universität wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Biologische Beobachtungsaufgaben für den Sachunterricht“

verfasst von / submitted by

Martina Sommer

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

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:	A 190 445 344
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:	Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde UF Englisch
Betreut von / Supervisor:	Ao. Univ.- Prof. Dr. Günther Pass
Mitbetreut von / Co-Supervisor:	Mag. Dr. Martin Scheuch

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei **Mag. Dr. Martin Scheuch** und **Ao. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass** für ihre Unterstützung bedanken. Ein herzliches Dankeschön möchte ich auch den **SchülerInnen**, **Eltern**, **Lehrpersonen** und **DirektorInnen** aussprechen, die es mir möglich gemacht haben meine Unterrichtseinheiten durchzuführen. Ohne alle diese Personen wäre diese Diplomarbeit nicht möglich gewesen.

Besonders möchte ich mich bei **Thomas** und **Viviane** für ihre Hilfe bedanken.

Ein sehr großes Danke geht an dieser Stelle an **Denise, Sarah** und **Petra**, ohne die ich dieses Jahr (und um ehrlich zu sein wohl meine ganze Studienzeit) nur halb so gut überstanden hätte und die von der ersten Themenfindung bis zum „Jetzt schicks hoit endlich ob!“ live dabei waren.

Ein riesengroßes **DANKESCHÖN** möchte ich an dieser Stelle meiner lieben (Groß-) Familie aussprechen.
Meine „Nachbarn“ **Tante Lisi** und **Onkel Hannes** haben immer wieder ihre Zeit und ihr Wissen mit mir geteilt und mir dadurch in der Aufgabenentwicklung sehr geholfen.
Meine liebe **Mitzi Oma** hat mich immer mit gutem Essen und, wenn das einmal nicht möglich war, mit aufmunternden Telefonaten unterstützt.
Ein herzliches Dankeschön möchte ich meinem Bruder **Florian** aussprechen, für die Rettung aus meinen diversen technischen Problemen (und seine 24h-MacBook-Servicehotline ☺).
Zum Schluss möchte ich mich bei meinen **Eltern** bedanken. Sie haben mich nicht nur finanziell immer unterstützt, sondern auch immer an mich geglaubt, sogar wenn ich es selbst manches Mal nicht getan habe. Sie waren die Schultern zum Ausweinen, haben es aber auch verstanden, mich auf gut burgenländisch „weiterzustampern“ und ohne die Beiden würde ich jetzt nicht am „Gipfel dieses Berges“ stehen.

Wien, Feber 2017

Inhaltsverzeichnis

Danksagung ... 3

Inhaltsverzeichnis ... 5

1. Einleitung ... 7

2. Wissenschaftliches Beobachten ... 9

2.1. Beobachtungskompetenz fördern ... 12

2.2. Von der Alltagsbeobachtung zur wissenschaftlichen Beobachtung ... 14

2.2.1. Erwartungen und Hypothesenbildung ... 15

2.2.2. Bereitschaft Beobachtungen fortzusetzen ... 17

2.2.3 Wahrnehmung ... 18

2.2.4 Aufzeichnungen der Beobachtungen ... 20

3. Vergleichen und Ordnen ... 23

4. Aufgabenentwicklung ... 26

4.1. Forschungsansatz: Design-Based-Research ... 27

4.1.1. Entwicklungszyklus der Unterrichtseinheiten ... 27

4.2. Ausgangsmaterial ... 29

4.3. Aufgabenentwicklung ... 31

4.3.1. Einheit 1: Laubblätter ... 32

4.3.2. Einheit 2: Steine ... 37

4.3.3. Einheit 3: Gliederfüßer ... 41

5. Forschungsmethoden ... 45

5.1. Forschertagebücher ... 45

5.2. Unterrichtsbeobachtungen ... 46

5.3. Leitfadengestützte ExpertInneninterviews ... 48

6. Beschreibung der Ergebnisse ... 51

6.1. Beobachtungen während der Einheiten ... 51

6.1.1. Einheit 1: Laubblätter ... 52

6.1.2. Einheit 2: Steine ... 54

6.1.3. Einheit 3: Gliederfüßer ... 56

6.2. Forschertagebücher ... 58

6.2.1. Einheit 1: Laubblätter ... 58

6.2.2. Einheit 2: Steine ... 61

6.2.3. Einheit 3: Gliederfüßer ... 64

6.3. Interviews ... 67
6.3.1.Material ... 67
6.3.2. Durchführung ... 68
6.3.3. Beobachtungskompetenz ... 69
6.3.4. Verbesserungsmöglichkeiten der Einheiten ... 70
7. Diskussion ... 71
7.1. Erwartungen und Hypothesenbildung ... 71
7.2. Bereitschaft die Beobachtungen fortzusetzten ... 74
7.3. Wahrnehmung ... 77
7.4. Aufzeichnungen ... 80
7.5. Evaluation der entwickelten Unterrichtseinheiten ... 82
7.5.1. Einheit 1: Laubblätter ... 82
7.5.2. Einheit 2: Steine ... 83
7.5.3. Einheit 3: Gliederfüßer ... 84
7.6. Beantwortung der Forschungsfragen ... 85
8. Resümee ... 86
Zusammenfassung / Abstract ... 87
Literaturverzeichnis ... 88
Abbildungsverzeichnis ... 92
Liste des digitalen Anhangs ... 94

1. Einleitung

„Neben dem Wissen über die Natur des wissenschaftlichen Wissens [...] gilt das ‚wissenschaftliche Denken' im Sinne der Beherrschung naturwissenschaftlicher Methoden und der Fähigkeit zur Begründung von Folgerungen im Kontext naturwissenschaftlicher Exploration als wichtige domänenübergreifende wissenschaftliche Kompetenz" (Koerber, Sodian, Thoermer, & Grygier, 2008, S. 141). Das Fördern von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen im Primarunterricht ist national wie international Teil der Lehrpläne. Die Fähigkeiten genau zu betrachten, zu vergleichen, zu ordnen und zu klassifizieren, sowie zu experimentieren begründen alle auf der Fertigkeit exakt beobachten zu können. Durch Beobachten können Lernende ihre Umwelt besser verstehen (vgl. Roden, 2016) und Veränderungen und Unterschiede wahrnehmen (vgl. Kirchner, 1978). Darüber hinaus sind Beobachtungen und damit verbundene Vergleiche zwei der wichtigsten Methoden für biologische Erkenntnisgewinne (vgl. Kirchner, 1978).

Die Fähigkeit wissenschaftlich zu beobachten sollte in der Schule gefördert und regelmäßig geübt werden (vgl. Kirchner, 1978; vgl. Roden, 2016). Fertiges und ausgetestetes Unterrichtsmaterial, das den Fokus auf biologische Beobachtungsaufgaben legt, gibt es im deutschen Sprachraum aber kaum. Daher ist das Ziel dieser Diplomarbeit Unterrichtseinheiten mit Beobachtungsschwerpunkt für den biologischen Sachunterricht zu entwickeln.

Der erste Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem theoretischen Hintergrund von wissenschaftlichen Beobachtungen und Vergleichen. Es werden zunächst die Vorteile von Beobachtungsaufgaben in der Schule erläutert und Möglichkeiten, um es zu fördern, aufgelistet. Darauf folgt die Beschreibung des Übergangs zwischen alltäglichen und wissenschaftlichen Beobachtungen in den Kategorien „Erwartungen und Hypothesenbildung", „Bereitschaft Beobachtungen fortzusetzen", „Wahrnehmung" und „Aufzeichnungen" (vgl. Eberbach & Crowley, 2009). Anschließend folgt ein Überblick über die Methoden des wissenschaftlichen Vergleichs und Ordnens, für die Beobachten die Grundlage darstellt.

Im zweiten Teil wird die Entwicklung und Evaluation der Unterrichtseinheiten erläutert. Das vorhandene Ausgangsmaterial wurde unter dem Forschungsansatz der Design-Based-Research in mehreren Schritten weiterentwickelt und anschließend in zwei Versuchsklassen

an unterschiedlichen Schulen getestet. Der Erfolg der Einheiten wurde aufgrund von systematischen Unterrichtsbeobachtungen, durch von SchülerInnen erstellten Forschertagebüchern und anhand von leitfadengestützten ExpertInneninterviews gemessen. Um herauszufinden, ob sich die Einheiten für den biologischen Sachunterricht eignen und ob ein Zuwachs der Beobachtungskompetenz feststellbar ist, wurden die gewonnenen Daten anschließend anhand des theoretischen Hintergrundes analysiert.

Im digitalen Anhang befinden sich die entwickelten Unterrichtsmaterialien, bestehend jeweils aus Stundenbild, Kopiervorlagen für die Forschertagebücher und Hintergrundinformationen für die Lehrpersonen. Des Weiteren beinhaltet der digitale Anhang die erhobenen und anonymisierten Daten, bestehend aus den Aussagen der SchülerInnen während der Einheiten, einer Zusammenfassung der Forschertagebücher und den redigierten Aussagen der abschließenden ExpertInneninterviews.

2. Wissenschaftliches Beobachten

Beim Vorgang des Beobachtens werden Sinneseindrücke aufgenommen. Die Aufgabe von Lehrenden ist es, Kindern zu helfen, all ihre Sinne einzusetzen, wenn sie Ähnlichkeiten, Unterschiede und Veränderungen von Objekten oder Vorgängen beobachten. SchülerInnen können lernen, dass jeder ihrer Sinne ihnen die Möglichkeit eröffnet, unterschiedliche Eigenschaften von Objekten wahrzunehmen (Gega & Peters, 1998, S. 80).

> Die zielstrebige und planmäßige Beobachtung ist Grundlage naturwissenschaftlichen Arbeitens, Lehrens und Forschens. Sie steht im biologischen Arbeitsunterricht im Vordergrund, um lebendige Gestalten, Vorgänge und Zusammenhänge zu erfassen. Die Anlage zum Beobachten ist beim Kinde stark ausgebildet; sie mu[ss] ständig gepflegt und systematisch weiterentwickelt werden (Esser, 1969, S. 55).

Essers 1969 geäußerte Forderung zur Förderung von Beobachtungen im Unterricht wurde über die Jahre von mehreren Autoren bekräftigt. So möchte auch Kirchner (1978, S. 76) SchülerInnen so oft wie möglich während des Unterrichts, Beobachtungen durchführen lassen und Roden (2016, S. 41) meint, fast 50 Jahre später, dass Beobachten in allen Lehrplänen für SchülerInnen zwischen drei und elf Jahren inkludiert sein sollte.

Sommer und Harms (2008, S. 33) erläutern die vier Kompetenzbereiche der naturwissenschaftlichen Fächer, welche sich aus Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung zusammensetzen und verweisen dabei auf die deutsche Kulturministerkonferenz in 2004. Der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung beinhaltet dabei „die naturwissenschaftlichen Methoden des Beobachtens, Vergleichens und Experimentierens sowie [...] das Nutzen von Modellen und die Anwendung von Arbeitstechniken“.

Im aktuellen Lehrplan für Sachunterricht in Österreich ist das Fördern der Beobachtungskompetenz bereits inkludiert. Einer der fünf Erfahrungsbereiche im Sachunterricht bezieht sich dabei auf den „Erfahrungs- und Lernbereich Natur“. Es soll ein grundlegendes Verständnis für Natur als Lebensgrundlage und Menschen als Teil der Natur geschaffen werden. Dabei sollen fachspezifische Arbeitsweisen erworben werden und das Erlernte „zu verantwortungsbewusstem Verhalten gegenüber der Natur führen“ (Bundesministerium für Bildung, 2010, S. 85). Bereits in der Grundstufe I soll die Basis für erstes Experimentieren, Betrachten, Beobachten und Klassifizieren gelegt werden (Bundesministerium für Bildung, 2010, S. 87-88). Die im Zusammenhang mit dieser Arbeit entwickelten Aufgabenstellungen können unter dem Aspekt „Formenvielfalt in der Natur“ im

Erfahrungs- und Lernbereich Natur eingeordnet werden. Sie treffen auf beide Unterpunkte dieses Aspekts zu: Es werden „Begegnung mit der Natur [gefördert], dabei spezifische Arbeitsweisen und Fertigkeiten erweiter[t] und bewusst [angewendet]“ und die „Formenkenntnis über Pflanzen und Tiere erweiter[t] und [gefestigt]“ (Bundesministerium für Bildung, 2010, S. 94-95). Beim Durchführen der Aufgaben können die SchülerInnen „[d]ie bisher erlernten Arbeitsweisen (Sammeln, Suchen, Betrachten und Benennen; Ordnen, Vergleichen und Zuordnen nach gemeinsamen Formen und Merkmalen) vertiefen, erweitern und selbst anwenden“ (Bundesministerium für Bildung, 2010, S. 94), und „[d]as Wissen über den Bau von Pflanzen und Tieren erweitern: einige Blattformen; Merkmale von Säugetieren, Vogel, Fisch [und] Insekten“ (Lehrplan 95) kennenlernen, sowie „[d]urch Auffinden gemeinsamer Merkmale Tier- und Pflanzengruppen bilden“ (Bundesministerium für Bildung, 2010, S. 95).

Die Fähigkeit zu beobachten und zu klassifizieren wird nicht nur österreichweit, sondern auch international in der von der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) durchgeführten TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) gefordert. Hier wird von SchülerInnen am Ende der vierten Schulstufe erwartet, dass sie im Bereich Biologie in der Lage sind „Eigenschaften von wichtigen Pflanzen- und Tiergruppen hinsichtlich Körperbau und Verhalten zu vergleichen und zu unterscheiden“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation, & Entwicklung des österreichischen Schulwesens).

Beobachten, und das später erworbene kritische Beobachten, fördert wissenschaftliches Denken und trägt zum Wissenschaftsverständnis der Lernenden bei. Auf genaue Beobachtungen können schnell Erklärungen folgen. Darüber hinaus ist es möglich, dass Beobachtungen dazu führen, Fragen aufzuwerfen, Hypothesen und Vorhersagen zu bilden und Schlussfolgerungen zu ziehen. Beobachten, Messen und Klassifizieren sind fundamentale Aspekte der Naturwissenschaften. Die wichtigste dieser Fertigkeiten ist das Beobachten, denn nur dadurch ist es möglich, all die anderen Dinge durchzuführen. Genaues und detailliertes Beobachten ist essenziell, um präzise Messungen und Vergleiche durchführen zu können. Es legt die Basis für Klassifikationssysteme, wie die Taxonomie der Pflanzen oder Tiere und die Klassifizierung periodischer Elemente (Roden, 2016, S. 41-43). Kurz gesagt, kann man jegliches „Experimentieren auch als Beobachten eines Objektes bezeichnen, das künstlichen Bedingungen unterworfen ist“ (Kirchner, 1978, S. 59).

Die Beobachtungskompetenz zu fördern ist, darüber hinaus wichtig,

- weil mit Hilfe des Beobachtens zahlreiche Phänomene der belebten und unbelebten Natur erschlossen werden können;
- weil Beobachten dem Schüler Selbsttätigkeit ermöglicht;
- weil Beobachten in Gruppen zur Teamarbeit hinführt;
- weil die Fähigkeit zu genauem Beobachten eine wichtige Eigenschaft in vielen Berufen und Lebenssituationen ist;
- weil Beobachten zur Sachlichkeit erzieht (Kirchner, 1978, S. 63).

Kirchner (1978, S. 64) sieht auch Limitationen beim Durchführen von Beobachtungen im Primarunterricht. Er gibt zu bedenken, dass in den ersten drei Jahren der Grundschule nur eine Basis für wissenschaftliches Beobachten geschaffen werden kann, längere Beobachtungsaufgaben jedoch für die SchülerInnen noch schwierig sind. Kinder sind in diesem Alter noch sehr verspielt und handeln spontan. Darüber hinaus fehlt ihnen oft die Ausdauer, um längere Vorgänge zu beobachten sowie zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem zu unterscheiden.
Eberbach und Crowley (2009) beschäftigen sich in dem Artikel „From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist's World" eingehend mit der Fähigkeit und der Weiterentwicklung des wissenschaftlichen Beobachtens und auch sie sehen dabei Herausforderungen, die zu berücksichtigen sind. Zuallererst ist systematisches Beobachten ein schwieriges Unterfangen, das von Pädagogen und Forschern oft gleichermaßen unterschätzt wird. Zweitens geht wissenschaftliches Beobachten Hand in Hand mit Fachwissen, Theorie und Praxis. Ohne Fachwissen kann zwar wahrgenommen, jedoch nicht systematisch beobachtet und eingeordnet werden. Drittens verlangen systematische Beobachtungen von den Durchführenden, dass Verbindungen zwischen speziellem Fachwissen, Theorie und Praxis geschaffen werden (Eberbach & Crowley, 2009, S. 40-41).

Es ist wichtig, diesen Problemen so gut wie möglich entgegenzuwirken und mit genügend Unterstützung und durch gezielte Aufgabenstellungen SchülerInnen dabei zu helfen, ihre Beobachtungskompetenz zu verbessern.

2.1. Beobachtungskompetenz fördern

Beobachten ist die Grundlage für das Erlangen von systematischen Daten in jeder praxisbezogenen Situation. Es kann anhand der Tätigkeiten, die Beobachter durchführen, erkannt werden, wie gut ihre Kompetenz ausgebildet ist (Harlen, 2000, S. 34). Die Fähigkeit zu beobachten, entwickelt sich durch das eingehende Beschäftigen mit einzelnen, genauen Beobachtungen und durch das Interpretieren des Beobachteten mit Hilfe von Wissen und vorhergehenden Erfahrungen. Wichtige Faktoren für die Weiterentwicklung sind der Kontext (die Aktivität, die Umgebung, die Hilfsmittel) und die Kombination von sozialen Interaktionen zwischen Individuen, Gleichaltrigen und Erwachsenen. (Johnston, 2009, S. 2511).

Kirchner (1978, S. 65-72) empfiehlt die Beobachtungsfähigkeit schrittweise und mit unterschiedlichen Übungen zu schulen. Es soll zunächst geübt werden, genau zu betrachten. Zusätzlich sind verschiedene Konzentrationsübungen und Einführungsübungen zur Erlernung der Technik des Beobachtens durchzuführen. Darüber hinaus ist es notwendig, das Festhalten der Beobachtungsergebnisse zu trainieren.
Es gibt einige einfache Beobachtungsaufgaben, die in unterschiedlichen Altersstufen durchgeführt werden können. Zum Beispiel kann Beobachten in den frühen Jahren der Erziehung Lernende dazu in die Lage versetzen, Informationen über alltägliche Objekte zu sammeln, um die Welt um sie herum besser zu verstehen (Roden, 2016, S. 44). GrundschülerInnen sollen zuerst trainieren, unbelebte, sich in Ruhe befindende Objekte zu betrachten (Kirchner, 1978, S. 66). Lernende könnten zum Beispiel regelmäßig dazu angehalten werden, Gegenstände, wie ein Blatt, einen Apfel, ein Buch oder eine Gabel, zu beschreiben um dadurch Ähnlichkeiten und Unterschiede zu erkennen. Mit dieser Grundlage können ältere Kinder Objekte beschreiben, die sich sehr ähnlich sind, wie zum Beispiel eine Anzahl unterschiedlicher Blätter, Tannenzapfen, Muscheln oder Steine (Roden 2016: 44).

Konzentration ist wichtig, um Veränderungen zu realisieren, und wird bereits beim genauen Betrachten benötigt. „Um darüber hinaus zu erreichen, da[ss] sich Schüler nicht nur auf Merkmale, sondern auch auf Veränderungen konzentrieren, müssen die Kinder darin geschult werden, Unterschiede wahrzunehmen“ (Kirchner 1978: 66). Das kann in zwei Varianten durchgeführt werden: Entweder sollen die Lernenden Unterschiede zwischen Objekten erkennen, die sie gleichzeitig sehen, oder zwischen solchen, die sie nacheinander betrachten. Hierbei hat die Lehrperson die Aufgabe die SchülerInnen zu motivieren, indem sie ein

interessantes Objekt auswählt, „das Ziel der Beobachtung in eine Frage kleide[t]“ und die Ergebnisse gemeinsam diskutiert (Kirchner 1978: 67-68).

Beobachtungskompetenz kann auf verschiedenen Ebenen weiterentwickelt werden. Ein eher frühes Stadium der Beobachtungskompetenz zeigt sich, wenn BeobachterInnen mehr als ein Sinnesorgan benutzen, um ihre Beobachtungen durchzuführen und die markantesten Eigenschaften eines Objektes identifizieren. Ein fortgeschrittenes Stadium zeichnet sich durch das bewusste Einsetzen mehrerer Sinne sowie dem Erkennen von relevanten Eigenschaften und deren Umgebungen aus. Des Weiteren können Ähnlichkeiten und Unterschiede identifiziert und ein zeitlicher Ablauf eines Ereignisses erkannt werden. Es werden Hilfsgegenstände verwendet, um Details beobachten zu können und Messungen sowie Vergleiche durchzuführen (Harlen, 2000, S. 34).

Eberbach und Crowley (2009) differenzieren in ihrer Forschung zwischen alltäglichen und wissenschaftlichen Beobachtungen und einem Übergangsstadium der beiden. Die drei Stadien unterscheiden sich in Hintergrundwissen, Erklärungen, Argumentationen und dem Beobachten selbst. Sie beschreiben diese Übergänge in vier verschiedenen Kategorien: Wahrnehmung, Erwartungshaltung und Hypothesenbildung, Aufzeichnungen der Beobachtungen und das Maß, in dem Beobachtungen in verschiedenen Kontexten und über einen längeren Zeitraum fortgesetzt werden (Eberbach & Crowley, 2009, S. 46-54). An allen vier Bereichen muss gearbeitet werden, um die SchülerInnen zum wissenschaftlichen Beobachten hinzuleiten.

2.2. Von der Alltagsbeobachtung zur wissenschaftlichen Beobachtung

Die Beobachtungskompetenz kann in vier verschiedenen Kategorien gezielt gefördert werden: Erwartungen und Hypothesenbildung, Bereitschaft Beobachtungen fortzusetzen, Wahrnehmung und Aufzeichnungen der Beobachtungen. Entwickelt sich die Wahrnehmung der Kinder von alltäglicher zu wissenschaftlicher Beobachtung, wird es im Zuge dessen immer wahrscheinlicher, dass die Merkmale, die sie wahrnehmen, mit denen der jeweiligen Fachdisziplinen übereinstimmen und wissenschaftliche Bedeutung haben. Mit zunehmenden Fähigkeiten werden Erwartungen explizierter und Beobachtungen vermehrt mit den zugrundeliegenden wissenschaftlichen Theorien abgestimmt. Werden Kinder fähiger, werden die Daten, die sie sammeln und Schlüsse, die sie aus diesen ziehen, nuancierter, expliziter und zusammenhängender. Aufzeichnungen beziehen sich dabei auf kognitive, materielle und virtuelle Hilfsmittel, die benutzt werden, um die gewonnenen Daten festzuhalten und zu interpretieren. Je besser die Fähigkeit zu beobachten ausgebildet ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass Kinder ihre Beobachtungen festhalten und eine größere Bandbreite an Möglichkeiten nutzen, diese darzustellen und zu organisieren. „Productive dispositions“ beschreibt in diesem Kontext das Ausmaß, in dem Kinder über einen längeren Zeitraum und in verschiedenen Rahmenbedingungen an Beobachtungen teilhaben (Eberbach & Crowley, 2009, S. 54).

2.2.1. Erwartungen und Hypothesenbildung

Kinder versuchen immer, ihre Umwelt zu verstehen und neue Erfahrungen in ihr bestehendes Wissen einzuordnen. Dabei wird das, was Kinder wahrnehmen oder auch nicht wahrnehmen, von ihren Erwartungen (Eberbach & Crowley, 2009, S. 49; Roden, 2016, S. 46) und ihrer kognitiven Entwicklung (Eberbach & Crowley, 2009, S. 47) beeinflusst.
„Die internen Modelle von Welt, Umwelt und Selbst" wandeln sich im Laufe eines Lebens, aber „[f]ür die Zeit von der Geburt bis zum Erwachsenenalter gilt allerdings gemeinhin eine Zunahme an Komplexität und Validität [...] als gesichert". Daher besteht die Annahme, dass Kinder zunehmenden Alters die Welt auch zunehmend besser verstehen können (Dollase, 1997, S. 17-22). Das spiegelt sich auch in den Entwicklungsstufen von Piaget wieder, die durch die aufeinanderfolgende Ausbildung kognitiver Strukturen in einer bestimmten Zeitspanne charakterisiert sind (Nurrenbern, 2001).
Dollase verweist aber auch auf „Abweichungen vom ‚allgemeinen Zunahmetrend', der sich beispielsweise in Piagets Theorie zum Äquilibrationsprozess zeigt, welcher besagt, dass „Kinder zunächst versuchen, ein kognitives Problem mit den bereits vorhandenen Denkschemata zu lösen" und erst wenn das nicht möglich ist, „findet eine Veränderung im Schemata statt" (1997, S. 22).

Sind Kinder nun mit neuen Phänomenen konfrontiert und verwenden sie dabei unausgereiftes Denken und unsachliche Begründungen, ist es nicht weiter verwunderlich, dass Vorstellungen ausgebildet werden, die nicht mit der Wissenschaft übereinstimmen. Kinder modifizieren ihre Grundideen mitunter so weit, dass es zu unwissenschaftlichen Erklärungen kommen kann. Lernende können so ungerechtfertigte Schlüsse ziehen und erstellen Prognosen, in denen sie nur das nennen, was sie bereits wissen, damit es auch eintritt. Nachweise können selektiv genutzt werden, um eine bereits existierende Idee zu unterstützen, und es werden oft widersprüchliche Beweise ignoriert oder Vorgänge nur aus einem Blickwinkel betrachtet. Darüber hinaus werden vorhandene Ideen an neue Beweise angepasst, da es immer einfacher ist, bereits bestehende Vorstellungen zu verändern, als sie ganz zu verwerfen. (Harlen, 2000, S. 56-57).

Bei der anfänglichen Hypothesenbildung versuchen Lernende Erlebnisse anhand von vorhergehenden Erfahrungen zu erklären. Mit zunehmender Fertigkeit wird versucht, Erklärungen zu finden, die mit den gesammelten Daten oder mit wissenschaftlichen Ideen oder mit beidem übereinstimmen. Dabei wird erkannt, dass es mehrere Erklärungen für

Ereignisse oder Phänomene geben könnte und dass Erklärungen nur vorläufig und mit Vorsicht zu betrachten sind (Harlen, 2000, S. 37).

Eberbach und Crowley (2009, S. 55) charakterisieren die Alltagsbeobachtung durch nur wage Erwartungen und durch die Verwechslung von Vorstellungen mit tatsächlichen Beobachtungen. Die wissenschaftliche Beobachtung kennzeichnen sie durch das Bilden expliziter Hypothesen und durch die Kombination von Erwartungen mit getätigten Beobachtungen. Es werden Prognosen erstellt, die mit wissenschaftlichen Theorien übereinstimmen und die die Art der Beobachtung, deren Ort und ihre Dokumentationsform beeinflussen. Darüber hinaus werden bei der wissenschaftlichen Beobachtung Hypothese und Beweise kompetent kombiniert.

2.2.2. Bereitschaft Beobachtungen fortzusetzen

„Bloßes Wahrnehmen wird durch klare Fragestellung zum echten, selbständigen und bewu[ss]ten Beobachten. Dieses ist ausgezeichnet durch angespannte Aufmerksamkeit und den Willen, das Wesentliche bis zum genauen Erfassen zu entdecken“ (Esser, 1969, S. 56).
Es verwundert nicht weiter, dass Aufmerksamkeit und Wille Voraussetzungen zur exakten Beobachtung sind. Folglich sollte diese Fähigkeit primär durch intrinsische Motivation erworben werden. Ein/e SchülerIn zeigt intrinsische Motivation, wenn er oder sie „durch die kognitiven Qualitäten des Unterrichts Interesse zeigt, wenn ihm [oder ihr] das Lernen Spaß bereitet, und wenn er [oder sie] hinsichtlich der zu bewältigenden Leistungen eine Erfolgserwartung aufgebaut hat“ (Gesing, 1997, S. 189).

Hierbei sind Persönlichkeit und Interessensgebiet zwei Faktoren, die den Fokus von BiologInnen auf bestimmte Dinge lenken und deren Neugier und ihr Streben nach Wissen fördern können. Es ist wohl nicht sehr weit hergeholt, anzunehmen, dass auch Kinder, die ein starkes Interesse für etwas entwickelt haben, mehr über die von ihnen gewählten Objekte herausfinden wollen. Ein Objekt oder ein Phänomen genauestens zu ergründen, benötigt jedoch viel Zeit. Genügend Zeit, um genau hinzusehen, ist wahrscheinlich auch ein notwendiger Faktor, um die Motivation und den Willen zu entwickeln, Beobachtungen über einen langen Zeitraum hinweg fortzusetzen. Im gewöhnlichen Klassenzimmer ist diese aber oft nicht vorhanden. Aus diesem Grund entwickeln wohl Kinder diese Motivation vor allem in informellen, nicht-schulischen Situationen (Eberbach & Crowley, 2009, S. 59-60).
Da Beobachtungen nicht nur eine gute Möglichkeit sind, die eigene Lebenswelt kennenzulernen, sondern den Kindern darüber hinaus Vergnügen bereitet, sollte versucht werden, diese Freude gerade im Schulalltag zu wecken und vielleicht kann dadurch auch gefördert werden, dass „Kinder wieder gern zur Schule gehen“ (Kirchner, 1978, S. 76).

Das Spektrum der Motivation geht bei Eberbach und Crowley (2009, S. 56) von zufälligen Beobachtungen und dem Auffassen leicht zugänglicher Informationen hin zu ausdauernder, lang anhaltender Beschäftigung mit Organsimen, die mit Liebe zum Thema und bewusster Sammlung von Informationen verbunden ist.

2.2.3 Wahrnehmung

Kinder beobachten anders als WissenschaftlerInnen. Während WissenschaftlerInnen viele Dimensionen eines Phänomens betrachten, tendieren Kinder dazu, eingeschränkter wahrzunehmen und größere Einheiten, wie Populationen, Verbreitungen, Hierarchien oder komplexe System außer Acht zu lassen. Kinder machen zwar viele Beobachtungen, haben jedoch Schwierigkeiten Beobachtetes einzuordnen, daraus Schlüsse zu ziehen und Gesehenes mit der Theorie zu verknüpfen (Eberbach & Crowley, 2009, S. 47).
Alltagsbeobachtungen beinhalten die Wahrnehmung von vielen Eigenschaften und Verhaltensweisen, die jedoch für die Aufgabenstellung meist irrelevant sind. Es ist herausfordernd zu entscheiden, was wesentlich ist und worauf die Aufmerksamkeit gerichtet werden soll (Kirchner, 1978, S. 68). Daher schaffen es viele nicht, durch Beobachtungen ein besseres Verständnis von komplexen Phänomenen zu erlangen. Hier kann Fachwissen dabei helfen, Wahrnehmungen zu filtern und Verständnis zu fördern (Eberbach & Crowley, 2009, S. 49). Beobachten wird vor allem mit dem Sehsinn, aber auch mit anderen Sinnen, durchgeführt und „[z]um Beobachten gehört wesensmäßig die interessierte, aufmerksame Zuwendung zum Objekt und dessen geistige Durchdringung“ (Kirchner, 1978, S. 58). Diese „geistige Durchdringung“ des zu Beobachtenden kann nur durch das entsprechende Fachwissen erreicht werden.

Nicht nur der fehlende fachliche Hintergrund kann ein Problem darstellen, sondern auch die Komplexität der ablaufenden Vorgänge. Manchmal passieren im selben Augenblick viele Vorgänge gleichzeitig und sind dadurch schwierig zu beobachten. Andere Veränderungen wiederum finden sehr langsam statt, sind aber gleichermaßen herausfordernd (Kirchner, 1978, S. 68). Die Lehrperson kann hier mit klaren, genauen und vor allem nicht zu allgemeinen Instruktionen festlegen, worauf die SchülerInnen achten sollen (Kirchner, 1976; Roden, 2016). „Ja oder Nein“ – Fragen können den Lernenden helfen, ihre Beobachtungen zu fokussieren. Bei der Auswahl der Aufgaben sollen entweder einfache Vorgänge ausgewählt oder die komplizierten Vorgänge in Teilbeobachtungen zerlegt werden (Kirchner, 1978, S. 72-74).

Roden (2016, S. 41) verlangt, dass Lehrpersonen regelmäßig Aufgaben bereitstellen, die von den Kindern fordern, Beobachtungen und Messungen in Hinblick auf verschiedenste Aspekte der Naturwissenschaften durchzuführen. Durch methoden- und fächerübergreifendes Handeln wird ein breiteres, systematisches Verständnis erreicht.

Beobachtungen können durch Verfahren wie zum Beispiel „(visuelles) Betrachten, fühlen, Schmecken o.ä.“ gewonnen werden und durch unterschiedliche Hilfsmittel unterstützt werden (Zabel, 2007, S. 10).

Bei Alltagsbeobachtungen werden offensichtliche, mitunter irrelevante Eigenschaften wahrgenommen, ohne ein tieferes Bewusstsein zu entwickeln. Ziel ist es, dass SchülerInnen sich selbstständig auf relevante Aspekte des Beobachtungsgegenstandes konzentrieren, ihre Beobachtungen und ihr Vorwissen kombinieren und anhand ihrer Eindrücke in der Lage sind, zu ordnen, zu gruppieren, sowie auf Hintergründe zu schließen (Eberbach & Crowley, 2009, S. 55).

2.2.4 Aufzeichnungen der Beobachtungen

Laut Eberbach und Crowley (2009, S. 56) schaffen Kinder den Übergang von Alltagsbeobachtungen zu wissenschaftlichen Beobachtungen durch das Teilhaben an gemeinsamen Arbeiten und Konversationen. Sie lernen ihre Erwartungen und Beobachtungen zu verknüpfen, wenn sie darüber nachdenken, darüber sprechen und ihre Beobachtungen und ihr Wissen für andere zugänglich und den Konventionen der jeweiligen Disziplin entsprechend offenlegen. Ideen zu kommunizieren, dient nicht nur dazu, Wissen mit anderen zu teilen, sondern auch Gedanken zu ordnen, eigene Ansichten zu formulieren und Argumente anhand von Beweisen zu äußern. Kommunikation ist wichtig, um zu lernen wissenschaftliche Konzepte anzuwenden (Harlen, 2000, S. 41). Die Möglichkeit am Ende einer Aktivität Ergebnisse zu teilen und zu diskutieren, fördert das Verständnis und die Weiterentwicklung von Fähigkeiten für das Lösen von wissenschaftlichen Problemen (Harlen, 2000, S. 118). Auch für Kirchner (1978, S. 63) hat Beobachten einen engen Bezug zur sprachlichen Schulung. Er (1978: 60) bezieht sich auf Esser, wenn er sagt, dass „Beobachten in der Schule [...] nur dann sinnvoll [ist], wenn die Beobachtungsergebnisse im mündlichen oder schriftlichen Bericht festgehalten werden“. Lernende entwickeln ein besseres Verständnis, wenn sie ihre Vorstellungen auch artikulieren müssen (Roden, 2016, S. 43). Während des Unterrichts soll exaktes Beschreiben der Beobachtungen geschult werden und den SchülerInnen bewusst werden, dass die Dokumentation von Ergebnissen auf unterschiedliche Weise geschehen kann (Zabel, 2007, S. 11). SchülerInnen sollen die Möglichkeit erhalten, ihre Erfahrungen mit Hilfe von verschiedenen Methoden, wie Sprechen, Schreiben oder Zeichnen festzuhalten (Roden, 2016, S. 52).

Es ist jedoch eher unwahrscheinlich, dass Kinder von sich aus ihre Beobachtungen von biologischen Phänomenen in einem außerschulischen Kontext festhalten. In den seltenen Fällen, in denen sie Aufzeichnungen machen, tragen diese wenig dazu bei, ihr wissenschaftliches Verständnis und Wissen zu erweitern. Gründe dafür können, wie bereits erwähnt, in der Entwicklungspsychologie verankert sein, oder auch am geringen Fachwissen der Kinder liegen, da es ihnen schwer fällt, Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden (Eberbach & Crowley, 2009, S. 51-53).
In der Grundschule bringt das Dokumentieren von Beobachtungen darüber hinaus noch zwei zusätzliche Herausforderungen mit sich. Zum einen können Kinder das Erlebte noch nicht so gut in Worte fassen und zum anderen ist es für sie schwierig Beobachtungen durchzuführen und gleichzeitig ihre Ergebnisse festzuhalten (Kirchner, 1978, S. 72). Es gibt gewisse

Bedingungen unter denen Kinder erfolgreich Aufzeichnungen führen können. Laut Eberbach und Crowley (2009, S. 58) gibt es drei entscheidende Faktoren: (a) das Maß, in dem die Aufzeichnungen explizit dazu beitragen, ein Problem zu lösen, das dem Kind wichtig erscheint, (b) ob ein Kind sein eigenes System zur Datenaufzeichnung benutzt oder ein von anderen vorgefertigtes, und (c) die Mediation von erfahrenen Personen.

Die Hilfe der Lehrpersonen wird von mehreren Autoren (Kirchner, 1978; Eberbach & Crowley 2009; Roden, 2016) als wichtiger Faktor genannt. Diese können die Aufmerksamkeit der Kinder auf gewisse Aspekte lenken und somit beeinflussen, was von ihnen beobachtet wird. Dadurch können Lernende dazu gebracht werden, Eigenschaften, die ihnen bisher unbekannt waren, zu betrachten (Roden, 2016, S. 43).
Es ist schwierig, mit Arbeitsaufträgen zu arbeiten, die lauten: „'Beobachtet ganz genau!' Selbst bei allerbestem Willen auf Seiten der Schüler können diese nicht sicher sein, was sie aufgrund der Anweisung beobachten sollen" (Zabel, 2007, S. 10). Im Arbeitsauftrag fehlt der Aspekt, das Kriterium, unter dem die SchülerInnen ihre Beobachtungen durchführen sollen und der den Vorgang von Beginn an „durch Hypothesen und Theorien" lenkt. „Jeder Beobachtung liegt also ein Kriterium zu Grunde, mit dem entschieden wird, was beobachtet werden kann, aber gleichzeitig auch, was nicht beobachtet werden wird" (Zabel, 2007, S. 10). Bei der Auswahl des Kriteriums kann die Lehrperson ebenfalls unterstützend wirken (Eberbach & Crowley, 2009, S. 59).

Zabel (2007, S. 14) schreibt, dass es herausfordernd ist, Beschreibungen durchzuführen, wenn keine einheitlichen Begriffe und Ausdrücke vorhanden sind. „Der Vorgang des Definierens und Vereinheitlichens ist in den Naturwissenschaften die Voraussetzung dafür, Mess- und Beobachtungsergebnisse überhaupt vergleichen zu können (Zabel, 2007, S. 14). Das gilt nicht nur für Verhaltensbeobachtungen, sondern für sämtliche Aufgaben, die von SchülerInnen verlangen, Objekte gegenüberzustellen. Sprachliche Probleme können auch mithilfe von gemeinsamem Formulieren im Klassengespräch, Lückentexten oder Arbeitsblättern auf „multiple-choice"-Basis gelöst werden. Darüber hinaus können SchülerInnen dazu angehalten werden, in Gruppen zu beobachten, einen Protokollführer zu ernennen und dadurch ein arbeitsteiliges Beobachten zu ermöglichen. Von der Lehrperson angefertigte, sachliche Skizzen können ebenso unterstützend wirken (Kirchner, 1978, S. 72-74). Zusätzlich sind Zeichnungen eine exzellente Möglichkeit für Lernende ihre Beobachtungen festzuhalten. Die Qualität steht hier nicht im Vordergrund, sondern das Festhalten von beobachteten

Eigenschaften, das Wahrnehmen von Details und Strukturen, und das Identifizieren von Ähnlichkeiten und Unterschieden (Roden, 2016, S. 42). Kinder sind nicht in der Lage, die Merkmale selbst aufzugliedern und benötigen auch hier die Hilfe einer Lehrperson, die zum Beispiel durch das Erstellen von Merkmalstabellen Unterstützung leisten können (Kirchner, 1978, S. 66).

> Die Tabelle hat Aufforderungscharakter und dient der objektiven Feststellung des beobachteten Tatbestandes. Sie bildet die Grundlage zur Begriffsbildung, da die wesentlichen, unterscheidenden Merkmale erfa[ss]t und von nebensächlichen Gegebenheiten abstrahiert werden. Die Tabelle kann begleitet sein von Schülerzeichnungen; sie führt schließlich hin zur eindeutigen sprachlichen Formulierung (Esser, 1969, S. 56).

Im Gegensatz zu Esser (1969), Kirchner (1978), Roden (2016) und Zabel (2007), die auf einheitliche Definitionen und Leitfragen für die SchülerInnen zurückgreifen, bevorzugen Eberbach & Crowley (2009, S. 58) ein von Lernenden gewähltes System zum Festhalten der ermittelten Daten, da sie meinen, dass die Aufzeichnungen von besserer Qualität sind, wenn Kinder ihr eigenes System verwenden können.

Beim alltäglichen Beobachten werden zwar Daten und Aufzeichnungen gesammelt, aber auch Halbwahrheiten beschrieben (Eberbach & Crowley, 2009, S. 56). Weniger geschulte SchülerInnen beschreiben nur die wichtigsten Punkte, die sie herausgefunden haben. Sie nutzen aber bereits verschiedene Möglichkeiten, wie zum Beispiel Zeichnungen, um Sachverhalte darzustellen. Wenn die Kommunikationsfähigkeit besser ausgebildet ist, werden durch Sprechen, Zuhören und Schreiben Gedanken geordnet und Ideen strukturiert. Es werden Aufzeichnungen gemacht und Daten auf verschiedenen Wegen so präsentiert, dass sie für andere verständlich sind. Informationen werden mit sekundären Quellen ergänzt (Harlen, 2000, S. 42). Eberbach und Crowley (2009, S. 56) beschreiben, dass bei der wissenschaftlichen Beobachtung, mit Hilfe von etablierten fachwissenschaftlichen Methoden, Standards und Darstellungen, Daten festgehalten und organisiert dargestellt werden. Darüber hinaus sind die Daten und Darstellungen Ausganspunkte für Diskussionen der Lernenden (Eberbach & Crowley, 2009, S. 56).

Beobachtungskompetenz kann nicht nur durch Betrachten und Beobachten, sondern auch, wie im nächsten Kapitel aufgezeigt wird, durch Vergleichen und Ordnen gefördert werden.

3. Vergleichen und Ordnen

Die meisten intuitiven Denker können reale Objekte nach gemeinsamen Eigenschaften wie Farbe, Form oder Größe auswählen, gruppieren und dabei für jede Gruppe ein neues gemeinsames Merkmal auswählen (Gega & Peters, 1998, S. 85). Im Alltag werden viele Ordnungssysteme, die bereits in der Kindheit erworben werden, angewendet. Diese alltäglichen Systeme werden jedoch nach unterschiedlichen, nicht einheitlichen Kriterien gebildet, die oftmals auf mehreren Kriterienwechseln basieren. Beim naturwissenschaftlichen Ordnen hingegen werden Kriterien systematisch und ausnahmslos in gleicher Weise auf alle geformten Gruppen angewandt (Hammann, 2007, S. 39).

Verschiedene Merkmale machen es Kindern möglich, zu vergleichen und Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Objekten zu beschreiben. Das führt dazu, dass sie auch andere Fähigkeiten, wie Klassifizieren und Kommunizieren erwerben (Gega & Peters, 1998, S. 80). Sortieren und Zuordnen führt nicht nur zu Klassifikation, sondern hilft Lernenden dabei ihre Beobachtungsfähigkeiten weiterzuentwickeln, da sie die Objekte genau untersuchen müssen. Genaue, detaillierte Observation kann Beobachtern feine Unterschiede zwischen Objekten, wie zum Beispiel Steinen oder bunten Laubblättern aufzeigen (Roden, 2016, S. 46). Auch bei Kirchner (1978, S. 60) ist Beobachten eng mit Vergleichen verbunden, besonders wenn „biologische Gesetzmäßigkeiten“ erarbeitet werden sollen.

„Bei der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise des Vergleichens werden mindestens zwei Objekte [...] über ein Vergleichskriterium miteinander in Beziehung gesetzt. Grundlage[n] des Vergleichs sind die Eigenschaften der jeweiligen Vergleichsobjekte, die beobachtet werden“ (Stäudel, 2007, S. 30). Dabei können mehrere bis viele Kriterien ausgewählt und unterschiedlich dargestellt werden (Stäudel, 2007, S. 30). In der Primarstufe wird nach einer einzigen Eigenschaft sortiert. Ältere SchülerInnen können Objekte bereits nach mehr als einer Kategorie ordnen und diese Kategorien währenddessen im Hinterkopf behalten. So werden zum Beispiel Tiere in drei Gruppen mit jeweils zwei Untergruppen geteilt: Sie werden in Säugetiere, Vögel und Fische kategorisiert und jeweils zwischen Fleisch- und Pflanzenfresser unterschieden(Gega & Peters, 1998, S. 86).

Vergleiche werden bei bestimmten Gegebenheiten und zu unterschiedlichen Zwecken durchgeführt. Die Funktion, die sie erfüllen, hat Einfluss auf „den Inhalt und begrenz[t] den Umfang der Vergleichsuntersuchung“ (Stäudel, 2007, S. 30). Vergleiche können entweder

den Erkenntnisgewinn fördern oder „nicht angemessen, nicht fair, nicht aussagekräftig oder gar nicht zutreffend“ sein (Stäudel, 2007, S. 30). Die Fähigkeit akkurat zu vergleichen, ist der Ausgangspunkt für systematisches Ordnen. Dabei werden Kategorien gebildet, die auf dem Vergleich von Eigenschaften der ausgewählten Objekte basieren. Die Auswahl der Kategorie ist eine „eigene gedankliche Leistung“, die gut überlegt sein sollte (Stäudel, 2007, S. 31).

> Während das Ordnen nach Kontinuum, Alphabet, Zeit oder Ort relativ einfach ist, bringt das Ordnen nach Kategorie einige Tücken. Gerade beim zweckbezogenen Ordnen können Objekte als Restgröße („Anderes“) übrig bleiben, die nicht sinnvoll zugeordnet werden kann. In manchen Ordnungssystemen lassen sich die Objekte auch in zwei oder mehrere Kategorien einsortieren, weil die Kategorien nicht trennscharf sind. In anderen Ordnungssystemen wird bei der Auswahl der Kategorien die Ebene gewechselt [...] (Stäudel, 2007, S. 31).

Hammann (2007, S. 39) hat herausgefunden, dass es für Lernende schwierig ist, beim Ordnen innerhalb eines Klassifikationssystems zu bleiben. Gute Aufgaben um vergleichendes Arbeiten zu üben, sind solche, „die es erfordern den Zweck des Vergleichs sowie die entsprechenden Vergleichskriterien selbst festzulegen oder Vergleichskriterien relativ zu den verfolgten Zwecken des Vergleichs zu beurteilen“ (Hammann, 2007, S. 39). Bei einer offenen Aufgabenstellung zum Ordnen von Tieren, können Lernende selbständig ein Klassifikationssystem konstruieren und eine beliebige Anzahl von Organsimen zuordnen.

> Tiere zu ordnen bietet Lernenden die Möglichkeit, Einblicke in eine wichtige Denk- und Arbeitsweise der Biologie zu geben: das kriteriengeleitete Vergleichen. Über explizite Methodenschulung kann es gelingen, ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass naturwissenschaftliche Klassifikationen zweckgerichtet sind und dass sich die Zweckgerichtetheit durch Festlegung einzelner Kriterien manifestiert (Hammann, 2007, S. 38).

Untersuchungen zu Klassifikationssystemen von SchülerInnen gibt es sowohl für Kinder im Vorschul- als auch im Volksschulalter.

Allen (2015) hat das taxonomische Wissen über Tiere von VorschülerInnen im Alter von 3-5 Jahren erforscht und herausgefunden, dass Kinder mit zunehmendem Alter Tiere weniger akkurat einteilen. Ältere Kinder konzentrieren sich auf abstraktere Kriterien, die sie ablenken. Jüngere Kinder hingegen, wählen ihre Kategorien nach konkreten, klar erkennbaren Eigenschaften aus und treffen so häufiger taxonomisch richtige Entscheidungen als ältere (Allen, 2015, S. 126).

Kattmann (2001, S. 141) hat in seiner Studie untersucht wie ältere SchülerInnen Tiere einteilen, wenn sie ihre eigenen Klassifikationssysteme entwickeln und anwenden dürfen. Die

Gruppe der 9 bis 10-Jährigen hat am häufigsten nach Habitat, dann nach Lokomotion und nach Anzahl der Beine geordnet. Dabei haben alle SchülerInnen mehr nicht-taxonomische als taxonomische Kategorien gebildet. Diese eigenen Einteilungen basieren auf Kategorien und Kriterien, die den Lernenden unmittelbar zur Verfügung stehen (Kattmann, 2001, S. 145).

Anhand der unterschiedlichen Lösungswege, die SchülerInnen anwenden, wird gezeigt, dass „Vergleichskriterien eine Schlüsselrolle bei der Erstellung von Klassifikationssystemen besitzen und dass das Vergleichsergebnis durch die Wahl des Kriteriums bestimmt wird. Dabei sollen Lernende benennen, welches Ordnungsprinzip sie verwendeten“ (Hammann, 2007, S. 40). Hammann (2007, S. 41) unterscheidet zwischen kriterienstet, dabei wird „ausschließlich die Ausprägung eines einzigen Kriteriums verwendet“ und kriterienunstet, „wenn mindestens eine Gruppe vorliegt, die anhand eines anderen Kriteriums gebildet wurde“.

Vergleichen und Ordnen sind wichtige Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens, die auf genauem Betrachten und Beobachten basieren. Sie können gemeinsam gefördert und weiterentwickelt werden. Anhand dieser Erkenntnisse wurden im Rahmen dieser Arbeit drei Unterrichtseinheiten entwickelt, die unter der Anleitung einer Lehrperson SchülerInnen im Grundschulalter dazu anregen soll, wissenschaftlich zu beobachten sowie anschließen Vergleichs- und Ordnungsaufgaben durchzuführen. Im folgenden Kapitel wird der Entstehungsprozess dieser Einheiten erläutert.

4. Aufgabenentwicklung

Anhand des dargestellten theoretischen Hintergrunds sind die Vorteile von Beobachtungsaufgaben im Unterricht klar ersichtlich.
Bei Betrachtung der aktuell vorhandenen Unterrichtsmaterialien fällt jedoch auf, dass es nur wenig geplante und ausgetestete Unterrichtseinheiten für den naturbezogenen Sachunterricht gibt, in denen die Beobachtungskompetenz der SchülerInnen gefördert wird. Daher wurden im praktischen Teil dieser Arbeit drei Unterrichtseinheiten theoriegeleitet entwickelt und dabei folgende Fragen bearbeitet:

> Kann durch gezielte Beobachtungsaufgaben ein Zuwachs der Beobachtungskompetenz festgestellt werden?
> Welche Aufgaben eignen sich für den Sachunterricht?

Das so unter dem forschend fachdidaktischen Zugang des „Design-Based-Research" erarbeitete Material soll als Unterstützung für Lehrkräfte dienen, die Beobachten aktiv in ihren naturbezogenen Sachunterricht einbauen möchten.
Es wurden aus Ausgangsmaterial von Gega und Peters (1998) drei in sich abgeschlossene Einheiten mit jeweils unterschiedlichem Themenschwerpunkt entwickelt. Die verschiedenen Themen sollen einerseits den Unterricht für die Versuchsklassen spannend gestalten und andererseits zeigen, ob das Thema den Erfolg der Einheit beeinflusst. Ausgewählt wurden mit Botanik, Erdwissenschaften und Zoologie drei große Bereiche der Biologie. Das Hauptaugenmerk der Einheiten liegt jedoch auf der Tätigkeit des genauen Beobachtens, Betrachtens und Vergleichens der Objekte und nicht auf dem fachlichen Wissensgewinn der SchülerInnen. Die entwickelten Materialien sind im digitalen Anhang angeführt.

4.1. Forschungsansatz: Design-Based-Research

Die Aufgabenentwicklung folgt dem Ansatz der „Design-Based Research“. In dessen Fokus steht, eine „gute Lernumgebungen zu entwickeln und eine Theorie des Lernens in diesem Bereich zu entwerfen oder weiterzuentwickeln“ (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 33). Dabei bezieht sich Design auf die Entscheidungen, die getroffen werden, um die Bedingungen des jeweiligen Kontexts optimal berücksichtigen zu können (Reinmann, 2005, S. 59). Edelson (2002, S. 116-117) nennt vier Merkmale, die diesen Forschungsansatz ausmachen: den Bezug zu früherer Forschung und Theorien, systematische Dokumentation des Vorgangs der Entwicklung, formative Evaluation, um Probleme zu erkennen und zu beheben, und ein Prozess der Generalisation, um das Erforschte auch in anderen Kontexten einsetzen zu können.

Ausgangspunkt ist ein fassbares Problem des Unterrichts und Ziel eine Lösung, die durch intern konsistente Theorien, die eine „enge Verbindung mit praktischer und kontextualisierter Erfahrung“ (Reinmann, 2005, S. 63) besitzen, gesichert ist. „Entwicklung und Forschung finden in kontinuierlichen Zyklen aus Design, Umsetzung, Analyse und Re-Design statt“ (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 33). Die Ergebnisse dieser Forschung zeigen sich sowohl in Entwicklungsprodukten, wie zum Beispiel Unterrichtsmaterialen, als auch in übertragbaren Erkenntnissen und empirischen Forschungsergebnissen (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 33). Die Problemstellungen sind oft sehr vielschichtig und um dieser Komplexität gerecht zu werden, ist Wissen in verschiedensten Bereichen wie „Fachkompetenz, Kenntnis fachdidaktischer Zugänge zum Inhaltsbereich, Kenntnisse der Motivations- und Lernpsychologie und Wissen über Unterrichtsmethoden sowie Bildungstheorien“ notwendig (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 35). Es wird daher empfohlen solche Projekte in Zusammenarbeit mit ExpertInnen zu entwickeln. Zusätzlich sollte auf bereits vorhandenen Forschungsergebnissen und Vorarbeiten aufgebaut werden (Wilhelm & Hopf, 2014, S. 35).

4.1.1. Entwicklungszyklus der Unterrichtseinheiten

Im Zuge dieser Arbeit wurden die Grundzüge der jeweiligen Unterrichtseinheiten dem Buch „Science in Elementary Education“ von Gega und Peters (1998) entnommen. Die Grundideen der Autoren wurden im Hinblick auf den angeführten wissenschaftlichen Hintergrund überarbeitet und den vorgegebenen zeitlichen und örtlichen Rahmenbedingungen der

Versuchsklassen angepasst. Die so erstellten Unterrichtseinheiten wurden in Zusammenarbeit mit einer Praktikerin (Volksschul-Lehrerin) und einem Fachdidaktiker in mehreren Zyklen überarbeitet und anschließend mit Hilfe anderer, am Entwicklungsprozess unbeteiligter, Lehrpersonen durchgeführt. Dabei wurden, wie von Wilhelm und Hopf (2014, S. 36) vorgeschlagen, den Lehrpersonen Medien und Schülerarbeitsmaterialien in ausreichender Zahl zur Verfügung gestellt und die Grundidee in einem vorhergehenden Gespräch klar kommuniziert. Die genauen Schritte der Entwicklung des Materials werden im Folgenden erläutert.

4.2. Ausgangsmaterial

Als Ausgangsmaterial für die entwickelten Unterrichtseinheiten wurden drei von Gega und Peters (1998) geplante Unterrichtssequenzen aus ihrem Buch „Science in Elementary Education“ ausgesucht und überarbeitet. Gega und Peters präsentieren zu allen dreien Hintergrundinformationen, Beschreibungen der geplanten Tätigkeiten und des Unterrichtsverlaufs und einen Unterrichtskommentar.

In der ersten Sequenz zum Thema „Plant Life and Environment“ – Das Leben der Pflanzen und Umwelt – gibt es am Anfang des Kapitels zunächst einen theoretischen Input für die Lehrperson. Der Abschnitt „Leaves“ – Laubblätter – beschreibt die Grundfunktionen von Laubblättern (Gega & Peters, 1998, S. 392). Hier wurde die Problemstellung zu „The Properties of Leaves“ – Die Eigenschaften von Blättern – als Ausgangsmaterial für die Einheit 1 ausgewählt. SchülerInnen erarbeiten in dieser Aufgabe Unterscheidungsmerkmale von Laublättern, wie Größe, Form, Farbe, Aderung, Blattrand, Oberfläche und Geruch. Darauf folgt ein Spiel, um ein erstes Ordnen anzuregen: Ein Kind sortiert die Blätter in zwei Gruppen und ein anderes muss erraten, nach welchem Kriterium eingeteilt wurde. Danach schlagen Gega und Peters (1998, S. 411) vor, die Kinder eine Tabelle erstellen zu lassen. Anhand dieser muss der/die PartnerIn herausfinden, welche Tabellenzeile welches Blatt beschreibt. Am Ende sollen die SchülerInnen darüber reflektieren, welche Beschreibungen nützlich und welche weniger hilfreich waren. Im Unterrichtskommentar weisen Gega und Peters (1998, S. 412) darauf hin, dass ähnliche Blätter als Versuchsobjekte ausgewählt werden sollen und meinen, dass das erste Spiel den meisten SchülerInnen möglich sein müsste, die zweite Aufgabe jedoch nur von manchen durchgeführt werden kann.

Die Grundidee für die zweite Unterrichtseinheit wurde aus dem Kapitel „The Earth’s Changing Surface“ – Die verändernde Erdoberfläche – entnommen. Davon ist die Information „How Rocks Are Formed“ – Wie werden Gesteine gebildet – mit anschließenden Gesteinsbeschreibungen für die ausgewählte Aktivität von besonderer Bedeutung (Gega & Peters, 1998, S. 510-524).
Am Beginn der Unterrichtssequenz wird den SchülerInnen ein exploratorisches Problem gestellt: Sie sollen herausfinden, wie hart unterschiedliche Gesteine sind. Anschließend sollen sie die Objekte vom weichsten zum härtesten Gestein sortieren und ihre Ordnung mit denen von anderen SchülerInnen vergleichen.

Im zweiten Teil gilt es, Eigenschaften von Gesteinen wie Farbe, Oberfläche, Schichten, Löcher, Kalkgehalt, Fossilienanteil, Gewicht zu betrachten und zu vergleichen. Während des ersten Spiels sollen die Kinder die Objekte wieder in zwei Gruppen sortieren und das Kriterium der Einteilung finden. Im nächsten Spiel denkt ein Kind an ein Gestein und ein anderes muss mit Hilfe von Ja- und Nein-Fragen das gesuchte Objekt finden. Anschließend ist geplant, dass die SchülerInnen, ähnlich wie in der Sequenz zu den Laubblättern, selbst eine Tabelle erstellen. Anhand dieser soll auf die einzelnen Gesteine geschlossen werden können. Danach sollen sie ihre eigenen Beschreibungen einschätzen. Der Unterrichtskommentar gibt auch hier an, wie die Aktivitäten auf unterschiedlich alte SchülerInnen zugeschnitten werden können (Gega & Peters, 1998, S. 540-543).

Für die dritte Einheit wurde das Thema „Klassifikation von Tieren“ ausgewählt. Hier geben Gega und Peters (1998, S. 421-444) im Kapitel „Animal Life and Environment“ – Das Leben der Tiere und ihre Umgebung – einen groben Überblick über Linnès Klassifikationsmodell und beschreiben einige ausgewählte Tiergruppen und ökologische Konzepte. Sie schlagen aber vor, beim Unterrichten von SchülerInnen der Elementarstufe Tiere nur in wirbellose Tiere und Wirbeltiere einzuteilen (Gega & Peters, 1998, S. 422). Die anschließende Aufgabe verlangt von den Kindern, das Internet nach Tierbildern zu durchsuchen, diese auszudrucken und nach eigenem System zu ordnen und auf ein Plakat zu kleben. Danach sollen die SchülerInnen wieder ihre Ordnungssysteme mit denen von anderen Kindern und mit wissenschaftlichen Systemen vergleichen.

Das beschriebene Ausgangsmaterial wurde anhand des in Kapitel 2 und 3 dargestellten theoretischen Hintergrundes und unter dem Zugang der „Design-Based-Research“ verändert und zusätzliche Materialien entwickelt.

4.3. Aufgabenentwicklung

In den Unterrichtseinheiten wird mit Laubblättern, Steinen und Bildern von Gliederfüßern gearbeitet. Die entwickelten Materialien pro Einheit bestehen aus einer Hintergrundinformation für Lehrpersonen, einem Stundenbild und einem Arbeitsblatt mit schriftlichen Anweisungen. Das Arbeitsblatt dient in Einheit 1 und 2 gleichzeitig als Forschertagebuch. In Einheit 3 arbeiten die SchülerInnen auf einem extra Blatt und erhalten zusätzliches Material, um das Forschertagebuch zu erstellen.

Die Hintergrundinformation dient für die Lehrperson als Überblick und Nachschlagemöglichkeit. Das Stundenbild ist für eine in Österreich übliche Unterrichtsstunde von 50 Minuten ausgelegt. Bei den Forschertagebüchern wurde darauf geachtet, dass die von den Kindern verlangten Aufzeichnungen explizit dazu beitragen, die gestellten Aufgaben zu lösen. Darüber hinaus wurde versucht, den SchülerInnen bei der Wahl der Art der Datenaufzeichnung so viel Freiraum wie möglich zu lassen, ihnen aber auch genügend Unterstützung durch Leitfragen zu bieten. Eine genauere Beschreibung der Forschungstagebücher als Forschungsmethode ist im Kapitel 5 zu finden.

Bei den ausgewählten Objekten handelt es sich um häufige heimische Pflanzen, Steine und Tiere, um den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, etwas über ihre alltägliche Umwelt zu lernen und in der Hoffnung, dass einige SchülerInnen mit manchen Objekten bereits vor den Unterrichtseinheiten vertraut waren.

4.3.1. Einheit 1: Laubblätter

Die erste Einheit behandelt das Thema Laubblätter. In dieser Einheit werden die SchülerInnen noch sehr angeleitet. Sie erhalten theoretischen Input, werden an ein genaues Betrachten herangeführt und können sich größtenteils auf ein einziges Blatt konzentrieren.

4.3.1.1. Hintergrundinformation Laubblätter

Für die Hintergrundinformation wurden die von Gega und Peters (1998, S. 392) gegebenen Informationen übersetzt, zusammengefasst und um einige Aspekte erweitert. Zusätzliche Informationen zum Aufbau eines Laubblattes (Campbell, et al., 2016, S. 1000-1003) wurden eingefügt und eine Zeichnung zur besseren Veranschaulichung der drei Grundorgane angefertigt. Es wurde eine Abbildung eines Querschnittes eines Laubblattes hinzugefügt, um zu zeigen, wie es im Inneren eines Blattes aussieht. Darüber hinaus wurden verschiedene charakteristische Eigenschaften von Laubblättern nach Fischer (2008) und Bellmann (2014) zusammengefasst und illustriert, um den Lehrpersonen einen groben Überblick über botanische Beschreibungen der Morphologie zu geben und ihnen fachlich richtige Beschreibungsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen.

4.3.1.2. Stundenbild Laubblätter

Die Stunde beginnt mit einem haptischen Impuls: Die SchülerInnen bekommen beschriftete Kartonausschnitte (auf Abbildung 1 zu sehen) von vier Blättern mit unterschiedlichem Blattrand. Sie können jeweils ein Blatt mit gesägtem, mit gekerbtem, mit gezähntem und mit glattem Blattrand abtasten. Die Auswahl der dargestellten Blattränder basiert einerseits auf den für die nachfolgende Übung ausgewählten Blättern (Blatt mit gesägtem und Blatt mit glattem Blattrand) und andererseits wurde versucht, Blattränder auszusuchen, die haptisch einfach zu unterscheiden sind.

Abbildung 1: Beschriftete Kartonausschnitte der Blätter mit gesägtem, gekerbtem, gezähntem und glattem Blattrand.

Darauf folgt ein gemeinsames Erarbeiten von Eigenschaften. Da im weiteren Verlauf der Einheit mit laminierten und nicht mit frischen Laubblättern gearbeitet wird, wurden folgende Eigenschaften für den anschließenden Vergleich ausgewählt: Größe, Farbe, Blattrand (gekerbt, gezähnt, glatt, gesägt), Form (eiförmig, länglich, herzförmig, rundlich) und Blattaderung. Die botanischen Begriffe wurden auf einige wenige beschränkt. Das ergibt zwar möglicherweise weniger umfassende Beschreibungen, soll aber eine Überforderung der SchülerInnen vermeiden und ihnen die Möglichkeit geben, eigene Formulierungen zu finden. Um die Lernenden bei ihren Beobachtungen zu unterstützen, werden die Eigenschaften der Laubblätter am Anfang gemeinsam besprochen und mit Kärtchen an der Tafel festgehalten. Das soll die Kinder mit dem nötigen Vokabular ausstatten, um die Aufgaben erfolgreich bewältigen zu können. Die verwendeten Kärtchen wurden in unterschiedlichen Größen zugeschnitten und mit Illustrationen ergänzt. Sie bleiben während der ganzen Einheit für die SchülerInnen gut sichtbar hängen.

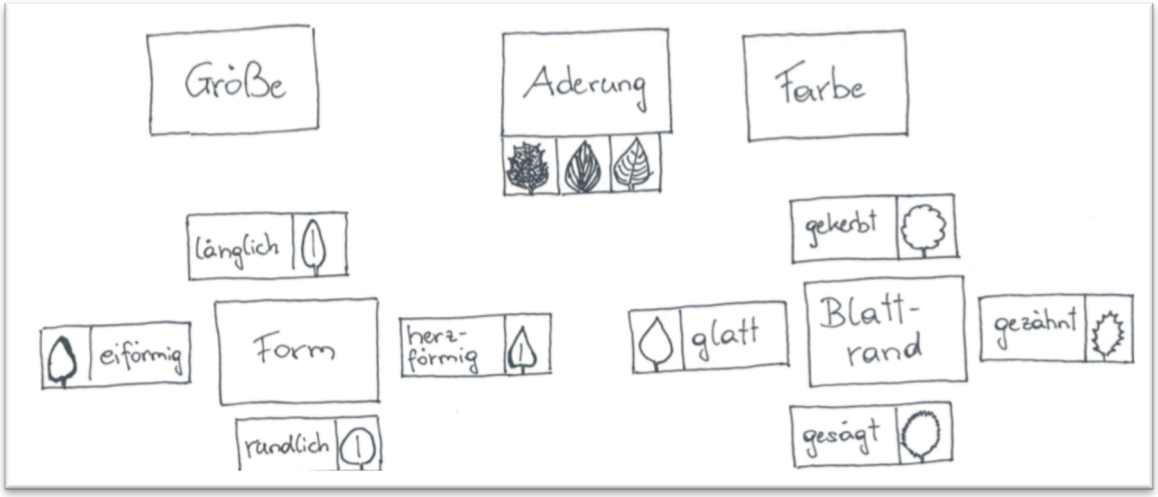

Abbildung 2: Skizze des Tafelbildes

Abbildung 2 zeigt eine Skizze des Tafelbildes mit den angefertigten Kärtchen. Die Kinder haben während der ganzen Einheit die Möglichkeit, die laminierten Blätter sowohl mit den Kärtchen an der Tafel, als auch mit den Kartonausschnitten zu vergleichen.

Die SchülerInnen erhalten nun ein Set von sechs laminierten Laubblättern. Es werden für diese Unterrichtsstunde keine frischen, sondern gepresste, laminierte Laubblätter verwendet, um die Einheit jahreszeitenunabhängig durchführen zu können. Das Laminieren birgt noch weitere Vorteile: Die unterschiedliche Färbung der Blätter kommt so besser zur Geltung und die Strukturen sind einfacher zu erkennen. Darüber hinaus fällt es den Kindern leichter die Blätter zu untersuchen und das Material ist widerstandsfähiger. Nachteile des Laminierens sind jedoch, dass das Wahrnehmen des Geruchs und das Ertasten der Oberflächen nicht mehr möglich sind.
Durch die Auswahl der Blätter kann der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe an die Zielgruppe angepasst werden. Wählt man sehr unterschiedliche Blätter, reichen die Beschreibungen der offensichtlichen Merkmale bereits aus, um sie zu unterschieden. Werden jedoch sehr ähnliche Blätter gewählt, zum Beispiel mehrere Gattungen einer Art, ist die Aufgabe anspruchsvoller und detaillierte Beschreibungen sind notwendig, um das gesuchte Blatt zu finden.
Für diese Einheit wurden folgenden Blätter ausgewählt: *Acer platanoides* (Spitzahorn), *Platanus sp*. (Platane)*, Fagus sylvatica* (Rotbuche), *Carpinus betulus* (Hainbuche), *Tilia cordata* (Winterlinde) und *Betula pendula* (Hängebirke).
Das Blatt der Platane kann bis zu 20 cm lang werden, besitzt 3-7 dreieckige Lappen und der Stiel ist an der Basis leicht verdickt (Spohn & Spohn, 2007, S. 128). Der Blattrand ist glattrandig und gelappt.
Das Blatt des Spitzahorns ist normalerweise zwischen 12 und 18 cm lang (Spohn & Spohn, 2007, S. 132) und hat 3 Hauptlappen mit spitzen Nebenlappen (Phillips, 1992, S. 74). Der Blattrand ist wie bei der Platane glattrandig und gelappt.
Das Rotbuchenblatt wird 5 bis 10 cm lang und ist elliptisch bis eiförmig (Spohn & Spohn, 2007, S. 60). Der Blattrand ist glatt und im nicht gepressten Zustand wellig.
Das Blatt der Hainbuche ist auch eiförmig, wird 5 bis 11 cm lang. Der Blattrand ist jedoch doppelt gesägt (Spohn & Spohn, 2007, S. 91). Daran sind die beiden Blätter gut zu unterscheiden.
Das Birkenblatt ist auch doppelt gesägt, das Blatt jedoch etwas kleiner (3 bis 7 cm) und dreieckig bis rautenförmig (Spohn & Spohn, 2007, S. 89).

Das Blatt der Linde ist zwischen 2 und 10 cm groß, die Blattform herzförmig und oft etwas unsymmetrisch (Spohn & Spohn, 2007, S. 116). Der Blattrand ist wie bei der Birke gesägt. An der unterschiedlichen Blattform können die Blätter ohne Probleme richtig zugeordnet werden.

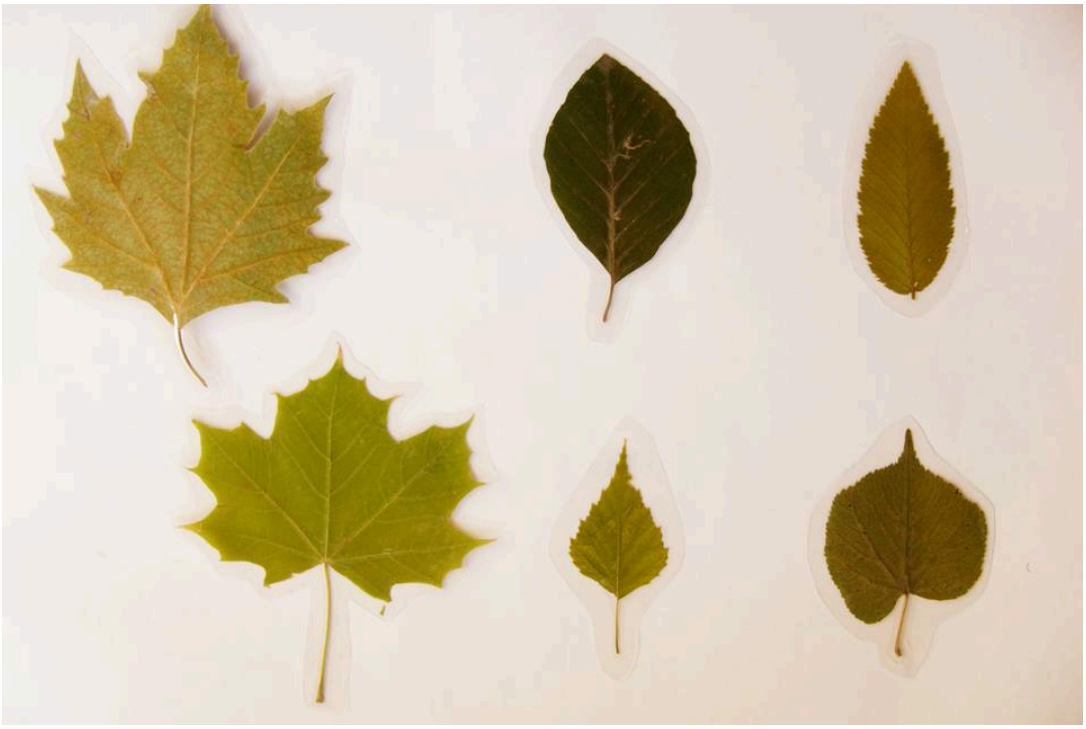

Abbildung 3: Laminierte Laubblätter (von links nach rechts und oben nach unten) Platane, Rotbuche, Hainbuche, Spitzahorn, Hängebirke, Winterlinde

Es wird nicht erwartet, dass die SchülerInnen die Blätter mit den botanisch exakten Termini ansprechen, sondern das Ziel der Aufgabe ist es, dass die Kinder sie genau betrachten und beschreiben.

Das erste Spiel von Gega und Peters (1998, S. 411) wurde, genau wie von ihnen vorgeschlagen, übernommen. Die SchülerInnen teilen zunächst die Laubblätter in zwei Gruppen ein und der/die PartnerIn muss erraten, nach welchem Kriterium eingeordnet wurde. Dies ist ein erster spielerischer Zugang zum Sortieren und Orden, bei dem die SchülerInnen die Blätter bereits genau betrachten müssen. Die Kinder erhalten dazu Taschenlupen, die sie zur Unterstützung einsetzen können.
Da es recht zeitaufwendig ist, eine Tabelle von allen sechs Blättern zu erstellen, sollen sich die SchülerInnen in dieser Einheit auf nur ein einziges Blatt konzentrieren und dafür eine detailreiche Beschreibung erarbeiten. Aus dieser soll klar erkennbar sein, welches Blatt ausgewählt wurde. Das wird durch den Sitznachbarn, der erraten muss, um welches Blatt es sich handelt, überprüft. Dadurch sollen die SchülerInnen merken, ob ihre Beschreibungen

richtig und hilfreich oder irreführend für den/die PartnerIn sind, sowie soll ein erstes Reflektieren über die eigenen Beschreibungen erreicht werden.
In der Schlussphase der Einheit stellen die SchülerInnen in Gruppen ihr ausgewähltes Laubblatt vor und die Forschertagebücher werden aufgehängt. Durch das gemeinsame Präsentieren sprechen SchülerInnen über das Beobachtete, vergleichen ihre Daten und können ihre Ergebnisse diskutieren. Das kann ihr Verständnis und ihre kommunikativen Fähigkeiten fördern.

4.3.1.3. Forschertagebuch Laubblätter

Im Forschertagebuch halten die SchülerInnen ihre Beobachtungen fest. Sie sollen Leitfragen beantworten und erhalten zusätzlich die Möglichkeit ihre Beobachtungen aufzuzeichnen, um nicht alleine von ihren sprachlichen Mitteln abhängig zu sein und die Dokumentation etwas freier zu gestalten. Das Festhalten der Daten trägt zur Erfüllung der Aufgabe insofern bei, da es als alleinige Basis für das Erraten des gewählten Blattes dient. Unterstützt werden die SchülerInnen durch Leitfragen, die mit Symbolen untermalt wurden. Die letzte Frage „Fällt dir sonst noch etwas auf?“ gibt den Kindern zusätzlich Raum eigene Eindrücke festzuhalten und individuelle Schwerpunkte zu setzten. Das Forschertagebuch kann auch als Anleitung für weitere forschende Tätigkeiten außerhalb der Schule genutzt werden.

Abbildung 4 zeigt abschließend das Material, das ein/e SchülerIn für diese Einheit zur Verfügung hat: das Forschertagebuch, die Kartonausschnitte, die laminierten Laubblätter und die Taschenlupe.

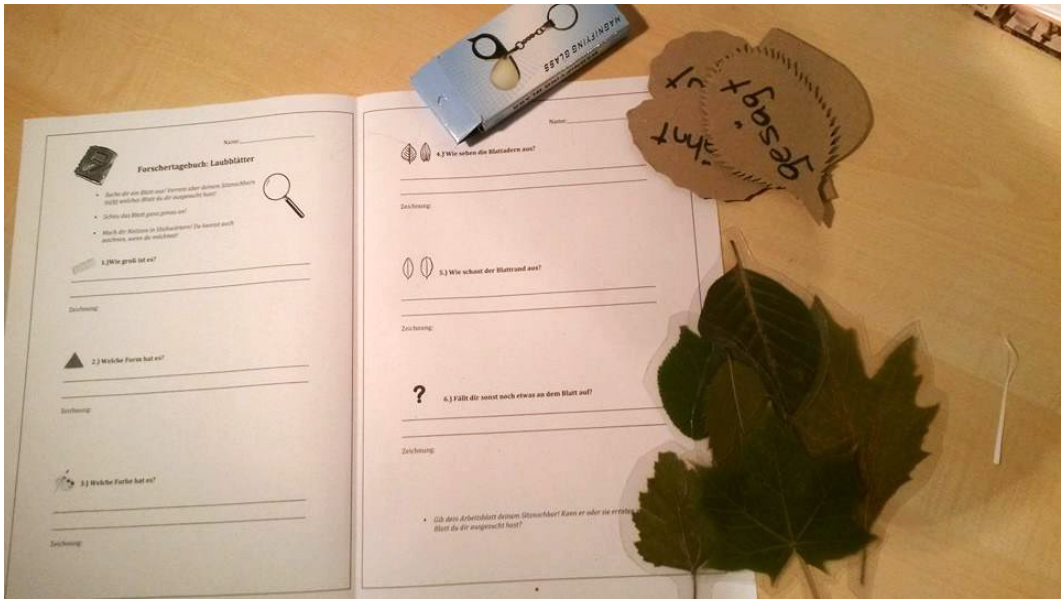

Abbildung 4: Material eines/r SchülerIn für Einheit 1: Laubblätter

4.3.2. Einheit 2: Steine

In der zweiten Einheit werden ähnliche Methoden und Techniken wie in Einheit 1 angewandt. Die SchülerInnen erhalten aber weniger theoretischen Input, da überprüft werden soll, ob sie das Gelernte auch zu einem anderen Themengebiet anwenden können. Darüber hinaus arbeiten sie bereits durchgehend mit vier verschiedenen Objekten.

4.3.2.1. Hintergrundinformation Steine

In dem Kapitel „How Rocks Are Formed" – Wie werden Gesteine gebildet – beschreiben Gega und Peters (1998, S. 517-523) die Entstehung von Gesteinen. Das wurde weitgehend übernommen, ihre Erklärungen zum Thema Fossilien jedoch weggelassen, da sie für diese Einheit nicht relevant sind. Der Gesteinskreislauf wurde vereinfacht und nach Stirrup und Heierli (1984, S. 29-30) dargestellt. Die ergänzenden Fotos wurden zum Großteil vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse der Universität Wien zur Verfügung gestellt. Zusätzlich zu den Bestimmungsmöglichkeiten von Gesteinen wird der Hintergrund, der in der Einheit angewandten Brauseprobe, angelehnt an Buggisch und Buggisch (2004, S. 21), erklärt. Die ins Deutsche übersetzten und mit Informationen von Matthens (1996) und Schumann (1995) ergänzten Gesteinsbeschreibungen von Gega und Peters (1998, S. 520-523) sind am Ende angeführt.

4.3.2.2. Stundenbild Steine

Der von Gega und Peters (1998, S. 540-543) vorgeschlagene Unterrichtsverlauf wurde weitreichender verändert als die Hintergrundinformation. Die Aufgaben zur Bestimmung der Härte der Gesteine wurden gänzlich weggelassen und die Unterrichtseinheit rund um das Beobachten und Beschreiben der Eigenschaften von Gesteinen aufgebaut. Gründe dafür sind der zeitlich vorgegebene Rahmen und der thematische Schwerpunkt dieser Arbeit.

Die Einheit beginnt wieder mit einem haptischen Impuls: Die SchülerInnen bekommen die zu untersuchenden Steine, die auf Abbildung 5 ersichtlich sind. Es wurden die Gesteine Granit und Sandstein sowie die Mineralien Kalkspat und Bergkristall für diese Einheit ausgewählt. Sie werden im Folgenden unter dem Sammelbegriff Steine genannt. Es wurde darauf geachtet, dass die Objekte ähnliche Farben und Größe, aber unterschiedliche

Zusammensetzungen haben. Die Steine sind auf unterschiedliche Weise entstanden und kommen in Österreich vor.

Granit (magmatisches Gestein) besitzt grobe Kristalle und seine einzelnen Bestandteile sind gut sichtbar.

Kalkspat (ein Carbonat) hat eine einheitliche Farbe. Aufgrund des Carbonatgehalts löst er eine positive Brauseprobe aus.

Bergkristall (aus der Quarzgruppe) scheint auf Abbildung 5 durch das umliegende Material auf den ersten Blick braun zu sein, jedoch ist bei genauer Betrachtung zu erkennen, dass die Kristalle selbst durchsichtig sind.

Sandstein (Sedimentgestein) ist poröser als die anderen Objekte und man kann verschiedene Schichten erkennen. Dieses Exemplar reagiert sehr heftig mit der Säure, was darauf schließen lässt, dass es einen hohen Carbonatanteil besitzt.

Abbildung 5: Kalkspat, Sandstein, Bergkristall, Granit

Danach werden im LehrerInnen-SchülerInnen-Gespräch unterschiedliche Eigenschaften von Steinen besprochen. In dieser Einheit geschieht das weit weniger umfangreich, als in der ersten, da angenommen wird, dass die SchülerInnen einige Erfahrungen aus der vorhergehenden Einheit übernehmen können.

Die Brauseprobe wird von der Lehrperson kurz erklärt, um sicherzustellen, dass die SchülerInnen sie richtig anwenden können. Kommt ein carbonathaltiger Stein mit einer Säure (wie Salzsäure oder Essig) in Kontakt, entsteht CO_2 und es bilden sich Blasen (Buggisch & Buggisch 2004: 21). Bei der Durchführung der Essigprobe ist wichtig, dass die SchülerInnen den Becher fest aufstellen und genügend Zeit vergehen lassen, um die Blasen zu sehen. Daher werden sie im Forschertagebuch angewiesen bis 30 zu zählen, bevor sie die Probe auswerten. Die folgende Abbildung (Abbildung 6) zeigt Kalkspat in 5 %-er Essigsäure. Die Bläschenbildung ist am Stein zu erkennen und daher ist die Brauseprobe als positiv zu bewerten.

Abbildung 6: Kalkspat in 5% Hesperiden Essig

Den Einstieg in das selbstständige Arbeiten bietet hier ein ähnliches Spiel wie in Einheit 1: Das Gruppieren der Steine. Dazu erhalten die SchülerInnen wieder Taschenlupen, um sie genauer betrachten zu können. Danach sollen die Kinder die Objekte untersuchen und charakterisieren, indem sie eine Tabelle mit Leitfragen ausfüllen. Es müssen bereits vier verschiedene Exemplare verglichen und ausreichend beschrieben sein, um sie später benennen zu können. Im Anschluss spielen die SchülerInnen das Spiel „An welchen Stein denke ich?“ und können sich dabei an ihrer Tabelle orientieren. Ziel des Spieles ist es, anhand von Ja-Nein-Fragen herauszufinden, welcher Stein gesucht wird. Bei der Erfüllung dieser Aufgabe sind die Aufzeichnungen der Kinder wieder maßgeblich von Bedeutung. Sie können durch das Spiel erkennen, welche Eigenschaften hilfreich sind und wo sie eventuell Fehler gemacht haben, die dazu führen, dass ihr/e MitspielerIn den Stein nicht bestimmen kann. Am Ende der Einheit werden die Ergebnisse gemeinsam besprochen und eine große Tabelle angefertigt. Es wird aufgelöst, welcher Stein welchen Namen hat. Die SchülerInnen können hier ihre Beobachtungen mit der Klasse teilen und besprechen. Darüber hinaus bietet das gemeinsame Ausfüllen der Tabelle eine Möglichkeit, das Erlernte zu sichern und auf Richtigkeit zu prüfen.

4.3.2.3. Forschertagebuch Steine

Das Forschertagebuch ist in dieser Einheit anders aufgebaut als in Einheit 1. Es beinhaltet zwar auch Leitfragen, jedoch zwingt die Tabellenform die SchülerInnen dazu, sich nicht auf einen einzigen Stein zu konzentrieren, sondern sich mit allen vier Objekten auseinanderzusetzen. Die Tabelle soll ihnen dabei helfen ihre Beobachtungen objektiv zu vergleichen. Auch hier ist es wünschenswert, dass SchülerInnen ihre eigenen Beschreibungen

eintragen und beim gemeinsamen Besprechen der Tabelle im Klassenverband steht das Kommunizieren der beobachteten Daten und nicht die Verbesserung der Einträge im Vordergrund.

Die folgende Abbildung zeigt das gesamte Material, das ein/e SchülerIn zur Verfügung hat: Das Forschertagebuch, die vier Steine, den Becher, Essig und die Taschenlupe.

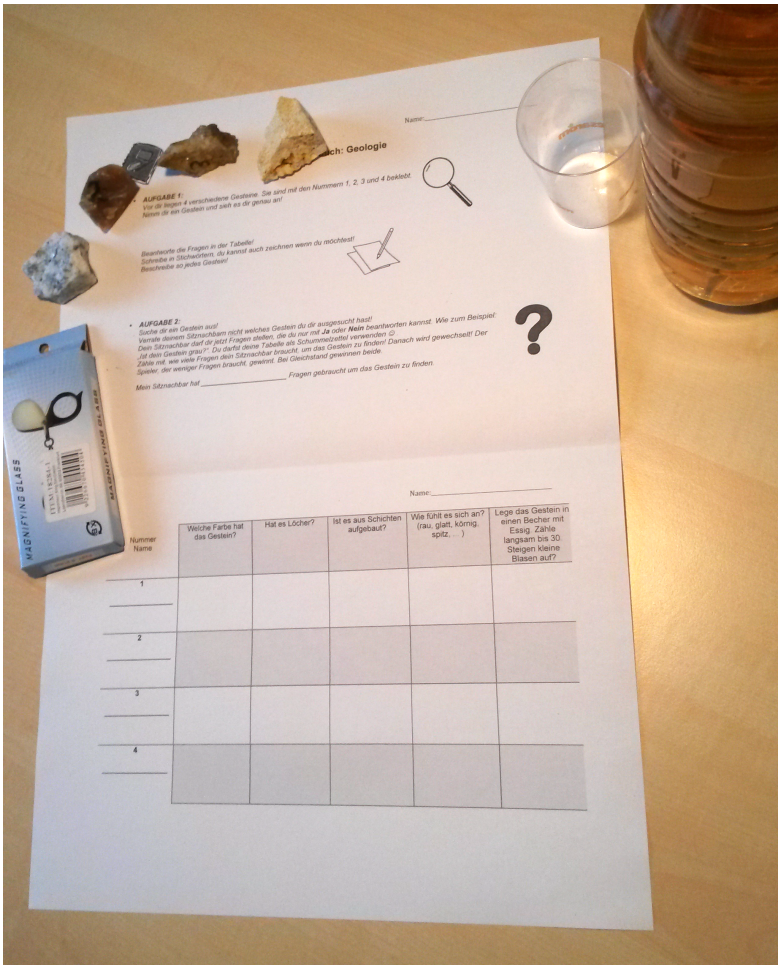

Abbildung 7: Material eines/r SchülerIn für Einheit 2: Steine

4.3.3. Einheit 3: Gliederfüßer

In der dritten Einheit ordnen die SchülerInnen Bilder von Gliederfüßern. Sie müssen ohne vorherigen Theorieinput der Lehrperson viele verschiedene Individuen, die sie wahrscheinlich so noch nicht bewusst wahrgenommen haben, vergleichen. Die einzelnen Tiere wurden, anders als bei Gega und Peters (1998, S. 445), den SchülerInnen vorgegeben, damit sie ähnlich wie in Einheit 1 und 2 mit vergleichbaren, nicht zu unterschiedlichen Objekten arbeiten. Es wurde dazu die Gruppe der Gliederfüßer ausgewählt, da mehr als drei Viertel der heimischen Fauna aus Gliederfüßern besteht (Schaefer, 2010, S. X) und diese Gruppe untereinander ähnlich und gut vergleichbar ist.

4.3.3.1. Hintergrundinformation Gliederfüßer

In der Hintergrundinformation wurde, anders als bei Gega und Peters (1998, S. 422-444), das Hauptaugenmerk auf die Klassifikation von Tieren gelegt. Die gegebenen Informationen wurden um einige Aspekte erweitert. Es wurde eine kurze Einführung zum Thema wissenschaftliches Vergleichen von SchülerInnen aus der Zeitschrift „Unterricht Biologie“ (Krüger & Mayer, 2006, S. 20) hinzugefügt, die Taxonomie nach Linnè anhand eines Beispiels erklärt und ein Überblick über die aktuelle Einteilung gegeben. Danach bietet die Hintergrundinformation Details und Merkmale zu den ausgewählten Gliederfüßern. Diese Informationen wurden dem Buch „Fauna von Deutschland“ (Schaefer, 2010) entnommen.

4.3.3.2. Stundenbild Gliederfüßer

Das Stundenbild besteht in dieser Einheit aus zwei Teilen. Dem ersten Teil, dem Basisteil, in dem der Schwerpunkt auf Beobachten und Vergleichen von Tieren liegt und dem zweiten Teil, dem Erweiterungsteil, in dem die Lehrperson das Erarbeitete gemeinsam mit den SchülerInnen vergleichen und festigen kann.
Zu Beginn des Basisteils erhalten die SchülerInnen den schriftlichen und illustrierten Arbeitsauftrag und Set 1, bestehend aus Bildern von 20 Tieren. Folgende Tiere wurden für Set 1 ausgewählt: ein Vertreter der Thomisidae (Krabbenspinnen), Vertreter der Araneidae (Radnetzspinnen), ein Vertreter der Pholicidae (Zitterspinnen), *Lithobious sp*. (ein Steinläufer), *Tachypodoiulus niger* (Schwarzer Schnurfüßer), *Astacus astacus* (Edelkrebs), *Coenagrion puella* (Hufeisen-Azurjungfer), *Aeshna cyanea* (Blaugrüne Mosaikjungfer),

Acheta domesticus (Heimchen), *Chrysochraon dispar* (Goldschrecke), *Apis mellifera* (Westliche Honigbiene), *Formica rufa* (Rote Waldameise), *Vespula germanica* (Gemeine Wespe), *Coccinella septempunctata* (Siebenpunktmarienkäfer), *Lucanus cervus* (Hirschkäfer), *Musca domestica* (Stubenfliege), *Papilio machaon* (Schwalbenschwanz), *Catocala nupta* (Rotes Ordensband), *Cercopis sp.* (Blutzikade), *Pyrrhocoris apterus* (Feuerwanze).

Erst nachdem die SchülerInnen diese Bilder gruppiert haben, bekommen sie Set 2, bestehend aus 8 Tierbildern. Set 2 beinhaltet *Opilio canestrinii* (ein echter Weberknecht), *Porcellio scaber* (Kellerassel), *Culex pipiens* (Gemeine Stechmücke), geflügelter Vertreter der Formicidae (Ameisen), *Cicadella viridis* (Schmuckzikade), *Urocerus gigas* (Riesenholzwespe), *Leptinotarsa decemlineata* (Kartoffelkäfer), *Aphanus rolandri*.

Der Grund für diese Zweiteilung ist, dass die SchülerInnen beim Betrachten der Tiere von Set 2 ihre ursprünglichen Kategorien vielleicht überdenken. Dieser Ansatz wird beispielhaft an den Bildern der Zikaden und Ameisen erklärt.
Set 1 beinhaltet die rot-schwarze Blutzikade *Cercopis sp.* und Set 2 die grün schimmernde Schmuckzikade *Cicadella viridis*. Beide sind, wie auf den ausgewählten Fotos gut zu sehen ist, vom Körperbau her sehr ähnlich. Sie unterscheiden sich aber, unter anderem, anhand ihrer Farben. Angenommen ein Kind hat die rot-schwarze Färbung als Gruppenmerkmal ausgewählt und die Blutzikade in diese Gruppe eingeteilt. Erhält es nun das Foto der grünen Schmuckzikade, erreicht dies vielleicht, dass das Kind seine ursprüngliche Einteilung überdenkt und überarbeitet.

Abbildung 8: Blutzikade

Abbildung 9: Schmuckzikade

Oder eines der Kinder hat das Bild der Ameise *Formica rufa* ursprünglich in die Gruppe „bodenlebende Tieren“ gegeben, so regt das Foto der geflügelten Ameise in Set 2 eventuell eine Änderung der vorangehenden Einteilung an.

Abbildung 10: Ameise

Abbildung 11: Geflügelte Ameise

Darüber hinaus bietet die Ausgabe der Bilder in zwei Sets die Möglichkeit zwischen den einzelnen SchülerInnen besser zu differenzieren und sie individuell zu fördern, da nicht jede/r mit beiden Sets arbeiten muss und so die Aufgabe dem Arbeitstempo angepasst werden kann. Nachdem die Kinder ihr Plakat, das auch als Forschertagebuch dient, fertig gestellt haben, sollen sie dieses mit denen der anderen vergleichen und ihre unterschiedlichen Ordnungssysteme diskutieren.

Im Erweiterungsteil geht es vor allem um das Vergleichen der Ergebnisse und das Wiederholen und Sichern des Gelernten. Die SchülerInnen stellen ihre unterschiedlichen Ordnungssysteme ihren MitschülerInnen vor. Im anschließenden Klassengespräch wird von der Lehrperson festgehalten, dass jedes Ordnungssystem (zum Beispiel nach Farbe, Lebensraum, Fortbewegung) seine Richtigkeit hat, solange es stetig angewandt wird. Danach wird auf das Ordnungskriterium der Verwandtschaft hingewiesen und die Bilder gemeinsam nach ihrem Verwandtschaftsgrad eingeteilt. Dadurch werden die Ergebnisse gesichert und die Fotos sind auch nach der Einheit in der Klasse präsent.

4.3.3.3. Forschertagebuch Gliederfüßer

Das Forschertagebuch wird in dieser Einheit selbständig erarbeitet, da die SchülerInnen ihre Bilder frei anordnen und aufkleben können. Hilfestellungen sind der schriftliche, mit Bildern illustrierte Arbeitsauftrag und die ausgeschnittenen Kärtchen, die auf Abbildung 12 zu sehen sind, auf denen die Gruppennamen und Gemeinsamkeiten innerhalb der Gruppen eintragen sollen.

Das haben alle diese Tiere gemeinsam:

_____

_____

Gruppenname:

Abbildung 12: Beschriftungskärtchen

Von dem Gebrauch der Kärtchen wird erhofft, dass die SchülerInnen ihre Einordnungen begründen und sich das eventuell auch im Gruppennamen widerspiegelt. Gleichzeitig sollen sie die SchülerInnen beim Arbeiten anleiten.

Abbildung 13 zeigt das Material, mit dem ein einzelne/r SchülerIn arbeiten kann: Ein leeres Blatt in A2 Format, Kuvert mit Set 1, Kuvert mit Set 2 und Kärtchen. Dazu kommt noch der schriftliche Arbeitsauftrag (nicht am Bild).

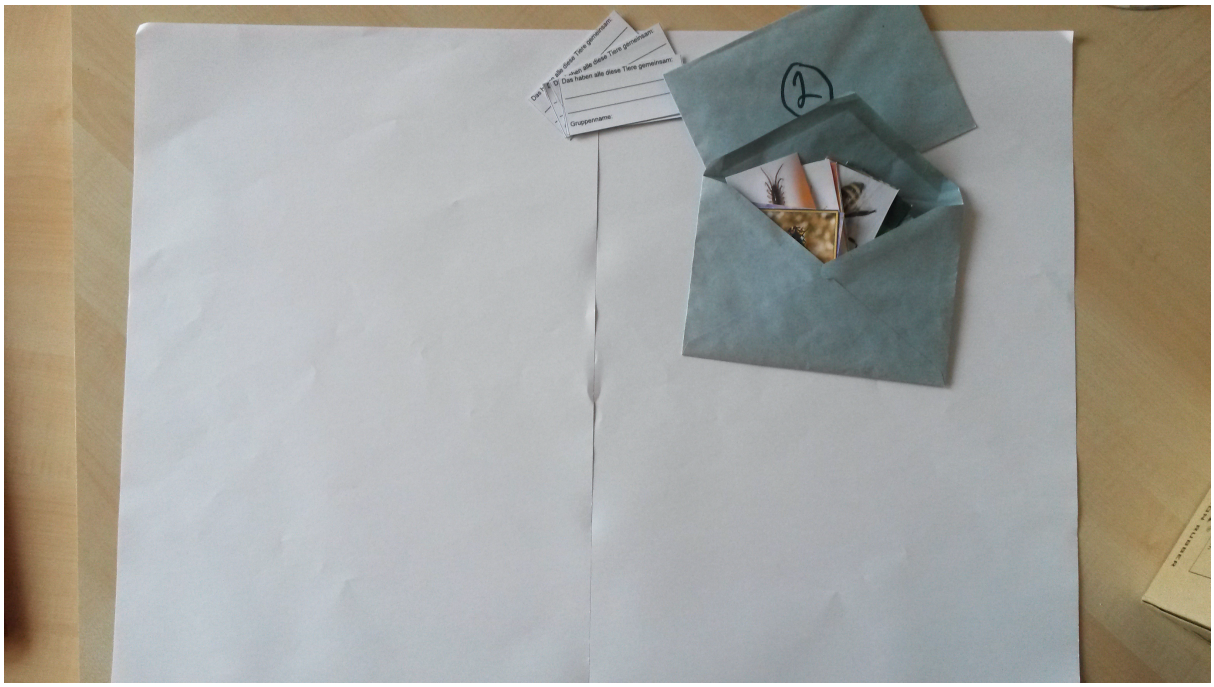

Abbildung 13: Material eines/r SchülerIn für Einheit 3: Gliederfüßer (ohne Arbeitsauftrag)

Alle drei vorgestellten Einheiten dienen als Ausgangsmaterial und können abhängig von dem individuellen Stil der Lehrperson sowie dem Interesse der SchülerInnen unterschiedliche Formen annehmen. Die Unterrichtseinheiten wurden in zwei Versuchsklassen ausgetestet und anhand der von den Kindern geführten Forschertagebücher, gezielten Unterrichtsbeobachtungen und leitfadengestützten ExpertInneninterviews evaluiert.

5. Forschungsmethoden

Um die entwickelten Unterrichtseinheiten im Sinne des Design-BasedResearch (s.o.) zu bewerten, wurden während und nach der Durchführung drei verschiedene Forschungsmethoden angewendet. Unter Berücksichtigung der beiden Forschungsfragen wurden die Aufgaben mithilfe von Forschertagebüchern der SchülerInnen, systematischen Unterrichtsbeobachtungen von der Studienautorin und ExpertInneninterviews mit den LehrerInnen evaluiert.

5.1. Forschertagebücher

Während den Unterrichtseinheiten wurden die SchülerInnen dazu angehalten Forschertagebücher auszufüllen, um ihre Beobachtungen zu dokumentieren. Der Wert von Forschertagebüchern liegt in ihrer potentiellen Unterstützung, die sie Kindern beim Beobachten, Erinnern und Formulieren ihrer Erkenntnisse bieten können (Shepardson & Britsch, 2000, S. 29).

Shepardson und Britsch (2000; 2001) haben sich eingehend mit Forschertagebüchern von Kindern als Forschungsobjekte beschäftigt; welche Aussagen kann man nun über den Lernerfolg der Kinder treffen? Sie haben in ihrer Arbeit Forschertagebücher von SchülerInnen anhand ihres graphischen Kontexts und den verwendeten grammatikalischen Strukturen analysiert. Dabei beschreibt die Kategorie „graphischer Kontext“ wie Schülerinnen Sprache und Zeichnungen nutzen, um ihre Erkenntnisse zu repräsentieren. Die Kategorie „grammatikalische Strukturen“ beschreibt die unterschiedlichen Wege der Kinder, um das Erlebte aufzuschreiben. Generell war auffallend, dass die SchülerInnen immer weniger sprachliche Mittel verwendet haben, je komplexer die Aufgabe wurde. Stattdessen haben die Kinder eher Zeichnungen angefertigt, um kompliziertere Vorgänge festzuhalten (Shepardson & Britsch, 2000, S. 31-32).
Um das Wissen und Verständnis von SchülerInnen bewerten zu können, muss anhand der Zeichnungen und Beschreibungen zunächst herausgefunden werden, ob die SchülerInnen nur die Durchführung der Aktivität oder tatsächlich Verständnis des Prozesses zeigen. Des Weiteren muss die Sprache analysiert, das hauptsächlich gebrauchte Medium, wie zum Beispiel Zeichnungen oder Schrift, ermittelt, sowie der graphische Kontext untersucht werden. Es wird empfohlen, den individuellen Lernerfolg der SchülerInnen mittels „assessment logs“ festzuhalten (Shepardson & Britsch, 2000, S. 33). In dieser Arbeit wurde

anhand er Forschertagebücher evaluiert, (1) ob die SchülerInnen die gestellte Aufgabe bewältigen konnten, (2) mit welchen Begriffen oder Aufgaben sie Probleme hatten, (3) worauf der Fokus bei der Beobachtung gelegt wurde, (4) ob sie zusätzliche Mittel zur Datenaufzeichnung genutzt haben und (5) ob ein merklicher Kompetenzzuwachs feststellbar ist.

Shepardson & Britsch (2000; 2001) lassen Schülerinnen in ihrer Forschungsarbeit ihre Arbeit in den Tagebüchern selbstständig dokumentieren, um ihnen die Möglichkeit zu geben, selbst zu entscheiden, welche ihrer Beobachtungen relevant sind. In den Forschertagebüchern, die im Rahmen dieser Arbeit erstellt wurden, werden die SchülerInnen hingegen explizit angeleitet, da im Fokus dieser Arbeit nicht die Art und der Umgang mit der Dokumentation, sondern der Inhalt, der aufgezeichnet wird, steht. Aus diesem Grund wurden Leitfragen und Instruktionen verwendet, um die SchülerInnen bei ihren Beobachtungen zu unterstützen. Diese Entscheidung wird durch mehrere Publikationen (Kirchner, 1978, S. 68 & 72) (Roden, 2016, S. 42) und durch Rücksprache mit der Praktikerin bestärkt. Beim Erstellen der Leitfragen wurde auf kindgerechte Sprache geachtet. Zusätzlich wurden unterstützende Illustrationen in die Forschertagebücher integriert. Beim Ausfüllen der Forschertagebücher durften die SchülerInnen frei entscheiden, ob sie lieber sprachlich oder graphisch arbeiten möchten.

5.2. Unterrichtsbeobachtungen

Während der Durchführung der Einheiten wurden Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt. Beim Beobachten kann das Augenmerk auf vieles gelegt, aber nie alles gleichzeitig betrachtet werden. Daher muss im Vorfeld entschieden werden wozu das Beobachtete dienen soll. Im Zentrum steht „entweder die Planung von Interventionen oder die Selektion“ (Grunder, Hans-Ulrich, Ruthemann, Scherer, Singer, & Vettinger, 2010, S. 306). In dieser Arbeit liegt der Fokus auf einer der vier Ebenen der Interventionsorientierung, der Unterrichtsentwicklung, wofür systematische Beobachtungen ausgewählt wurden. Eine bestimmte Fragestellung, die genaue und objektive Daten liefert, steht hier im Zentrum (Grunder, Hans-Ulrich, Ruthemann, Scherer, Singer, & Vettinger, 2010, S. 309). Ziel ist es, Verhaltensweisen zu definieren, Fragestellungen zu dokumentieren und deren Ergebnisse unter anderem als „Grundlage von Unterrichtsentwicklung und Schulentwicklung“ zu verwenden (Grunder, Hans-Ulrich, Ruthemann, Scherer, Singer, & Vettinger, 2010, S. 309). Dabei gilt es, die Gütekriterien der

Objektivität, Reliabilität und Validität zu berücksichtigen und sich der Gefahr von häufig gemachten Beobachtungsfehlern bewusst zu sein (Grunder, Hans-Ulrich, Ruthemann, Scherer, Singer, & Vettinger, 2010, S. 313-315; Neuböck-Hubinger, 2013, S. 8). Die Leitfrage der systematischen Unterrichtsbeobachtungen lautete:

- Teilen die SchülerInnen ihre Beobachtungen untereinander?

Während den Unterrichtseinheiten wurden in einem chronologischen Protokoll Aufzeichnungen gemacht und dabei die von Boer vorgeschlagenen Regeln befolgt (de Boer, 2012, S. 77). Um alle Gruppen von SchülerInnen gleichermaßen beim selbstständigen Arbeiten beobachten zu können, wurde für jede der drei Einheiten individuell die Anzahl der geplanten Minuten, die die SchülerInnen nicht im Klassenverband verbringen, durch die vorhandenen Gruppen dividiert und so die Dauer der Beobachtungseinheiten ermittelt.

Direkt im Anschluss an die Einheiten wurden die Beobachtungsprotokolle ergänzt. Wichtig dabei ist, genau zwischen Beobachtung und

> Beschreibung einerseits und der Analyse bzw. Interpretation andererseits zu unterscheiden. Im zweiten Schritt kann das Augenmerk auf Ursachen, Gründe und Ziele gelenkt werden. (Neuböck-Hubinger, 2013, S. 10).

Die erlangten Daten wurden in Hinblick auf ein Kategoriensystem ausgewertet, da nicht nur festgehalten wurde, ob ein Verhalten auftritt, sondern das Verhalten auch näher beschrieben wurde. „Die Entwicklung eines Kategoriensystems erfolgt in der Regel sowohl theorie- als auch datengeleitet, d.h. aufgrund der Sichtung von Daten“ (Pauli, 2012, S. 53). Die erarbeiteten Kategorien zur Auswertung der Aussagen der SchülerInnen werden in Kapitel 6 beschrieben.

5.3. Leitfadengestützte ExpertInneninterviews

Um herauszufinden, wie praktikabel und kompetenzfördernd die Einheiten aus Sicht der Lehrpersonen sind, wurden qualitative Interviews durchgeführt. Sie wurden im Anschluss an die Durchführung der letzten Einheit geführt und durch einen Leitfaden gestützt. Durch den Leitfaden soll dabei einerseits „große Offenheit gewährleistet sein“, aber auch die Themengebiete strukturiert werden (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 122). Es wurde das ExpertInneninterview ausgewählt, da der oder die GesprächspartnerIn hier als „Lieferant von Informationen“ (Kaiser, 20014, S. 22) gesehen wird, und das Expertenwissen mehr im Vordergrund steht als der Mensch selbst (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 122).

Dadurch, dass Äußerungen der ExpertInnen nur schwierig gänzlich antizipiert werden können und immer sehr individuell bleiben, ist es im Vorfeld des Interviews nur möglich „mentale Konstrukte [...] zu Kategorien zusammen[zu]fass[en]“ und somit nur einen ungefähren Leitfaden für das Interview zu erstellen (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 123-124). Es entsteht dadurch zwar die „Freiheit des Interviewers, die Reihenfolge der Interventionen je nach Situation zu wählen und frei zu formulieren“ (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 123-124), jedoch macht es auch eine Unterstützung in Form eines Leitfadens notwendig, um zu garantieren, dass „gleichartige Informationen erhoben werden, von denen man sich vorher überlegt hat, dass man sie braucht“ (Gläser & Laudel, 2009, S. 144). Der Interviewleitfaden soll „den Gesprächsfluss nicht einengen“ und „einen Zugang zu einer sich entfaltenden Vorstellungs-, Interessens- oder Gefühlswelt des Probanden in einem vom Interviewer angezielten Themenbereich“ schaffen (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 125). Ein guter Interviewleitfaden sollte übersichtlich, logisch aufgebaut und in angemessener Sprache formuliert sein (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 126). Gläser und Laudel (2009, S. 144) empfehlen im Vorfeld die Fragen zumindest einmal auszuformulieren, um die Vergleichbarkeit der Interviews zu erhöhen, sowie ein Gefühl der Sicherheit während des Interviews zu erzeugen.

Um einen Interviewleitfaden zu erstellen, werden zuerst Fragen und Interventionen gesammelt, geprüft und in Kategorien sortiert (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 129). Im Leitfaden für dieses Interview wurden folgende Kategorien ausgewählt: Anwärmfrage, Einstiegsimpuls, Vorbereitung, Material, Durchführung, SchülerInnen, Beobachtungen aus den Einheiten und Schlussintervention. Das Gruppieren der Fragen in Themenkomplexe

ermöglicht „eine Annäherung an den natürlichen Gesprächsverlauf“ und kann das Erinnerungsvermögen der Interviewpartner erhöhen und zusätzliche Informationen generieren, indem ein Thema über einen längeren Zeitraum hinweg besprochen wird (Gläser & Laudel, 2009, S. 147).

Im Leitfaden sollte der ersten Frage ein Vorspann vorausgehen, der die Probanden über das Ziel des Interviews, Datenschutz sowie Anonymität informiert und um die ausdrückliche Genehmigung zur Aufzeichnung des Interviews bittet (Gläser & Laudel, 2009, S. 144). Da der Beginn eines Interviews richtungsweisend für den weiteren Verlauf des Gesprächs ist, wird zu Anfang eine ‚Anwärmfrage', „das heißt eine Frage, die für den Interviewpartner leicht zu beantworten ist und einen ihm angenehmen Gegenstand betrifft“ (Gläser & Laudel, 2009, S. 147) gestellt. Die Frage nach den Themengebieten, die von den Lehrpersonen im Sachunterricht gerne unterrichtet werden, dient dazu auf das Thema hinzuleiten, gibt den Lehrpersonen aber gleichzeitig den Freiraum über ein Thema ihrer Wahl zu sprechen. Anschließend wurde ein offener Einstiegsimpuls gewählt, da diese Impulse „den Befragten Gelegenheit geben, ins Gespräch zu kommen und ihre Auffassung zu entwickeln, ohne dass inhaltliche Vorgaben gemacht werden“ (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 128). Der Impuls soll Erzählungen generieren und den Befragten helfen, ihre eigenen Eindrücke zum Thema darzulegen (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 128).
Nach diesem eher weiten Einstieg folgten vertiefende Interventionen, die das Interview in eine gewisse Bahn lenken sollten. Des Weiteren beinhaltet der Leitfaden Validierungs-Interventionen. Diese „zielen mit weiteren Interventionsmodi auf bereits erfasste Bereiche“ ab. Dadurch können Äußerungen gegenübergestellt und somit interne Triangulation bei der Interpretation der Äußerungen sichergestellt werden (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 129). Darüber hinaus wurden „Ad-hoc-Interventionen, also Fragen, Bemerkungen und Hinweise auf Gegensätze, die während des Interviews frei formuliert werden“ (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 130) eingeplant und Zeit vorgesehen, um die während der Unterrichtsbeobachtungen gesammelten Eindrücke zu besprechen. So wie auf die erste Frage ist auch auf die letzte Frage besonderer Wert zu legen, um in angenehmer Atmosphäre das Interview abzuschließen (Gläser & Laudel, 2009, S. 148). In der Schluss-Intervention erhalten die Interviewpartner die Chance „für sie Relevantes hervorzuheben und den Interviewerlauf zu kommentieren“ (Niebert & Gropengießer, 2014, S. 129). Dabei erhält der oder die InterviewpartnerIn die Möglichkeit Aspekte, die ihm oder ihr wichtig erscheinen, noch einmal hervorzuheben und eventuell Punkte, die noch nicht besprochen wurden, zu nennen. Durch

diese Art der Schlussintervention ergeben sich laut Gläser und Laudel (2009, S. 148) zwei Vorteile:

> Sie überlässt es dem Interviewpartner, über den Inhalt der Antwort zu entscheiden, und ist deshalb wahrscheinlich angenehm für ihn. Außerdem erhöht sie die Offenheit des Interviews, indem sie noch einmal die Generierung von Informationen anregt, die in der Vorbereitung nicht vorhergesehen wurden (Gläser & Laudel, 2009, S. 148).

Zusätzlich kann diese Frage weiter zur internen Triangulierung des Interviews beitragen. Um darüber hinaus die Validität des Interviews zu gewährleisten, wurden bei der Durchführung des Interviews die Daten durch eine Tonaufnahme mit anschließender Transkription dokumentiert. Die authentische Mitwirkung der Interviewpartner wurde vorausgesetzt, da beide Lehrpersonen freiwillig an dieser wissenschaftlichen Erhebung teilgenommen haben. Die so gewonnen Daten wurden angelehnt an Krüger und Riemeier (2014) ausgewertet und die redigierten Aussagen beider Interviews befinden sich im digitalen Anhang.

6. Beschreibung der Ergebnisse

Beide durchführenden Lehrpersonen haben mindestens fünfzehn Jahre Unterrichtserfahrung und unterrichten in Schulen im ländlichen Raum, die nicht weit voneinander entfernt liegen und daher ein ähnliches Einzugsgebiet haben. In Schule 1 wurden die Einheiten in einer mehrstufigen Klasse (3. und 4. Klasse) mit gesamt 19 SchülerInnen und in Schule 2 in einer einstufigen 3. Klasse mit 17 SchülerInnen durchgeführt. Schule 1 besitzt einen Naturschwerpunkt, Schule 2 nicht. In beiden Klassen war zusätzlich zur Lehrperson (außer während Einheit 3 in Schule 1) eine Integrationshilfe anwesend.

6.1. Beobachtungen während der Einheiten

Während den Einheiten war es leider nicht möglich Tonprotokolle zu führen, weshalb auf systematische Unterrichtsbeobachtungen unter der Leitfrage „Teilen die SchülerInnen ihre Beobachtungen untereinander?“ zurückgegriffen wurde. Es wurden Gruppen von Lernenden während der Unterrichtseinheiten beobachtet und ihre Aussagen notiert. Aufgrund dieser Arbeitsweise war es zwar nicht möglich, alle Aussagen der Kinder festzuhalten, aber es konnten einige dokumentiert werden, die Rückschlüsse auf die Arbeitsweise der Kinder ziehen lassen. Die Aussagen wurden in die Kategorien „Aufmerksam machen“ (Am), „Ergebnisse teilen“ (Et), „Vergleichen“ (V), „Fragen“ (F), und „Sonstiges“ (S) eingeteilt. Eine genaue Auflistung der Aussagen der SchülerInnen und deren Zuordnung befinden sich im digitalen Anhang.

6.1.1. Einheit 1: Laubblätter

In Schule 1 wurde das Thema Laubblätter dieses Jahr bereits behandelt und die Kinder hatten Vorwissen dazu. Bei der Besprechung der Einteilungsmöglichkeiten von Blättern sind die Begriffe „Adern“, „Form“, „Farbe“, „Größe“ und „(Blatt-)Rand“ schon genannt worden und vier der sechs Blätter (Linde, Rotbuche, Birke und Ahorn) wurden im Laufe der Einheit ohne Unterstützung der Lehrperson erkannt. Die SchülerInnen hatten jedoch Schwierigkeiten mit der Unterscheidung von Ahorn und Platane und bis zur Schlussbesprechung wurden beide Blätter als „Ahorn“ bezeichnet. Das Spiel A, Ordnen und Sortieren von Blättern, musste von der Lehrperson zuerst vorgezeigt werden, damit die Kinder verstanden, was sie tun sollten. Die SchülerInnen haben ihre Ergebnisse immer wieder miteinander oder auch mit der Lehrperson geteilt. Dabei haben sie lautes Vorlesen genutzt und Aufforderungen wie „Schau“ gebraucht, um die Aufmerksamkeit ihrer MitschülerInnen zu erlangen. Sie haben ihr Vorwissen geteilt und durch das Arbeitsblatt oder die Lehrperson angeleitet ihre Beobachtungen verglichen und sich gegebenenfalls gegenseitig korrigiert, um die Aufgabenstellung erfüllen zu können. Bei der Nachbesprechung der einzelnen Laubblätter hat eines der Kinder wieder die Lupe zur Hand genommen und Platanen- und Ahornblatt verglichen und mit dem Ausruf „Schau ich weiß es. Ahorn ist so und Platane geht so auseinander“ seine MitschülerInnen auf die Unterschiede zwischen den Blättern aufmerksam gemacht. Auffallend war, dass drei SchülerInnen das Arbeitsblatt von sich aus abgeschrieben und in ein eigenes Notizbuch übertragen haben, das wohl eine Forschertagebuch-ähnliche Funktion erfüllt.

In Schule 2 wurde das Thema Blätter dieses Jahr noch nicht durchgenommen. Die SchülerInnen zeigten wenig Vorwissen und haben kein einziges Blatt selbstständig erkannt. In dieser Klasse wurde das Ahorn- und das Platanenblatt kein einziges Mal als gleich angesehen, sondern es war den Kindern klar, dass es sich um zwei unterschiedliche Blätter handelt. Die Lehrperson wählte zusätzlich zu den im Stundenbild angeführten Aktivitäten ein Abtasten der Kartonblätter in einer blickdichten Stofftasche, um den SchülerInnen die unterschiedlichen Blattränder durch taktiles Arbeiten näher zu bringen. Es blieb weniger Zeit, um die verschiedenen Blattadern zu besprechen und auch die Begriffe zur Beschreibung der Blattform wurden nur an die Tafel gehängt. In dieser Klasse musste Spiel A ebenfalls vorgezeigt werden. Ähnlich wie in Schule 1 wurden Ergebnisse der SchülerInnen im Plenum diskutiert, das die SchülerInnen dazu veranlasste sich gegenseitig zu kontrollieren und zu korrigieren, um das Laubblatt bestimmen zu können. So wurden von SchülerInnen zum

Beispiel die Beschreibungen des Blattrandes und der Größe der Blätter ihrer MitschülerInnen kritisiert, da sie damit nicht in der Lage waren, das gesuchte Blatt zu finden. SchülerInnen dieser Klasse haben nicht nur die geforderten, sondern auch ihre zusätzlichen Beobachtungen, wie Löcher in den Blättern, miteinander geteilt.

6.1.2. Einheit 2: Steine

In Einheit 2 waren die SchülerInnen schon etwas vertrauter mit der von ihnen verlangten Arbeitsweise. In beiden Schulen wurde dieses Thema vor der Einheit noch nicht behandelt. Die Lehrpersonen wählten zusätzlich zum ursprünglichen Stundenbild einen Einstieg, bei dem die Kinder selbst Steine mitbringen durften. Diese wurden am Beginn der Einheit gemeinsam angeschaut und besprochen. Beim Vorzeigen der Essigprobe haben beide Lehrpersonen eine Verbindung zu Essig als Putzmittel und Kalkentferner hergestellt und die nummerierten Steine wurden in Schule 1 und 2 von der Lehrperson schon im Laufe der Einheit benannt, da es für die Kinder so leichter war, darüber zu sprechen. In beiden Klassen wurde auf Wunsch der SchülerInnen ein Sandstein in Essig über Nacht stehen gelassen und am nächsten Tag untersucht.

In Schule 1 wurde das Angebot Steine mitzubringen von den SchülerInnen sehr gut angenommen. Beim Besprechen der Steine wurde erwähnt, dass manche geschliffen sind und von einem Schüler angemerkt, dass Wasser Steine schleifen kann. Bei der Besprechung der Essigprobe wurde von den Kindern die Verbindung zu Kohlenstoffdioxid hergestellt. Dieselben Kinder wie in der ersten Einheit haben auch jetzt zusätzliche Aufzeichnungen in ihre eigene Notizbüchern gemacht. Andere hingegen ließen sich von der Brauseprobe ablenken und mussten mehrmals daran erinnert werden, das Forschertagebuch auszufüllen. Die SchülerInnen haben in dieser Stunde Aufforderungen wie „Schau mal!“ dazu genutzt, um andere aufmerksam zu machen. Sie haben einige der Steine aufgrund ihres Vorwissens benannt (Sandstein und Granit) und einige Objekte mit Dingen aus ihren früheren Erfahrungen verglichen („Das sieht aus wie ein Palast“ oder „Das ist Gold“).

In Schule 2 haben die Kinder auf die Einstiegsfrage der Lehrperson, wonach Objekte sortiert werden können, noch fast alle besprochenen Kategorien (Blattrand, Adern, Form, Farbe) aus der vorigen Einheit angegeben. Die SchülerInnen dieser Klasse waren am Beginn der Stunde verhaltener, als die von Schule 1. Hier haben acht von dreizehn Kindern eigene Steine mitgebracht. Beim Spiel A, Sortieren der Steine, haben sie die Kategorie „Glanz“ entdeckt und angewendet. Während des Vorzeigens der Essigprobe hat ein Schüler die Beziehung von Essig und Kalk durch „Der [Essig], der macht das sauber, der frisst den Kalk“ beschrieben. Die SchülerInnen waren sehr fokussiert und alle haben das Forschertagebuch ausgefüllt. Am Ende wurde gemeinsam verglichen. Dabei gab es aber einige Unstimmigkeiten. Hier ließ die Lehrperson im Zweifelsfall abstimmen oder mehrere Möglichkeiten hinschreiben. Die

SchülerInnen dieser Klasse haben ebenso wieder Aufforderungen genutzt, um Aufmerksamkeit zu erregen. Sie haben jedoch keinen der Steine selbstständig benennen können. Ähnlich wie in Schule 1 wurden Bezüge zur Erfahrungswelt der Kinder hergestellt, zum Beispiel beim Vergleich des Sandsteins in Essig mit kohlensäurehaltigem Mineralwasser oder Bier. Vergleichbar mit der ersten Einheit haben die Kinder gegenseitig ihre Beobachtungen kontrolliert und korrigiert. Beim gemeinsamen Ausfüllen der Riesentabelle haben die SchülerInnen nach der korrekten Schreibweise des Wortes „beige“ gefragt und zwei der Kinder ihr Forschertagebuch zurückhaben wollten, um es ausbessern zu können. Ein Schüler hat bereits im Vorfeld eine erste Hypothese entwickelt, was passieren würde, wenn man Sandstein über einen längeren Zeitraum in Essig lässt: „Der wird zu Sand“.

6.1.3. Einheit 3: Gliederfüßer

In dieser Einheit konnten die SchülerInnen am freiesten arbeiten und ihre Einteilung gänzlich selbst bestimmen.

In dieser Stunde fiel auf, dass die SchülerInnen weniger miteinander kommuniziert haben als in den anderen Einheiten und viele Fragen zu den abgebildeten Tieren stellten. Es hat sich keines der Kinder vor den Tierbildern geekelt. Eine Schülerin hat zuerst sehr viele Gruppen gebildet, sich dann aber aufgrund der knappen Zeit doch für die Einteilung in nur zwei Gruppen entschlossen. Einige der Lernenden haben ihr Vorwissen zu manchen Tieren angewandt, um diese einzuteilen. So hat ein Kind sowohl die Ameise als auch die geflügelte Ameise zu den Krabbeltieren gezählt, mit der Begründung, dass diese „normalerweise keine Flügel haben“. Ein anderes hingegen hat die Ameise in die Gruppe der Nicht-Flieger und die geflügelte Ameise in die Gruppe der Flieger gegeben, obwohl „sie schon gleich ausschauen, aber die eine fliegt und die andere nicht“.

In Schule 2 haben die Kinder nach dem Durchlesen des Arbeitsauftrages gewusst, was zu tun ist und konnten es der Lehrperson auch erklären. In dieser Klasse wurden viele Fragen zu den Namen der Tiere gestellt. Ein Schüler war besonders aktiv und wusste viele Tiernamen. Eine Schülerin hat sich vor den Bildern, vor allem von denen der Spinnen, aber auch von denen der Wanzen, geekelt. Man hatte jedoch im Laufe der Einheit den Eindruck, dass ihre Ausdrücke des Ekels weniger wurden.
Während der Einheit wurde von einer Schülerin eine tote Spinne gefunden. Die Lehrperson nutzte die Gelegenheit und gab allen Kindern die Möglichkeit, die Spinne mit der Lupe zu betrachten. Das wurde von allen, außer der Schülerin mit den Ekelgefühlen, wahrgenommen. Ein Teil der SchülerInnen hat anschließend das echte Exemplar mit denen auf den Fotos verglichen und versucht, es zuzuordnen. Generell waren die Kinder unterschiedlich schnell mit der Aufgabe fertig und haben sich am Ende gegenseitig geholfen.
Vor allem am Beginn der Stunde haben SchülerInnen sich gegenseitig auf einzelne Tiere aufmerksam gemacht. Viele Tiere wurden erkannt und dieses Wissen mit anderen SchülerInnen geteilt, wie zum Beispiel im Fall der Stechmücke. Hier hat ein Schüler versucht, das Tier einer Schülerin mit den Worten „ Das fliegt in der Nacht und sticht dich dann“ zu beschreiben. Eigene Entdeckungen wurden verbalisiert und so herausgefunden, dass „der Tausendfüßler 200 Füße hat“. Diese Information wurde vom Sitznachbarn aufgenommen und weiterverarbeitet. Sowohl der Schwalbenschwanz als auch die Honigbiene wurde von

manchen Kindern als Tier mit zwei Beinen angesehen. Auffallend war eine Schülerin, welche zu Beginn der Aktivität lange nicht wusste, nach welchen Kriterien sie ihre Tiere ordnen sollte. Auf Rückfrage der Lehrperson, nach welchen Eigenschaften denn in den vorigen Einheiten geordnet wurde, hat sie beschlossen, alle Tiere nach ihren Farben einzuteilen.

Im Verlauf der Einheit wurde in keiner der beiden Klassen eine Situation beobachtet, wo SchülerInnen aufgrund des Erhalts des zweiten Kuverts ihre Gruppeneinteilung noch einmal überdachten oder geändert haben.

Bei Kindern in beiden Schulen bestand am Ende der Einheiten Interesse daran, weiter forschend zu arbeiten. Einige der SchülerInnen wollten Materialien wie zum Beispiel die laminierten Laubblätter oder den Sandstein mit nach Hause nehmen. Sie haben nach dem Rückgabetermin der Forschertagebücher gefragt und manche haben erzählt, dass sie sich ein Mikroskop oder eine Lupe wünschen, um weiter beobachten zu können.

6.2. Forschertagebücher

Die Forschertagebücher der SchülerInnen wurden nach Schule (S1; S2) und mit zufälliger Nummer codiert. In Schule 1 wurde der Datensatz eines Schülers mit nicht Deutsch als Muttersprache aufgrund der sehr geringen Deutschkenntnisse nicht in Betracht gezogen. In beiden Schulen gab es je ein Kind mit Integrationshilfe (S1_15; S2_12). Die Formulierungen der SchülerInnen wurden beibehalten und gegebenenfalls der deutschen Rechtschreibung angepasst. Die Auflistung der Datensätze kann im digitalen Anhang nachgelesen werden.

6.2.1. Einheit 1: Laubblätter

Beim Analysieren der Forschertagebücher der beiden Laubblatteinheiten wurden die Kategorien „Größe“, „Form“, „Farbe“, „Blattrand“, und die optionalen Kategorien „Zeichnungen“ und „zusätzliche Beobachtungen“ betrachtet. Die Kategorie „Blattaderung“ wurde nicht miteinbezogen, da sie in Schule 1 länger behandelt wurde als in Schule 2 und dadurch die Ergebnisse nicht vergleichbar sind. Darüber hinaus hatten viele SchülerInnen beider Schulen Probleme die Blattadern zu beschreiben.

In Schule 1 haben neun (S1_1; S1_2; S1_3; S1_4; S1_5; S1_7; S1_9; S1_16; S1_18) von achtzehn Kindern ihr Blatt so beschrieben, dass aufgrund ihrer Arbeit eindeutig nachvollzogen werden konnte, welches Blatt sie gewählt hatten. In vier Fällen (S1_10; S1_12; S1_13; S1_14) war es unklar, ob die SchülerInnen ein Ahorn- oder Platanenblatt beschrieben haben. In fünf Arbeiten (S1_6; S1_8; S1_11; S_15; S1_17) war nicht erkennbar, welches Blatt gemeint war. Von diesen fünf hat S1_6 zwar den Blattrand falsch benannt und gezeichnet, der Rest der Zeichnung passt aber mehrheitlich zur Beschreibung. S1_8 hat den Blattrand als „gesägt“ beschrieben, aber als glatt gezeichnet. S1_17 hat ihn als „gezähnt“ beschrieben und gezeichnet, aber wahrscheinlich den gesägten Blattrand der Hainbuche gemeint. Ähnlich verhält es sich bei S1_11. Hier wurde der Blattrand als „gezähnt“ beschrieben und als gekerbt gezeichnet. S1_15 stellt einen besonderen Fall dar, da überhaupt nicht erschlossen werden konnte, welches Blatt gemeint ist.
Einigen SchülerInnen unterliefen beim Ausfüllen des Forschertagebuchs Fehler. Die Arbeiten zeigen, dass einige Probleme damit hatten, den Blattrand korrekt zu bezeichnen (S1_6, S1_11; S1_17). Auffallend sind die Schwierigkeiten der Kinder, die ein Ahorn- oder Platanenblatt gewählt hatten (S1_12; S1_13; S1_14). Das Blatt wurde entweder als „gezähnt“

(S1_12; S1_14) oder als „gezackt aber nicht gesägt“ (S1_13) beschrieben. Darüber hinaus hatten einige Probleme mit den Größenangaben, da sie entweder die Maßeinheiten nicht hingeschrieben (S1_1; S1_10; S1_17; S1_18), oder das Komma vergessen hatten (S1_9; S1_15).
Fünfzehn SchülerInnen haben die Möglichkeit genutzt, das ganze Blatt oder Teile davon zu zeichnen. Zwei Kinder (S1_3; S1_12) haben unter mehreren Kategorien unterschiedliche Details skizziert. S1_3 fällt durch die Detailzeichnung des Blattrandes und S1_4 durch die exakte Zeichnung des gesamten Blattes mitsamt Blattaderung auf. S1_13 hat zwar keine Zeichnung angefertigt, hat aber einen farblichen Unterschied zwischen Vorder- und Rückseite vermerkt sowie Form und Blattrand mit eigenen Worten beschrieben. Zusätzliche Beobachtungen wurden von sieben Kindern (S1_2; S1_3; S1_7; S1_10; S1_12; S1_14; S1_15) festgehalten, wobei drei SchülerInnen (S1_3; S1_7; S1_12) die Verfärbung des Blattes, eine/r den Blattstiel (S1_2), eine/r die Größe (S1_10), eine/r die Form (S1_15) und eine/r (S1_14) die Löcher im Blatt kommentiert haben.

In Schule 2 waren vierzehn SchülerInnen in dieser Einheit anwesend. Zehn (S2_1; S2_2; S2_3; S2_4; S2_5; S2_6; S2_7; S2_9; S2_13; S2_14) haben das ausgewählte Blatt so beschrieben, dass es eindeutig zugeordnet werden konnte, obwohl es auch hier Fehler in den Aufzeichnungen gab. Bei vier SchülerInnen (S2_8; S2_10; S2_11; S2_12) war das gewählte Blatt nicht eindeutig feststellbar. S2_8 hat eventuell das gesägte Blatt der Linde gemeint, es aber als „gezähnt“ bezeichnet. Farben- und Formbeschreibung würden jedoch auf ein Lindenblatt hinweisen. Bei S2_10 stimmt die Zeichnung nicht mit der Beschreibung des Blattrandes überein. S2_11 bezeichnet das Blatt sowohl als „glatt“ als auch als „gekerbt“, und macht es unmöglich, das Blatt zu identifizieren. Bei S2_12 ist es unklar, ob es sich um eine Platane oder einen Ahorn handelt und es besteht zusätzlich ein Widerspruch zwischen der Zeichnung und der Blattrandbeschreibung.
Ähnlich wie in Schule 1, hatten SchülerInnen (S2_11; S2_10; S2_12) Probleme beim Beschreiben des Blattrandes. Besonders auffällig waren hier ebenfalls die Schwierigkeiten den Blattrand von Ahorn oder Platane zu benennen. Die beiden Kinder, die diese Blätter gewählt hatten, haben sie als „gezähnt“ bezeichnet (S2_1; S2_8).
Zehn SchülerInnen haben in ihrem Forschertagebuch gezeichnet. Davon haben deutlich mehr Kinder als in Schule 1, nämlich neun (S2_1; S2_4; S2_6; S2_7; S2_8; S2_9; S2_10; S2_12; S2_13), mehr als eine Zeichnung angefertigt und nur ein Kind (S2_11) eine einzige gemacht. S2_1, S2_4, S2_7, S2_8, S2_9 und S2_12 haben verschiedene Details hervorgehoben. S2_6

und S2_13 haben hingegen je vier Mal fast identische Zeichnungen angefertigt. Die Formbeschreibung von S2_12 („Es sieht aus wie eine Hand“) fällt besonders auf. Zusätzliche Beobachtungen wurden von neun Kindern festgehalten. Davon beziehen sich fünf Kommentare auf den Blattstiel (S2_1; S2_3; S2_9; S2_11; S2_14), einer auf eine umgeknickte Spitze des Blattes (S2_2) und drei auf Löcher in den Blättern (S2_7; S2_12; S2_13), wovon ein Kommentar (S2_12) eine Interpretation („Es hat eine Raupe daran geknabbert“) beinhaltet. Von neun Kindern (S2_1; S2_3; S2_5; S2_6; S2_7; S2_9; S2_11; S2_13; S2_14) wurden zusätzliche Zeichnungen auf der Vorderseite der Forschertagebücher angefertigt. Dabei wurde entweder ein einzelnes Blatt abgezeichnet, oder die vier Kartonausschnitte nachgezogen und beschriftet.

Zusammenfassend kann für beide Schulen gesagt werden, dass die Mehrheit der SchülerInnen ein von ihnen gewähltes Laubblatt eindeutig beschreiben konnte. Anhand einiger Aufzeichnungen war der Grundbauplan des gewählten Blattes zwar erkennbar, es konnte aber nicht zwischen zwei ähnlichen Blättern unterschieden werden.
Nur bei wenigen war es unmöglich, auf das beschriebene Blatt zu schließen. Die Möglichkeit zu zeichnen wurde von fast allen SchülerInnen genutzt und zusätzliche Beobachtungen wurden von etwa der Hälfte, in Schule 2 deutlich öfters als in Schule 1, festgehalten. Die größten Schwierigkeiten hatten die Lernenden mit der Kategorie „Blattrand“ und von allen Kindern hat nur eines (S2_12) ihre Beobachtung auch interpretiert.

6.2.2. Einheit 2: Steine

In der zweiten Einheit wurde in den Forschertagebüchern nicht nur ein Objekt beschrieben, sondern vier verschiedene Steine in Tabellenform miteinander verglichen. Dabei wurden Fragen zu der Farbe, den Löcher, dem Schichtenaufbau, der Oberfläche und der Brauseprobe gestellt. Es zeigte sich, dass das Wort „Schichten" problematisch war, da es von den Lehrpersonen und den SchülerInnen unterschiedlich interpretiert wurde. Aufgrund dieser Unklarheiten wurde diese Kategorie von der Analyse ausgenommen.

In Schule 1 waren alle SchülerInnen anwesend. Hier haben zwei SchülerInnen (S1_1 und S1_10) nur den ersten Stein beschrieben und danach aufgehört. Generell war die Bezeichnung der Farbe eher einheitlich, die Beschreibung von Löchern, Oberfläche und zum Teil auch der Brauseprobe (Granit, Bergkristall) unterschiedlich.
Zehn von achtzehn SchülerInnen (S1_1; S1_3; S1_5; S1_8; S1_10; S1_12; S1_15; S1_16; S1_17; S1_18) meinten, dass Granit eine positive Brauseprobe auslöst. S1_12 schrieb sogar, dass dabei „viele Blasen" aufsteigen. Drei weitere SchülerInnen (S1_2; S1_6; S1_10) behaupteten, dass er Löcher hat. Die Oberfläche wurde eher widersprüchlich beschrieben. Einige SchülerInnen widersprachen sich sogar selbst, wie zum Beispiel S1_1, S1_2, S1_5, S1_6 und S1_16, die den Granit als „rau, glatt" bezeichneten.
Drei Kinder (S1_2; S1_8; S1_9) haben geschrieben, dass Kalkspat keine Reaktion mit Essig zeigt. Er wurde von dreizehn als „glatt" (S1_3; S1_4; S1_5; S1_7; S1_8; S1_9; S1_11; S1_12; S1_13; S1_14; S1_15; S1_16), von S1_17 als „rau" und von S1_2, S1_6 und S1_18 als „spitz" charakterisiert, wobei S1_2 und S1_6 ihn zusätzlich als „körnig" beschrieben. Nur zwei SchülerInnen (S1_2; S1_6) erkannten Löcher.
Die Brauseprobe des Bergkristalles wurde von acht Kindern (S1_3, S1_4; S1_7; S1_12; S1_14; S1_15; S1_17; S1_18) als positiv bewertet und die Oberfläche als „rau" (S1_3; S1_6; S1_7; S1_8; S1_13; S1_14; S1_15; S1_17; S1_18) , „spitz" (S1_4; S1_5; S1_9; S1_11; S1_12; S1_16) und „körnig" (S1_2; S1_3; S1_6) betrachtet. Die Beurteilung der Löcher war uneinheitlich, wobei sieben SchülerInnen (S1_2; S1_5; S1_6; S1_8; S1_12; S1_16; S1_17) meinten, er habe Löcher.
Die Brauseprobe des Sandsteines wurde hingegen von allen SchülerInner positiv bewertet. Sechs davon (S1_3; S1_4; S1_5; S1_6; S1_13; S1_16) haben Abstufungen zu den andern Objekten wie zum Beispiel durch „viele Blasen" verwendet und S1_12 hat beschrieben, dass das Gestein sich auflöst. Die Oberfläche wurde als „rau" (S1_2; S1_6; S1_7; S1_9; 14; S1_15; S1_17; S1_18) und „körnig" (S1_3; S1_4; S1_5; S1_8; S1_11; S1_12; S1_13; S1_16)

bezeichnet und hier meinten sechs der SchülerInnen (S1_2, S1_3; S1_4; S1_6; S1_9; S1_12), dass das Gestein keine Löcher hat.

In Schule 2 waren bei dieser Einheit nur dreizehn SchülerInnen anwesend. In dieser Schule haben alle ihre Forschertagebücher vollständig ausgefüllt. Die Kategorie „Farbe“ war, ähnlich wie in Schule 1, die Einheitlichste. Vergleichbar mit Schule 1 gab es Unterschiede in der Bewertung der Löcher, diese waren allerdings weniger groß als in Schule 1. Die Oberfläche wurde ebenso uneinheitlich beschrieben und auch hier gab es SchülerInnen, die sich selbst widersprachen. S2_1 war das einzige Kind, das seine Beobachtungen bei der Brauseprobe auch interpretiert hat, indem es bei positiver Probe auf Kalk geschlossen hat.
In Schule 2 haben vier (S2_3; S2_5; S2_8; S2_9) der Kinder notiert, dass sie Blasen gesehen haben, wenn sie Granit in Essig eintauchen. Löcher wurden ebenfalls von vier SchülerInnen (S2_4; S2_8; S2_11; S2_12) wahrgenommen. Die Oberfläche wurde von allen, bis auf zwei (S2_10; S2_11) als „rau“, von fünf hingegen als „glatt“ (S2_2; S2_3; S2_7; S2_10; S2_12) bezeichnet, wobei S2_2, S2_3, S2_5 und S2_12 das Objekt sowohl als „rau“ als auch als „glatt“ beschrieben haben. Zusätzliche Wörter für die Oberfläche waren „spitz“ (S2_2; S2_11; S2_14) und „körnig“ (S2_2; S2_12; S2_14).
Anders als in Schule 1 haben alle Kinder den Kalkspat als Mineral mit positiver Brauseprobe und ohne Löcher gesehen. Elf SchülerInnen (S2_1; S2_3; S2_4; S2_5; S2_7; S2_8; S2_9; S2_10; S2_11; S2_12; S2_13; S2_14) benannten die Oberfläche unter anderem als „glatt“ sowie vier (S2_2; S2_3; S2_7; S2_12) als „rau“. Zusätzlich wurden noch die Worte „spitz“ (S2_3; S2_5; S2_7; S2_9; S2_12; S2_14) und „uneben“ (S2_2, S2_12; S2_14) gebraucht. Zwei Kinder (S2_3; S2_7) haben „rau, glatt, spitz“ geschrieben.
Der Bergkristall wurde auch hier von zehn SchülerInnen (S2_1; S2_2; S2_4; S2_5; S2_7; S2_8; S2_9; S2_11; S2_12; S2_13; S2_14) als Mineral mit positiver Brauseprobe angesehen. Nur zwei (S2_5; S2_11) meinten, er habe keine Löcher. Die Oberfläche wurde als „spitz“ (S2_1; S2_8; S2_13), „rau“ (S2_3; S2_4; S2_5; S2_7; S2_9; S2_10; S2_11) oder auch hier wieder als „rau, glatt, spitz“ (S2_2; S2_12; S2_14) bezeichnet.
Gleich wie in Schule 1 wurde die Brauseprobe des Sandsteins einheitlich als positiv betrachtet, von einem Kind (S2_14) sogar als „stark!“ beschrieben. Alle bis auf ein Kind (S2_10) fanden, dass er Löcher hat. Die Oberfläche wurde von den SchülerInnen als „rau“ (S2_2; S2_3; S2_4; S2_5; S2_6; S2_7; S2_10; S2_11, S2_12; S2_14) und „körnig“ (S2_1; S2_2; S2_8; S2_9; S2_12; S2_13; S2_14) und von einem Kind (S2_14) als „bröselig“ bezeichnet.

Zusammenfassend kann für beide Schulen gesagt werden, dass die Farben zwar mit unterschiedlichem Wortlaut beschrieben wurden, diese aber doch recht ähnlich waren. Die Brauseprobe war bei Sandstein in beiden Schulen eindeutig, bei Kalkspat nur in Schule 2. Die übrigen Steine wurden beim Durchführen der Brauseprobe sehr unterschiedlich bewertet. Ebenso das Vorhandensein von Löchern in den Steinen, sowie die Beschreibungen der Oberfläche. In beiden Schulen haben SchülerInnen sich in ihren Angaben zum Teil selbst widersprochen.

6.2.3. Einheit 3: Gliederfüßer

In Einheit 3 haben die SchülerInnen aufgrund der freien Aufgabenstellung ungleich schnell gearbeitet und dabei unterschiedlich viele Tiergruppen gebildet.

In Schule 1 haben fünf Kinder (S1_1; S1_8; S1_10, S1_17; S1_18) die gegebenen Tiere kriterienstet geordnet. Dabei haben zwei SchülerInnen (S1_10; S1_17) das Vorhandensein von Flüglen, S1_8 und S1_18 äußere Merkmale der Tiere und S1_1 ihr individuelles Schönheitsempfinden als Unterscheidungsmerkmal gewählt. Zwei SchülerInnen (S1_9; S1_11) haben die Gruppen „Tiere mit Flügeln“ und „Tiere mit Beinen“ gebildet und somit in Tiere mit Flügel und Tiere ohne Flügel unterschieden.

Elf der SchülerInnen in Schule 1 (S1_2; S1_3 S1_4; S1_5; S1_6, S1_7; S1_10; S1_14; S1_16; S1_17) haben Lokomotion als zumindest eines ihrer Einteilungskriterien verwendet. Lebensraum wurde nur von drei SchülerInnen (S1_3; S1_4; S1_12) und Anzahl oder Form der Beine von acht (S1_3; S1_5; S1_7; S1_11; S1_12; S1_13; S1_14; S1_18) gebraucht.
Sechs SchülerInnen (S1_2; S1_6; S1_7; S1_8; S1_14; S1_16) haben eine „Käfergruppe“ gebildet. Diese Gruppe war sehr unterschiedlich, wobei fünf Kinder (S1_2; S1_6; S1_7; S1_14; S1_16) unter anderem alle Käfer in diese Gruppe gestellt haben, vier davon (S1_6; S1_7; S1_14; S1_16) alle Zikaden und zwei davon (S1_2; S1_6) alle Wanzen. S1_6 hat somit in die „Käfergruppe“ alle Käfer und Schnabelkerfen gegeben. Als Honigproduzenten wurden von drei Kindern nicht nur die Honigbiene (S1_2; S1_12; S1_6), sondern auch die Wespe und die Holzwespe (S1_2; S1_5; S1_6; S1_12) angesehen. S1_5 nannte sogar die Wespe und die Holzwespe als Honigproduzenten, die Honigbiene aber nicht. Schönheit wurde von vier (S1_1; S1_4; S1_7; S1_14), Stachel beziehungsweise Gift von zwei (S1_5; S1_18) und „Flügel, die man nicht sieht“ von zwei (S1_7; S1_14) SchülerInnen als eine der Kriterien verwendet. „Nervig“ haben zwei SchülerInnen (S1_5; S1_13) als gruppenbildende Eigenschaft gebraucht. S1_5 meinte damit die Stechmücke und die Stubenfliege. Diese Gruppe beschrieb er als „Sie mögen alles Süße“ und S1_13 schloss hier die Stubenfliege, die geflügelte Ameise und die Stechmücke ein. Hervorzuheben ist noch die Gruppierung von S1_3 mit der Beschreibung „Keiner ist allein unterwegs“. Hier wurden Honigbiene, Ameise und geflügelte Ameise zusammengefasst. Des Weiteren ist die Gruppe „Ameisengruppe - Viele Gramm heben“ von S1_12 außergewöhnlich. Hier inkludierte S1_12 die Ameise, die geflügelte Ameise, die Stubenfliege und die Stechmücke. Interessant ist hier S1_12, der die „Libellengruppe“ mit „Wenn wo ein See ist, fliegen sie zum See“ beschrieben hat. S1_15

bezeichnete eine Gruppe als „Sie werden zu Schmetterlingen – Agentenkrabben“, in die er den Steinläufer und den Tausendfüßer mit einbezieht.

Jedes Kind aus Schule 1 hat die beiden Schmetterlinge und die beiden „Tausendfüßer“ zusammen in eine Gruppe gegeben. Alle SchülerInnen, bis auf eine (S1_1), haben ebenfalls die Libellen zusammengeordnet. Fünfzehn Kinder (alle außer S1_1; S16; S1_17) haben die Lang- und die Kurzfühlerschrecke, vierzehn (S1_1; S1_2; S1_4; S1_6; S1_7; S1_9; S1_10; S1_11; S1_12; S1_13; S1_14; S1_16; S1_17; S1_18) die Honigbiene, Wespe und Riesenholzwespe gemeinsam gruppiert. Alle Kinder außer S1_1; S1_3; S1_8; S1_15; S1_18 haben darüber hinaus alle vier Spinnentiere in eine Gruppe gestellt. Auffallend sind die Arbeiten von S1_9, S1_10 und S1_11, die eine identische Einteilung der Tiere vorgenommen haben, obwohl sie nicht am gleichen Arbeitsplatz gearbeitet haben. Das macht ein gemeinsames Erstellen der Einteilung eher unwahrscheinlich.

In Schule 2 haben zehn (S2_1; S2_3; S2_4; S2_7; S2_10; S2_12; S2_13; S2_14; S2_15; S2_16) der fünfzehn anwesenden SchülerInnen die Tiere kriterienstet eingeteilt. S2_1 hat die Tiere nach Farben, S2_4 und S2_10 nach der Anzahl der Beine, S2_13 und S2_14 nach der Flugfähigkeit sowie S2_3, S2_7, S2_12, S2_15 und S2_16 nach äußeren Merkmalen sortiert.

Sieben SchülerInnen (S2_2; S2_5; S2_8; S2_9; S2_11; S2_13; S2_14) haben Fortbewegung als zumindest eines ihrer Einteilungskriterien verwendet. Lebensraum wurde von S2_8 und S2_9 als Kriterium, Anzahl und Form der Beine von S2_2, S2_4, S2_8, S2_9, S2_10, S2_11, S2_12, S2_15 und S2_16 zur Klassifikation verwendet. Den Besitz eines Stachels wurde von zwei SchülerInnen (S2_5; S2_15) und Schönheit von einer SchülerIn (S2_16) gebraucht, um die Tiere einzuteilen. Hervorzuheben ist die Einteilung von S2_12. S2_12 hat die Tiere zwar nur in zwei Gruppen, in eine, die fliegen kann, und eine, die nicht fliegen kann, eingeteilt. S2_12 hat aber als einziges Kind noch Untergruppen aufgrund der Morphologie gebildet.

Die Schmetterlinge wurden in dieser Schule von elf SchülerInnen (S2_2; S2_3; S2_5; S2_8; S2_9; S2_10; S2_12; S2_13; S2_14; S2_15; S2_16), die Libellen von allen bis auf S2_1 zusammengestellt. Die beiden „Tausendfüßer“ wurden von allen Kindern (außer S2_1; S2_4; S2_10) zusammengefasst. Elf SchülerInnen (S1_2; S1_3; S2_5; S2_7; S2_8; S2_9; S2_11; S2_12; S2_13; S2_14; S2_16) haben die vier Spinnentiere und alle bis auf eine SchülerIn (S2_1) die Kurz- und die Langfühlerschrecke in eine Gruppe gegeben. Für alle Kinder, außer S2_4, S2_6 und S2_10 gehörten die Honigbiene, Wespe und Holzwespe zusammen. Die

Kategorie „Käfer“ wurde von drei Kindern (S2_8; S2_11; S2_12) verwendet, jedoch hat keines hier alle Käfer inkludiert.

Die von den SchülerInnen ausgewählten Kriterien wurden in beiden Schulen nicht von allen konsequent befolgt und einige Tiere wurden aufgrund von falschen Informationen eingeteilt. Lernende haben zum Beispiel eine falsche Bein- oder Flügelanzahl verwendet. Zusammenfassend kann man sagen, dass in Schule 2 mehr Kinder kriterienstet eingeteilt haben, als in Schule 1. Die SchülerInnen der Schule 2 haben sich mehr auf Äußerlichkeiten, die auf den Bildern zu sehen sind, bezogen. In Schule 1 haben die Kinder vielfältigere, aber weniger oft kriterienstete Kategorien gebildet, die unter anderem auf ihren alltäglichen Beobachtungen beruhen können.

6.3. Interviews

Die im Anschluss an die letzten Einheiten geführten qualitativen Interviews wurden angelehnt an Krüger und Riemeier (2014) aufgearbeitet. Die Interviews wurden aufgezeichnet, ein Gesamttranskript angefertigt und der individuelle Dialekt bereinigt, da dieser in diesem Kontext nicht signifikant ist. Danach wurden die Aussagen der Interviewpartner paraphrasiert, selegiert, gekürzt und transformiert. Im Anschluss daran wurden sie nach thematischen Sinneinheiten geordnet und relevante Aussagen beider Lehrpersonen in einem Fließtext erläutert und verglichen. Die Aussagen wurden den Kategorien „andere behandelte biologische Sachunterrichtsthemen“, „Vorbereitung“, „Material“, „ausgewählte Themen“, „Durchführung“, „Eindruck von den SchülerInnen“ und „Beobachtungskompetenz“ zugeordnet. L1 steht für die Lehrperson aus Schule 1 und im digitalen Anhang sind ihre Aussagen unter Interview 1 zu finden. L2 ist die Abkürzung für die Lehrperson von Schule 2, im digitalen Anhang befinden sich ihre Aussagen im Interview 2.

An beiden untersuchten Schulen wurden in diesem Semester bereits andere biologische Sachunterrichtsthemen unterrichtet (L1 12-18, L2 52-57). In Schule 1 wurde mit dem Thema Laubblätter (L1 122-123) in diesem Schuljahr schon gearbeitet, in Schule 2 noch nicht.

6.3.1.Material

Beide Lehrpersonen fühlten sich durch das Material im Vorfeld sehr gut vorbereitet (L1 21-22, 45-46, 55; L2 12-13). Sie hatten unterschiedliche Erwartungen. L1 hat sich von Einheit 2 am meisten erwartet und bei der Laubblatteinheit Schwierigkeiten antizipiert, da dieses Thema bereits behandelt wurde (L1 116-128). L2 hat vor der Durchführung Einheit 3 als Schwierigste eingeschätzt (L2 324). Durch die erstellte Fachinformation fühlten sich beide Lehrpersonen sehr gut vorbereitet (L1 149; L2 123). L1 war etwas unschlüssig, ob „in Zeiten des Internets“ die Hintergrundinformation in diesem Ausmaß überhaupt gebraucht wird oder ob sie doch wichtig ist (L1 67-71, 80). L2 empfand die gegebenen Informationen als „fast zu viel, fast zu hochwissenschaftlich für Volksschullehrer“ (L2 120-129). Die Stundenbilder wurden von beiden als übersichtlich (L1 61-65; L2 13, 130-131, 187-198) und abwechslungsreich betrachtet (L1 25-26; L2 171-175). Es wäre beim Unterrichten selber möglich gewesen, den dort angegebenen zeitlichen Rahmen einzuhalten, da es aber nicht zwingend notwendig war, die Kinder beim Arbeiten zu unterbrechen, haben L1 und L2 bei der Durchführung zum Teil auch stundenübergreifend gearbeitet (L1 84-91; L2 133-147). Die

erforderliche Zeit und die Motivation, mit der ihre SchülerInnen arbeiten, ist oft sehr abhängig von ihrer Tagesverfassung (L1 218 ;L2 136) und schwierig einzuschätzen (L2 135). Die Arbeitsblätter fanden beide Lehrpersonen gut aufbereitet (L1 93-115; L2 161-171). Die Kinder haben „auch mit den Arbeitsaufträgen sehr klar arbeiten können“ (L2 13-15) und haben bereits vor den Einheiten mit Tabellen gearbeitet (L1 108). „Alleine die Idee, da so ein Forschertagebuch zu machen“ ist super (L1 98), weil die SchülerInnen damit ganzjährig und zu jedem Thema in der Natur arbeiten können (L1 99-115). Das Material wurde als differenzierungsfähig erachtet, da es der Lehrperson viel Spielraum gibt. Darüber hinaus fordern die Arbeitsweisen, wie Partnerarbeiten, dass SchülerInnen voneinander lernen (L1 25-26, 132-138, 268-276; L2 180-193). Beim Unterrichten merkt man das unterschiedliche Wissen und die verschiedenen Interessen der Kinder (L1 305-307; L2 69-72). Des Weiteren fand L2 die angebotenen Erklärungen gut, vor allem die Erklärung wie Biologen ordnen, hat ihr „irrsinnig gut gefallen“ und das haben ihre SchülerInnen ihrer Meinung nach „verblüffend gut gecheckt“ (L2 220-222).

6.3.2. Durchführung

Bei der Durchführung der Einheiten ist es beiden Lehrpersonen sehr gut gegangen (L1 21-30, 35, 169-179; L2 68). „Es war vom Ablauf einfach zu bewerkstelligen, es war gut organisiert, es war viel Material dabei, es war viel für die Kinder zum Schauen und Angreifen und zum Sehen und wenn das zusammenstimmt, dann dauert ein Unterrichtsstunde für Kinder nicht so lange wie sonst“ (L1 26-30).

In Schule 1 war trotz der Bedenken gegenüber dem Thema Laubblätter diese Einheit für die SchülerInnen aufgrund der forscherähnlichen Tätigkeit spannend und hat gut funktioniert (L1 49-54, 119-128). Die Einheit zu den Steinen wurde in dieser Art noch nie durchgeführt, war sowohl für L1 als auch für die Kinder interessant und ist „am besten angekommen“ (L1 49-54, 119-128). Die Einheit zu den Gliederfüßern empfand L1 als Einfachste, weil die Lernenden viel frei entscheiden konnten und schneller fertig waren, als sie erwartet hatte (L1 259-261). L1 hat es gefreut, dass die Kinder bei allen drei Themengebieten mit vollem Interesse dabei waren (L1 303-305). Die SchülerInnen haben gut und übersichtlich gearbeitet (L1 37-40, 93), auch wenn es immer Unterschiede zwischen den einzelnen Kindern gibt (L1 115, 183-189, 198-204).

In Schule 2 hatte die Lehrperson den Eindruck, dass jede der Stunden etwas Besonders hat (L2 96), aber es den SchülerInnnen bei den Blättern besser gegangen ist, als bei den Tieren. Auch in dieser Schule waren die SchülerInnen fasziniert von den Steinen, da ein Versuch immer etwas Besonderes für die Kinder ist (L2 75-84). Obwohl die Tierstunde ihrer Meinung nach „fast die Schwerste ist“ (L2 324), war die Begeisterung der SchülerInnen groß, das „farbenprächtige Bild an der Tafel“ und das Präsentieren etwas Besonderes (L2 90-100). Die Lehrperson hat den Eindruck, dass die Kinder sehr gut mitgearbeitet haben (L2 13-15, 69, 137-139, 242) und interessiert bei der Sache waren (L2 14, 101, 137, 271). Die SchülerInnen waren in der ersten Einheit vielleicht noch etwas zurückhaltender, da sie noch nicht mit dem Geschehen vertraut waren, wurden im Laufe der Einheiten jedoch immer mutiger (L2 244-256). L2 hat angegeben, dass sie einen Unterschied im Verhalten der Kinder zwischen Regelunterrichtsstunden und diesen Einheiten bemerkt hat, da manche ihre Interessen ausleben und zeigen konnten, was sie können, auch wenn sie im Regelunterricht, wie zum Beispiel Mathematik, nicht so gut sind (L2 368-393).

6.3.3. Beobachtungskompetenz

L1 empfand die Themenbereiche als sehr unterschiedlich (L1 237-238). Sie meint, dass es dadurch schwer zu sagen ist, ob sich die Fähigkeit zu beobachten durch die Einheiten verbessert hat. L1 meint aber weiter, dass ihr Gefühl sagt, dass es besser geworden ist und dass die Kinder, wenn sie durch die Natur gehen, sich an Dinge aus den Einheiten erinnern werden. Einige legen jetzt schon Forschertagebücher an und haben in den Einheiten die Arbeitsweise des Vergleichens geübt. Die SchülerInnen haben auf alle Fälle durch diese drei Stunden die Kompetenz entwickelt „wie man sich selber Unterscheidungsmerkmale überlegt und aufschreibt“ (L1 239-242). L1 glaubt, dass die Einheiten sicher dazu beigetragen haben, Interesse zu wecken (L1 311), sich die SchülerInnen sicher weiter damit beschäftigen und zum Beispiel die Essigprobe auch zuhause durchführen werden (L1 280-293).

L2 hat trotz der sehr unterschiedlichen Themen das Gefühl, dass die SchülerInnen schon sehr genau beobachtet haben. Sie denkt, dass sie sich verbessert haben, weil sie sich nun mehr trauen und motivierter und mit mehr System an die Aufgaben herangehen (L2 311-321). Das Interesse der Kinder war in ihren Augen groß und konnte daran gesehen werden, wie viele von ihnen in der zweiten und dritten Einheit Steine mitgebracht haben. Das ist „sensationell“ und etwas „Besonderes“ und ein Zeichen, dass sie das Thema interessiert hat. Es hat den

SchülerInnen offensichtlich gefallen und spricht für das ausgewählte Thema (L2 100-118). Das Interesse mit der Lupe zu forschen ist ihrer Meinung nach geweckt worden und sie glaubt, dass einige der Kinder nach Hause gehen und „sich sicher damit beschäftigen“ und sich eine Lupe wünschen werden (L2 294-307, 336-339).

6.3.4. Verbesserungsmöglichkeiten der Einheiten

Grundsätzlich würden beide Lehrpersonen die Unterrichtseinheiten so ähnlich wieder unterrichten (L1 315; L2 308-412, L2 397), hatten aber auf Nachfrage einige Anmerkungen. L1 würde die Einheiten nicht so knapp hintereinander unterrichten, sondern auf das Schuljahr verteilen (L1 318-320). Sie hat darauf hingewiesen, dass es in einer Klasse mit hohem Migrationsanteil schwierig sein könnte, mit Beschreibungen zu arbeiten (L1 349-351). L2 meinte, dass mit dem zweiten Kuvert in der Tierstunde wahrscheinlich einige der SchülerInnen überfordert waren und man vielleicht mehr Zeit für das Vergleichen bräuchte (L2 427-444). Die Idee von L2 eine blickdichte Stofftasche zu verwenden, um die Kinder die Kartonausschnitte der Blätter abtasten zu lassen, darf so gerne übernommen werden und L2 glaubt, dass solche Überraschungsmomente neugierig machen und taktiles Arbeiten den Kindern gut tut (L2 447-463).

L1 und L2 hatten beide Spaß am Unterrichten der geplanten Einheiten (L1 301; L2 397) und waren über das Interesse und der Begeisterung ihrer SchülerInnen erfreut (L1 303-304; L2 226).

7. Diskussion

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurden die gesammelten Daten herangezogen und anhand der vier Kategorien des Übergangs von der alltäglichen zur wissenschaftlichen Beobachtung von Eberbach und Crowley (2009) interpretiert. Im Anschluss wurden die entwickelten Unterrichtseinheiten evaluiert und die beiden Forschungsfragen beantwortet.

7.1. Erwartungen und Hypothesenbildung

Die Daten zeigen, dass die SchülerInnen in allen drei Einheiten durch ihr Vorwissen und die daraus resultierenden Erwartungshaltungen beeinflusst wurden. Das wurde im Unterricht sowie anhand der Unterschiede der beiden Versuchsklassen bemerkbar. Diese Abweichungen bezüglich der Erwartungen zwischen den beiden Schulklassen können an der Mehrstufigkeit von Schule 1 und daher den zum Teil älteren Kindern oder an dem Naturschwerpunkt und dem damit verbundenen größeren Vorwissen in Schule 1 liegen. Obwohl das Bilden von Hypothesen eigentlich ein Hinweis auf wissenschaftliches Beobachten ist, konnten auch negative Auswirkungen der Erwartungen von SchülerInnen beobachtet werden.
In Einheit 1 wird das anhand der Verwechslung von Platanen- und Ahornblättern deutlich. In Schule 1 waren die SchülerInnen mit den Laubblättern schon vertraut. Einzig das Platanenblatt wäre neu für sie gewesen. Es gab jedoch einige Kinder die Ahorn- und Platanenblatt als gleich angesehen und beide als „Ahorn“ bezeichnet haben. Sie haben hier aufgrund der Ähnlichkeit der Platane zu ihrem mentalen Konzept eines Ahorns nicht auf Unterschiede geachtet, obwohl sie, nachdem sie wussten, dass es nicht das gleiche Blatt ist, Unterscheidungsmerkmale gefunden haben. In Schule 2 hingegen, wo SchülerInnen wenig Vorwissen hatten, gab es diese Verwechslung nicht. Die Kinder haben die beiden immer als unterschiedliche Blätter wahrgenommen und auch in ihren Beschreibungen waren die Unterscheidungsmerkmale im Vergleich mit Schule 1 klarer ersichtlich. Das könnte daran liegen, dass die Kinder die Blätter unbeeinflusst untersuchen konnten. Dieses Beispiel zeigt, dass die SchülerInnen der Schule 1 ihre Beobachtungen selektiv genutzt haben und widersprüchliche Beweise, die sie durchaus wahrnehmen konnten, ignoriert haben (vgl. Harlen, 2000, S. 57).
In Einheit 2 haben die Kinder ihre Beobachtungen verhältnismäßig oft mit Erfahrungen aus anderen Lebenssituationen verglichen. Bereits zu Beginn der Stunde wurde der Alltagsbezug von beiden Lehrpersonen hergestellt, indem sie bei der Erklärung der Brauseprobe auf Essig

als Kalkentferner und Putzmittel hingewiesen haben. Die SchülerInnen von Schule 1 haben zwar wieder zwei der vier Steine selbstständig benennen können, das war aber mit mehr Nachfragen als in Einheit 1 verbunden und die Kinder wirkten weniger sicher in ihren Bestimmungen. Andere SchülerInnen dieser Schule haben den Bergkristall einfach mit einem „Palast“ und einen mitgebrachten Pyrit mit „Gold“ verglichen. In Schule 2 wurde wieder kein Objekt selbstständig erkannt, aber auch hier war der Vergleich mit alltäglichen Dingen präsent, als beispielsweise die positive Brauseprobe mit „Mineralwasser“ und „Bier“ verglichen wurde. Ein Grund für diese Alltagsvergleiche könnte sein, dass Kinder und Lehrpersonen weniger mit dem Themengebiet vertraut waren und daher ihre neuen Erfahrungen eher mit alltäglichen verglichen haben (vgl. Harlen 2000, 56-57).

In Einheit 3 haben die SchülerInnen ihr Vorwissen besonders oft anwenden müssen, da mit Fotos gearbeitet wurde und gewisses Vorwissen zum Konstruieren von Kategorien wie „Sie haben Gift“, „Sie haben Flügel aber man sieht sie nicht“ oder „Sie können springen“ notwendig war. Vor allem in Schule 1 wurden viele Einteilungen getroffen, die nicht nur auf den gegebenen Bildern basieren können. Viele Kinder beider Schulen waren mit einigen Tieren vertraut und konnten sie richtig benennen.
Vorwissen führte aber auch in diesem Fall mitunter zu falschen Einordnungen aufgrund von Halbwissen und Halbwahrheiten. So haben vier Kinder aus Schule 1 eine Gruppe von Honigproduzenten erstellt. Diese beinhaltete aber nicht nur die Honigbiene, sondern auch die Wespe und Holzwespe, die wohl auf Grund des ähnlichen Aussehens in diese Gruppe gestellt wurden.
Auch bei der Einordnung nach Beinanzahl wird die Verwechslung von Vorstellungen und Beobachtungen deutlich. Einige der Gliederfüßer wurden als Tiere mit nur vier Beinen gesehen. Das ist beim Schwalbenschwanz noch nachvollziehbar, da er auf dem gegeben Foto sowie in der Natur oft den Eindruck erweckt, als hätte er nur vier Beine. Interessanterweise haben aber einige der SchülerInnen das rote Ordensband auch in diese Gruppe eingeordnet, obwohl am Foto kein einziges Bein zu sehen ist. Gründe hierfür könnten die Ähnlichkeit der beiden Falter sein, so dass die Kinder erwartet haben, dass die Beinanzahl gleich sein müsste, oder wieder ihre Vorerfahrung und die daraus resultierenden Erwartungshaltungen sein.

Abbildung 14: Schwalbenschwanz

Abbildung 15: Rotes Ordensband

Bei anderen Tieren wie beispielsweise der Ameise, wo auf dem Bild zumindest fünf Beine zu sehen sind, oder der Zikade, wo auf dem Bild drei Beine sichtbar sind, wurde vermutlich sowohl während der Einheit, als auch außerhalb schlecht beobachtet.

Es gab in beiden Schulen zusammengenommen nur eine einzige explizite Hypothesenbildung (der Sandstein wird zu Sand, wenn er bis zum nächsten Tag im Essig bleibt) die im Rahmen der Beobachtungen registriert wurde. Hier hat der Schüler seine Erfahrung (Sandstein löst sich in Essig) mit seiner Erwartung (bleibt er länger in Essig, löst er sich mehr auf) kombiniert.

Die Ergebnisse zeigen, dass Vorwissen und die damit verknüpfte Erwartungshaltung die Beobachtungen der SchülerInnen definitiv beeinflusst haben.
Sind Kinder mit den Objekten nur wenig vertraut, verknüpfen sie ihre Beobachtungen mit unabhängigen Erfahrungen aus ihrer Lebenswelt. Das war besonders in Einheit 2, aber auch in Einheit 3 erkennbar. Die Ergebnisse aus Einheit 3 ähneln Kattmanns Studie zu Konzepten der Klassifikation von Tieren, in der er festgestellt hat, dass taxonomische Kategorien keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen und SchülerInnen ihre Einteilungen auf Kriterien stützen, die ihnen direkt zur Verfügung stehen (2001, S. 145). Das würde auch Harlen (2000, S. 57) bestätigen, da sie sagt, dass Kinder bereits gemachte Erfahrungen heranziehen, um neue einzuordnen.
Diese Vorgehensweise hat in einigen Einheiten Schwierigkeiten verursacht. In Einheit 1 fiel es den Kindern schwer, Unterschiede von mutmaßlich gleichen Blättern zu finden. In Einheit 3 haben SchülerInnen, vergleichbar mit Allens Studie zu taxonomischen Wissen von VorschülerInnen (2015, S. 126), die sich bereits auf abstraktere Kriterien und nicht nur auf

die abgebildeten morphologischen bezogen hatten, mehr Probleme, die Tiere richtig und kriterienstet einzuordnen.

Vergleicht man die erhaltenen Resultate mit Eberbachs und Crowleys (2009, S. 55) Raster, kommt man zu dem Schluss, dass die SchülerInnen vorwiegend versucht haben, ihre Beobachtungen mit vorhergehenden Erfahrungen zu erklären. Des Weiteren haben manche ihre Vorstellungen mit tatsächlichen Beobachtungen verwechselt. Es gab zwar ein Kind, das eine explizite Hypothese gebildet hat, generell sind die gemachten Beobachtungen aber eher als Alltagsbeobachtung einzuordnen.

7.2. Bereitschaft die Beobachtungen fortzusetzten

Viele SchülerInnen haben Bereitschaft gezeigt, die Beobachtungen fortzusetzen, indem sie nicht nur die Aufgabenstellungen ausreichend bearbeitet, sondern Dinge gemacht haben, die über das geforderte Maß hinausgingen sowie auch Freude bei der Durchführung der Einheiten erkennen ließen.

Einige SchülerInnen haben mehr Aufzeichnungen, als von ihnen in der Aufgabenstellung verlangt wurde, gemacht. In Einheit 1 wurden von den Kindern der Schule 2 zusätzliche Zeichnungen von Laubblättern auf den Forschertagebüchern angefertigt. In Schule 1 haben drei SchülerInnen sogar private Aufzeichnungen in ihr eigenes Notizbuch gemacht. Das lässt vermuten, dass sie die erworbenen Informationen auch weiter verwenden möchten.

Einige nennenswerte Ereignisse, die auf die Motivation der Kinder schließen lassen, konnten während der Einheiten beobachtet werden.
In Einheit 2 hat in beiden Schulen ein Großteil der SchülerInnen Gesteine und Minerale von zuhause mitgebracht. Das zeigt, dass sie sich auch außerhalb des Unterrichts mit dem Thema der kommenden Einheit beschäftigt und sich die Mühe gemacht haben, Objekte mitzubringen. Das ist auch der Lehrperson in Schule 2 positiv aufgefallen und dieser zusätzliche Aufwand zeigt Motivation und Interesse. Die anschließende Brauseprobe wurde nicht nur mit den gegebenen, sondern auch mit den mitgebrachten Objekten begeistert durchgeführt. Das könnte daran liegen, dass die Kinder selbstständig einen Versuch machen durften oder daran, dass sie Steine auf diese Weise noch nicht untersucht haben.

Des Weiteren haben fast alle SchülerInnen in Schule 2 die gefundene tote Spinne mit der Lupe betrachtet. Einige haben sie mit den gegebenen Bildern verglichen und versucht sie anhand morphologischer Ähnlichkeiten zu bestimmen. Das zeigt, dass ein erstes Interesse am Bestimmen von Tieren geweckt wurde.
In der Literatur wird kritisiert, dass in der Schule oft zu wenig Zeit für Beobachtungen zur Verfügung gestellt wird (vgl. Eberbach & Crowley, 2009, 59-60). Auch beim Durchführen dieser Einheiten wurde die Zeit knapp. Beide Lehrpersonen haben jedoch die Unterrichtsstunde um ein paar Minuten verlängert, da sie die Kinder in ihren Tätigkeiten nicht unterbrechen wollten. Das ungestörte Arbeiten könnte weiter dazu beigetragen haben, dass die SchülerInnen Freude an den Aufgaben hatten. Darüber hinaus könnte sich die spielerische Art, in der die Reflexion stattgefunden hat, positiv auf die Kinder ausgewirkt haben.

Der Einfluss von unterschiedlichen Persönlichkeiten und Interessen der SchülerInnen konnte ebenso beobachtet werden. Ein Schüler war beispielsweise in Einheit 3 sehr involviert und wollte viele Tiernamen und weiterführenden Erklärungen wissen, eine andere Schülerin hingegen hat sich geekelt und nur das Notwendigste gemacht. Diese Unterschiede wurden auch von den Lehrpersonen wahrgenommen und im Interview angesprochen.
Persönliche Vorlieben und Zuneigung zu Organismen waren beim Aufmachen der Kuverts mit den Tierbildern sichtbar, da viele Kinder sich gefreut haben, wenn sie ein Tier, das sie mochten, unter den Bildern gefunden haben.

Der Wille, Beobachtungen außerhalb des Unterrichts weiterzuführen, war gegeben. Einige Kinder haben erzählt, dass sie sich ein Mikroskop oder eine Lupe wünschen würden, um auch zuhause forschen zu können. Viele der SchülerInnen hätten gerne Material (zum Beispiel Sandstein und laminierte Laubblätter) oder ihre Forschertagebücher direkt mit nach Hause genommen. Die Lehrpersonen meinen, dass die Kinder Selbstbewusstsein in den durchgeführten Arbeitsweisen gewonnen haben und dadurch ihre Bereitschaft steigt, Beobachtungen auch außerhalb der Schule durchzuführen.

Freude im Schulalltag konnte sowohl bei den SchülerInnen als auch bei den Lehrpersonen gesehen werden. „Besonders die kurzzeitigen Gefühlsregungen [...] fügen der sachlichen Information eine persönliche Bewertung hinzu“ und können die „kognitive Leistung“ begünstigen (Gesing, 1997, S. 187). Das konnte daran gesehen werden, dass sich die SchülerInnen viel gemerkt haben. Die Unterrichtsstunde ist den Kindern kurz vorgekommen

und sie waren interessiert und mit Begeisterung bei der Sache. Beide Lehrpersonen hatten Spaß am Unterrichten, freuten sich über das Interesse und die Begeisterung der Kinder und würden die Einheiten grundsätzlich so gerne wieder unterrichten.

Die SchülerInnen haben in den Einheiten nicht nur leicht zugängliche Informationen bearbeitet, sondern zum Teil bewusst Informationen, auch über Objekte, die nicht direkt Teil der Aufgabe waren, gesammelt. Sie haben positive Gefühle für manche Organismen zum Ausdruck gebracht und eindeutig Bereitschaft zur Fortsetzung gezeigt. Daher könnte man diesen Aspekt ihrer Beobachtungen bezogen auf Eberbach und Crowley (2009) schon eher als wissenschaftliche Beobachtung betrachten.

7.3. Wahrnehmung

Kinder haben oft Schwierigkeiten, relevante von irrelevanten Eigenschaften zu unterscheiden (vgl. Eberbach & Crowley, 2009, S. 47). Um den SchülerInnen dabei zu helfen, ihre Beobachtungen auf wesentliche Aspekte zu lenken, wurden sie auf verschiede Weise unterstützt. Das wurde durch Hilfsmittel wie Lupen, fachwissenschaftlichen Input, Leitfragen und Aufgaben zur Reflexion der Beobachtungen ermöglicht.

Die SchülerInnen haben ihre Beobachtungen vor allem durch Sehen (alle drei Einheiten) und durch Fühlen (Einheit 1 und 2) wahrgenommen. Dabei konnten sie ihr Lineal und die Taschenlupe als Hilfsmittel verwenden. Das wurde von den Kindern sehr gut angenommen. Sie haben besonders gut mit der Taschenlupe gearbeitet, was daran liegen kann, dass es für sie neu und dadurch spannend war.

Um Wahrnehmungen durch Fachwissen filtern zu können, wurde den beiden Klassen theoretischer Input geboten.
In Einheit 1 war dieser am umfangreichsten. Bei der Analyse der Ergebnisse fiel auf, dass die Kategorie „Blattadern“, die in Schule 1 nur kurz und in Schule 2 gar nicht behandelt wurde, den SchülerInnen die meisten Probleme bereitet hat. Das Beschreiben des Blattrands des Ahorns und der Platane war ebenso schwierig für sie, möglicherweise deshalb, da diese Form nicht explizit besprochen wurde.
Ähnliches konnte in Einheit 2 beobachtet werden. Hier gab es keine zusätzlichen Erklärungen zu den in der Tabelle gebrauchten Begriffen. Das könnte ein Grund sein, warum die Eigenschaften in den Kategorien „Schichten“, „Löcher“ und „Oberfläche“ von den SchülerInnen so unterschiedlich wahrgenommen wurden. „Schichten“ hat sich als besonders problematisch herausgestellt, da das Wort sowohl von Kindern also auch von den Lehrpersonen verschieden interpretiert worden ist.
In Einheit 3 gab es keinen fachwissenschaftlichen Input da ausprobiert wurde, wie gut die Kinder frei arbeiten konnten und der zeitliche Rahmen für diese Einheit knapp war. Fast alle SchülerInnen haben offensichtliche Merkmale der Tiere wahrgenommen. Die Ähnlichkeiten der Schmetterlinge, Spinnentiere und Libellen wurden beispielsweise meist gut erkannt und die Tiere daher jeweils in eine Gruppe gegeben. Allgemein lassen sich die Einteilungskriterien mit den Ergebnissen von Kattmanns (2001) Studie vergleichen; Viele SchülerInnen bezogen sich auf Habitat, Lokomotion oder tatsächliche oder wahrgenommene Anzahl der Beine.

Probleme gab es bei nicht so offensichtlichen Merkmalen. Zum Beispiel wurde von mehreren Kindern eine „Käfergruppe“ gebildet. Den meisten SchülerInnen war aber offensichtlich nicht ganz klar, welche Eigenschaften einen Käfer ausmachen, und so hat es den Eindruck, als hätten sie die Objekte eher zufällig ausgewählt.
Anhand dieser Beispiele ist ersichtlich, dass es wichtig ist, den Kindern von Beginn an einheitliche Definitionen zur Verfügung zu stellen, um ihnen zu helfen, die Fragestellung zu verstehen und ihre Beobachtungen zu fokussieren.

Ebenfalls unterschiedliche Beobachtungen haben die Kinder bei der Brauseprobe gemacht. Nur das Extrembeispiel Sandstein wurde von allen positiv wahrgenommen, die anderen Steine sehr verschieden bewertet. Die Probe wurde aber von den Lehrpersonen vorgezeigt und genau besprochen. Die Ergebnisse könnten an den ungewohnten Materialien sowie der ungewöhnlichen Situation des selbständigen Experimentierens liegen. Weitere Gründe dafür könnten sein, dass die Bedeutung der Resultate nicht allen SchülerInnen klar, oder die Auswahl der zu erprobenden Objekte nicht optimal war.

Um den SchülerInnen bei der Auswahl des Kriteriums, unter dem beobachtet werden soll, zu helfen, wurden am Beginn der Einheiten 1 und 2 Gruppierungsspiele durchgeführt und die Forschertagebücher als Unterstützung verwendet.
Die Gruppierungsspiele verlangten von den Lernenden Kriterien zu bilden, um Objekte vergleichen zu können. Diese wurden in Einheit 1 zuvor besprochen, in Einheit 2 wurden ähnliche Eigenschaften selbstständig gefunden. Einheit 3 baut auf gänzlich selbstständigem Gruppieren von Tieren auf und es war merkbar, dass einige der SchülerInnen Probleme hatten, selbst Kriterien zu finden. Sie mussten zum Teil sehr lange überlegen, nach welchen Eigenschaften sie die Tiere einteilen möchten.
In den Forschertagebüchern waren die Leitfragen eine geeignete Hilfestellung. Die Vergleichstabelle hat ebenso recht gut funktioniert. Die Kärtchen hingegen haben sehr unterschiedliche Resultate erzielt. Durch die Kärtchen sollten die SchülerInnen ihr Ordnungsprinzip selbstständig finden und benennen. Das hat einerseits vielfältigere Ergebnisse und Beobachtungen als in den ersten beiden Einheiten hervorgebracht, andererseits haben einige Kinder irrelevante Eigenschaften oder nur den Gruppennamen ohne Erklärung aufgeschrieben. Das zeigt, dass diese Kinder in dieser Einheit mehr Unterstützung gebraucht hätten, um die Aspekte, unter denen sie beobachten wollten, auszuwählen. Eine andere Schülerin hat hingegen bereits Untergruppen gebildet. Das geht über für diese

Altersgruppe zu erwarteten Ergebnisse hinaus (vgl. Gega & Peters, 1998) und zeigt, dass diese Schülerin mit dem offeneren System offensichtlich gut zurechtgekommen ist.

Die Kinder wurden durch die Ratespiele dazu angehalten, über ihre Beobachtungen zu reflektieren. Es hat sich gezeigt, dass sie sich im Zuge dessen gegenseitig auf relevante Aspekte aufmerksam gemacht und Fehler verbessert haben. Des Weiteren haben sie durch die Partnerarbeiten erkennen können, durch welche Eigenschaften die Objekte gut zu charakterisieren sind.

Nur zwei Kinder haben die gewonnen Daten interpretiert. Eine Schülerin hat aufgrund ihres vorhergehenden Wissens von den Löchern in ihrem Laubblatt auf die Einwirkung einer Raupe geschlossen. Ein anderes Kind hat seine Ergebnisse bei der Brauseprobe anhand der vorhergehenden Erklärung der Lehrperson interpretiert und von der Brauseintensität auf den Kalkgehalt rückgeschlossen.

Während der Einheiten haben die SchülerInnen es mit Unterstützung geschafft, relevante Eigenschaften herauszufinden. Sie haben begonnen, Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden und geübt mittels Reflexion ihre Beschreibungen zu verbessern. Sie haben zum Teil ihre Eindrücke mit Vor- und Fachwissen kombinieren können und waren in der Lage Objekte zu gruppieren und zu ordnen.
Eine Interpretation der Ergebnisse und bewusste Verknüpfung der Beobachtungen mit Hintergrundwissen war jedoch nur bei zweien zu sehen. Daher können die Resultate eher als alltägliche Beobachtungen angesehen werden.

7.4. Aufzeichnungen

Da Beobachten für Kinder nur dann Sinn hat, wenn die Ergebnisse festgehalten werden (vgl. Kirchner, 1978, S. 60), wurde darauf geachtet, dass die Daten mit unterschiedlichen Methoden dokumentiert werden konnten. Es wurden dabei mehrere Faktoren beachtet (vgl. Eberbach & Corwley, 2009). Die Dokumentation der Daten trug explizit zur Lösung der Aufgabenstellungen bei und das war fast allen Kindern auch bewusst. Des Weiteren erhielten die SchülerInnen Unterstützung bei ihren Aufzeichnungen. Das von Eberbach und Crowley (vgl. Eberbach & Crowley, 2009) geforderte eigene System zur Datenaufzeichnung wurde jedoch nur in Einheit 3 umgesetzt.

In den Forschertagebüchern und auf den Kärtchen sollten die SchülerInnen ihre Beobachtungen in schriftlicher Form festhalten. Das förderte die sprachliche Schulung, das Formulieren von Beobachtungen und das Erlernen neuer Vokabeln (zum Beispiel das Wort „beige“). Das Arbeiten mit der Merkmalstabelle hat wieder andere Fertigkeiten verlangt. Zwei SchülerInnen sind an dieser Form gescheitert, obwohl in beiden Schulen schon mit Tabellen gearbeitet wurde. Anzumerken wäre hier aber, dass die/der eine ein Integrationskind war und der/die andere nach anfänglichen Problemen einfach beschlossen hat aufzugeben. Es waren durchaus Unterschiede zwischen leitfragengeleiteten (Einheit 1 und 2) und selbstständigen Datenaufzeichnungen (Einheit 3) erkennbar. Es hat sich gezeigt, dass es für die meisten SchülerInnen in diesem Alter besser war, mit Leitfragen zu arbeiten, da sie, wie bereits erwähnt, Probleme mit der offenen Aufgabenstellung hatten.

Ein Großteil der Kinder hat auf die freiwillige Option zu zeichnen zurückgegriffen. Vor allem in Einheit 1 haben 25 von 32 Kindern gezeichnet. Ob die SchülerInnen gezeichnet haben, weil sie sich sprachlich nicht ausdrücken konnten, ihre Beschreibungen ergänzen wollten oder weil sie glaubten, dass es von ihnen erwartet wurde, ist nicht ersichtlich.

Alle Kinder haben ihre Beobachtungen während den Einheiten bereitwillig durch Sprechen geteilt. Am wenigsten geschah dies in Einheit 3, was am Aufbau der Einheit liegen könnte. Durch die Präsentationen am Ende jeder Einheit wurden die SchülerInnen noch einmal dazu angeregt, ihre Ergebnisse in Worte zu fassen und sie für die anderen verständlich vorzustellen.

Manche Kinder haben ihre Beobachtungen mit Zusatzinformation aus sekundären Quellen, nämlich der Lehrperson, ergänzt. Dabei handelte es sich um bestimmte Tiernamen oder Benennung von Körperteilen von Tieren, wie zum Beispiel die Cheliceren der Spinnen.

Die SchülerInnen haben Daten gesammelt, verschiedene Möglichkeiten genutzt sie festzuhalten und zum Teil sekundäre Quellen verwendet. Ein erstes Diskutieren und Reflektieren über ihre Ergebnisse war vorhanden. Jedoch waren die Resultate nicht immer für andere verständlich dargestellt und es wurden auch Halbwahrheiten beschrieben. Daher liegen die Aufzeichnungen zwischen alltäglicher und wissenschaftlicher Beobachtung.

7.5. Evaluation der entwickelten Unterrichtseinheiten

Grundsätzliche haben alle drei entwickelten Einheiten gut funktioniert und beide Lehrpersonen würden sie in dieser Art wieder unterrichten, aber besser auf das Schuljahr aufteilen. Die eher knappe Zeiteinteilung war in der Volksschule kein Problem, da stundenübergreifend unterrichtet werden konnte. Den geplanten Zeitrahmen einzuhalten wäre aber immer möglich gewesen. Dennoch gibt es noch einige Möglichkeiten, die entwickelten Unterrichtseinheiten weiter zu verbessern.

7.5.1. Einheit 1: Laubblätter

Die Hintergrundinformation für diese Einheit wurde von den Lehrpersonen eigentlich nicht wirklich benötigt, da die SchülerInnen ausschließlich Fragen zu den Namen der Blätter hatten und die anderen Informationen in Kärtchen und beschrifteten Kartonausschnitten bereits enthalten waren. Hier könnte man die Information besser an die Blattauswahl anpassen.

Der Aufbau des Forschertagebuchs war grundsätzlich gut, die Fragestellungen wurden von den meisten Kindern erfolgreich bearbeitet. Manche SchülerInnen haben aber den Satz „Du kannst auch zeichnen, wenn du möchtest.“ nicht ganz verstanden und keine Detailzeichnungen, sondern jedes Mal eine komplette Zeichnung des Blattes angefertigt. Das könnte durch eine klarere Formulierung wie zum Beispiel „Du kannst den Blattrand auch zeichnen, wenn du möchtest“ gelöst werden.

Der Aufbau des Stundenbildes ist in Ordnung. Als zusätzlicher Einstieg zum vorgeschlagenen Stundenbild bietet sich die Übung der zweiten Lehrperson mit der blickdichten Stofftasche an. Es wäre an dieser Stelle zu überlegen, ob den SchülerInnen Kartonausschnitte präsentiert werden sollen, die besser auf die ausgewählten Blätter abgestimmt sind. Es könnte der gezähnte Blattrand, der bei keinem der Blätter vertreten war, durch einen gelappten ersetzt werden. Das könnte verhindern, dass die Kinder durch einen zusätzlichen Begriff, den sie nicht brauchen, verwirrt werden. Des Weiteren könnte es die SchülerInnen mit dem notwendigen Fachvokabular ausstatten, um das Ahorn- und Platanenblatt richtig zu beschreiben und es wären die Voraussetzungen für alle Blätter gleich.
Die Kategorie „Blattaderung“ war für die Aufgabe nicht zielführend. Wenige Kinder konnten sie richtig beschreiben, da diese Kategorie vielleicht zu abstrakt war oder eben den

SchülerInnen das Fachvokabular gefehlt hat. Man könnte sie einfach streichen und dafür mehr Zeit für die übrigen aufwenden.
Die Aufgaben zum Sortieren und Erraten der in den Forschertagebüchern beschriebenen Blätter haben wie geplant funktioniert. Die Blattauswahl war für die Altersstufe passend, kann aber auch an andere Zielgruppen einfach angepasst werden. Als Variationen könnte man sehr ähnlichere Blätter nehmen oder auch unterschiedliche große Blätter eines einzigen Baumes hinzugeben. Des Weiteren wäre es interessant, die Einheit mit frischen Blättern und den zusätzlichen Kategorien „Geruch“ und „Oberfläche“ durchzuführen.

7.5.2. Einheit 2: Steine

Die Hintergrundinformation war auch bei dieser Einheit etwas länger, als notwendig gewesen wäre. Es gibt die Möglichkeit, die Gesteinsbeschreibungen auf die zu beschränken, die für die Einheit unbedingt erforderlich sind. Darüber hinaus könnte zusätzlich auf den Unterschied zwischen Gesteinen und Mineralien hingewiesen werden.
Es gäbe aber auch die Option, die Beschreibungen ganz wegzulassen und stattdessen die Brauseprobe umfassender zu erklären. Dadurch könnte die Lehrperson die Steinauswahl selbst treffen, die Objekte testen und sich so auf den Unterricht vorbereiten.

Die Tabellenform des Forschertagebuchs war im Großen und Ganzen kein Problem für die SchülerInnen, aber die gebrauchten Vokabeln „Schichten“, „Löcher“, „Oberfläche“ waren unklar. Man könnte dem entgegenwirken, indem man versucht, diese Kategorien in der Einführung zu besprechen und so für eine einheitliche Sprache unter den SchülerInnen zu sorgen.

Der von den Lehrpersonen gefundene Einstieg durch das Mitbringen von Steinen hat die Kinder gleich eingebunden. Darüber hinaus konnten sie auch mit ihren eigenen Objekten experimentieren. Die Brauseprobe war für die Zielgruppe passend, da die SchülerInnen komplett selbstständig und sicher ein einfaches Experiment durchführen konnten. Die Nachbesprechung des Versuchs und die Bedeutung einer positiven Brauseprobe sollte jedoch etwas mehr gewichtet werden, um den Kindern zu helfen, die erhaltenen Daten auch zu interpretieren.

Das Ja-Nein-Ratespiel hat in dieser Einheit dazu beigetragen, die Aufzeichnungen zu verbessern. Dadurch wurde auch erreicht, dass den Kindern bewusst wurde, welche Eigenschaften für ein Objekt charakteristisch sind.
Diese Einheit hat den SchülerInnen am meisten Spaß gemacht. Das kann an dem Experiment liegen, oder auch daran, dass das Arbeiten mit Steinen für sie ganz neu war. Dieses Ergebnis ist mit dem von Potthoffs Projekt unter dem Titel „Buddeln, Bohren und Beobachten“ zur Erforschung von Bodenproben mit SchülerInnen der Primarstufe vergleichbar. Potthoff hat festgestellt, dass in Kindern durch „Teilnahme an einem solchen Projekt der Entdeckergeist geweckt [wird], da ihnen ermöglicht wird in Bereiche vorzudringen, die ansonsten nicht in ihrem direkten Wahrnehmungsumfeld liegen“ (Potthoff, 2016, S. 125).

7.5.3. Einheit 3: Gliederfüßer

Die Hintergrundinformation war für diese Einheit am umfangreichsten. Man könnte hier eventuell die Erklärung der Systematik sowie den Überblick über die Tierstämme weglassen. Die individuelle Information zu den einzelnen Tieren ist aber notwendig, da die SchülerInnen immer wieder Fragen zu den einzelnen Tieren und ihren Lebensräumen hatten.

Die ausgewählten Tierbilder waren für Schwierigkeitsgrad und Zeitrahmen zu zahlreich. Die Aufteilung der Bilder in zwei verschiedene Kuverts war darüber hinaus für diese Altersstufe nicht zielführend, da kein einziges der Kinder die Einteilung nach dem Erhalt von Kuvert 2 noch einmal überdacht hat. Der Schritt, dass die SchülerInnen ihre vorläufigen Anordnungen der Bilder der Lehrperson zeigen lassen, bevor diese aufgeklebt wurden, hat sich bewährt. Es hat die Kinder dazu veranlasst, genauer zu arbeiten und die Lehrperson hat so einen Überblick über den Fortschritt der einzelnen Kinder erhalten.
Man könnte den Schwierigkeitsgrad der Einheit durch die Bilderanzahl und -auswahl einfach variieren und den einzelnen Kindern gezielt Unterstützung oder Zusatzaufgaben anbieten.
Eine Möglichkeit wäre auch gewisse Kategorien bereits vorzugeben. Bei der Bildauswahl sollt jedoch berücksichtigt werden, dass am Ende der Aufgabe genügend Zeit bleiben sollte, um die verschiedenen Einteilungen zu vergleichen und zu besprechen.

7.6. Beantwortung der Forschungsfragen

Im Zuge der Arbeit konnte nur eine der beiden Forschungsfragen eindeutig beantwortet werden.

Die entwickelten Unterrichtseinheiten eignen sich auf jeden Fall für den Sachunterricht in der Volksschule, da sie

- Kompetenzen fördern, die in nationalen und internationalen Lehrplänen verankert sind
- zentrale Themengebiete der Biologie behandeln
- theoriebasiert entwickelt wurden
- nicht nur biologisches Wissen, sondern auch sprachliche Kompetenzen fördern
- differenzierungsfähig sind
- sich in zwei Versuchsklassen mit unterschiedlichen Schwerpunkten an unterschiedlichen Schulen bewährt haben
- SchülerInnen und Lehrpersonen gleichermaßen Freude bereitet haben

Die Frage, ob die beinhalteten Beobachtungsaufgaben einen feststellbaren Zuwachs der Beobachtungskompetenz erreichen, kann so nicht beantwortet werden. Trotz dem Eindruck der Lehrpersonen, dass sich die SchülerInnen verbessert haben, war es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, objektiv einen Kompetenzzuwachs festzustellen. Das hat mehrere Gründe. Zum einen konnte kein passendes Testinstrument gefunden werden, um die Fähigkeiten der SchülerInnen vor und nach den Einheiten objektiv vergleichen zu können. Zum anderen blieben die erhofften Unterschiede im Verlaufe der drei Einheiten in den Forschertagebüchern und den systematischen Unterrichtsbeobachtungen aus. Darüber hinaus konnten auch die Lehrpersonen im Leitfadeninterview auf diese Frage keine eindeutige, auf Fakten basierende Antwort geben. Des Weiteren waren die thematischen Schwerpunkte sehr verschieden und die Einheiten wurden in relativ kurzen Zeitabständen in den Versuchsklassen durchgeführt. Das macht es unmöglich die zweite Forschungsfrage eindeutig zu beantworten.

8. Resümee

Es wäre auf alle Fälle wünschenswert, wenn mit den erstellten Unterrichtseinheiten noch weiter gearbeitet werden würde, da sie sich in beiden Versuchsklassen bewährt haben. Selbst wenn kein expliziter Kompetenzgewinn feststellbar war, wurde das Interesse an der Natur und der forschenden Tätigkeit des Beobachtens gefördert. Alle Beteiligten waren nach den Einheiten bereit die Beobachtungen fortzusetzen und die Aktivitäten haben den SchülerInnen Freude bereitet. Das an sich sind Gründe genug, um Beobachtungen aktiv in den naturwissenschaftlichen Sachunterricht einzubauen.

Diese Arbeit könnte als Ausgangspunkt für weitere Forschung dienen. Zum einen können die entwickelten Unterrichtseinheiten, wie bereits erwähnt, noch weiter verbessert und getestet werden. Zum anderen wäre ein weiterer Forschungsansatz, ein geeignetes Testinstrument für die Beobachtungskompetenz von Kindern zu entwickeln, um die zweite Forschungsfrage beantworten zu können.

Zusammenfassung / Abstract

Wissenschaftliches Beobachten ist nicht nur eine wichtige Forschungsmethode der Biologie sondern auch Ausgangspunkt für viele andere naturwissenschaftliche Fertigkeiten. In den Lehrplänen für die Primarstufe wird immer wieder gefordert, dass SchülerInnen in der Schule die Fähigkeit zu beobachten erlernen und üben. Trotzdem sind wenige Aufgaben zur Schulung der Beobachtungskompetenz für die Volksschule im deutschsprachigen Raum vorhanden. Daher wurden im Zuge dieser Arbeit unter dem Forschungsansatz der Design-Based-Research aus englischsprachigem Ausgangsmaterial in mehreren Zyklen drei Unterrichtseinheiten mit Beobachtungsschwerpunkt zu verschiedenen biologischen Themen entwickelt. Diese wurde in zwei Versuchsklassen an verschiedenen Schulen getestet. Anschließend wurde evaluiert, ob die Unterrichtseinheiten für den Sachunterricht geeignet sind und sie die Beobachtungskompetenz der SchülerInnen fördern.
Obwohl kein expliziter Zuwachs der Beobachtungskompetenz festgestellt werden konnte, ist das Resultat dieser Diplomarbeit drei aufeinander abgestimmte, erprobte Einheiten, die sich im Schulalltag bewährt haben und für den biologischen Sachunterricht geeignet sind. Zusätzlich dazu wurden Ausgangspunkte für weitergehende Forschung geliefert.

Scientific observation is an important aspect of scientific inquiry. It is not only a fundamental method to gain insights into the world of biology, but it is also crucial in order to enable learners to develop other scientific skills. In many primary school curricula it is stated that students should be encouraged to train their ability to observe scientifically. However, there are not many activities that can be used in German speaking primary schools. Therefore, three teaching units were designed in the course of this thesis. Each unit is concerned with a different biological topic and the main focus of all of them, is on training students' observational skills. The design followed a design-based approach: English-speaking materials were translated, adapted and complemented by additional activities. They were tested in two classrooms and evaluated.
Although, it cannot be proven that there was a significant development in students' ability to observe scientifically, the three teaching units were clearly useful for teaching biological aspects in primary classrooms. Additionally, areas for further research were presented.

Literaturverzeichnis

Allen, M. (2015). Preschool Children's Taxonomic Knwoledge of Animal Species. *Journal of Research in Science Teaching , 52* (1), S. 107-134.

Bellmann, H. (2014). *Der Kosmos-Pflanzenführer: Über 900 Blumen, Bäume und Pilze, 1200 Abbildungen* (1. Ausg.). Stuttgard: Kosmos.

de Boer, H. (2012). Pädagogische Beobachtung - Pädgogische Beobachtungen machen - Lerngeschichten entwickeln. In H. Boer, & S. Reh, *Beobachtung in der Schule - Beobachten Lernen* (S. 65-84). Wiesenbaden: Springer Verlag für Sozialwissenschaften.

Buggisch, W., & Buggisch, C. (2004). *Was ist was - Band 045: Mineralien und Gesteine.* Nürnberg: Tessloff Verlag Ragnar Tessloff GmbH & Co. KG.

Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation, & Entwicklung des österreichischen Schulwesens. (kein Datum). *https://www.biefie.at.* Abgerufen am 23.. 2. 2016 von https://www.biefie.at: https://www.bifie.at/buch/1071/2/3

Bundesministerium für Bildung. (12. 2010). *Bundesministerium für Bildung.* Abgerufen am 16.. 8. 2016 von https://www.bmb.gv.at: https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_7_su_14051.pdf

Campbell, N., Reece, J., Urry, L., Cain, M., wasserman, S., Minorsky, P., et al. (2016). *Biologie* (10 Ausg.). Hallbergmoos: Pearson.

Dollase, R. (1997). Entwicklungspsychologische Grundlagen des kindlichen Weltverstehens. In W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau, & H. Schreier, *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt - Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts Band 1* (S. 16-38). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Eberbach, C., & Crowley, K. (2009). From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist's World. *79* (1), 39-68.

Edelson, D. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *11* (1), 105-121.

Esser, H. (1969). *Der Biologieunterricht.* Hannover: Hermann Schroedel Verlag KG.

Fischer, M. (2008). *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol : Bestimmungsbuch für alle in der Republik Österreich, im Fürstentum Liechtenstein und in der Autonomen Provinz Bozen / Südtirol (Italien) wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung* (3. Ausg.). Linz: Land Oberösterreich.

Gega, P., & Peters, J. (1998). *Science in Elementary Education.* Merril: Upper Saddle River, NJ.

Gesing, H. (1997). *Pädagogik und Didaktik der Grundschule.* Neuwied: Luchterhand.

Gläser, J., & Laudel, G. (2009). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse* (3 Ausg.). Wiesenbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Grunder, Hans-Ulrich, Ruthemann, U., Scherer, S., Singer, P., & Vettinger, H. (2010). *Unterricht* (2. Auflage Ausg.). Baltmannsweiler: Scheider-Verlag Hohengehren.

Hammann, M. (2007). Tier ordnen. In R. Duit, H. Gropengießer, & L. Stäudel, *Naturwissenschaftliches Arbeiten - Unterricht und Material 5-10* (2 Ausg., S. 38-46). Seelze-Velber: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

Harlen, W. (2000). *The Teaching of Science in Primary Schools* (3 Ausg.). London: David Fulton Publishers.

Johnston, J. (2009). What Does the Skill of Observation Look Like in Young Children? *International Journal of Science Education , 31* (18), S. 2511-2525.

Kaiser, R. (20014). *Qualitative Experteninterviews: Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung.* Wiesenbaden: Springer Fachmedien Wiesenbaden.

Kattmann, U. (2001). Aquatics, Flyers, Creepers and Terrestrials - students' conceptions of animal classification. *Journal of Biological Education , 35* (3), S. 141-147.

Kirchner, W. (1978). Beobachten. In G. Scholz, *Instrumentelle Lernziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule* (S. 54-76). Bochum: Kamp.

Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C., & Grygier, P. (2008). Wissen über Wissenschaft als Teil der frühen naturwissenschaftlichen Bildung. In H. Giest, A. Hartinger, & J. Kahlert (Hrsg.), *Kompetenzniveaus im Ssachunterricht - Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts Band 7* (S. 135-154). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Krüger, D., & Mayer, J. (2006). Der wissenschaftliche Vergleich - Was man beachten sollte. *Unterricht Biologie , 318* (20), 20.

Krüger, D., & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse - eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Methoden in der naturwissenschaftlichen Forschung* (S. 133-145). Berlin: Springer.

Matthes, S. (1996). *Mineralogie - Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde.* Berlin: Springer.

Neuböck-Hubinger, B. (2013). *Praxiskompass für den Unterricht - Unterricht beobachten - gestalten - planen Module zu den schulpraktischen Studien* (2. Auflage Ausg.). Linz: Trauner.

Niebert, K., & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Methoden in der naturwissenschaftlichen Forschung* (S. 121-132). Berlin: Springer.

Nurrenbern, S. (2001). Piaget's Theory of Intellectual Development Revisited. *Journal of Chemical Education , 78 (8)*, S. 1107-1110.

Pauli, C. (2012). Kodierende Beobachtung. In H. de Boer, & S. Reh, *Beobachtung in der Schule - Beobachten lernen* (S. 45-63). Wiesenbaden: Springer Verlag für Sozialwissenschaften.

Phillips, R. (1992). *Kosmos-Atlas Bäume - Über 500 Wald- und Parkbäume.* Stuttgard: Franckh-Kosmos.

Potthoff, B. (2016). ‚Buddlen, Bohren und Beobachten'. (L. Kraska, G. Scholz, & U. Wehne, Hrsg.) *www.widerstreit-sachunterricht.de - Umgangsweisen mit Natur(en) in der Frühen Bildung Band II , 11 Beiheft*, S. 111-127.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? *Unterrichtswissenschaft , 33* (1), 52-68.

Roden, J. (2016). Observation, Measurement and Classification. In H. Ward, & J. Roden, *Teaching Science in the Primary Classroom* (3 Ausg., S. 40-53). London: Sage Publications Ltd.

Schaefer, M. (2010). *Brohmer - Fauna von Deutschland - Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt* (23. Ausg.). Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co.

Schumann, W. (1995). *Minerallien Gesteine - Merkmale, Vorkommen und Verwendung.* München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Shepardson, D., & Britsch, S. (2000). Analyzing Children's Science Journals. *Science and Children , 38* (3), 29-33.

Shepardson, D., & Britsch, S. (2001). The Role of Children's Journals in Elementary School Science Activities. *Journal of Research in Science Teaching , 38* (1), 43-69.

Sommer, C., & Harms, U. (2008). Kompetenzentwicklung im Sachunterricht zum Themenbereich Naturwissenschaften am Beispiel Biologie. In *Kompetenzniveaus im Sachunterricht - Forschung zur Didaktik des Sachunterrichts Band 7* (S. 31-46). Bad Heidelbrunn: Verlag Julius KLinkhardt.

Spohn, M., & Spohn, R. (2007). *Die neuen Kosmos-Naturführer - Welcher Baum ist das?* Stuttgard: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG.

Stäudel, L. (2007). Vergleichen und Ordnen. In R. Duit, H. Gropengießer, & L. Stäudel, *Naturwissenschaftliches Arbeiten - Unterricht und Material 5-10* (S. 30-37). Seelze-Velber: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

Stirrup, M., & Heierli, H. (1984). *Grundwissen der Geologie - Ein Lehr- und Lernbuch auf elementarer Basis.* Thun: Ott Verlag.

Wilhelm, T., & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Methoden in der Naturwissenschaftlichen Forschung* (S. 31-42). Berlin: Springer Spektrum.

Zabel, J. (2007). Beobachten und Messen. In R. Duit, H. Gropengießer, & L. Stäudel, *Naturwissenschaftliches Arbeiten - Unterricht und Material 5-10* (S. 10-17). Seelze-Velber: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

Zabel, J. (2007). Was tut das Tier? Beobachten und Deuten lernen anhand von Verhaltensprotokollen. In R. Duit, H. Gropengießer, & L. Stäudel, *Naturwissenschaftliches Arbeiten - Unterricht und Material 5-10* (2 Ausg., S. 12-17). Seelze-Velber: Erhard Friedrich Verlag GmbH.

Abbildungsverzeichnis

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, ersuche ich um Meldung bei mir.

Abbildung 1: Beschriftete Kartonausschnitte der Blätter mit gesägtem, gekerbten, gezähnten und glattem Blattrand
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 2: Skizze des Tafelbildes
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 3: Laminierte Laubblätter (von links nach rechts und oben nach unten) Platane, Rotbuche, Hainbuche, Spitzahorn, Hängebirke, Winterlinde
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 4: Material eines/r SchülerIn für Einheit 1: Laubblätter
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 5: Kalkspat, Sandstein, Bergkristall, Granit
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 6: Kalkspat in 5% Hesperiden Essig
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 7: Material eines/r SchülerIn für Einheit 2: Steine
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 8: Blutzikade
CC BY-SA 3.0. Autor: Hectonichus (Pseudonym) Ettore Balocchi
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Cercopidae_-_Cercopis_sanguinolenta-1.JPG

Abbildung 9: Schmuckzikade
CC BY-SA 3.0. Autor: Hectonichus (Pseudonym) Ettore Balocchi
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Cicadellidae_-_Cicadella_viridis-1.JPG

Abbildung 10: Ameise
CC BY-SA 3.0. Autor: Adam Opioła
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Formica_rufa_a1.jpg

Abbildung 11: Geflügelte Ameise
CC0
https://pixabay.com/p-22889/?no_redirect

Abbildung 12: Beschriftungskärtchen
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 13: Material eines/r SchülerIn für Einheit 3: Gliederfüßer (ohne Arbeitsauftrag)
CC BY SA 3.0 Martina Sommer

Abbildung 14: Schwalbenschwanz
CC BY SA 3.0 Autor: Zeynel Cebeci

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/Papilio_machaon_-_Swallowtail_1.jpg

Abbildung 15: Rotes Ordensband

CC BY SA 3.0 Autor: Opuntia (Pseudonym)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Catocala_nupta_22-5-2007_17-54-21.JPG

Liste des digitalen Anhangs

Auf dem hinteren Buchdeckel ist der digitale Anhang in Form einer CD befestigt.

Liste der enthaltenen Dateien:

Unterrichtseinheiten

Einheit 1: Laubblätter

Hintergrundinformation für Lehrpersonen
Stundenbild
Kopiervorlagen

Einheit 2: Steine

Hintergrundinformation für Lehrpersonen
Stundenbild
Kopiervorlagen

Einheit 3: Gliederfüßer

Hintergrundinformation für Lehrpersonen
Stundenbild
Kopiervorlagen

Interviewleitfaden

Vorlage Beobachtungsprotokoll

Daten

Auswertung: Forschertagebücher

Einheit 1: Laubblätter
Einheit 2: Steine
Einheit 3: Gliederfüßer

Unterrichtsbeobachtungen

Einheit 1: Laubblätter
Einheit 2: Steine
Einheit 3: Gliederfüßer

Redigierte Interviews

Interview mit Lehrperson 1
Interview mit Lehrperson 2