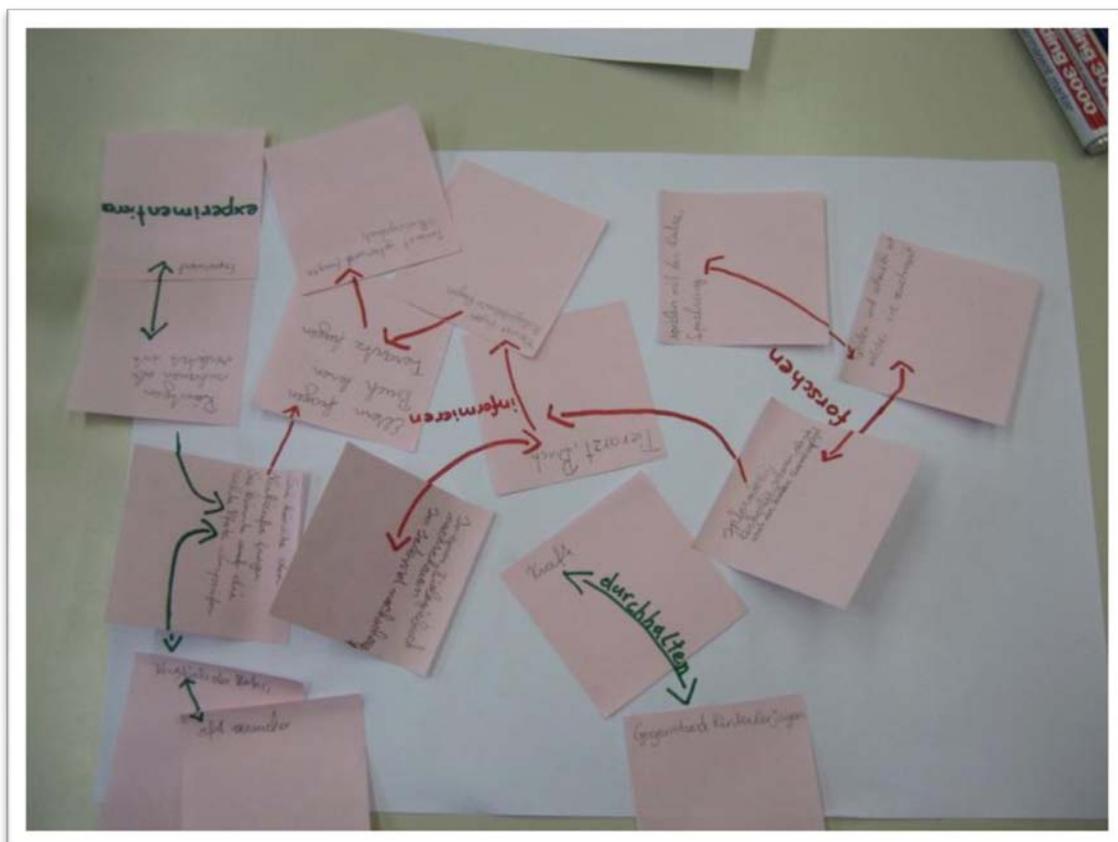
Der Ansatz einer Schülerin, dass die Katze in einer Pfote mehr Kraft habe, als in der anderen und daher eine Pfote bevorzugt einsetzt ist experimentell meiner Meinung nach nicht zu überprüfen. Bei der Teilkompetenz „Hypothesenfindung“ stufe ich die Gruppe zwischen Stufe 1 und Stufe 2 ein, da zwar einige Hypothese erwogen wurden, jedoch keine logischen Beziehungen von den SchülerInnen gefunden wurden.

Die naturwissenschaftliche Suche im Experimentier-Suchraum ist kaum zu beobachten gewesen. Die SchülerInnen bevorzugten die Meinung von Experten (TierärztIn, LehrerIn), Fachliteratur und Eltern. Erst durch das Nachfragen des Interviewers entwickeln die SchülerInnen Ansätze, wie sie selbst Antworten auf die gestellte Frage finden könnten (Leckerli, Kraft messen (Wie?), Größe der Pfote anschauen). Verschiedene Variablen, wie etwa unterschiedliches Futter, unterschiedliche „Lockmittel“, unterschiedliche Katzen, Umgebungen, etc. werden nicht genannt. Daher können die SchülerInnen meiner Meinung nach bei der Teilkompetenz „Umgang mit Variablen“ auf die Kompetenzstufe 1 eingestuft werden.

Der Bezug der Datenanalyse auf die Hypothesen ist insofern nicht möglich, da keine Hypothesen explizit formuliert wurden.

Zusammenfassend scheint mir das Interesse an der Fähigkeit der selbstständigen Beantwortung solcher Fragestellungen durchaus gegeben und es ist wünschenswert SchülerInnen naturwissenschaftliches Experimentieren näher zu bringen und kompetent zu vermitteln.

Concept map:



(Foto: Jacqueline Musil 2008)



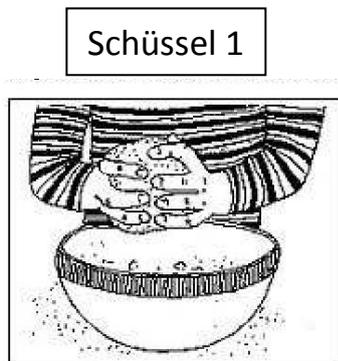
Experiment: Brot backen

Fragestellung: Braucht man beim Brotbacken Salz zum Gehen der Hefe?

Vermutungen: _____

Material: Öl, Hefe, Mehl, Wasser, Salz

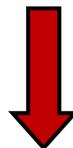
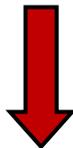
Durchführung:



Zutaten:

Zutaten:

Ergebnis:



weiches Brot



weiches Brot

Auswertung:

Sind die Vermutungen richtig/falsch?

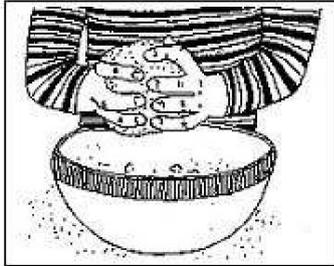
Welche Vermutung ist richtig? Welche Vermutung ist falsch?



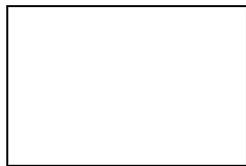
(Kreuze oben die richtige Vermutung an.)

Ist das ein gutes Experiment?

Schüssel 1

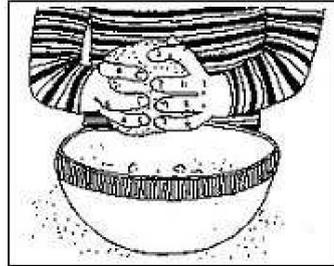


Öl, Hefe, Mehl,
Salz, Wasser

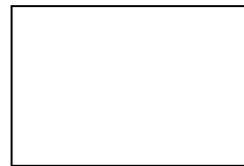


weiches Brot

Schüssel 2



Öl, Hefe, Mehl,
KEIN Salz, KEIN Wasser



hartes Brot



Ist das Brot hart, weil Salz fehlt?

Ist das Brot hart, weil Wasser fehlt?

WICHTIG: Pro Ansatz immer nur EIN Element verändern!

Soviele Ansätze brauche ich: Zahl der Elemente + 1 Kontrolle!





Experiment: Vorlieben der Assel 1

Fragestellung: Mögen es Asseln lieber **trocken oder feucht?**

- Vermutungen:**
- Asseln bevorzugen eine trockene Umgebung.
 - Asseln bevorzugen eine feuchte Umgebung.
 - Asseln zeigen keine Vorliebe für trocken oder feucht.

Material: Asseln, Petrischalen mit Deckel, Filterpapier, Schere, Wasser, Pipette, Federpinzette

Durchführung:

1. Falls das Filterpapier nicht genau in die Petrischale passt, schneide es entsprechend zu. Falte das Filterpapier in der Mitte und schneide etwa einen ½ cm von der Falznaht ab, sodass 2 Halbkreise entstehen.
2. Feuchte eine Filterpapierhälfte mit Wasser an (Pipette) und lege beide Hälften so in die Petrischale, dass in der Mitte ein ca. 1 cm breiter Streifen frei bleibt (siehe Abbildung).
3. Setze vorsichtig 5 etwa gleich große Asseln mithilfe der Federpinzette auf den freien Streifen in der Schale. Gib acht, dass die Asseln nicht unter das Filterpapier krabbeln.
4. Beobachte die Asseln nun genau. Zähle alle 30 Sekunden die Anzahl der Asseln jeweils in der feuchten und in der trockenen Hälfte. Trage deine Ergebnisse in der Tabelle unten ein.

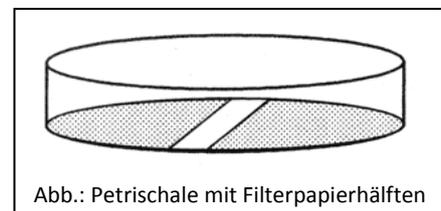


Abb.: Petrischale mit Filterpapierhälften

Ergebnisse: Trage in die Tabelle ein, wieviele Asseln sich jeweils in der feuchten und wieviele sich in der trockenen Hälfte aufhalten.

Zeit	feuchte Filterpapierhälfte	trockene Filterpapierhälfte
zu Beginn		
nach 30 sec.		
nach 60 sec.		
nach 90 sec.		
nach 120 sec.		
nach 5 min.		
gesamt		

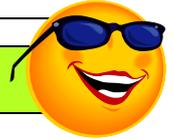
Auswertung: (Stimmen die Vermutungen? Wie kannst du das Ergebnis erklären?)

.....

.....

.....

.....



Experiment: Vorlieben der Assel 2

Fragestellung: Mögen es Asseln lieber **hell oder dunkel**?

- Vermutungen:**
- Asseln bevorzugen eine helle Umgebung.
 - Asseln bevorzugen eine dunkle Umgebung.
 - Asseln zeigen keine Vorliebe für hell oder dunkel.

Material: Asseln, Petrischalen mit Deckel, weißes Papier, schwarzes Tonpapier, Schere, Lineal, Stift, Klebeband, Federpinzette

Durchführung:

1. Zeichne mithilfe der Petrischale auf das weiße und auf das schwarze Papier jeweils einen Kreis und schneide ihn aus. Falte nun die Kreise in der Mitte und schneide sie entlang der Falz auseinander, sodass du Halbkreise erhältst.
2. Aus dem schwarzen Tonpapier schneide noch einen Streifen aus, der so breit ist wie die Petrischale hoch (ca. 1 cm) und so lang ist, dass du ihn um die Hälfte des Deckels herum legen kannst.
3. Klebe einen weißen und einen schwarzen Halbkreis auf die Unterseite der Petrischale. Den Deckel verkleidest du zur Hälfte mit schwarzem Tonpapier. Dafür klebst du den 2. Halbkreis oben auf den Deckel auf und den schwarzen Papierstreifen außen an den Rand (siehe Abbildung).
4. Setze vorsichtig 5 etwa gleich große Asseln mithilfe der Federpinzette in die Schale. Setze den Deckel so auf, dass die beiden schwarzen Halbkreise einander decken.
5. Beobachte die Asseln nun genau. Zähle alle 30 Sekunden die Anzahl der Asseln jeweils in der schwarzen und in der weißen Hälfte. Trage deine Ergebnisse in der Tabelle unten ein.

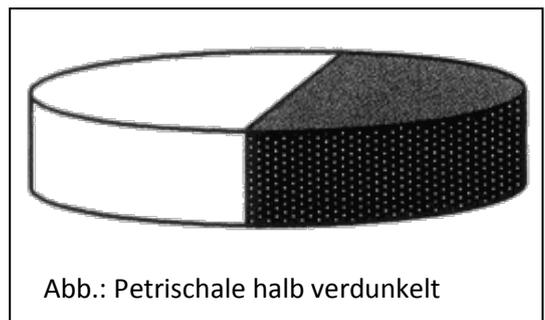
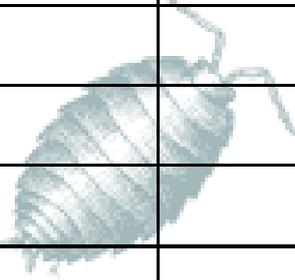


Abb.: Petrischale halb verdunkelt

Ergebnisse: Trage in die Tabelle ein, wieviele Asseln sich jeweils in der schwarzen und wieviele sich in der weißen Hälfte aufhalten.

Zeit	schwarze Hälfte	weiße Hälfte
zu Beginn		
nach 30 sec.		
nach 60 sec.		
nach 90 sec.		
nach 120 sec.		
nach 5 min.		
gesamt		



Auswertung: (Stimmen die Vermutungen? Wie kannst du das Ergebnis erklären?)

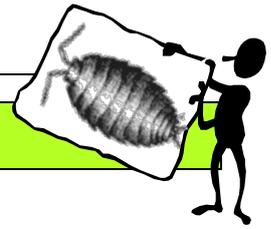


.....

.....

.....

.....



Experiment:

Fragestellung:

Vermutungen:

.....

.....

Material: Asseln,

.....

Durchführung: (Versuchsordnung)

Ergebnisse:

Auswertung: (Stimmen die Vermutungen? Welche Erklärung hast du für das Ergebnis?)



.....
.....
.....
.....

Experiment: GERUCHSSINN der ASSELN

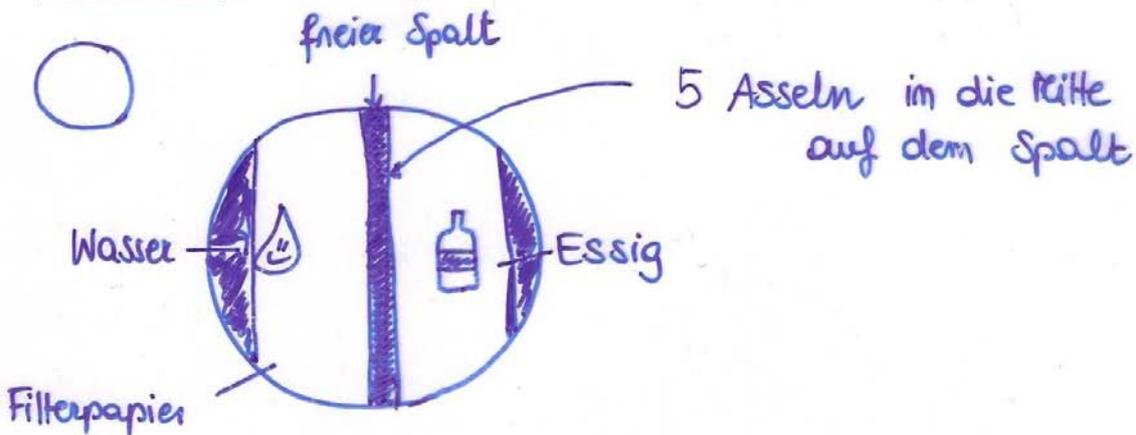


Fragestellung: Können Asseln ^{mit den Fühlern} riechen?

- Vermutungen:**
- Nein, sie können nicht riechen.
 - JA, sie können riechen.
 -

Material: Asseln, ESSIG, WASSER, PETRISCHALE, FILTERPAPIER, PINZETTE, PIPETTE, SCHERE

Durchführung: (Versuchsanordnung)



Ergebnisse:

am meisten waren sie beim Wasser
sie bewegen die Fühler
sie putzen sich die Fühler

Auswertung: (Stimmen die Vermutungen? Welche Erklärung hast du für das Ergebnis?)

JA Asseln können riechen.
Sie riechen mit den Fühlern
sie mögen keinen Essig!

Experiment: RIECHVERTÖGEN DER ASSELN

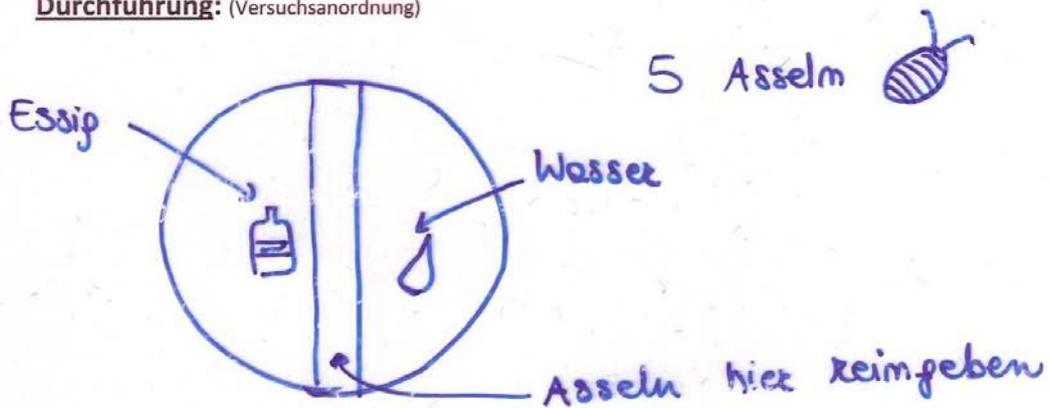


Fragestellung: KÖNNEN ASSELN RIECHEN?

- Vermutungen:**
- JA, sie können riechen.
 - NEIN, sie können nicht riechen.
 - JA, sie riechen mit den Fühlern.

Material: Asseln, Essig, Petrischale, Filterpapier, Pipette, Wasser, Stoppuhr, Federpinzette, Schere,

Durchführung: (Versuchsanordnung)



Ergebnisse:

ZEIT	ESSIG	WASSER
30 S.		
60 S.		
90 S.		
120 S.		
5 min.		
Gesamt	2	08

BEOBACHTUNG:
Wie verhalten sich die Asseln? Bewegen sie die Fühler?

Auswertung: (Stimmen die Vermutungen? Welche Erklärung hast du für das Ergebnis?)

die können mit den Fühlern riechen.
Mögliche Begründungen: Nahrungssuche, Gefahrenerkennung

Experiment: KÖNNEN ASSELN RIECHEN

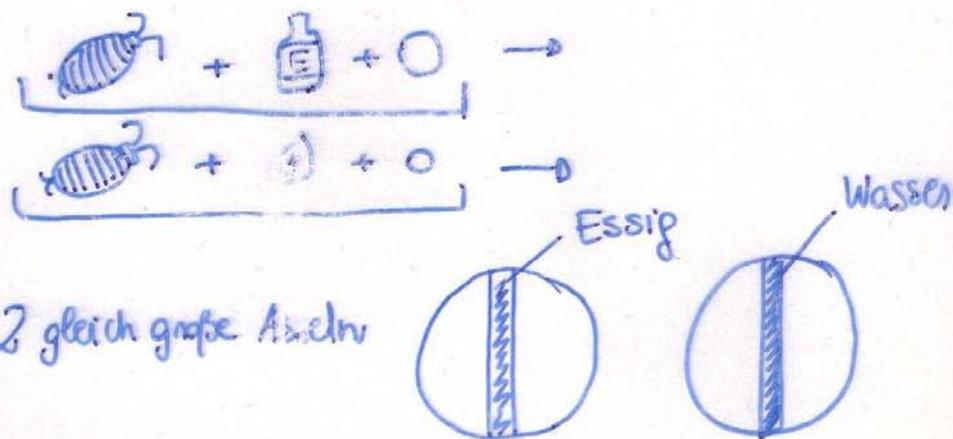


Fragestellung: Können Asseln riechen ?

- Vermutungen:**
- JA, Sie können riechen
 - NEIN, sie können nicht riechen
 -

Material: Asseln, Wasser, Essig, Filterpapier, Petrischale, Pipette

Durchführung: (Versuchsanordnung)

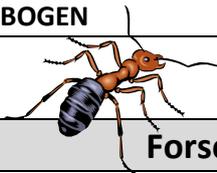


Ergebnisse:

ZEIT	Wie oft gehen sie hin	WEG	Körperreaktion
1. Min.			
2. Min.			
3. Min.			
4. Min.			
5. Min.			
GESAMT			

Auswertung: (Stimmen die Vermutungen? Welche Erklärung hast du für das Ergebnis?)

kein eindeutiges Ergebnis
weitere Versuche notwendig



Forschen wie ein Naturwissenschaftler

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Du kannst dich sicher noch an den Anfang unseres gemeinsamen kleinen Projektes erinnern – da hast du schon einmal einen Fragebogen für uns ausgefüllt. Jetzt möchten wir mit diesem neuen Fragebogen erfahren, wie viel dir unsere Zusammenarbeit gebracht hat.

Es gelten die gleichen **Regeln** wie letztes Mal:

- Fragen gründlich durchlesen!
- Deine Lehrerin sieht den Fragebogen nicht.
- Du bekommst keine Note.
- Bitte beantworte den Fragebogen ehrlich und alleine!



Der Fragebogen ist anonym, statt deinem Namen gibst du uns nur deinen Code (siehe Tabelle). **Bitte gib dir wieder den gleichen Code wie beim letzten Fragebogen!**

Wie lautet dein Code?			
1.Buchstabe des Vornamens deiner Mutter	1.Buchstabe des Vornamens deines Vaters	1.Buchstabe deines Nachnamens	Dein Geburtsjahr Zweistellig (z.B. 97 für 1997)

Wenn deine Mutter z.B. Ingrid heißt, dann schreibst du in das erste Kästchen ein **I**.
 Heißt dein Vater Manfred, dann schreibst du in das zweite Kästchen ein **M**.
 Der Rest wird ebenso gemacht.

Los geht's!

Bitte verrate uns wieder, ob du ein Mädchen oder ein Bub bist.

- Ich bin ein
-Mädchen
 -Bub



Nun die eigentlichen Aufgaben.

Welche dieser Aussagen sind aus deiner Sicht richtig, welche falsch?



Bitte kreuze die richtige Antwort an, so wie es in diesem Beispiel gezeigt wird.
Du musst alle Aussagen bearbeiten.
Das heißt: bei jeder Aufgabe muss Ja oder Nein angekreuzt sein.

Beispiel:

Welche der folgenden Aussagen über Tomaten ist richtig:

Aussage	JA	NEIN
Tomaten wachsen an Sträuchern.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomaten brauchen kein Wasser zum Wachsen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1. Was müssen Biologen bereits VOR der Durchführung eines Experiments festlegen?

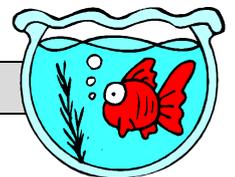
Aussage	JA	NEIN
1.1 welche Ergebnisse das Experiment ihrer Erwartung nach haben wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 welche Fragestellung sie mit dem Experiment untersuchen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 welches Experiment anschließend durchgeführt werden soll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4 welche Ergebnisse sie akzeptieren bzw nicht akzeptieren können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5 wie sie die einzelnen Messungen im Experiment genau durchführen wollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Wenn ein Experiment erwartete Ergebnisse bringt....

Aussage	JA	NEIN
2.1 wurden keine Fehler bei der Durchführung des Experiments gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 kann aus den Ergebnissen dennoch Wissen gewonnen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 wurden die besten Ergebnisse aus dem Experiment ausgewählt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 sollte man die Ergebnisse wiederholen, um die Ergebnisse zu bestätigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 funktioniert das Experiment gut und sollte nicht verändert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Wann ist ein Experiment besonders gut?

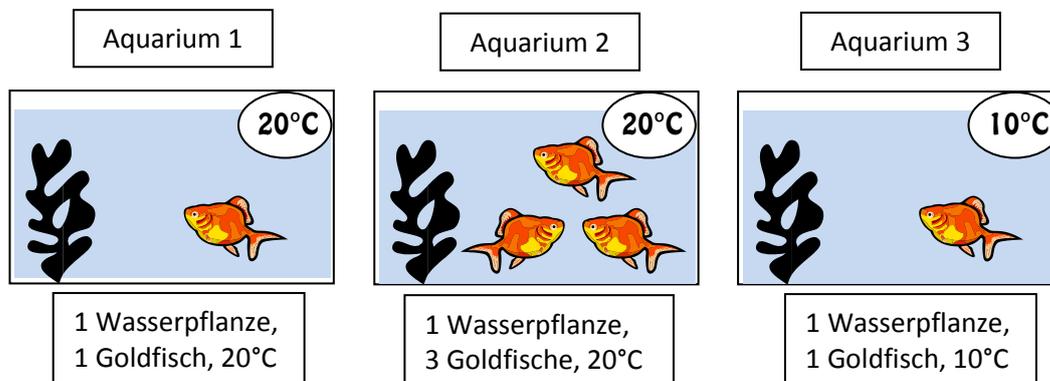
Aussage	JA	NEIN
3.1 wenn alle Messergebnisse geplant sind und nicht durch Zufall entstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 wenn es nur einen einzelnen Bestandteil eines Vorgangs untersucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 wenn es möglichst viele Bestandteile eines Vorgangs gleichzeitig untersucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 wenn es eine deutliche Vorführung von bekanntem Wissen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 wenn die Messergebnisse des Experiments den Erwartungen entsprechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



4. Atmung der Fische

Aufgabe 4.1

Lea macht ein Experiment zur Atmung der Fische. Dazu verwendet sie drei Aquarien mit je 5 l Wasser. In Aquarium 1 und 3 gibt sie je einen Goldfisch und in Aquarium 2 gibt sie drei Goldfische. Alle Fische sind gleich groß. In den Aquarien 1 und 2 beträgt die Wassertemperatur 20°C. In Aquarium 3 ist 10°C kaltes Wasser. In jedem Aquarium befindet sich eine Wasserpflanze (siehe Abbildungen). Nach einiger Zeit beobachtet Lea, wie häufig die Fische pro Minute atmen. Das erkennt sie daran, wie schnell sich die Kiemendeckel der Fische bewegen.

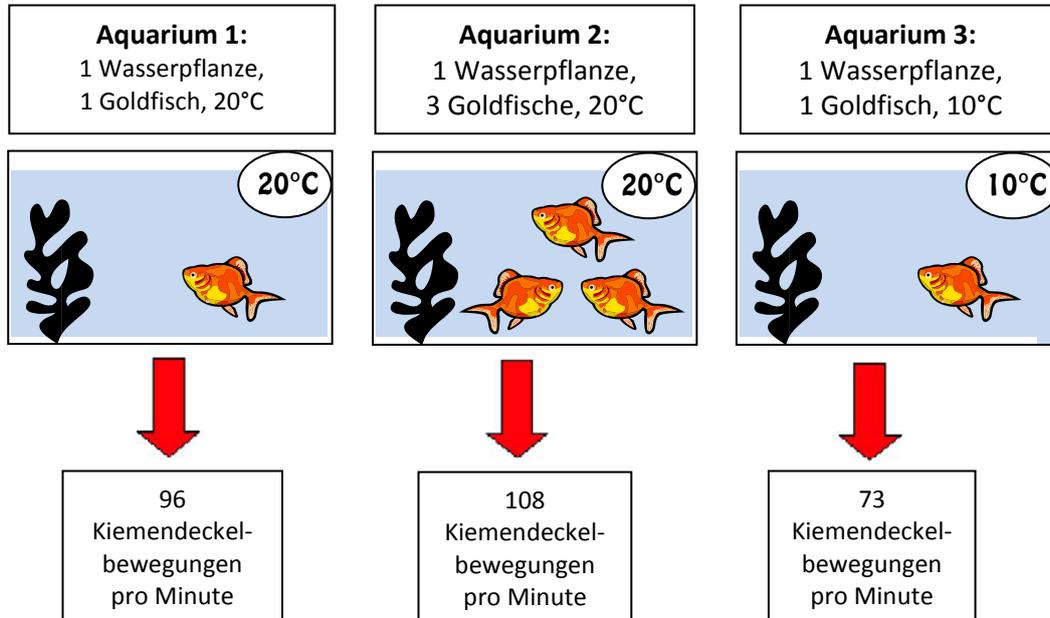


Warum macht Lea das Experiment?

- Weil sie vermutet, dass Wasserpflanzen im Aquarium einen Einfluss darauf haben, wie schnell die Fische atmen.
- Weil sie vermutet, dass die Zahl der Fische und die Wassertemperatur im Aquarium einen Einfluss darauf haben, wie schnell Fische atmen.
- Weil sie vermutet, dass die Wassertemperatur und die Wassermenge im Aquarium einen Einfluss darauf haben, wie schnell Fische atmen.
- Weil sie die Fische in den drei Aquarien dazu bringen möchte, schneller zu atmen.

Aufgabe 4.2

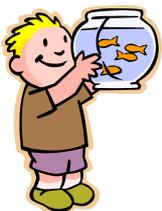
Lea erhielt folgendes Ergebnis: In Aquarium 1 bewegen sich die Kiemendeckel des Goldfisches 96 mal pro Minute, im Aquarium 2 pro Minute 108 mal und im Aquarium 3 pro Minute 73 mal.



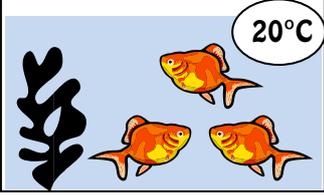
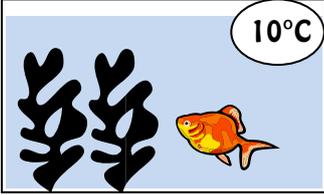
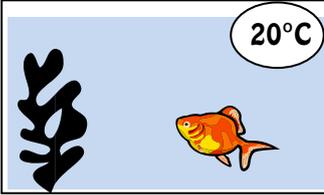
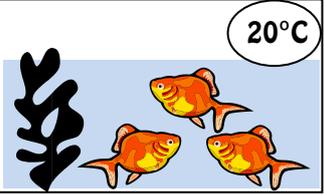
Wie lautet die beste Erklärung für das Ergebnis?

- Fische atmen schneller, wenn mehrere Fische und Pflanzen im Aquarium sind.
- Fische atmen schneller, wenn das Wasser wärmer ist oder wenn mehrere Fische im Aquarium sind.
- Fische atmen schneller, wenn sie in einem Aquarium mit warmem Wasser sind.
- Das Experiment klappte nicht, weil die Fische in den drei Aquarien verschieden schnell atmeten.

Aufgabe 4.3



Mario vermutet, dass **3 Fische in einem Aquarium schneller atmen als 1 Fisch**. Er plant ein Experiment, um seine Vermutung zu überprüfen. Dafür stehen vier verschiedene Aquarien zur Auswahl:

Aquarium 1	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 4
			
5 l Wasser 1 Wasserpflanze, 3 Goldfische,	5 l Wasser 2 Wasserpflanzen, 1 Goldfisch, 10°C	5 l Wasser 1 Wasserpflanze, 1 Goldfisch, 20°C	3 l Wasser 1 Wasserpflanze, 3 Goldfische, 20°C

Welche Aquarien sollte Mario miteinander vergleichen, um seine Vermutung zu überprüfen?

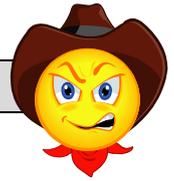
- Aquarium 1 und Aquarium 2
- Aquarium 1 und Aquarium 3
- Aquarium 2 und Aquarium 4
- Aquarium 3 und Aquarium 4



5. Dein Interesse am Biologieunterricht

	sehr	etwas	wenig	gar nicht
7.6 Wie interessant ist für dich der Biologieunterricht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7 Wie sehr macht dir der Biologieunterricht Spaß?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.8 Beschäftigst du dich auch in der Freizeit mit Biologie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.9 Wie sehr interessiert es dich, Experimente durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.10 Arbeitest du gerne mit lebenden Tieren im Biologieunterricht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.11 Würdest du gerne mehr Experimente im Unterricht durchführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.12 Arbeitest du gern alleine?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.13 Arbeitest du gern in Gruppen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.14 Wie sehr traust du dir selbst zu, ein Experiment durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.15 Welche Themen interessieren dich im Biologieunterricht? <input type="checkbox"/> Tiere <input type="checkbox"/> Pflanzen <input type="checkbox"/> Umwelt <input type="checkbox"/> Steine <input type="checkbox"/> der Mensch <input type="checkbox"/> Pilze <input type="checkbox"/> Mikroorganismen (Einzeller, Bakterien) <input type="checkbox"/> Geschichte der Erde + des Menschen <input type="checkbox"/> _____				

6. Asseln, Asseln, Asseln



Bitte erstelle einen Steckbrief für die Assel.

(Du kannst ihn gestalten wie du möchtest, aber vielleicht helfen dir folgende Begriffe:
Name, Größe, Aussehen, Merkmale, Vorkommen, Nahrung, Besonderheiten, ...)

A large, empty rectangular frame designed for a profile card. The frame has a thick, brown border with a jagged, torn edge effect, suggesting it's made of cardboard or paper. Two black pushpins are shown at the top corners, as if the card is pinned to a surface. The interior of the frame is a plain white space for writing.

Asselfutter

Unsere Asseln haben sich für unsere Experimente zur Verfügung gestellt.

Jetzt wollen wir sie auch entsprechend belohnen.

Doch welches Futter ist ihnen am liebsten?

Wie könnten wir das herausfinden?

Wie würdet ihr vorgehen?

Bitte haltet eure Überlegungen hier schriftlich fest.



Vielen Dank für's Mitmachen

Steckbrief für die Assele

Name: Insekt

Größe: 1cm

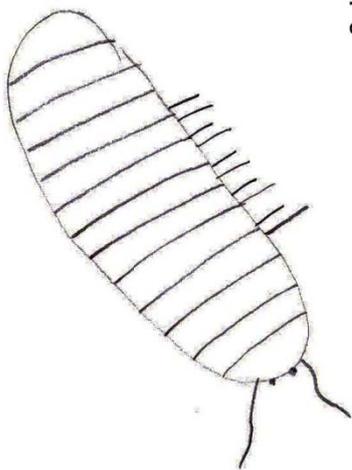
Aussehen: klein, oval

Merkmale: Können mit Fühlern riechen

Vorkommen: Insekten

Nahrung: Pflanzen

Besonderheiten: Füller, Krebstiere



2. Klasse (AGD97)

Name: Assele

Größe: klein, etwa 50 groß

Aussehen: klein, dunkel

Merkmale: klein, ~~rot~~ hat Füller

Vorkommen: Wald, eher ~~markere~~ ~~dick~~ feuchte

Nahrung: Obst, Gemüse

Besonderheiten: klein, dunkel, ~~ostruent~~, ~~Krebs~~ = Tiert...



2. Klasse (SGK97)

Name: Asseln

Farben: Schwarz, Braune

Größe: Nicht sehr groß. ca. $1\frac{1}{2}$ cm.

Besonderheit: Sie haben es gerne wenn es nass und dunkel ist. Sie bewegen sich immer einander.

Nahrung: kleine tote Tiere.

Vorkommen: In Gärten, Kellern od. unter Steinen

Merkmale: kleine Rillen an ihrem Panzer u. Fühlern.

3. Klasse (MOS95)

Name: Asseln

Art: Krebstiere

Größe: 1-2 cm

Atmung: Kiemen

Farbe: Grau

Lebensort: In dunklen Rillen/Ritzen

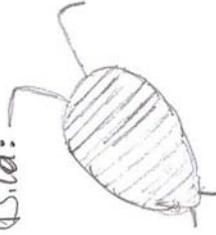
Futter: tote Tiere

Sonstiges:

Die Asseln sind grau, haben sehr viele Beine und haben eine Art Panzer. Die kleineren Tiere kriechen mit den Fühlern. Wenn sie am Rücken liegen drehen sie sich gleich um.

3. Klasse (MM96)

Bild:



Name: Asseln



Aussehen: • Körper ist ein Panzer
• 2 Fühler

Größe: ungefähr 1-2 cm

Vorkommen: es gibt welche die im Wasser leben
• in Gärten

• welche die im feuchten
& dunklen bei vielen
Steinen leben

Nahrung: sie zersetzen Abfall

Besonderheiten: • Bei unseren Versuchen
waren sie mehr im Trockenen und
heller.

• haben ein Geschlecht (nicht so wie bei
Schnecken)

• häuten sich (haben wir unter dem
Mikroskop gesehen)

4. Klasse (LIH95)

ASSELU

Name:

Größe: ca. 1-4cm

Aussehen: haben einen Panzer und
viele Fühler

Merkmale: haben Fühler die 2x
gekürzt sind ^^

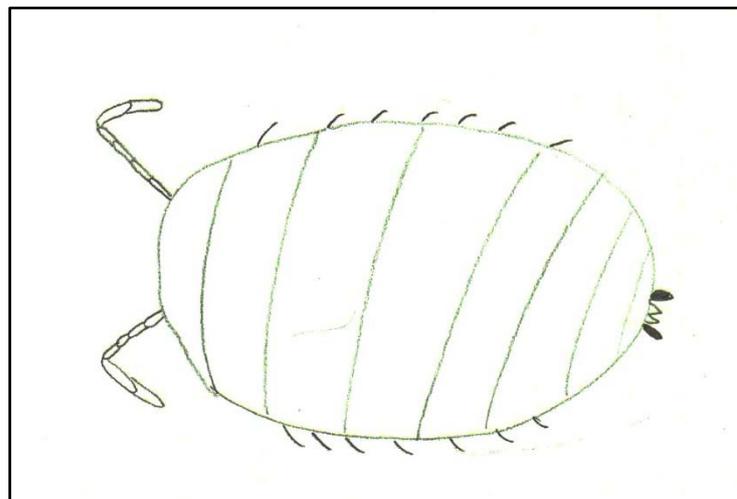
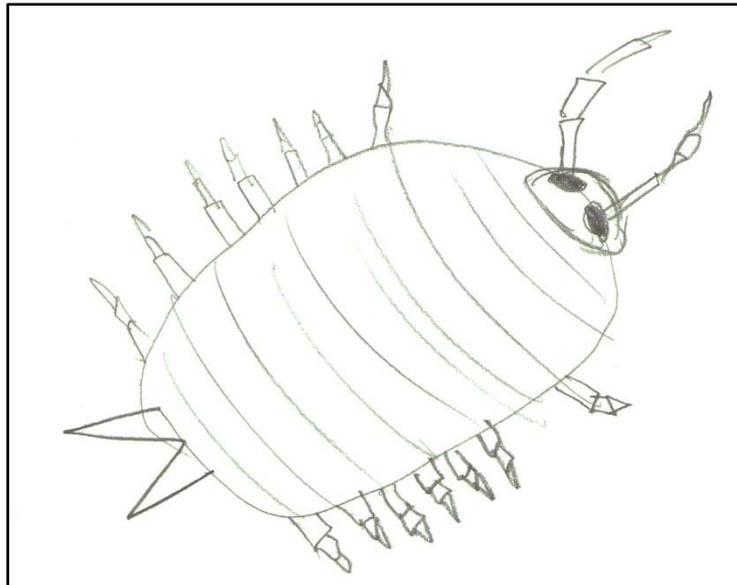
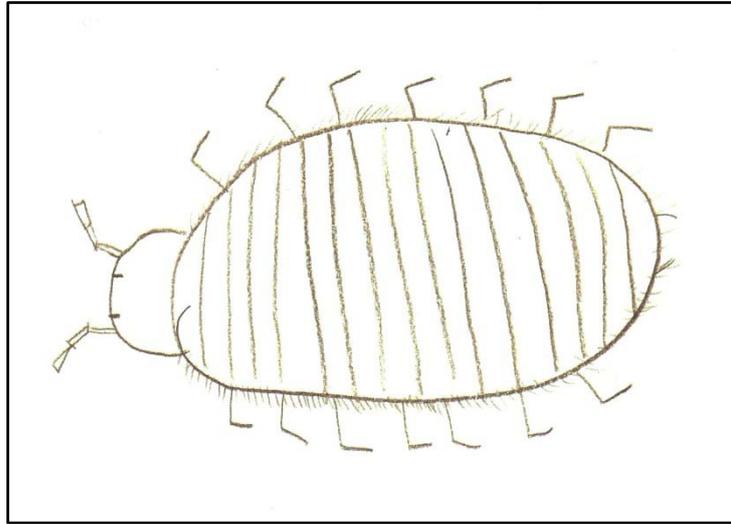
Vorkommen: in dunklen, feuchten Gebieten

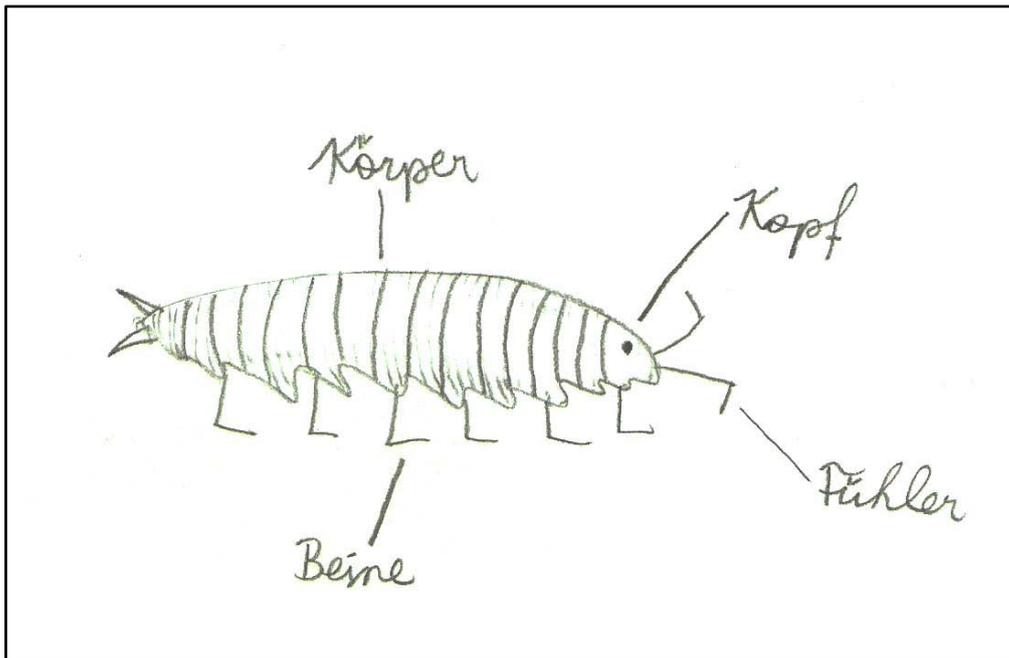
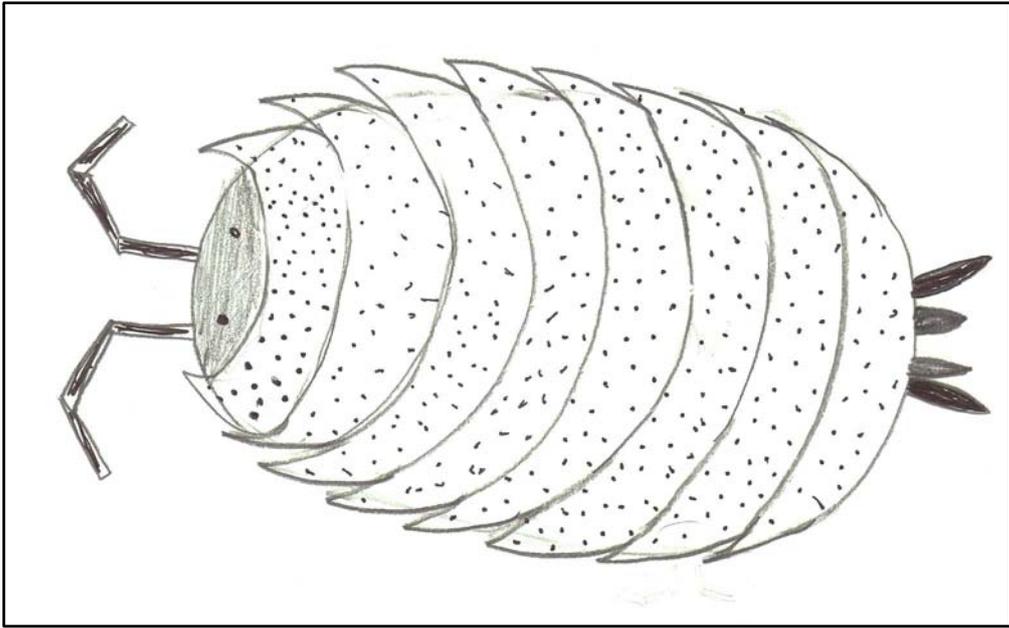
Nahrung: hauptsächlich Blätter

Besonderheiten: können riechen
können Laub zersetzen

4. Klasse (MFF94)

AUSGEWÄHLTE ASSELZEICHNUNGEN DER SCHÜLER/-INNEN





ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit Kompetenzförderung von SchülerInnen der Sekundarstufe I im Bereich des Experimentierens. Den theoretischen Rahmen der Forschung bilden die durch Einführung von Bildungsstandards angestrebten Problemlösekompetenzen der SchülerInnen, wobei das Kompetenzmodell zum Experimentieren nach Hammann (2004), das auf dem dreiphasigen *Scientific Discovery as Dual Search* Modell (SDDS-Modell) nach Klahr (2000) aufbaut, den Hauptbezugspunkt darstellt. Von diesem lassen sich folgende für kompetenzfördernden Unterricht bedeutende Fragestellungen ableiten: Erfahren SchülerInnen der Sekundarstufe I durch die Teilnahme an einem Programm zur kumulativen Kompetenzförderung des Experimentierens einen Kompetenzzuwachs? Ist dieser Kompetenzzuwachs abhängig von Alter und Geschlecht der Probanden? Lassen sich Unterschiede zwischen den Teilkompetenzbereichen des Experimentierens "Suche im Hypothesensuchraum", "Suche im Experimentiersuchraum" und "Datenanalyse" identifizieren?

Zur Datengewinnung wurde eine Interventionsstudie mit Pre- und Posttest angesetzt. Die Stichprobe umfasste $n=148$ Probanden (61 weiblich, 84 männlich), von denen 50 SchülerInnen der 6., 7. und 8. Schulstufe an dem Experimentierprogramm zum Thema "Lebende Tiere" teilnahmen und 79 SchülerInnen als Kontrollgruppe lediglich Pre- und Posttest bearbeiteten. Zur Erhebung quantitativer Daten wurden Fragebögen eingesetzt, qualitative Daten wurden durch Kleingruppeninterviews bzw. schriftlich zu bearbeitenden offenen Fragestellungen gewonnen. Das Interventionsprogramm umfasste vier Unterrichtseinheiten, in denen mit den SchülerInnen die Grundsätze wissenschaftlichen Experimentierens durch Beispiele aus unterschiedlichen Themengebieten, insbesondere aber mit Bezug auf Asseln, erarbeitet wurden. Die Datenauswertung erfolgte im quantitativen Bereich mit SPSS 15, im qualitativen Bereich nach der Methode der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2000).

Die zentralen Ergebnisse belegen, dass ein Kompetenzzuwachs gemessen werden konnte. Die höchsten Zuwächse im Bereich der Methodik erfuhren im Bezug auf das Alter die SchülerInnen der 8. Schulstufe und im Geschlechtervergleich die Mädchen, wobei beide Gruppen jedoch mit einem geringeren Vorwissen in die Studie eingingen als die entsprechenden Vergleichsgruppen. Ferner konnte bei den SchülerInnen eine Kompetenzsteigerung insbesondere im Bereich des Erklärens von Experimenten bzw. des Schlussfolgerungen-Ziehens verzeichnet werden. Der Umgang mit Hypothesen erscheint weiterhin problematisch. Hinsichtlich des epistemologischen Wissens zum Experimentieren weisen die Mädchen den höchsten Zuwachs auf, im Altersvergleich die SchülerInnen der 2. Schulstufe, wobei auch hier von geringeren Vorkenntnissen als bei den Vergleichsgruppen ausgegangen wurde.

Die Ergebnisse dieser Studie verlangen nach weiterführender Forschung, die sich mit den Korrelationseffekten von Interessens- und Motivationsaspekten auf die Kompetenzzuwächse auseinandersetzen oder den Zusammenhang zwischen einem geringeren Vorwissen und höheren Zuwächsen aufdecken könnten. Weiteres Augenmerk könnte auf Fördermöglichkeiten des Umgangs mit Hypothesen für SchülerInnen und entsprechende Ansätze in der LehrerInnenaus- und -weiterbildung gelenkt werden, um qualitativ hochwertigen kompetenzfördernden Unterricht zu gewährleisten.

The central issue that the present study addresses is the promotion of experimentation competencies in students in lower level secondary schools in Austria. The theoretical framework builds on problem solving skills, which represent one of the main objectives of education since the implementation of educational standards. The main point of reference thereby is the competency model in experimentation by Hammann (2004), which is based on Klahr's three dimensional *Scientific Discovery as Dual Search* model (SDDS-model, 2000). The following questions of interest can be deduced from it: Can levels of competencies in lower secondary students be increased by a training programme promoting competencies in experimentation? Is an increase in competencies related to age and sex? Can differences between the three dimensions in experimentation "Search Hypothesis Space", "Search Experiment Space" and "Data Analysis" be identified?

An intervention study with pre- and post-tests was conducted with $n=148$ subjects (61 female, 84 male) attending 2nd, 3rd and 4th grade of lower level secondary school. Of these, 50 students took part in a programme on "Living Animals" and 79 students acted as a control group only working on pre- and post-tests. Questionnaires were used to gain quantitative data, whereas small group interviews and open tasks on paper provided qualitative data. The intervention in itself was comprised of four units and aimed at conveying the basic principles of scientific experimentation to the students. Examples were taken from various biological subject areas, but woodlice were the main focus point. SPSS 15 was used to analyse quantitative data and evaluation of qualitative data was done by means of Qualitative Content Analysis (Mayring 2000).

The main results show an increase in competencies. The largest improvements could be measured in the area of methodological knowledge in 4th grade students and regarding gender – the girls. However, both groups showed less prior knowledge than the respective reference groups. Moreover, an increase in competencies took place, particularly in the area of explaining experiments and drawing conclusions. Notwithstanding this, dealing with hypotheses still seems to prove problematic for the students. As far as epistemological knowledge about experimentation is concerned, the girls and 2nd grade students show larger increases in competencies than the reference groups, whilst also starting from a lower level of competency.

The results of this study call for further research investigating the correlation between interest, motivation and increases in competencies and revealing the connection between low level of prior knowledge and a higher level of improvement. Furthermore, fostering students' abilities in dealing with hypotheses and relevant aspects of teacher training and development should be the main areas of attention in order to succeed in providing high quality education.

Persönliche Daten

Name Katrin Janoschek
Adresse Hütteldorfer Straße 181/27
1140 Wien, Österreich
Geburtsdatum 24.08.1982
Nationalität Österreich
Telefon +43 699 10621458
Email k.janoschek@gmail.com

Ausbildung

2002-2009 Universität Wien
Lehramtsstudium UF Biologie & Umweltkunde UF Englisch
1996-2001 BHS Bundesbildungsanstalt für Kindergartenpädagogik (Wien)
(Reife- & Diplomprüfung mit Auszeichnung)
1992-1996 AHS Bundesgymnasium Unterstufe (Stockerau, Niederösterreich)
1988-1992 Volksschule (Langenzersdorf, Niederösterreich)

Berufliche Tätigkeiten

seit Okt. 2008 VHS Floridsdorf
Kursleiterin Erwachsenenbildung
Sept. 2007-Mai 2008 Perth & Kinross Council, Schottland
Fremdsprachenassistenz an Schulen der Sekundarstufe
Sommermonate 1997-2003 Fa. Ulrich Etiketten Ges.m.b.H.
Sachbearbeitung, administrative Tätigkeiten
September 2002 Fa. Schrittwieser Handelsagentur
Sachbearbeitung, Sekretariat
Nov./Dez. 2002, 2003 Christkindls Werkstatt
Kinderbetreuung

Zusatzqualifikationen

ESP Modul – Teaching English for Specific Purposes
Vier-Sprachen-Diplom (Berlitz – Englisch, Französisch, Spanisch, Italienisch)
ECDL – European Computer Driving Licence (Word, Excel, Access, PowerPoint)
Zusatzausbildung zur Horterzieherin und Früherziehungspraxis