



DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Fachdidaktische Studien zur Entwicklung des
Schülerverständnisses naturwissenschaftlicher
Inhalte im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts
„Woody Woodpecker“

verfasst von / submitted by

Siegfried Wiedner

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

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2016 / Vienna, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 333 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Deutsch
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Suzanne Kapelari, MA

Vorwort

Im Grunde genommen war es dann doch eine einfache Entscheidung. Nach einem mehr oder weniger verlorenen Studienjahr beschloss ich, mir einige Vorlesungen in Fächern, die mich interessierten, anzuhören. Dieser Entschluss führte mich unter anderem in das Biozentrum in der Althanstraße, wo es mir von Anfang an gefiel. Und so fällte ich meinen Entschluss und begann Biologie und Umweltkunde auf Lehramt zu studieren. Im Gegensatz zu meinem anderen Fach Deutsch, das ich mir hauptsächlich aufgrund meines hervorragenden Lehrers und meiner guten Leistungen im Gymnasium ausgesucht hatte, war die Entscheidung für Biologie etwas emotionaler.

Meine ganze Schullaufbahn hatte ich irgendwie das Gefühl, dass ich trotz ebenfalls passabler Lehrer, in diesem Gegenstand nie das Ausmaß an Wissen erreicht hatte, welches ich mir gewünscht hätte. Dies lag vermutlich nicht zuletzt an meinem doch äußerst lethargischen Lernverhalten in der Oberstufe und dem Umstand, dass ich meist diese Themen am interessantesten fand, die nicht Teil unseres Unterrichts waren. So gab ich mir auch stets selbst die Schuld daran, dass ich bis zu einem späten Zeitpunkt meines Studiums immer das Gefühl hatte, ich würde mich in der Biologie gar nicht ausreichend auskennen, um diesen Gegenstand in einer Schule zu unterrichten. Meiner Beschäftigung im Rahmen dieser Diplomarbeit sowie einigen äußerst interessanten Lehrveranstaltungen am Schluss meines Studiums habe ich es zu verdanken, dass ich inzwischen damit leben kann, dass man in einem umfangreichen Fach wie Biologie nie alles wissen kann, was man gerne wissen möchte. Aus den genannten Gründen weiß ich heute auch, dass sich mein Fachwissen in Biologie dank meinem Engagement im Studium und allem, was ich in den letzten 11 Semestern gelernt habe, inzwischen so entwickelt hat, dass es eines Magisters der Naturwissenschaften würdig ist. Diesen akademischen Grad strebe ich mit dieser Arbeit an. Da Biologie immer das für mich persönlich emotional wichtigere meiner beiden Fächer war, wollte ich meine Diplomarbeit ebenfalls in diesem Bereich verfassen. Zudem war es mir wichtig, mich im Zuge meiner Arbeit mit einem Thema zu befassen, das mir auch für meine anschließende Lehrerkarriere Erkenntnisse bringt. Daher entschloss ich mich für diese fachdidaktische Thematik.

Ich bin sehr froh darüber und auch stolz auf mich selbst, dass ich es bis hierher geschafft habe. Meine Ausbildung war ein langer und harter Weg, den ich ohne die folgenden Menschen niemals gehen hätte können. Deshalb möchte ich ihnen auf diesem Wege danken.

Den bedeutendsten Anteil daran, dass ich es bis zu einem Hochschulabschluss geschafft habe, hat sicherlich mein Vater Siegfried, der mir weit mehr als nur seinen Namen mitgegeben hat. Nach dem leider viel zu frühen Tod meiner Mutter, hat er es alleine und trotz beruflicher Verpflichtungen geschafft, mich im Laufe meiner schulischen und universitären Laufbahn immer wieder aufzubauen, wenn ich an mir selbst zweifelte und mich immer wieder zu motivieren, wenn ich wieder einmal den Hang zur Faulheit hatte. Ich danke meinem Vater dafür, dass er mich unter diesen schwierigen Umständen und trotz des Umstandes, dass ich ihm vor allem in meiner Schulzeit oft weit mehr Nerven gekostet habe, als er es verdient hätte, immer unterstützt hat und durch seine Erziehung zu dem Menschen gemacht hat, der ich heute bin. Ich bin unendlich dankbar für das Vertrauen, dass er immer in mich gesteckt hat, auch wenn ich es nicht immer gerechtfertigt habe.

Auch meiner Mutter Josefine möchte ich danken, dass sie mir in den elf Jahren, die ich mit ihr gemeinsam verbringen durfte, immer wieder gezeigt hat, dass ich alles erreichen kann, wenn ich nur an mich selbst glaube. Sie war es auch, die mir durch ihre Arbeit als Lehrerin gezeigt hat, was für ein toller Beruf das sein kann, wenn man ihn mit Freude und Engagement ausübt.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meinem Bruder Daniel, der mir in vielerlei Hinsicht ein Vorbild war und immer für mich da war, wenn ich ihn gebraucht habe. Er mir auch vorgezeigt, wie man seine Matura und sein Studium absolviert.

Ein großer Dank geht auch an meine Freundin Susanne, die mich nicht nur beim Schreiben dieser Arbeit, sondern auch in den letzten Semestern meines Studiums stets unterstützt hat, auch wenn ich manchmal ein wenig anstrengend war. Es war schön, dass ich diesen Weg nicht alleine gehen musste, sondern eine wunderbare Partnerin hatte und habe, die in jeder Situation für mich da ist.

Ich danke meinen Freunden, dass sie mich durch ihren Humor und ihre Gesellschaft so oft von den Problemen der Universität abgelenkt haben und mir dadurch oft neue Motivation gebracht haben. In diesem Zusammenhang gilt mein besonderer Dank Christoph, besser bekannt als Liwa, der nicht nur ein hervorragender Musiker und toller Freund ist, sondern sich auch die Zeit genommen hat, einen Teil meiner Arbeit Korrektur zu lesen sowie Adrian, der mein englischsprachiges Abstract auf ein publizierbares Niveau gebracht hat.

Zu guter Letzt möchte ich auch meiner Diplomarbeitsbetreuerin Suzanne Kapelari danken, die mir sowohl bei der Themenfindung als auch bei meiner Forschung sehr geholfen hat und mir immer wieder mit hilfreichen Tipps zur Seite stand.

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract (deutsch)	1
2. Abstract (english)	1
3. Einleitung	2
4. Das Projekt Woody Woodpecker	3
4.1. Beschreibung und Ablauf des Projekts	3
4.2. Vorteile für die SchülerInnen durch die Zusammenarbeit mit WissenschaftlerInnen	5
4.3. Vorteile für die WissenschaftlerInnen durch die Zusammenarbeit mit SchülerInnen	7
4.4. Fachliche Inhalte des Projekts	9
4.4.1. Forschungsstand und fachliche Inhalte	9
4.4.2. Fachlich-inhaltliche Forschungsziele	19
4.4.3. Im Projekt angewandte Methoden und Arbeitsweisen	20
5. Fachdidaktische Begleitforschung	23
5.1. Definition und Kerninhalte von Nature of Science	23
5.2. Die Bedeutung von Nature of Science für den Schulunterricht	27
5.3. Der Einfluss der Lehrperson auf das Schülerverständnis	29
5.4. Schülerverständnis	32
5.4.1. Messinstrumente für das Schülerverständnis	32
5.4.2. Das Schülerverständnis von Nature of Science	35
5.4.3. Die Conceptual-Change-Theorie	42
5.4.4. Die authentische Lernumgebung	46
6. Forschungsfrage	52
7. Methoden und Arbeitsweisen	54
7.1. Allgemeiner Arbeitsablauf	54
7.2. Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring	55
8. Ergebnisse	58
8.1. Fragebogenanalyse	58
8.1.1. Ergebnisse in Bezug auf das Verständnis von Nature of Science	58
8.1.2. Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen der fachlichen Inhalte	60

8.2. Ergebnisse der Interviews	62
8.2.1. Ergebnisse in Bezug auf das Verständnis von Nature of	
Science	62
8.2.2. Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen der fachlichen	
Inhalte	80
9. Diskussion	85
9.1. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf das Verständnis von Nature of	
Science	85
9.2. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen der fachlichen	
Inhalte	93
10. Zusammenfassung und Ausblick	96
11. Literaturverzeichnis	98
12. Anhang	102

1. Abstract (deutsch)

Für junge Menschen ist es wichtig, eine umfangreiche Grundbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern zu erhalten. Damit dies möglich ist, muss man verstanden haben, wie naturwissenschaftliche Prozesse ablaufen. Sparkling-Science-Projekte bieten die Möglichkeit, in einem authentischen Lernumfeld zu arbeiten. Es liegt der Schluss nahe, dass durch die Zusammenarbeit mit WissenschaftlerInnen SchülerInnen ihr Verständnis der charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften verbessern. Fachdidaktische Studien zeigen jedoch, dass dies nicht per se der Fall ist. Um nun Sparkling-Science-Projekte möglichst effektiv gestalten zu können, muss man Prozesse des Schülerverständnisses analysieren und anhand dieser Rückschlüsse die Kooperation im Rahmen solcher Programme optimal an die Bedürfnisse junger Lernender anpassen. Ziel dieser Arbeit ist es daher festzustellen, wie sich das Schülerverständnis einerseits in Hinblick auf Kernthemen der Nature of Science und andererseits in Bezug auf die fachlichen Inhalte des Fachgebiets Botanik im Zuge dieses über ein Jahr durchgeführten Projekts weiterentwickelt. Die daraus resultierenden Ergebnisse sollen es ermöglichen, eine solche Form des außerschulischen Unterrichts weiter zu optimieren.

2. Abstract (english)

The observation of recent years shows an increase in projects that bring together pupils and scientists in a working environment, due to the growing importance of science education for the younger generation. To achieve that aim students must understand scientific processes. It seems given that a collaboration with scientists can improve the student's skills and their understanding concerning science. Nevertheless, literature does not always confirm this assumption. However, sparkling-science-projects can only be effective, if the development of students' understanding of nature and science and their knowledge about relevant scientific topics, in this case botany, are analyzed and furthermore projects are customized to benefit pupils. Therefore, the aim of this thesis is to discover, how young people develop their understanding of science and nature. Consequently, the results of this study can provide an opportunity to optimize sparkling-science-projects which enable students to deepen their scientific knowledge.

3. Einleitung

Die folgende Arbeit entstand im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts Woody Woodpecker. Das besondere an dieser Art von Projekten ist es, dass hierbei SchülerInnen mit WissenschaftlerInnen zusammenarbeiten. In diesem Fall kollaborierten einerseits WissenschaftlerInnen, im Speziellen aus dem Fachbereich Botanik, der Universität Innsbruck mit SchülerInnen des BORG Dornbirns. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit gab es auch eine fachdidaktische Begleitforschung, bei welcher die Universität Innsbruck und die Universität Wien kooperierten. Die folgende Arbeit untersucht das Schülerverständnis in Hinblick auf zwei wesentliche Aspekte.

Im anschließenden Kapitel wird das Projekt Woody Woodpecker sowie seine Inhalte genauer beschrieben. Darauf folgen für die fachdidaktische Begleitforschung dieser Studie relevante theoretische Inhalte. Im Anschluss daran soll die Forschungsfrage konkretisiert werden. Weiters werden die Methoden und Messinstrumente, die im Zuge dieser Studie eingesetzt wurden, genannt. Im darauffolgenden Kapitel werden schließlich die Ergebnisse genannt und im anschließenden Teil mit anderen Studien und relevanten Aussagen der Literatur verglichen. Abgeschlossen wird diese Arbeit durch eine kurze Zusammenfassung sowie einen Ausblick auf mögliche Folgeprojekte, die die Inhalte dieser Studie weiterbehandeln könnten.

4. Das Projekt Woody Woodpecker

4.1. Beschreibung und Ablauf des Projekts

Woody Woodpecker ist ein Projekt, das im Rahmen des Sparkling-Science-Programms durchgeführt wurde. Nähere Details dazu findet man auf der Website des Sparkling-Science-Programms ([https://www.sparklingscience.at/de/projects/show.html?--typo3_neos_nodetypes-page\[id\]=834](https://www.sparklingscience.at/de/projects/show.html?--typo3_neos_nodetypes-page[id]=834)). WissenschaftlerInnen arbeiten hier mit Schulen zusammen. In diesem Fall kooperierte die Universität Innsbruck mit einer Wahlpflichtfachgruppe aus dem BORG Dornbirn. Neben der Wissensförderung für die SchülerInnen hat das Sparkling-Science-Programm auch das Ziel Strukturen im Bildungssystem weiterzuentwickeln und die Kooperation zwischen Universitäten und Schulen langfristig zu fördern. Junge Menschen arbeiten in realen Forschungsprojekten mit professionellen WissenschaftlerInnen zusammen und leisten einen tatsächlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Forschung (BMWWF, 2007).

Das Woody Woodpecker Projekt erstreckt sich über drei Jahre. Diese Arbeit beschränkt sich jedoch auf eine Gruppe aus dem Wahlpflichtfach Biologie und Umweltkunde des Schuljahrs 2014/15. Die folgenden Ausführungen sind dem Projektantrag entnommen, der vom wissenschaftlichen Leiter Prof. Dr. Stefan Mayr und der Fachdidaktikerin Ass. Prof. Dr. Suzanne Kapelari 2013 eingereicht wurde.

Es handelt sich bei dem für diese Arbeit relevanten Teil des Projekts Woody Woodpecker um eine Zusammenarbeit von SchülerInnen im Alter von 15-16 Jahren und ihres Lehrers mit FachwissenschaftlerInnen, im speziellen BotanikerInnen, der Universität Innsbruck. Die fachdidaktische Betreuung erfolgte in Kooperation mit der Universität Wien. Neben der Zusammenarbeit mit der Wahlpflichtfachklasse wurden im Rahmen des Projekts weitere Aktivitäten im BORG Dornbirn und im weiteren Sinne auch mit Einbindung anderer Schulen in der Region durchgeführt.

Die SchülerInnen, die LehrerInnen und die WissenschaftlerInnen arbeiteten in diesem Projekt als gleichberechtigte Partner zusammen. Die Kooperation mit der Wahlpflichtfachklasse lief wie folgt ab:

Projektstart/„Kickoff-Meeting“: Am Anfang der Projekts trafen sich die Gruppe und ihr Lehrer mit den WissenschaftlerInnen um die wichtigsten organisatorischen und wissenschaftlichen Aspekte der Zusammenarbeit zu besprechen und zu planen. Die

SchülerInnen erhielten hierbei auch notwendige Hintergrundinformationen, die für die Kooperation notwendig waren.

Probennahmen im Gelände: An mehreren Tagen und verschiedenen Standorten (z.B. Montafon, Vorarlberg und Praxmar, Tirol) wurden Proben im Gelände entnommen. Beim ersten Mal erhielten die SchülerInnen eine Einschulung über die Methoden und Techniken, damit sie anschließend möglichst selbstständig und effizient arbeiten konnten.

Herstellung von Schnitten und Mikroskopie: Die Ausstattung der Schule in Bezug auf Geräte, die zur Mikroskopie benötigt wurden, wurde von WissenschaftlerInnen der Universität und LehrerInnen des Gymnasiums getestet. Außerdem wurde eine Bildanalyse-Software installiert, die im Projekt eingesetzt wurde. Der Ablauf vom Schneiden bis zur letztendlichen Datenauswertung wurde exemplarisch an einigen entnommenen Proben durchgeführt.

Tomographiemessungen: Die am Projekt beteiligten BotanikerInnen der Universität Innsbruck brachten die notwendigen Messgeräte zum jeweiligen Untersuchungsstandort mit, wo diese schließlich in Kooperation mit den SchülerInnen installiert und eingesetzt wurden.

Auswertung der Messergebnisse: Die SchülerInnen wurden anhand konkreter Anweisungen darin eingeschult, wie Ergebnisse wissenschaftlich korrekt ausgearbeitet und präsentiert werden. Die Auswertung selbst erfolgte wiederum in Zusammenarbeit der Wahlpflichtfachklasse, des beteiligten Lehrers und den WissenschaftlerInnen. Präsentiert wurden die Ergebnisse auf einem *Woody Woodpecker Fest* an der Schule, im Zuge dessen auch die anderen Klassen des Gymnasiums eingebunden wurden. Die Ergebnisse sollten schließlich auch in einer Fachzeitschrift wissenschaftlich publiziert werden.

Exkursionen: Im Rahmen des Projekts gab es zu den verschiedensten Zeitpunkten einige Exkursionen, unter anderem an die Untersuchungsstandorte in Praxmar und im Montafon, sowie an die Universität Innsbruck, wo die Klasse das Institut für Botanik und den Botanischen Garten näher kennen lernen durften und darüber hinaus einen Einblick in die Vorgänge auf einer Universität bekamen (Projektantrag, 2013).

So viel zu den Kernpunkten des Ablaufs der Projekts. Im fachlichen Teil dieses Kapitels soll noch etwas näher darauf eingegangen werden, welche wissenschaftlichen Arbeitsmethoden die SchülerInnen kennen lernen, ausprobieren und anwenden durften. Die fachdidaktische Begleitforschung wird mittels Fragebögen, die die ganze Wahlpflichtklasse ausfüllte und Schülerinterviews, bei denen einzelne SchülerInnen der Gruppe freiwillig detailliertere Informationen über ihre Einschätzungen, ihre Meinung und ihre Einstellung zum Projekt und zur Zusammenarbeit mit den WissenschaftlerInnen preisgaben, durchgeführt. Diese Interviews wurden am Beginn, in der Mitte und am Ende des ersten Projektjahres in Zusammenarbeit der Universität Innsbruck mit der Universität Wien unter der Leitung von Suzanne Kapelari durchgeführt. Die Leitung des fachlichen Teils der Kooperation mit dem BORG Dornbirn hatte Stefan Mayr, Botaniker an der Universität Innsbruck, inne.

4.2. Vorteile für die SchülerInnen durch die Zusammenarbeit mit WissenschaftlerInnen

Es liegt nahe, dass die Zusammenarbeit von SchülerInnen mit WissenschaftlerInnen im Rahmen eines Sparkling-Science-Projekts das Potential hat, den Regelunterricht zu bereichern.

- Die SchülerInnen lernen den Prozess von der Messung über die Auswertung bis hin zur Präsentation kennen. In diesem Zusammenhang erlernen sie die wichtigsten Methoden der naturwissenschaftlichen Arbeit, sind selbst in die Forschung eingebunden und wenden die erlernten Techniken auch an. Darüber hinaus erhalten sie das für das Projekt nötige Fachwissen, lernen die Wissenschaftssprache kennen, üben zudem selbst das Verwenden einer wissenschaftlich präzisen Sprache und steigern ihre Fähigkeiten darin, in einem Team mit anderen zusammenzuarbeiten.
- Wie bereits zuvor erwähnt, enthält das Projekt verschiedene Arbeitsschritte und Tätigkeiten. Dadurch bleibt die Arbeit für die SchülerInnen sehr abwechslungsreich, weil sie immer wieder etwas Neues kennenlernen, ausprobieren und anwenden sollen. Sie lernen Feldmessungen, das Mikroskopieren, die Datenerhebung und die Auswertung. Die Tätigkeiten der

SchülerInnen ermöglichen ihnen einen guten Einblick in den naturwissenschaftlichen Prozess der Erkenntnisgewinnung, indem sie die von ihnen entnommenen Proben durch viele Schritte bis zum Ergebnis der Untersuchungen begleiten können.

- Die SchülerInnen erlernen den Umgang mit der Bildanalyse-Software, die auch über das Projekt hinaus vielfältige Einsatzmöglichkeiten, unter anderem auch im Sport, hat. Dies kann den Jugendlichen die Entwicklung zusätzlicher Kompetenzen, die ihnen in ihrer späteren beruflichen Laufbahn von Nutzen sein können, ermöglichen.
- Durch die Arbeit im Freiland kann die Klasse einen Bezug zur realen Welt des täglichen Lebens erkennen, die SchülerInnen erleben das Freiland als Gegenstand naturwissenschaftlicher Forschung und können dort das in der Theorie erlernte Wissen in der Praxis umsetzen und festigen.
- Wie bereits an früherer Stelle erwähnt, bieten die verschiedenen Exkursionen einen großen Mehrwert für die SchülerInnen. Neben dem auch bereits angesprochenen Abwechslungsreichtum, der das Arbeiten für junge Menschen besonders spannend macht, lernen die Jugendlichen auch wissenschaftliche Standorte, wie das Institut für Botanik in Innsbruck kennen. Darüber hinaus sehen die SchülerInnen auch, dass sich naturwissenschaftliche Forschung mit realen Fragestellungen beschäftigt. Im Rahmen dieser Exkursionen wurde auch besonders auf die Möglichkeiten und Leistungen von Frauen in der Naturwissenschaft eingegangen.
- Dank der Bereitschaft vieler LehrerInnen des BORG Dornbirns, findet das Projekt Woody Woodpecker neben Biologie und Umweltkunde auch in anderen Fächern wie Informatik, Bewegung und Sport, Bildnerische Erziehung, Deutsch, Englisch, Mathematik und Physik Einzug in den jeweiligen Unterricht. Dadurch gibt es sehr viele interdisziplinäre Ansatzpunkte und Schnittstellen für die SchülerInnen und LehrerInnen, an denen die verschiedenen Teildisziplinen einander ergänzen können.
- Holz ist ein Thema, das einen starken Bezug zum Alltag hat. Im Rahmen des Projekts lernen die SchülerInnen dieses Material besser kennen und erfahren vieles über dessen Eigenschaften, Struktur und Funktion, wodurch die Jugendlichen auch die verschiedenen Aspekte von Holz als Baustoff genauer

erkennen und besser verstehen können. So bietet die Beschäftigung mit diesem Thema einen weiteren Anknüpfungspunkt an das tägliche Leben.

- Im Rahmen des Projekts erhalten die SchülerInnen auch die Möglichkeit, ihre Ergebnisse zu präsentieren, wodurch sie ihre Fähigkeiten und Kompetenzen in Bezug auf verschiedene Präsentationstechniken und das Vortragen allgemein trainieren und verbessern können.
- Die Schule erhält durch die Teilnahme am Projekt zusätzliche Geräte und Instrumente, die nicht nur den Klassen, die am Projekt teilnehmen, sondern auch allen anderen SchülerInnen neue Möglichkeiten für den Unterricht bieten (Projektantrag, 2013).

Dieses Sparkling-Science-Projekt hat das Potential das Lehrangebot für die SchülerInnen und auch für die Schule selbst zu bereichern. Auf einige hier genannte Aspekte soll an späterer Stelle im Zuge der Diskussion der Ergebnisse der Studie noch genauer eingegangen werden. Es soll auch untersucht werden, ob die Vorteile für die SchülerInnen, die im Projektantrag angegeben wurden, von den Jugendlichen auch als solche wahrgenommen wurden.

4.3. Vorteile für WissenschaftlerInnen durch die Zusammenarbeit mit SchülerInnen

Nicht nur für die SchülerInnen bietet eine Kooperation im Rahmen eines Sparkling-Science-Projekts potentielle Vorteile. Auch WissenschaftlerInnen können einen Mehrwert daraus ziehen. Für diese Arbeit sind die Vorzüge für die Jugendlichen sicherlich von größerer Relevanz. Andere positive Aspekte sollten nicht vernachlässigt werden und werden daher an dieser Stelle thematisiert:

- Das Projekt Woody Woodpecker hat einen Bezug zu anderen laufenden Projekten und Forschungsaktivitäten des Botanischen Instituts Innsbruck. Durch die kooperative Arbeit wurden neue Daten erhoben und Ergebnisse gewonnen, die mit anderen Forschungsprojekten und -inhalten verknüpft werden können. Für funktionelle holzanatomische Analysen sind die Erkenntnisse des Projekts von großer Bedeutung.

- Durch die Zusammenarbeit mit den SchülerInnen des BORG Dornbirn ergibt sich durch die höhere Zahl an beteiligten Personen eine größere Menge an Proben und dadurch ein im Vergleich zur naturwissenschaftlichen Arbeit ohne Beteiligung dieser Wahlpflichtfachklasse weitaus größerer Datensatz. Dadurch steigt schließlich auch die statistische Relevanz der Auswertungen und Ergebnisse.
- Alle Messungen, unabhängig davon zu welchem Zeitpunkt des Projekts diese durchgeführt wurden, können ständig kontrolliert und reproduziert werden. Dies bietet den Vorzug, dass alle Daten grundsätzlich eine vergleichsweise hohe Qualität aufweisen. Sollte dies nicht der Fall sein, können die Ergebnisse jederzeit wieder korrigiert werden.
- Die Kooperation der Innsbrucker Universität mit dem BORG Dornbirn schafft neue Kontakte und ermöglicht es den WissenschaftlerInnen, Forschungsstandorte in Vorarlberg für ihre Arbeit zu nutzen. Dies betrifft in diesem Fall auch ein Natura 2000 Naturschutzgebiet, was auch für spätere Forschungsprojekte von großer Relevanz sein kann. Die Erschließung neuer Standorte für ein naturwissenschaftliches Institut ermöglicht diesem neue Möglichkeiten für die jeweiligen Forschungsbereiche und im Optimalfall neue Erkenntnisse.
- Im Spannungsfeld Wald – Klimawandel sind im Anschluss an Woody Woodpecker Folgeprojekte geplant, die in Bezug auf die Kernthemen und die zentralen Punkte dem hier beschrieben ähneln sollen.
- Die Zusammenarbeit führt zu einer Optimierung der Wissenschaftskommunikation, weil es im Falle von SchülerInnen besonders wichtig ist, dass das Fachwissen zielgruppengerecht kommuniziert wird. Dies hat einen positiven Einfluss auf die allgemeine Öffentlichkeitsarbeit der beteiligten Forschungsgruppe.
- Sowohl im Bereich Botanik als auch in der naturwissenschaftlichen Didaktik werden Inhalte des Projekts publiziert, wie unter anderem auch diese Arbeit. Darüber hinaus haben auch die SchülerInnen einen Beitrag in „Young Science“ veröffentlicht. Woody Woodpecker ermöglichte also verschiedene Publikationen unterschiedlicher Art, die ohne dieses Projekt nicht zustande gekommen wären (Projektantrag, 2013).

4.4. Fachliche Inhalte des Projekts

4.4.1. Forschungsstand und fachliche Inhalte

Aufbau von Holz

Pflanzen bestehen immer aus drei Organen, der Wurzel, der Sprossachse und den Blättern. Für die Inhalte des Projekts Woody Woodpecker ist besonders die Sprossachse von Bedeutung. Im Falle von Holzpflanzen bilden diese der Baumstamm und die Äste. Die Sprossachse besteht in der Regel aus einem äußeren Abschlussgewebe, der Epidermis (Taiz & Zeiger, 2000). In vielen Fällen reißt diese bei Bäumen infolge des Dickenwachstums des Sprosses, weshalb sie anschließend durch ein sekundäres Abschlussgewebe ersetzt wird. Dieses entsteht durch das Korkkambium oder Phellogen, das nach außen verkorkte Zellen abgibt, die als Phellem oder Kork bezeichnet werden. Die vom Phellogen nach innen abgegebenen Zellen sind nicht verkorkt. Der Kork kann jedoch auch wieder einreißen, woraufhin sich ein tertiäres Abschlussgewebe, nämlich die Borke, bildet (Nultsch, 2001). In der Schicht unter dem Abschlussgewebe befindet sich die Rinde. Darunter befindet sich das Leitgewebe, das aus Xylem und Phloem besteht. Das Xylem, der Holzteil der Pflanze, ist hauptsächlich für den Wassertransport von der Wurzel in die übrigen Organe zuständig, während im Phloem, dem Bastteil, die Produkte der Photosynthese transportiert werden. Innerhalb dieses Leitgewebezyllinders befindet sich schließlich das Mark. Rinde und Mark werden zusammengefasst als Grundgewebe bezeichnet. Dieses kann man in drei Typen einteilen: Parenchym, Sklerenchym und Collenchym, die unterschiedlich aufgebaut sind und unterschiedliche Funktionen übernehmen (Taiz & Zeiger, 2000).

Das Holz besteht in der Regel aus Gefäßen, Tracheiden, Holzparenchym, Holzstrahlparenchym sowie Holzfasern. Bei Koniferen fehlen jedoch die Gefäße und die Holzfasern. Zudem ist das Holzparenchym in vielen Fällen reduziert, bei manchen Arten, wie der *Taxus baccata*, fehlt es sogar gänzlich. Sowohl die Leitungs- als auch die Festigungsfunktion wird bei Gymnospermen von den Tracheiden übernommen. Daher sind ihre Wände bei Koniferen verdickt und die Lumina vergleichsweise eng. Die Tracheiden sind über Hoftüpfel miteinander verbunden, wodurch das Wasser von einem Leitgefäß ins nächste transportiert werden kann. Die Parenchymzellen sind reich an Plasma. Ihre Aufgabe ist es, Reservestoffe zu speichern. Es zeigt sich hier alles in allem ein einfacherer Aufbau des Holzes als bei Angiospermen (Nultsch, 2001).

Ein weiterer interessanter Aspekt im Zusammenhang mit Holz sind die Jahresringe. Diese entstehen durch eine jahreszeitabhängige Tätigkeit des Kambiums, dem meristematischen Gewebe, das für das sekundäre Dickenwachstum verantwortlich ist. Im Frühjahr bildet das Kambium weithumige Tracheiden, das sogenannte Frühholz, aus. Später werden immer englumigere Leitgefäße, das Spätholz, gebildet bis das Kambium die Tätigkeit schließlich ganz einstellt. Im folgenden Frühjahr beginnt die Bildung der Tracheiden wieder von Neuem, wodurch die charakteristischen Jahresringe entstehen. Aus ihrer Anzahl lässt sich in der Regel das Alter eines Baumes mit relativ großer Genauigkeit ablesen. Zudem kann man dadurch das Wachstum innerhalb eines Jahres festmachen. Das sekundäre Dickenwachstum erfolgt wie erwähnt durch das Kambium. Die Kambiumzellen, die als Zylinder zwischen Xylem und Phloem angeordnet sind, teilen sich. Die neu entstandenen Zellen werden nach innen zum Holzteil und nach außen zum Bastteil abgeschoben, wodurch nach einigen weiteren Zellteilungen ein sekundäres Xylem und Phloem entsteht (Nultsch, 2001).

Funktionen von Holz

Das Xylem, der Holzteil der Pflanze, hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Eine davon ist der Transport von Wasser auf den im nächsten Absatz noch genauer eingegangen werden soll. Unter extremen Bedingungen werden Wasser und Nährstoffe in der Pflanze gespeichert. Dies erfolgt meist durch Parenchymzellen.

Neben den Tracheiden, die bei Koniferen eine verdickte Zellwand haben und somit auch eine Stützfunktion übernehmen, erfüllen in der Regel Chlorenchym- und Sklerenchymzellen die Aufgabe der Festigung und Stabilisierung der Pflanze. Diese beiden Arten von Zellen befinden sich wie die Parenchymzellen im Grundgewebe (Taiz & Zeiger, 2000).

Das Phloem erfüllt einerseits die Aufgabe des Nährstofftransports, andererseits dienen die sich hier befindlichen Baststrahlen sowie das Bastparenchym auch der Speicherung (Nultsch, 2001).

Hydraulik von Bäumen

Jede Pflanze benötigt Wasser und muss dieses in all ihre Organe transportieren können. Im Zuge der Pflanzenentwicklung haben sich verschiedene Strategien des Austrocknungsschutzes, wie die wachsartige Cuticula oder Korkeinlagerungen herausgebildet, die das Vertrocknen der Pflanze verhindern sollen. Andererseits muss

eine Pflanze auch Photosynthese betreiben und daher über die Stomata, Spaltöffnungen, die je nach Situation verschlossen und geöffnet werden können, Kohlendioxid aufnehmen. Über die Stomata wird jedoch auch zwangsläufig Wasser abgegeben. Diese Abgabe muss die Pflanze durch eine Wasserzufuhr über das Wurzelsystem ausgleichen. Über ein spezielles Transportsystem wird die Flüssigkeit von den Wurzeln in die übrigen Organe eines Baumes gebracht. Dies erfolgt im Xylem durch die Tracheiden sowie die weitaus weiteren und längeren Tracheen. Durch Hoftüpfel verbunden bilden sie ein äußerst komplexes Transportsystem, das bei Bäumen das Wasser in sehr große Höhen, bei manchen Arten sogar bis über 100 Meter, befördern kann. Der Wassertransport basiert auf einer Zugspannung und einem entstehenden Unterdruck nach der Wasserabgabe durch Verdunstung. Detaillierter betrachtet verhält sich das Wasser metastabil. Der außergewöhnliche Bau des Transportsystems ermöglicht es nämlich, dass das Wasser auch bei einer Temperatur und einem Druck, bei dem es eigentlich gasförmig werden müsste, noch flüssig bleibt und so trotz der Zugspannung einen durchgehenden Flüssigkeitsfaden bilden kann (Mayr & Zeillinger, 2005).

Herausforderungen und besondere Anpassungen an der alpinen Waldgrenze

Die alpine Waldgrenze ist eine der bekanntesten und meisterforschten Verbreitungsgrenzen bei Bäumen. Dennoch weiß man heute noch nicht alles über diesen ökologischen Standort und darüber warum über dieser Grenze keine Bäume mehr anzutreffen sind. Viele ökologische Faktoren, wie niedrige Temperaturen oder die geringe Menge an Bodenwasser infolge von Frost, machen das Leben an der alpinen besonders schwierig (Körner, 2003).

Bäume zeigen wie erwähnt ein äußerst komplexes System für die Beförderung von Wasser von der Wurzel in die Blätter. Trockenstress und Gefrier-Tau-Vorgänge können innerhalb dieser Transportleitung zu sogenannten Embolien, also Blasenbildung innerhalb des Systems, führen, die an kalten und trockenen Standorten wie eben an der alpinen Waldgrenze eine Gefahr für Pflanzen darstellen können:

Embolien durch Trockenheit: Die Verbindung der Leitgefäße für den Wassertransport bilden die Tüpfel. Es gibt hierbei jedoch Unterschiede zwischen Laub- und Nadelbäumen (Abbildung 1). Bei Laubhölzern erfolgt die Wasserleitung von einem Element in das benachbarte durch Poren in der Tüpfelmembran (1a). Ist ein Gefäß infolge einer Embolie mit Luft gefüllt, so verhindert die Oberflächenspannung des Wassers vorerst die Übertragung des Gases in das Nebengefäß (1b). Wenn die Blätter

jedoch im Vergleich zum Wassernachschub zu viel transpirieren, lösen sie einen Trockenstress aus, die Zugspannung des Wasserfadens wird zu hoch, woraufhin dieser abreißt und die Luft infolgedessen explosionsartig in das nächste Gefäß eingesaugt wird (1c).

Bei Koniferen erfolgt die Wasserübertragung über die Tüpfel jedoch anders (1d). Der Tüpfeltorus, ein verdicktes Element im Zentrum der Tüpfel verhält sich wie eine Art Rückschlagventil und kann die Tüpfelöffnung verschließen, sobald aus einem Gefäß Luft in das andere weichen will (1e). Auch bei Koniferen kommt es bei einer zu hohen Zugspannung zu einer Luftübertragung. Da sich in diesem Fall die Position des Tüpfeltorus ändert, kann dieser seine Funktion nicht mehr erfüllen und das Gas erreicht das benachbarte Gefäß.

Ein Vorteil für Nadelhölzer entsteht durch ihre vergleichsweise engen und zahlreichen Leitgefäße. Durch die Reduktion des Durchmessers der Elemente kann Embolien einerseits vorgebeugt werden, zudem stellt ein etwaiger Ausfall von Gefäßen kein so großes Problem dar, wie dies bei dickeren Leitbündeln der Fall wäre. Allerdings verzichten Koniferen durch diese Anpassung wiederum auf eine höhere Effizienz beim Wassertransport (Mayr & Zeillinger, 2005).

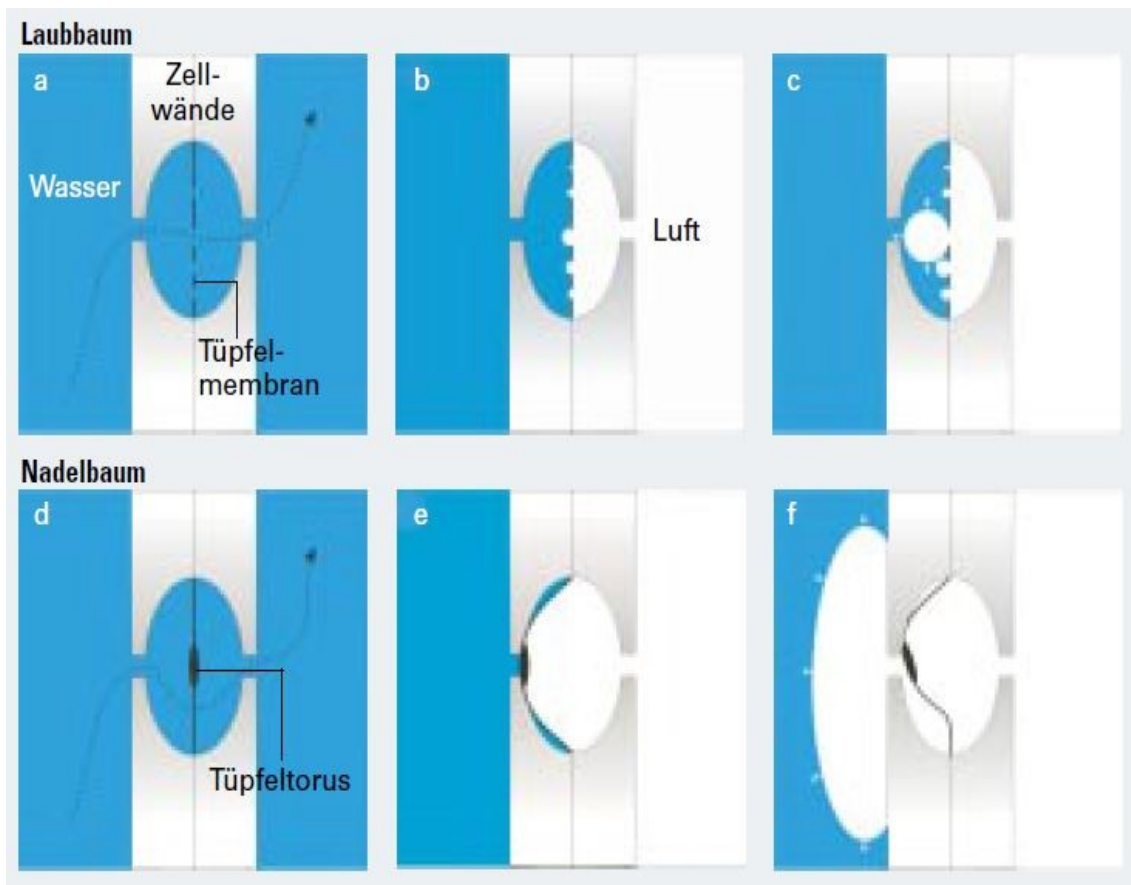


Abbildung 1: Schematischer Längsschnitt von zwei durch Tüpfel verbundene Leitgefäße: Embolien infolge von Trockenheit bei Laubbäumen (a-c) und Nadelbäumen (d-f). (aus Mayr & Zeillinger, 2005, S. 82)

Embolien durch Gefrier-Tau-Vorgänge: Neben Trockenstress kann auch ein ständiger Wechsel zwischen Frieren und Tauen zu Embolien bei Bäumen führen (Abbildung 2). Friert das Wasser in den Leitgefäßen, so wird die Luft durch das Eis in die zu diesem Zeitpunkt noch flüssigen Teile der Leitelemente verlagert (2a). Wenn schließlich das gesamte Wasser gefroren und dadurch fest geworden ist, hat sich in der Mitte des Gefäßes das Gas zu einer großen Luftblase zusammengeschlossen (2b). Beim Auftauen kann sich diese unter Umständen einfach wieder im Wasser auflösen. Wird jedoch die Zugspannung im Transportsystem zu groß, so kann sich die Luftblase weiter ausdehnen und dadurch zu einer Embolie führen (2c) (Mayr & Zeillinger, 2005).

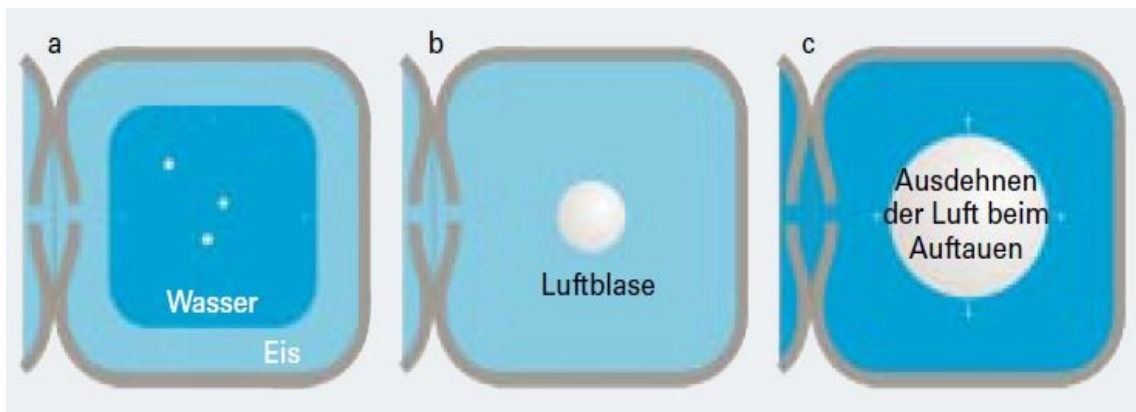


Abbildung 2: Schematischer Querschnitt durch ein Leitgefäß: Embolien infolge von Gefrier-Tau-Vorgängen. (aus Mayr & Zeillinger, 2005. S. 82)

Neben den oben bereits erwähnten Anpassungen gegen Embolien haben Bäume noch andere Methoden entwickelt. Die für die Versorgung der Pflanze wichtigen Teile werden konsequenter mit Wasser versorgt als für das Überleben nicht maßgebliche Äste und Zweige. An diesen unwichtigeren Baumteilen haben manche Pflanzen Schwachstellen eingebaut, die im Stressfall leichter und als Erste Embolien bilden und zudem vom restlichen Baum in Hinsicht auf den Transport isoliert sind. Dadurch gibt das Individuum zwar im Extremfall die betroffenen Äste auf und sie sterben ab, die Pflanze als Ganzes jedoch ist dadurch resistenter. Manche Arten, wie etwa Eichen, haben die Fähigkeit entwickelt, ihr Transportsystems nach Schäden durch Embolien wieder zu reparieren (Mayr & Zeillinger, 2005).

Außerdem können Bäume Embolien auch dadurch entgegenwirken, dass sie ihre Leitgefäße durch bestimmte Organe mit Wasser wiederbefüllen. Bei Laubhölzern, wie beispielsweise Ahorn und Birke, konnte man eine Wasseraufnahme durch einen vom Organismus erzeugten Überdruck in Stamm und Wurzeln feststellen. Im Falle der Koniferen wusste man lange Zeit nicht, wie sie ihre embolierten Transportelemente wiederbefüllen. Man weiß allerdings bereits seit längerem, dass etwa Nadelbäume der alpinen Waldgrenze am Ende des Winters Embolien durch eine zusätzliche Wasserzufuhr ausgleichen können (Mayr & Zeillinger, 2005).

Mayr et al. scheinen in ihrem 2014 veröffentlichten Artikel eine Antwort darauf gefunden zu haben. Die Wasseraufnahme über das Geäst scheint eine besondere Rolle beim Wiederbefüllen embolierter Leitgefäße zu spielen. Dabei vermutet man, dass die Flüssigkeit neben der Oberfläche der Äste auch von den Nadeln aufgenommen wird. Wenn der Boden noch gefroren ist und dadurch eine Aufnahme des Wassers durch die

Wurzel schwierig bis nicht möglich ist und sich auch der Stamm bis zu einer gewissen Höhe noch unterhalb der Schneedecke befindet, muss die Pflanze eine andere Methode finden, um ihren Flüssigkeitsbedarf zu decken. In der eben genannten Studie wurde gezeigt, dass dies tatsächlich zu einem bedeutenden Teil durch die Oberfläche der Äste und Zweige erfolgt. Die Quelle des Wassers ist in diesem Fall der geschmolzene Schnee, der an diesen Stellen des Baumes einer höheren Sonnenstrahlung und höheren Temperaturen ausgesetzt ist als in Bodennähe. Bei Experimenten im Labor zeigte sich, dass die Pflanzen ungefähr ein Drittel ihrer Wasserzufuhr über die Oberfläche des Geästs erhielten. Im Freiland an der alpinen Waldgrenze nahmen Koniferen sogar mehr als die Hälfte der zugeführten Flüssigkeit über Äste und Zweige auf. Man geht davon aus, dass die Flüssigkeit möglicherweise über zum Teil geöffnete Stomata sowie über die Cuticula aufgenommen wird. Es ist bekannt, dass die Oberfläche der Nadelblätter an der alpinen Waldgrenze oft durch Frostsprengungen beschädigt wird. Zudem konnte an höhergelegenen Standorten eine besonders hohe cuticulare Leitfähigkeit festgestellt werden, die zwar einerseits den Trockenstress verstärkt, andererseits jedoch die Wasseraufnahme über die Nadelblätter erleichtert. Dies ist ein weiteres Argument dafür, dass bei Koniferen an der alpinen Waldgrenze die Wasseraufnahme zum Teil auch durch die Nadeln erfolgen kann. Dieses Wasser wird schließlich dafür verwendet, embolierte Tracheiden und Tracheen im Xylem wiederzubefüllen (Mayr et al., 2014).

Dass es Embolien bei Bäumen geben kann, wurde nun verdeutlicht, auch die Strategien, die insbesondere Koniferen entwickelt haben, um damit umzugehen, wurden thematisiert. Es stellt sich jedoch noch die Frage, wie NaturwissenschaftlerInnen Embolien bei verholzten Pflanzen feststellen können. Im Falle von durch Trockenheit ausgelösten Embolien gibt es eine Möglichkeit, diese zu erkennen, ohne den betroffenen Baum zu verletzen. Dies ermöglichen moderne Ultraschallsensoren, im Konkreten die Methode der Ultraschallemissionsanalyse. Dieses Verfahren basiert auf dem Prinzip der Piezoelektrizität und wird außerhalb der Botanik vor allem im technischen Bereich, beispielsweise im Brückenbau, eingesetzt (Mayr, 2010).

Neben den hohen Kosten beim Einsatz im Freiland birgt diese Methode jedoch noch weitere Schwierigkeiten. Ultraschallemissionen erlauben nur einen indirekten Blick auf den Wassertransport der Pflanze. So wird beispielsweise die Größe der Leitelemente, die für die Ausbildung von Embolien eine Rolle spielt bei der Ultraschallmessung weitestgehend vernachlässigt. Auf der anderen Seite können auch Stützelemente

Signale aussenden, die jedoch keinerlei Rückschlüsse auf die Hydraulik der Pflanze geben. Zudem wird ein Signal durch die Inhomogenität des Holzes auf dem Weg vom Entstehungsort bis zum Ultraschallsensor möglicherweise beeinträchtigt und verändert, was die Analyse schließlich zusätzlich erschwert (Mayr, 2010). Die Ultraschallemissionsanalyse stößt folglich auf Grenzen und Schwierigkeiten mit denen die forschenden NaturwissenschaftlerInnen umgehen müssen.

Wie bereits erwähnt, spielt der Gehalt an Flüssigkeit für einen Baum an der alpinen Waldgrenze eine bedeutende Rolle. An diesem speziellen ökologischen Standort gibt es jedoch Limits für das Wasserverhältnis der Pflanze. Vor allem zwischen Sommer und Winter zeigen sich in Bezug auf unterschiedliche Aspekte verschiedene Szenarien (Mayr, 2007).

Der Einfluss von Niederschlag, Bodenfeuchtigkeit und Verdunstung: Allgemein kann man sagen, dass die Menge an Niederschlag an der Waldgrenze in den europäischen Alpen im Vergleich zu anderen Standorten relativ hoch ist. Zudem ist die Verdunstung in derart hochgelegenen Gebieten aufgrund der niedrigeren Lufttemperatur verhältnismäßig gering. Es sei jedoch zu erwähnen, dass auch wenn das Maß an Verdunstung im jährlichen Schnitt zwar geringer als an niedrigeren Standorten ist, die intensive Sonneneinstrahlung an der alpinen Waldgrenze jedoch dazu führt, dass an einzelnen Tagen die Menge an verdunstetem Wasser ähnlich hoch wie in tieferen Lagen ist.

Im Sommer sorgen die Bodenfeuchtigkeit infolge der relativ hohen Menge an Niederschlag sowie der im Schnitt geringere Wasserverlust durch Verdunstung dazu, dass Bäumen an der alpinen Waldgrenze eine ausreichende Menge an Flüssigkeit zur Verfügung steht. Eine deutlich andere Situation zeigt sich im Winter. Organe des Baumes, die nicht vom Schnee bedeckt sind, können durch die hohe Sonneneinstrahlung überhitzen und daher eine relativ große Menge an Wasser abgeben. Erschwert wird diese Situation dadurch, dass durch den Frost der Pflanze der Zugang zum Bodenwasser verwehrt wird. Folglich können Bäume an der alpinen Waldgrenze im Winter oft nicht ausreichend Flüssigkeit aufnehmen, um die verdunstete Menge wieder auszugleichen (Mayr, 2007).

Saisonale Anpassungen in Hinsicht auf die Transpiration: Transpiration ist immer davon beeinflusst, wie hoch der Flüssigkeitsanteil des Blattes im Verhältnis zu dem der Umgebung ist und hängt damit auch stark von der Temperatur ab. Infolgedessen spielen

an der alpinen Waldgrenze die bereits oben beschriebenen Überhitzungseffekte vor allem im Winter eine Rolle. Allgemein müssen Pflanzen immer eine Balance zwischen Wasseraufnahme und -speicherung und ihrer Photosynthesetätigkeit halten. In diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung, zu welchen Zeitpunkten beziehungsweise Jahreszeiten die Stomata offen und zu welchen sie geschlossen sind.

In der Sommerperiode zeigt sich, dass Bäume an der alpinen Waldgrenze ihre Transpiration im Vergleich zu tiefergelegenen Standorten nicht reduzieren müssen. Bei *Larix decidua* beispielsweise, einer Koniferenart, die auch für das Woody Woodpecker Projekt eine große Rolle spielt, zeigt sich im Vergleich zu Artgenossen in niedrigeren Regionen sogar eine erhöhte stomatale Leitfähigkeit. Im Winter jedoch müssen Bäume, um einen ausreichenden Flüssigkeitshaushalt zu sichern, den Wasserverlust durch Transpiration vermindern. Bereits im Herbst, wenn die Temperatur der Luft und des Bodens sinkt, werden die Spaltöffnungen geschlossen. An der alpinen Waldgrenze der Europäischen Alpen bleiben die Stomata in der Zeit von November bis April ungeöffnet. Dennoch erfolgt auch in dieser Zeit ein kleines Maß an Transpiration über die Cuticula sowie die nicht vollständig verschlossenen Spaltöffnungen (Mayr, 2007).

Weitere Aspekte zum Wassertransport der Bäume: Viele bedeutende Probleme in Hinsicht auf den Wassertransport wurden bereits an früherer Stelle detailliert beschrieben. Einen weiteren negativen Einfluss auf die Flüssigkeitsleitung im Xylem üben Anpassungen der Bäume zur mechanischen Optimierung des Holzes aus. Der spezielle Holztyp, der dazu gebildet wird, das sogenannte Druckholz, soll dazu dienen, dass die Pflanzen resistenter gegenüber dem starken Wind und den großen Schneemengen an der alpinen Waldgrenze sind. Im Gegenzug weist diese Art des Holzes eine geringe hydraulische Effizienz und Sicherheit auf.

Im Vergleich zu Bäumen an niedrigeren Standorten weisen Pflanzen im alpinen Raum eine gleich hohe bis geringere hydraulische Leitfähigkeit auf. Die hydraulische Sicherheit an der Waldgrenze ist ähnlich groß wie in niedrigeren Lagen. Es sei in diesem Zusammenhang jedoch zu erwähnen, dass die Sicherheit in Bezug auf die Hydraulik bei Bäumen allgemein relativ hoch ist (Mayr, 2007).

Strategien und Probleme im Zusammenhang mit der Wasseraufnahme: Besonders an der alpinen Waldgrenze haben Bäume spezielle Wurzelsysteme entwickelt, um trotz der ökologisch schwierigen Bedingungen an diesen Standorten Wasser aufnehmen zu können. Hierbei gibt es verschiedene Strategien, um an Flüssigkeit zu gelangen. Die Wurzeln mancher Pflanzen können durch steinigen Untergrund dringen oder an Felsen

vorbeiwachsen, andere Bäume haben ein besonders tiefreichendes Wurzelsystem ausgebildet, um an das Wasser im Boden zu gelangen.

Ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen Aspekten haben niedrige Temperaturen negative Auswirkungen auf das Wurzelwachstum und darüber hinaus auch auf die Wasseraufnahme. Die Flüssigkeitszufuhr über das Wurzelsystem ist jedoch nicht nur bei gefrorenem Boden geringer. Bereits bei Temperaturen um die 9°C konnte eine deutlich verminderte Wasseraufnahme bei Bäumen festgestellt werden. Bei vollständig gefrorenem Boden kann über die Wurzel schließlich kein Wasser mehr aufgenommen werden. Dieser Zustand hält bis zum Frühling an, wenn sowohl das Wurzelsystem als auch der Stamm wieder aufgetaut sind. Im Zusammenhang mit Gefrier-Tau-Vorgängen besteht aber immer noch die Gefahr von Embolien im Wassertransportsystem (Mayr, 2007).

Saisonale Veränderungen des Wassergehalts: Die Wasserverhältnisse von Bäumen schwanken unter anderem aufgrund der in den vorangegangenen Absätzen thematisierten Aspekte stark zwischen moderatem Wasserpotential im Sommer und weit niedrigerem im Winter. Frühling und Herbst sind in diesem Zusammenhang die Jahreszeiten, in denen ein Übergang zwischen diesen beiden Situationen erfolgt. Im Sommer herrschen ausgeglichene Wasserverhältnisse aufgrund von ausreichendem Bodenwasser, mittelmäßigen Temperaturen und andererseits Vorgängen der Verdunstung. Zudem zeigt sich in dieser Jahreszeit am Tag ein steigendes und in der Nacht ein ausgeglichenes Wasserpotential. Nur wenige Bäume an ungünstigen Standorten sind im Sommer Trockenstress ausgesetzt (Mayr, 2007).

In der Übergangsphase im Herbst erfolgen in der Pflanze die nötigen Vorbereitungen für den Winter. Neben dem Aushärten der Bäume wird die Transpiration über die Stomata gesenkt, damit der interne Wasserspeicher aufgefüllt wird, bevor die sinkenden Temperaturen die Wasseraufnahme einschränken. Hierbei kann man davon ausgehen, dass höhere Bäume einen Vorteil gegenüber kleineren Pflanzen haben, weil sie durch ihr größeres Volumen mehr Wasser speichern können (Larcher, 1963 zit. n. Mayr, 2007).

Der Winter stellt für Bäume die sich nicht gänzlich unter der Schneedecke befinden eine extreme Situation in Hinsicht auf den Wasserhaushalt dar. Pflanzen, die zur Gänze vom Schnee bedeckt sind, sind vor Dehydration geschützt. In allen anderen Fällen sorgen die mangelnde Wasseraufnahme über den Boden infolge von Frost sowie Überhitzungseffekte durch hohe Sonneneinstrahlung für eine Senkung des

Wassergehalts. Besonders extrem wird diese Situation in einem langen Winter, in dem der Boden mehr oder weniger durchgehend gefroren ist, es aber dennoch viele Sonnentage gibt. Besonders an der alpinen Waldgrenze beeinflusst die kalte Jahreszeit das Leben der Bäume stark. Am kritischsten wird diese Situation wiederum im Spätwinter, wenn das Wasserpotential der Pflanzen infolge der großen Flüssigkeitsverluste im vorangegangenen Winter bereits relativ niedrig ist und durch die steigenden Temperaturen die zusätzliche Gefahr von Embolien im Wassertransport durch Gefrier-Tau-Vorgänge besteht. Allgemein besteht in den Wintermonaten auch immer die Möglichkeit, dass einzelne Teile von Bäumen durch Frost beschädigt werden, was deren Zustand zusätzlich negativ beeinflussen kann (Mayr, 2007).

4.4.2. Fachlich-inhaltliche Forschungsziele

Neben den Vorzügen, die eine Kooperation dieser Art für alle Beteiligten mit sich bringt, spielen im Projekt Woody Woodpecker eben auch die fachlichen Inhalte im Gebiet der Holzanatomie von Koniferen eine Rolle. Es wurden verschiedene Forschungsziele definiert, die an die Untersuchungen aus den vorangegangenen Jahren anschließen und am eben geschilderten Forschungsstand aufbauen. In diesem Unterkapitel soll nun erläutert werden, welche fachlich-inhaltlichen Fortschritte und Erkenntnisse man sich von diesem Projekt erhofft, beziehungsweise welche Vergleiche und Analysen zu den erwünschten Ergebnissen führen sollen:

- Interspezifischer Vergleich der Holzanatomie an der alpinen Waldgrenze: Es soll ein strukturell-funktioneller Vergleich zwischen verschiedenen bekannten und häufigen Koniferenarten (*Picea abies* - Fichte, *Larix decidua* - Lärche, *Pinus cembra* - Zirbe) an der alpinen Waldgrenze durchgeführt werden. Dadurch sollen Unterschiede und Parallelen zwischen den Arten an diesem ökologischen Standort erkannt werden.
- Intraspezifischer Vergleich der Holzanatomie entlang von Höhentransekten: Innerhalb der Arten sollen Untersuchungen entlang von Höhengradienten an verschiedenen Standorten durchgeführt werden. Dies ermöglicht einen anatomischen Vergleich zwischen den unterschiedlichen Höhenlagen, zeigt etwaige Differenzen in Bezug auf die Holzstrukturen auf und bietet darüber hinaus die Möglichkeit, auf verschiedene Anpassungsstrategien der einzelnen Arten zu schließen.

- Analyse der Holzbildung und Holzfunktion: Zusätzlich zu den inter- und intraspezifischen Untersuchungen soll ein Vergleich in Bezug auf jahreszeitliche Unterschiede in Bezug auf das Dickenwachstum von Fichte, Lärche und Zirbe entlang der Höhengradienten durchgeführt werden. Darüber hinaus soll durch Tomographiemessungen der Anteil des hydraulisch aktiven Holzes, dem sogenannten Saffholz, ermittelt werden. Die eben beschriebenen Untersuchungen ermöglichen eine Verbindung der erhaltenen Erkenntnisse über Holzanatomie mit funktionellen und dynamischen Aspekten (Projektantrag, 2013).

4.4.3. Im Projekt angewandte Methoden und Arbeitsweisen

Im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts sollten die SchülerInnen nicht nur fachlich etwas über die Struktur, den Aufbau, die Lebensweise und die Funktion von Bäumen lernen, sondern auch verschiedene naturwissenschaftliche Methoden selbst anwenden. Diese wissenschaftlichen Arbeitsweisen waren in drei große Teilbereiche unterteilt:

- Holzanatomische Analysen entlang von Höhengradienten
- Holzwachstum
- Baumtomographie (Projektantrag, 2013)

Es sei auch zu erwähnen, dass die drei eben genannten Arbeitsbereiche einen unterschiedlich großen Aufwand erforderten, wobei jener bei den holzanatomischen Analysen entlang von Höhengradienten am Höchsten war. Dafür war für die Baumtomographie eine besonders intensive Betreuung durch die FachwissenschaftlerInnen notwendig, damit die Zusammenarbeit erfolgreich sein konnte. Die bearbeiteten Teilbereiche sollen an dieser Stelle noch etwas genauer beschrieben werden.

1.) Die holzanatomischen Analysen in verschiedenen Höhenlagen erfordern folgende Arbeitsschritte:

- Entnahme der Proben: Es werden Proben von 20-30 Bäumen entnommen. Zuvor wird jedoch erst die Baumhöhe von den verschiedenen Koniferen bestimmt. Zudem erfolgt eine Standorteinordnung mithilfe von GPS. Anschließend werden die Bäume fotografiert. Im Anschluss an diese Tätigkeiten wird auf Brusthöhe

ein 5-Millimeter-Bohrkern pro Pflanzenindividuum entnommen. Die Untersuchungen erfolgen in bestimmten im Voraus definierten Höhenlagen.

- Herstellung von Schnitten: Um das Holz aufzuweichen, müssen die entnommenen Proben in Wasser-Glycerol-Alkohol gegeben und dort aufbewahrt werden. Mittels eines Mikrotoms werden schließlich Querschnitte und radiale Längsschnitte nahe der äußeren Jahresringe angefertigt.
- Analyse unterm Mikroskop: Die geschnittenen Proben werden mikroskopisch analysiert und im Anschluss auch fotografiert.
- Bildanalyse und Dichtebestimmung: Es folgt die Optimierung der Fotos durch ein Bildbearbeitungsprogramm. Mithilfe eines Bildanalysesystems erfolgt schließlich die Auswertung von Daten in Bezug auf den Anteil der Zellwände, den Anteil der leitenden Fläche sowie die Flächen, Durchmesser und hydraulischen Durchmesser der Zelllumina. Einige Messungen werden händisch durchgeführt. Mit einigen Proben wird schließlich die Holzdichte gravimetrisch bestimmt.
- Durch die verschiedenen Auswertungstätigkeiten hat man nun Daten erhalten, die protokolliert und in eine Datenbank eingetragen werden. Dies bietet die Möglichkeit, sie später oder auch bei anschließenden Projekten zu weiteren Auswertungen, Analysen oder Untersuchungen heranzuziehen.

Wie bereits eingangs erwähnt erfordert dieser Teilbereich den vergleichsweise größten Arbeitsaufwand. Die SchülerInnen lernen im Zuge dieser Arbeiten allerdings auch sehr viele verschiedene Geräte und Forschungsmethoden kennen, wodurch sie einen relativ umfangreichen Einblick in die Methodik der Botanik bekommen.

2.) Die Analyse des Holzwachstums läuft ähnlich zur holzanatomischen Analyse ab. Auch in diesem Falle werden in unterschiedlichen Höhenlagen Proben entnommen. Untersucht werden 10 Bäume, von denen man sogenannte Mikrobohrkerne erhält. Anschließend fertigt man wiederum Schnitte der Proben an, wobei hier im Gegensatz zum ersten Teilbereich ausschließlich Querschnitte gemacht werden. Nach dem mikroskopischen Fotografieren dieser kann man die Zellbildung sowohl qualitativ als auch quantitativ untersuchen und dadurch Rückschlüsse auf das Holzwachstum der Bäume ziehen.

3.) Mithilfe moderner Messinstrumente kann man akustische und elektrische Tomogramme einiger ausgewählter Bäume erstellen. Auch in diesem Fall führt man die Messungen entlang der Höhentransekte durch. Durch den Einsatz der Baumtomographie erhält man Daten über den Stammaufbau, die Feuchtigkeitsverteilung sowie den Anteil an Saffholz des jeweiligen Baumstamms. Nach der detaillierten Analyse der Tomogramme kann man deren Resultate mit denen der Bohrkerne vergleichen und kann erkennen, ob diese ähnliche Ergebnisse gebracht haben.

Es ergibt sich folglich, dass die SchülerInnen verschiedenste naturwissenschaftliche Methoden kennenlernen und ein gewisses Schema in der botanischen Forschung erkennen können. Zudem zeigt sich, dass letztendlich alle Resultate immer mit anderen Ergebnissen verglichen werden müssen – in diesem Fall die Daten der Analyse der Bohrkerne mit denen der Baumtomographie. Dies suggeriert auch den präzisen, vergleichenden Charakter der Naturwissenschaften sowie die Vorläufigkeit von Erkenntnissen. Die Resultate der Bohrkerne und der Baumtomographie müssen schließlich korrelieren, damit man relevante Rückschlüsse ziehen kann. Gibt es Widersprüche muss man diese wiederum analysieren und ihre Ursachen ausforschen.

5. Fachdidaktische Begleitforschung

5.1. Definition und Kerninhalte von Nature of Science

Neben der Analyse der Entwicklung der interviewten SchülerInnen in Bezug auf kognitive inhaltliche Aspekte des Projekts stellt die Vorstellung über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen sowie die Veränderung dieser Denkweisen den zweiten zentralen Kernpunkt dieser Arbeit dar. Im Zusammenhang mit der Methodik der Naturwissenschaften kommt vor allem dem Begriff „Nature of Science“ eine große Bedeutung zu. In diesem Kapitel werde ich diesen Terminus genauer erörtern und dessen für diese Arbeit bedeutendsten Aspekte thematisieren.

Die allererste Frage, die sich hierbei stellt, ist: Was genau ist Nature of Science?

MacComas (2002) definiert „Nature of Science“ als Begriff, der die wissenschaftliche Tätigkeit, sowie ihre Methoden und Arbeitsweisen auf sehr umfassende Weise beschreibt. Neben sozialen, historischen und psychologischen Hintergründen umfasst die Nature of Science vor allem wie Naturwissenschaften funktionieren, wie WissenschaftlerInnen forschen, individuell oder als soziale Gruppe innerhalb der „scientific community“ arbeiten und agieren sowie die gesellschaftliche Bedeutung von und die Haltung zu naturwissenschaftlichen Bestrebungen und Erkenntnissen. Aus wissenschaftspädagogischer Sicht bezeichnet Nature of Science eine Schnittstelle von historischen, psychologischen, philosophischen und sozialen Aspekten in den Naturwissenschaften, die einen Einfluss auf das Lehren sowie das Lernen in diesem Kontext haben (MacComas, 2002). Lederman (2002) definiert den Begriff Nature of Science auf ähnliche Weise. Er spricht von einer soziologischen und einer erkenntnistheoretischen, also epistemologischen, Komponente der Naturwissenschaften und nennt neben den wissenschaftlichen Methoden, Arbeitsweisen und Erkenntnissen auch die Denkweisen und die Werte der Naturwissenschaften als einen Hauptaspekt, der üblicherweise im Zusammenhang mit Nature of Science eine Rolle spielt. Allerdings gibt es nach wie vor einige Themen innerhalb des Feldes dieses Terminus, bei denen sich WissenschaftlerInnen und PhilosophInnen nicht einig werden können und die daher nach wie vor Diskussionen und Unklarheiten ausgesetzt sind. Deswegen sind die Konzepte der Nature of Science immer nur für einen begrenzten Zeitraum anwendbar und einem dynamischen Wandel ausgesetzt. Dennoch herrscht in einem Großteil der allgemeinen Aspekte der Nature of Science ein weitestgehender

Konsens zwischen FachdidaktikerInnen, NaturwissenschaftlerInnen und PhilosophInnen (Lederman, 2002).

Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens

Man ist sich einig, dass wissenschaftliche Erkenntnisse zwar eine gewisse Dauerhaftigkeit aufweisen, aber dennoch immer nur vorläufig für einen bestimmten Zeitraum Gültigkeit haben. Dieses Wissen basiert auf Beobachtungen, experimenteller Beweisführung, rationaler Argumentationssuche sowie dem ständigen kritischen Hinterfragen der Resultate und Ergebnisse der Forschung.

„keine einheitliche Vorgangsweise“

Es herrscht auch Konsens darüber, dass es kein Patentrezept für naturwissenschaftliches Arbeiten gibt. Es gibt mehr als einen Weg um zu Ergebnissen zu gelangen. Eine Methode, die in einem Fall funktioniert, muss nicht zwangsläufig auch für eine andere Untersuchung geeignet sein. Darüber hinaus ist jede Art der wissenschaftlichen Beschäftigung immer lediglich ein Versuch, um bestimmte Aspekte eines Forschungsgebietes, in diesem Fall der Natur, zu beschreiben.

Kulturelle Einflüsse

Die Wissenschaft ist nicht geographisch oder kulturell begrenzt. Angehörige jeder Kultur können Naturwissenschaften betreiben und einen Beitrag zur Erkenntnisgewinnung leisten.

Kommunikation und Dokumentation der Ergebnisse

Alle Ergebnisse, Resultate und neuen Erkenntnisse müssen offen und klar publiziert werden. Zudem bedarf eine naturwissenschaftliche Tätigkeit der genauen Dokumentation, Begutachtung und der allgemeinen Nachvollziehbarkeit.

Die Funktionen von Gesetzen und Theorien

Darüber hinaus ist es auch allgemein akzeptiert, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Theorien unterschiedliche Funktionen erfüllen und ein Gesetz nicht bloß eine bewiesene Theorie darstellt. Naturwissenschaftliche Beobachtungen sind immer theoriebeladen. Bei ihrer Arbeit dürfen und sollen WissenschaftlerInnen kreativ denken und handeln.

Weitere Aspekte

Wissenschaft steht auch immer im Zusammenhang mit Technologie. Diese beiden Bereiche beeinflussen einander gegenseitig. Außerdem sind wissenschaftliche Ideen immer durch ihr soziales und historisches Umfeld und Milieu beeinflusst. In geschichtlicher Hinsicht weist die Wissenschaft sowohl einen evolutionären als auch einen revolutionären Charakter auf (MacComas, 2002).

Die eben genannten Punkte beschreiben jene Aspekte, in denen unter PhilosophInnen und WissenschaftlerInnen ein Konsens besteht (Lederman, 2002). Diese Komponenten sollen an späterer Stelle im Hauptteil dieser Arbeit in Bezug auf das Verständnis der SchülerInnen von eben diesen Kernaussagen der Nature of Science analysiert werden, daher soll nun ein Teil dieser allgemein akzeptierten Aussagen anhand der Ausführungen von Lederman (2002) konkretisiert werden.

Beobachtungen und Schlussfolgerungen

Naturwissenschaftliches Arbeiten hat immer auch einen empirischen Charakter und baut auf Beobachtungen in der Natur auf. Oft haben Wissenschaftler jedoch keinen direkten Zugang zu einem bestimmten Phänomen. Alles was man sieht und erkennt, wird durch die menschlichen Mechanismen der Wahrnehmung und in vielen Fällen auch durch bestimmte komplexe technische Vorrichtungen gefiltert. Zudem werden Beobachtungen durch menschliches Denken mit Schlussfolgerungen verbunden. Hierbei ist es vor allem für SchülerInnen wichtig, die Unterschiede zwischen den beiden Begriffen zu erkennen und diese nicht synonym zu verwenden (Lederman, 2002).

Die Unterschiede zwischen Gesetzen und Theorien

Eine weitere Verwechslungsmöglichkeit in den Naturwissenschaften bieten die Termini Gesetz und Theorie. Wissenschaftliche Theorien sind etablierte und fest begründete Erklärungssysteme. Oft basieren Theorien auf naturwissenschaftlichen Axiomen und dienen dazu, scheinbar unzusammenhängende Beobachtungen in mehreren verschiedenen Feldern zu erklären. Die Belastbarkeit von Theorien kann nur durch indirekte Beweise gestärkt und deren Gültigkeit etabliert werden. Sie können also nicht direkt überprüft werden. Dies ist auch deswegen der Fall, weil Theorien Aussagen, die durch wissenschaftliche Schlussfolgerungen entstanden sind, über naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Regelmäßigkeiten darstellen. Im

Gegensatz dazu sind Gesetze in den Naturwissenschaften beschreibende Begründungen für eben jene Phänomene (Lederman, 2002).

Tendenz zur Einfachheit in der Naturwissenschaft

SchülerInnen glauben oft, dass Erkenntnisse in den Naturwissenschaften möglichst komplex und kompliziert vermittelt werden. Dies ist jedoch ein Irrglaube, denn das Wissen über Vorgänge in der Natur soll möglichst einfach formuliert werden. Dennoch soll aber die Komplexität naturwissenschaftlicher Zusammenhänge nicht ignoriert werden. Diese sollen jedoch so verständlich und einfach wie möglich vermittelt und kommuniziert werden (Urhahne et al., 2008).

Kreativität in der Naturwissenschaft

Naturwissenschaftliche Arbeit erfordert darüber hinaus immer ein gewisses Maß an Kreativität und Einfallsreichtum und ist keine durchwegs streng durchgeplante und strikt rationale Tätigkeit. In vielen Fällen sind kreative Ideen notwendig, um Zusammenhänge zu erschließen, diese eventuell durch Modelle darzustellen oder bestimmte Theorien aufzustellen. Auch dieser Aspekt spielt eine bedeutende Rolle in der Forschungsarbeit. In diesem Zusammenhang darf man aber nicht vergessen, dass die naturwissenschaftliche Beschäftigung und die daraus resultierenden Erkenntnisse auch immer theoriegeleitet sind. Beobachtungen und Forschungen werden basierend auf konkreten theoretischen Hintergründen durchgeführt (Lederman, 2002).

Die Wandelbarkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse

Trotz dieses Aspekts und ihrer relativen Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit sind naturwissenschaftliche Erkenntnisse nie absolut und für die Ewigkeit gültig. Theorien, Hypothesen und Gesetze können nie als hundertprozentig sicher gelten, ungeachtet dessen, wie wahrscheinlich dies aufgrund reichhaltiger und zahlreicher Beweise scheint. So ist die Naturwissenschaft seit jeher eine Wissenschaft, die sich im stetigen Wandel befindet (Lederman, 2002).

5.2 Die Bedeutung von Nature of Science für den Schulunterricht

In diesem Zusammenhang sei kurz erwähnt, dass es bis heute schwierig ist, den Terminus „Nature of Science“ sinngerecht in die deutsche Sprache zu übersetzen. Deshalb wird in dieser Arbeit immer der englischsprachige Ausdruck verwendet. Kremer, Urhahne und Mayer (2007) betonen die Bedeutung von Nature of Science für den Schulunterricht und verwenden dazu diese Formulierung: „Die Entwicklung eines angemessenen Verständnisses der Natur (Charakteristika) der Naturwissenschaften ist ein bedeutendes Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts.“ (Kremer et al., 2007, S.53).

Hier zeigt sich einerseits, dass die Bezeichnung Nature of Science wörtlich übersetzt wurde, nachdem man aber im Deutschen üblicherweise in diesem Zusammenhang weniger von der Natur als vom Wesen oder eben den Charakteristika der Naturwissenschaften sprechen kann, wurde hier dieses ergänzende Wort in Klammer beigelegt. Was aber die für diese Arbeit wirklich zentrale Aussage dieses Zitats ist, ist die Tatsache, dass Nature of Science eindeutig als wichtiger Aspekt des naturwissenschaftlichen Unterrichts hervorgehoben wird und dass das Verstehen der Grundprinzipien des „Wesens der Naturwissenschaften“ eine entscheidende Rolle für die naturwissenschaftliche Bildung junger Menschen spielt. Dies ist auch einer der Hauptgründe, weshalb das Verständnis von Nature of Science neben dem kognitiven Erlernen und Verstehen der konkreten inhaltlichen Themen des Projekts Woody Woodpecker einen wichtigen Aspekt dieser Arbeit darstellt (Kremer, 2007).

Historische Entwicklung

Eine entscheidende Rolle für die Entwicklung von Nature of Science spielen die Vereinigten Staaten von Amerika, wo laut Lederman (1999) das Verständnis über das Wesen der naturwissenschaftlichen Arbeit bereits seit 1907 eine Rolle spielt. Von dort aus verbreitete sich das Lehren der Nature of Science und hat bereits bis zum Ende des vergangenen Jahrhunderts weltweit eine große Bedeutung für die naturwissenschaftliche Bildung erlangt (Lederman, 1999).

Nature of Science steht in pädagogischen Kontexten oft im Zusammenhang mit „Scientific Literacy“, die Kremer et al. (2007) mit „naturwissenschaftlicher Bildung“

übersetzen. Das Verständnis der Charakteristika der Naturwissenschaften stellt für diese Autoren die Basis für das Erreichen dieses Bildungszieles dar (Kremer et al., 2007).

Nun möchte ich etwas genauer auf die einzelnen Aspekte von Nature of Science eingehen, die in der naturwissenschaftlichen Bildung und im Schulunterricht eine bedeutende Rolle spielen.

Epistemologische Überzeugungen

Ein zentraler Bereich im Zusammenhang mit dem Schülerverständnis von Nature of Science sind ihre epistemologischen beziehungsweise erkenntnistheoretischen Überzeugungen. Darunter versteht man verschiedene Vorstellungen darüber, wie Wissen und der Wissenserwerb strukturiert sind. SchülerInnen sollen verstehen, dass Wissenschaft ihre Grenzen hat, dass sich Wissen im Laufe der Zeit immer verändern kann – hier sollen Lernende auch erkennen, wie und auf welche Weise das erfolgt – und letztendlich soll auch erfahren werden, welche Methoden Wissenschaftler anwenden, um zu naturwissenschaftlichen Ergebnissen und Erkenntnissen zu gelangen. Wichtig ist hier, dass die SchülerInnen verstehen, dass wissenschaftliche Erkenntnisse trotz systematischer Überprüfung keine absolute Wahrheit darstellen und einer stetigen Veränderung und ständigem Diskurs ausgesetzt sind (Urhahne & Hopf, 2004). Dies ist, wie an früherer Stelle erwähnt, ein Kernpunkt der Nature of Science, in dem, zumindest in der Biologie, ein weitestgehender Konsens besteht. In diesem Kontext sprechen Kremer et al. (2007) davon, dass sich die Haltung von SchülerInnen im Laufe der naturwissenschaftlichen Ausbildung „von einem einfachen Dualismus, der Wissen in richtig und falsch unterteilt, [...] zu einer relativistischen Position (Kremer et al., 2007, S. 55)“ entwickeln soll. Das heißt also, dass junge Menschen auch lernen müssen, dass die Naturwissenschaften wie viele andere Bereiche des Lebens durch eine große Grauzone der Erkenntnisse charakterisiert sind. Kenntnisse über die Epistemologie naturwissenschaftlichen Wissens sind ein wesentliches Bildungsziel des Unterrichts in den dazugehörigen Fächern. SchülerInnen sollen die Dynamik von Erkenntnissen, den empirischen Charakter der wissenschaftlichen Betätigung mit der Natur sowie die Theoriebeladenheit von Beobachtungen in der Natur als wesentliche Eigenschaften dieses Forschungsgebietes erkennen (Kremer et al., 2007).

Kremer et al. (2007) nennen auch Kerndimensionen in denen man die Entwicklung des Denkens junger Menschen erkennen kann. Diese sind: „Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen, Vorstellungen über naturwissenschaftliche Methoden

und Vorstellungen über Institutionen und soziale Handhabung.“ (Kremer et al., 2007, S. 57f.) Die naturwissenschaftlichen Methoden teilen sie wiederum in vier Dimensionen, nämlich den „Zweck der Naturwissenschaften“, die „Unterscheidung von Theorie und Gesetz“, den „Mythos einer universellen, naturwissenschaftlichen Methode“ sowie die „Rolle der Kreativität des Wissenschaftlers.“ (Kremer et al. S. 58)

Hier sind Parallelen zu den an früherer Stelle genannten Hauptmerkmalen der Nature of Science erkennbar. SchülerInnen sollen zumindest jene Aspekte der Nature of Science kennenlernen und verstehen, über die weitestgehend ein Konsens in der Fachwissenschaft herrscht. Darüber hinaus sollen Lernende der Naturwissenschaften eigene Fähigkeiten und ein gutes Wissenschaftsverständnis im Zusammenhang auf die Tätigkeiten im naturwissenschaftlichen Bereich erwerben (Kremer et al., 2007). Es fällt also auf, dass im heutigen Naturwissenschaftsunterricht in Bezug auf die Kenntnisse und das Verständnis von Nature of Science verschiedenste Fähigkeiten von den SchülerInnen verlangt werden.

5.3. Der Einfluss der Lehrperson auf das Schülerverständnis

Das Lernen junger Menschen ist im klassischen Schulunterricht auch abhängig von der Lehrperson, die ebenfalls Einfluss auf den individuellen Lernerfolg der SchülerInnen hat. Unter der Anleitung und Unterstützung eines Lehrers oder einer Lehrerin sollen Lernende die oben genannten Aspekte von Nature of Science implizit und explizit verstehen. Es stellt sich die Frage, welche Rolle die Lehrperson in diesem Kontext einnimmt. LehrerInnen können das Verständnis ihrer SchülerInnen für Nature of Science beeinflussen und im besten Falle positiv fördern. In der Literatur wird hervorgehoben, dass das Wissen der Lehrenden über die Nature of Science einen Einfluss darauf hat, wie sie ihre Schüler und Schülerinnen beim Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) unterstützen können. Ein gutes Verständnis der Nature of Science ist ein Teil der Scientific Literacy auszeichnet. In diesem Zusammenhang sollen Lehrpersonen ein Gleichgewicht zwischen funktionellen, konzeptuellen und multidimensionalen Gesichtspunkten von Scientific Literacy finden. Dies können sie durch das Schulen einer umfangreicheren Darstellung von Nature of Science und den Grundtendenzen naturwissenschaftlicher Bildung erreichen, wodurch auch die SchülerInnen ein Gespür für die Weitläufigkeit und den

großen Umfang der Bedeutungen der beiden Begriffe bekommen können (Oppel-Equiluz, 2012).

Lederman (1999) hat sich genauer mit dem Einfluss der Lehrperson auf das Verständnis der SchülerInnen von Nature of Science auseinandergesetzt. Er erwähnt zu Beginn seiner Ausführungen, dass das Verständnis sowohl von Lernenden als auch von LehrerInnen ausbaufähig ist. Er stellt sich die Frage, inwiefern es einen Zusammenhang zwischen dem Wissen über die Grundtendenzen von Nature of Science der Lehrperson und der tatsächlichen Praxis im Unterricht gibt und wie groß die gegenseitige Beeinflussung ist. Lederman (1999) beschreibt, dass die LehrerInnen, die an der Studie teilnahmen, immer wieder den vorläufigen Charakter naturwissenschaftlicher Erkenntnisse betonten. Dieser Aspekt war für sie im Allgemeinen der wichtigste in Zusammenhang mit Nature of Science. Zudem wurden auch der Einfluss der menschlichen Kreativität und Vorstellungskraft und das Zusammenspiel von Theoriebeladenheit und empirischer Beobachtungstätigkeit thematisiert. Die Unterschiede zwischen einem Gesetz und einer Theorie sowie zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung wurden von den Lehrpersonen erörtert. Es zeigen sich klare Unterschiede in der Unterrichtspraxis zwischen erfahrenen und weniger erfahrenen Lehrkräften. Die routiniertesten LehrerInnen wählten großteils forschungs-orientierte Unterrichtsansätze und vermittelten in diesem Zusammenhang auch wichtige Aspekte von Nature of Science, wenngleich dies nicht die primäre Intention der Lehrpersonen war. Neben der Erfahrung im Unterrichten naturwissenschaftlicher Inhalte spielen aber auch Aspekte wie Ziele des Unterrichts, Intentionen der Lehrenden sowie die Vorstellungen und die Motivation der SchülerInnen eine große Rolle darin, inwieweit Lernende die Grundzüge von Nature of Science aufnehmen und verstehen können. Die oben genannten Aspekte haben Einfluss auf das philosophische Verständnis des Lehrers oder der Lehrerin über Nature of Science und auf die tatsächliche Unterrichtspraxis. Die Einstellung einer Lehrperson beeinflusst infolgedessen auch deren Unterricht (Lederman, 1999).

Das Erlernen naturwissenschaftlicher Inhalte durch SchülerInnen ist abhängig von der „knowledge of science“ des Lehrers oder der Lehrerin (Houseal et al., 2014, S. 85). Diese beinhaltet jedoch mehr als das bloße Fachwissen über naturwissenschaftliche Inhalte. LehrerInnen müssen darüber hinaus auch ein Verständnis für die Prozesse haben, die dazu führen, dass naturwissenschaftliches Fachwissen entstehen und

schließlich eine gewisse Gültigkeit erreichen kann (Houseal et al., 2014). Dies steht in engem Zusammenhang mit den Grundideen von Nature of Science und zeigt andererseits auch, dass eine Lehrperson ein bestimmtes Hintergrundwissen benötigt, um den SchülerInnen Inhalte und naturwissenschaftliche Prozesse zu vermitteln. Zusätzlich sind auch fachdidaktische Kompetenzen des Lehrers oder der Lehrerin erforderlich, die in der englischsprachigen Literatur auch als „pedagogical content knowledge – PCK“ (Houseal et al. 2014, S. 85) bezeichnet werden. Damit jemand, der Naturwissenschaften unterrichtet, diese Fähigkeiten entwickeln kann, muss dieser Person die persönliche professionelle Entwicklung ermöglicht werden. Dies beinhaltet unter anderem die Möglichkeit des Lernens und Trainierens folgender Kompetenzen in einem empirisch-forschenden Lernkontext: „Das Entwerfen beantwortbarer Fragen, die naturwissenschaftlichen Denkweisen, die Analyse bestimmter Phänomene aus der Naturwissenschaft, das Interpretieren von Daten und Ergebnissen sowie die Kompetenz zur Diskursführung über die Gültigkeit aufgestellter Thesen und Theorien“ (Houseal et al., 2014, S. 85).

Darüber hinaus bietet die Zusammenarbeit mit WissenschaftlerInnen, wie das in einem Sparkling-Science-Projekt wie Woody Woodpecker möglich ist, auch für die beteiligten LehrerInnen die Möglichkeit ihre Kenntnis über naturwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen sowie die allgemeinen Prozesse der Forschung zu verbessern. Auch Lehrende erhalten durch diesen sogenannten „authentischen Lern- beziehungsweise Unterrichtskontext“, auf den ich an späterer Stelle noch genauer eingehen werde, einen merklichen Vorteil. Allgemein profitieren bei einer Kooperation zwischen SchülerInnen, LehrerInnen und WissenschaftlerInnen alle drei beteiligten Gruppen und werden davon in vielen Bereichen beeinflusst. Bei den Lehrpersonen ist ein positiver Einfluss sowohl auf die wissenschaftlichen Fachkenntnisse, das Wissen und Anwenden authentischer naturwissenschaftlicher Methoden als auch auf die pädagogischen Lehrmethoden zu erkennen (Houseal et al., 2014).

Zusammenfassend zeigen sich also Einflüsse von unterschiedlichen Seiten, die für das Verstehen, Erlernen und Anwenden der Kernaspekte von Nature of Science durch SchülerInnen eine Rolle spielen. Wichtig ist auch das Verständnis der Lehrperson, das in den Unterricht einfließt. In welchem Ausmaß dies geschieht und inwiefern die Vorstellungen der LehrerInnen auch in ihrem Unterricht reflektiert werden, darüber herrscht in der Literatur bisher noch keine Einigkeit (Lederman, 1999).

5.4. Schölerverständnis

Das Verständnis der am Projekt teilnehmenden SchülerInnen von Nature of Science stellt einen für diese Arbeit wichtigen Analyseaspekt dar. In diesem Unterkapitel soll nun darauf eingegangen werden, welche Erkenntnisse frühere Studien im Zusammenhang mit dem Verstehen und Erlernen verschiedener naturwissenschaftlicher Inhalte durch SchülerInnen ergeben haben. Darüber hinaus soll auch auf weitere beeinflussende Aspekte, wie beispielsweise den sogenannten „authentischen Lernkontext“ eingegangen werden.

5.4.1. Messinstrumente für das Schülerverständnis

Urhahne und Hopf (2004) schreiben, dass historisch gesehen am Beginn der Forschungstätigkeit zu den bereits öfter erwähnten epistemologischen Überzeugungen häufig Interviews zum Feststellen der Schölereinstellungen geführt und ausgewertet wurden, wohingegen sich in den letzten Jahrzehnten neuere Studien häufig auf die Ergebnisse von Fragebögen stützen. Die umfassendsten Resultate erhält man, wenn man die vorhandenen geeigneten Messinstrumente miteinander kombiniert, damit sich diese gegenseitig ergänzen und dadurch ein großes Feld an ausführlichen Daten schaffen können. Zudem ist es auch immer erforderlich, die bereits vorhandenen Methoden weiterzuentwickeln und gegebenenfalls mit neuen Messinstrumenten zu ergänzen. Betrachtet man nun die beiden oben genannten Methoden zur Analyse des Schülerverständnisses, so kann man feststellen, dass Fragebögen den großen Vorteil haben, viele verschiedene Faktoren zu untersuchen. Der Nachteil dieses Messinstruments ist jedoch, dass hierbei aufgrund der bewusst hohen Anzahl an Fragen und deren relativ kurzer und präziser Beantwortung durch die Probanden nicht so detailliert auf die hinterfragten Aspekte eingegangen werden kann, wie dies im Falle von Interviews möglich ist. Daher bietet die zusätzliche Durchführung von Interviews mit einigen Studienteilnehmern die Möglichkeit, konkreter auf bestimmte für die jeweilige Untersuchung zentrale und wichtige Kernthemen einzugehen, um die Ergebnisse des Fragebogens genauer und ausführlicher analysieren zu können. Interviews können jedoch nicht zuletzt aufgrund des verhältnismäßig hohen Zeitaufwandes nur einzelne Aspekte hinterfragen, weshalb man sich darauf festlegen muss, welche Themen zentral für die jeweilige Studie sind. In Kombination mit dem

Durchführen eines Fragebogens ergibt sich folglich ein breiter Input an Informationen, bei denen man je nach Ziel der Untersuchung bestimmte Schwerpunkte setzen kann (Urhahne & Hopf, 2004).

In der Literatur werden folgende Kritikpunkte am Fragebogenverfahren diskutiert. Bei älteren Fragebögen, die in früheren Studien eingesetzt wurden, werden vor allem drei Aspekte des Öfteren kritisiert, die Urhahne et al. (2008) wie folgt beschreiben: Fragebögen „zielen (a) zu sehr auf das Beherrschen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. Sie fragen (b) nach Einstellungen und affektiven Variablen und nicht nach wissensbasierten Vorstellungen. Die Naturwissenschaften werden (c) als eine ‚feste Institution‘ angesehen und zu wenig wird der epistemologische Charakter des sich entwickelnden naturwissenschaftlichen Wissens betont.“ (Urhahne et al., 2008, S. 80)

Diese Schwachpunkte älterer Fragebögen weisen neuere inzwischen nicht mehr auf. Dennoch übt die Literatur auch an diesen Kritik. Ihnen wird in Bezug auf inhaltliche Aspekte vorgeworfen, dass die Fragestellung zu sehr aus Sicht von Wissenschaftsdidaktikern erfolgt und die Ansichten von Fachwissenschaftlern beziehungsweise Wissenschaftsphilosophen zu wenig berücksichtigt werden. Dies liegt wohl nicht zuletzt daran, dass Fragebögen zur Nature of Science sehr oft alleine von Fachdidaktikern entworfen und Befragungen entsprechend durchgeführt werden. Ein weiterer inhaltlicher Kritikpunkt ist, dass die Grundideen von Nature of Science oft zu sehr vereinfacht und generalisiert werden. Mitunter werden Fragestellungen von SchülerInnen nicht richtig oder gar nicht verstanden, weil sie bestimmte Formulierungen, Fachbegriffe oder andere Termini nicht verstehen oder nicht einordnen können. Dies kann das Resultat verfälschen. Darüber hinaus wird auch Kritik an der Art der Antwortmöglichkeiten von Fragebögen geübt. In der Regel gibt es bei diesem Messinstrument drei verschiedene Varianten der Beantwortungsauswahl: Zustimmung oder Ablehnung, Multiple-Choice-Antwortmöglichkeiten oder die sogenannte 5-stufige Likert-Skala, bei der Probanden die Wahl zwischen Angaben wie beispielsweise „1 – trifft nicht zu“, „2 – trifft kaum zu“, „3 – trifft teilweise zu“, „4 – trifft eher zu“ und „5 – trifft ganz zu“ haben. All diese Möglichkeiten der Beantwortung ordnen jedoch die Aussage der Probanden in enge Kategorien ein, die nicht oder nicht ganz mit der tatsächlichen Meinung der befragten Personen übereinstimmen müssen. Bei der Erstellung von Fragebögen sollte man daher diese Kritikpunkte ständig vor Augen haben und versuchen, die Probleme, die im Zusammenhang mit der Beantwortung der

Fragen entstehen könnten, weitestgehend zu vermeiden. Dies ist jedoch, wie sich die Literatur einig ist, nie vollständig möglich. Daher ist es notwendig bei der Erstellung von Fragebögen Kategorien zu verwenden, die nicht nur im naturwissenschaftsdidaktischen Kontext sondern allgemein relevant sind (Urhahne et al., 2008).

Urhahne et al. (2008) haben dazu „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaft“ (Urhahne et al., 2008, Anhang S. 1) entwickelt, innerhalb derer allgemein bedeutende Items als Fragestellung entworfen wurden. Die sieben zentralen Kategorien sind „Herkunft, Sicherheit, Entwicklung, Rechtfertigung, Einfachheit, Zweck und Kreativität.“ (Urhahne et al., 2008, Anhang S. 1-2) Im Bereich Herkunft wird thematisiert, dass jeder Mensch und nicht nur NaturwissenschaftlerInnen Vorgänge in der Natur beobachten und deuten und auch allgemein wissenschaftlich tätig sein können. In Bezug auf die Sicherheit des Wissens geht es darum, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse nicht für alle Zeit gültig sind und einem ständigen Wandel sowie skeptischer Betrachtung durch andere WissenschaftlerInnen ausgesetzt sind. Zudem soll auch betont werden, dass es für Phänomene in der Natur nicht nur eine einzig wahre, sondern viele verschiedene Erklärungsmöglichkeiten gibt. Bei der Entwicklung von naturwissenschaftlichem Wissen soll erkannt werden, dass Erkenntnisse jeglicher Art sich im Laufe der Zeit verändern können, sich die Ansichten der Naturwissenschaft ständig weiterentwickeln und dass es nach wie vor wissenschaftliche Phänomene gibt, für die auch FachwissenschaftlerInnen keine Antwort oder Erklärung haben. Im Zusammenhang mit der Rechtfertigung des Wissens wird auf pragmatische Aspekte, wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen, eingegangen. Hierbei geht es darum, dass WissenschaftlerInnen konkrete Vorstellungen haben, was ein Experiment zeigen soll und dass diese immer wieder wiederholt werden müssen, damit die Ergebnisse abgesichert werden können und dadurch einen höheren wissenschaftlichen Wert erlangen. Im Zuge von Experimenten können neue Ideen über naturwissenschaftliche Zusammenhänge entstehen. Andererseits sind Versuche mit völlig unerwarteten Resultaten für den untersuchenden WissenschaftlerInnen relativ wertlos. Experimente sind jedenfalls eine gute Möglichkeit der Erkenntnisgewinnung. Der Aspekt der Einfachheit besagt, dass bei aufgestellten naturwissenschaftlichen Theorien nicht die kompliziertere, sondern die einfachere bevorzugt wird. WissenschaftlerInnen versuchen nicht, Phänomene komplexer erscheinen zu lassen als sie sind, sondern sie versuchen das Gegenteil. Komplizierte Vorgänge in der Natur

werden mit möglichst einfachen Mitteln und Formulierungen dargestellt. Ein weiterer Punkt der sieben Skalen ist der Zweck der Naturwissenschaften. Dieser ist, Vorgänge in der Natur zu erklären, neue Beobachtungen zu machen und dadurch Erkenntnisse zu gewinnen sowie Phänomene mithilfe von Experimenten zu erklären. Die siebente Kategorie ist die Kreativität, denn auch diese spielt eine bedeutende Rolle für das Erlangen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Kreative und einfallsreiche Ideen im Zuge einer Forschungstätigkeit bilden letztendlich die Grundlage für Forschungsprojekte jeglicher Art und ermöglichen es, neues Wissen zu erlangen (Urhahne et al., 2008).

Die Kernaspekte dieser sieben Kategorien sollen durch Fragebögen und ergänzend dazu durch Interviews mit SchülerInnen hinterfragt werden. Die Skalen und die beinhalteten Items sind eine Möglichkeit, auf die oben genannten Kritikpunkte zu reagieren und so die Qualität des Messinstruments „Fragebogen“ zu erhöhen. Urhahne et al. (2008) empfehlen, in diesem Kontext die Antwortmethode der Likert-Skala zu verwenden, weil ihnen diese für eine Befragung dieser Art am geeignetsten erscheint. Auch wenn Urhahne et al. (2008) an späterer Stelle einige Kritikpunkte in Bezug auf Reliabilität und etwaige Messfehler feststellen, die im Zuge des Erstellens dieses Fragebogens anhand der eben genannten sieben Skalen trotz allem entstehen können, so bietet diese Variante des Messinstruments dennoch auch laut ihnen eine relativ gut geeignete Form der Datenerhebung in Hinsicht auf das Schülerverständnis von Nature of Science. Dies bestätigen ihre stichprobenartigen Studien, anhand derer sie auch die Vorlage für den in dieser Arbeit verwendeten Fragebogen erstellt haben. Alles in allem stellen die oben genannten „Sieben Skalen der Naturwissenschaften“ das Grundgerüst für Fragebögen im Zusammenhang mit Nature of Science, wie eben auch im Zuge des Projekts Woody Woodpecker dar (Urhahne et al., 2008).

5.4.2. Das Schülerverständnis von Nature of Science

Nachdem nun die beiden bedeutendsten Messinstrumente für das Schülerverständnis von Nature of Science erläutert wurden, soll nun anhand verschiedener Beiträge und Studien aus der Fachliteratur darauf eingegangen werden, welche konkreten Vorstellungen Lernende über die Natur der Naturwissenschaften haben.

Hierbei geht es um das epistemologische Denken der SchülerInnen und daraus resultierende Vorstellungen. Hammann und Asshoff (2014) beziehen diese auf drei Kernfragen:

„Was ist naturwissenschaftliche Erkenntnis?“

„Wie werden naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen?“

„Wie lassen sich Geltungsansprüche von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen begründen?“ (Hammann & Asshoff, 2014, S. 61)

Zudem haben SchülerInnen im Zusammenhang mit Grundthemen der Nature of Science konkrete Vorstellungen auf die hier ebenfalls detaillierter eingegangen werden soll. Jugendliche haben Probleme dabei, zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung zu unterscheiden. Das heißt, dass SchülerInnen in vielen Fällen glauben, dass das Wissen in den Naturwissenschaften das direkte Abbild von Vorgängen in der Natur darstellt. Hier wird aber vernachlässigt, dass aus der Beobachtung von naturwissenschaftlichen Phänomenen Schlüsse gezogen werden müssen, damit man zu einer konkreten Erkenntnis kommt. Weiters sind SchülerInnen häufig davon überzeugt, dass das naturwissenschaftliche Wissen allgemein gültig und unwiderruflich ist. Hammann und Asshoff beschreiben die epistemologischen Schülervorstellungen in fünf Teilbereichen, die im Folgenden genauer erläutert werden sollen (Hammann & Asshoff, 2014).

1.) Was verstehen SchülerInnen unter einer naturwissenschaftlichen Theorie? Diese sind in der Naturwissenschaft empirisch untersuchte, weitestgehend bestätigte Erkenntnisse, die jedoch aus verschiedenen Gründen nicht beweisbar sind. Ein Beispiel dafür stellt die Evolutionstheorie dar, die zwar durch zahlreiche Untersuchungen gestützt und daher von BiologInnen und anderen NaturwissenschaftlerInnen akzeptiert und auch an Lernende weitervermittelt wird, die jedoch nicht lückenlos bewiesen werden kann. Letzteres bedeutet jedoch keineswegs, dass Theorien einen geringen naturwissenschaftlichen Wert haben. Im Gegenteil sind sie meist allgemein akzeptierte Aussagen, die durch eine große Zahl von verschiedenen Ergebnissen und Erkenntnissen gestützt werden. Dennoch kann eine Theorie durch Gegenbeweise widerlegt und eventuell von einer neuen abgelöst werden (Hammann & Asshoff, 2014).

2.) SchülerInnen unterschätzen häufig den Wert von naturwissenschaftlichen Theorien. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Lernende größtenteils meinen, dass „eine

Theorie eine unbewiesene Behauptung sei“ (Hammann & Asshoff, 2014, S. 67). Das ist ein Theoriebegriff, wie er in der Alltagssprache häufig so verwendet wird, aber auf naturwissenschaftliche Theorie nicht zutrifft. Naturwissenschaftliche Theorien beruhen auf Erkenntnissen und Ergebnissen aus zahlreichen Untersuchungen (Hammann & Asshoff, 2014).

3.) Eine weitere Fehleinschätzung von SchülerInnen ist die Tatsache, dass sie oft glauben, dass Theorien die wirkliche Welt in der Natur direkt abbilden. Hier zeigt sich erneut die Schwierigkeit junger Lernender zwischen Beobachtungen und Schlussfolgerungen zu unterscheiden (Hammann & Asshoff, 2014).

4.) SchülerInnen haben stereotype Vorstellungen zu WissenschaftlerInnen. Studien, in der Jugendliche wissenschaftlich arbeitende Personen zeichnerisch darstellen sollten, zeigten, dass Jugendliche häufig einen männlichen Wissenschaftler mittleren Alters, der einen Labormantel trägt und in einem Labor Experimente durchführt, zeichnen. Im Rahmen einer weiteren Untersuchung sollten SchülerInnen im Alter von 17 Jahren Geschichten schreiben, in denen WissenschaftlerInnen vorkommen. Hier konnten folgende Tendenzen beobachtet werden. NaturwissenschaftlerInnen werden als intellektuell, aber häufig auch als ein wenig sonderbar beschrieben. In den meisten Fällen hatte die Arbeit der WissenschaftlerInnen einen positiven, in manchen Szenarien aber auch einen negativen Einfluss auf die Menschheit. Man muss jedoch beachten, dass sowohl beim Zeichnen einer Person als auch beim Verfassen von Geschichten der Phantasie ein großer Stellenwert zukommt, weshalb die Beschreibungen der WissenschaftlerInnen in diesen Kontexten nicht zwangsläufig den realen Vorstellungen der SchülerInnen entsprechen müssen und diese Ergebnisse auf jeden Fall mit Vorsicht und Skepsis zu betrachten sind (Hammann & Asshoff, 2014).

5.) Das Experimentieren ist eine der wichtigsten Tätigkeiten von WissenschaftlerInnen. Ein Experiment geht von einer theoriebeladenen Hypothese aus, die im Zuge der Untersuchungen überprüft und im Optimalfall bestätigt werden soll. Die Versuche erfolgen systematisch und auf ein konkretes Ziel ausgerichtet. Häufig geht es hierbei darum bestimmte Phänomene der Natur zu erklären und in diesem Zusammenhang eine naturwissenschaftliche Theorie zu entwickeln beziehungsweise zu bestätigen. (Hammann & Asshoff, 2014).

Im Zuge verschiedener Studien wurde das Schülerverständnis in Bezug auf die „Naturwissenschaften allgemein“, „Naturwissenschaftliche Fragen“, das „Experiment“, die „Hypothese“, die „Theorie“ sowie die „Evidenzen“ (Hammann & Asshoff, 2014, S. 79-80) untersucht.

Infolgedessen konnte man drei Stufen des Verständnisses der Wissenschaft beschreiben. Stufe 1 ist gekennzeichnet durch ein naiv-realistisches Verständnis der Wissenschaft. Diese wird als Abbild der Natur verstanden. Dies suggeriert auch, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse laut diesem Denkschema allgemein und für alle Zeit gültig sind, weil sie reale Vorgänge der Umwelt direkt wiedergeben. Zudem wird noch nicht zwischen Theorien, Hypothesen und Ideen differenziert. In dieser Stufe glauben SchülerInnen, dass experimentierende NaturwissenschaftlerInnen einfach etwas ausprobieren und abwarten, was infolgedessen passiert, in der Hoffnung, etwas Neues zu entdecken (Hammann & Asshoff, 2014).

Ein reflektiertes Wissenschaftsverständnis zeigt sich in Stufe 2. Lernende erklären den Sinn von Experimenten darin, Erklärungen und Theorien zu überprüfen und im Optimalfall zu bekräftigen. Diese Denkweise ähnelt der realen Wissenschaftspraxis bereits großteils. Jedoch wird hier der Zusammenhang zwischen Theorien und ihren zugrundeliegenden Hypothesen nicht oder noch nicht vollständig verstanden (Hammann & Asshoff, 2014).

Dies erfolgt schließlich in Stufe 3, in der SchülerInnen ein elaboriertes Wissen über die Vorgänge in der Wissenschaft in Bezug auf Experimente entwickeln. Junge Menschen verstehen nun die wichtigsten Zusammenhänge der wissenschaftlichen Praxis und haben erkannt, dass Untersuchungen immer detailliertere und unterstützende Ergebnisse bringen sollen und dass jedes Wissen, unabhängig davon wie plausibel und sinnvoll es scheint, dennoch jeder Zeit revidierbar bleibt. Man spricht auch davon, dass SchülerInnen auf dieser Verständnisstufe den kumulativen und zyklischen Charakter der naturwissenschaftlichen Methodik im Zuge von Experimenten erkannt haben (Hammann & Asshoff, 2014).

Wissenschaftliche Erkenntnisse werden nicht durch eine Person, sondern durch Zusammenarbeit mehrerer Beteiligter erlangt und durchlaufen im Anschluss einen Diskurs in der wissenschaftlichen Gesellschaft, bevor und nachdem sie tatsächlich in Fachzeitschriften publiziert werden. Das heißt folglich, dass auch soziale Aspekte innerhalb dieser Gesellschaft eine Rolle für die Wissenschaft spielen. Dass WissenschaftlerInnen ihre Forschungsergebnisse mit KollegInnen diskutieren, wissen

SchülerInnen im Allgemeinen. Da aber auch in diesem Kontext jungen Menschen die Differenzierung zwischen Theorie, Daten und Schlussfolgerungen schwer fällt, meinen sie, dass unterschiedliche Meinungen innerhalb der „scientific community“ darauf zurückzuführen sind, dass es für Theorien häufig keine eindeutigen Beweise gibt, die diese hundertprozentig verifizieren (Hammann & Asshoff, 2014).

Weitere Untersuchungen in Zusammenhang mit dem Schülerverständnis von Nature of Science wurden von Urhahne und Hopf (2004) sowie Urhahne et al. (2008) durchgeführt. Die zweitgenannte Studie baut zum Teil auf der früheren auf. Eine naheliegende Annahme besteht darin, dass SchülerInnen mit höherer Lernmotivation und größerem Interesse an naturwissenschaftlichen Inhalten ein besseres Verständnis von Nature of Science haben. Dies trifft jedoch nur in Hinblick auf bestimmte Teilbereiche der epistemologischen Überzeugungen zu. SchülerInnen, die ein großes Interesse und eine besondere Motivation gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten haben, zeigen bessere Kompetenzen in Bezug darauf, wie neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse entstehen und erlangt werden, sowie welcher Stellenwert und welche Funktion in diesem Zusammenhang den Experimenten zukommt. Es zeigte sich, dass diese Jugendlichen ein besseres Verständnis davon haben, dass sich naturwissenschaftliches Wissen weiterentwickeln kann. Allerdings sind besonders interessierte und motivierte SchülerInnen häufig mehr von der Sicherheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse überzeugt (Urhahne & Hopf, 2004).

Eine Hypothese der früheren Studie, die im jüngeren Paper schließlich bekräftigt wird, ist, dass SchülerInnen mit einer höheren Selbsteinschätzung ihrer Fähigkeiten in den Naturwissenschaften bessere Kompetenzen im Verstehen der Grundprinzipien von Nature of Science haben. So zeigt diese Gruppe von Lernenden eine realitätsnähere Einschätzung darüber, welche Aufgaben Versuche und Experimente in den Naturwissenschaften erfüllen. Zudem sind diese SchülerInnen verhältnismäßig häufiger davon überzeugt, dass wissenschaftliche Kenntnisse nicht für alle Zeit gültig und einem ständigen Wandel ausgesetzt sind (Urhahne & Hopf, 2004; Urhahne et al., 2008). Eine ähnliche Annahme ist, dass SchülerInnen mit besseren schulischen Lernleistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern, gemessen anhand der Zeugnisnoten in den Gegenständen Biologie, Chemie und Physik, auch über ein besseres Verständnis für Nature of Science verfügen. Die Untersuchungsergebnisse konnten dies bekräftigen und zeigten, dass dies auf die Versuchsgruppe zutraf (Urhahne et al., 2008). Eine ähnliche Tendenz konnten auch Kremer et al. (2007) feststellen.

Junge Lernende bilden sich ihre erkenntnistheoretischen Überzeugungen oft nicht bewusst. Häufig wissen SchülerInnen gar nicht, welche epistemologischen Ansichten sie selbst besitzen. Diese sind häufig unterbewusst durch den Einfluss der Lehrperson geprägt (Urhahne & Hopf, 2004). Dadurch bemerken Jugendliche ihre Fortschritte nicht immer sofort. Dennoch ist man sich in der Literatur einig, dass SchülerInnen in höheren Schulstufen ein tendenziell besseres Verständnis von Nature of Science haben (Kremer et al., 2007; Urhahne et al. 2008; Kremer, 2010). Untersuchungen von Urhahne et al. (2008) zeigen, dass sich in fünf der sieben Skalen der Naturwissenschaften eine eindeutige Tendenz dazu erkennen lässt, dass Jugendliche aus höheren Klassen ein realitätsnäheres Bild von Nature of Science haben, was die eingangs erwähnte These weiter bekräftigt. Kremer (2010) hat die Entwicklung des Schülerverständnisses in Deutschland in der Sekundarstufe I am Anfang und am Ende eines Schuljahres untersucht und konnte zeigen, dass sich die Fähigkeiten in Bezug auf das Verständnis im Laufe dieses Jahres bei den SchülerInnen merklich weiterentwickelt und verbessert haben. Bei jüngeren VersuchsteilnehmerInnen zeigten sich jedoch verhältnismäßig gute Fähigkeiten in Hinsicht auf das Verstehen naturwissenschaftlicher Konzepte und Ideen, was darauf schließen lässt, dass SchülerInnen bereits in jungen Jahren bestimmten Kompetenzen besitzen, um die Grundideen von Nature of Science bis zu einem gewissen Grad zu verstehen (Kremer, 2010).

Im Zusammenhang mit dem Schülerverständnis der Natur der Naturwissenschaften findet man in der Fachliteratur häufig Hinweise auf bestimmte Teilgebiete von Nature of Science von denen junge Lernende in vielen Fällen ein größtenteils falsches Bild haben. Gerade in Bezug auf die Tendenz zur Einfachheit naturwissenschaftlicher Theorien und dem Wert der Kreativität zeigen sich häufig Einschätzungen der SchülerInnen, die der Realität in der Wissenschaftspraxis nicht entsprechen (Kremer et al., 2007). Urhahne et al. (2008) beobachten auch in diesen Bereichen Verständnisschwierigkeiten bei Jugendlichen. In Hinblick auf die vier Skalen „Sicherheit“, „Herkunft“, „Rechtfertigung“ und „Entwicklung“ der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zeigt sich ein besseres, realitätsnäheres Verständnis der SchülerInnen (Urhahne et al., 2008).

Das Wissen über die Grundzüge von Nature of Science beeinflusst die Lernstrategien von Lernenden. SchülerInnen, die der Meinung sind, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse absolut und für alle Zeit gültig sind, tendieren häufig dazu, die fachlichen Inhalte auswendig zu lernen und dieselbe Strategie auch über längere Zeit hinweg immer und immer wieder zu wiederholen. Jugendliche mit ausgereifterem Verständnis

über die Wandelbarkeit der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse wenden vielfältigere und komplexere Lernmethoden an. Andererseits zeigen SchülerInnen, die eine Autorität als Quelle des Wissens ansehen, eine vergleichsweise höhere Lernmotivation und ein größeres Interesse an den Inhalten des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Urhahne & Hopf, 2004).

Das bereits erlernte Wissen der SchülerInnen beeinflusst ihr Verständnis von Nature of Science maßgeblich. Wenn Lernende über ein naturwissenschaftliches Fachgebiet nicht ausreichend Bescheid wissen, wenn sie beispielsweise die Grundlagen der Genetik noch nicht erlernt haben, weil sie etwa in einer niedrigeren Schulstufe sind, können sie diesen Teilbereich und die mit ihm im Zusammenhang stehenden Forschungsmethoden nicht einordnen, weil ihnen das nötige Hintergrundwissen fehlt (Kremer, 2010).

Es wird auch immer wieder betont, dass es für ein angemessenes Schülerverständnis über Nature of Science nicht ausreichend ist, wenn eine Lehrperson ein oder zwei Lektionen zu diesem Thema hält. Die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise, Prozesse und Methoden müssen Lernenden in verschiedenen Kontexten, im Zusammenhang mit unterschiedlichen Themenbereichen und kontinuierlich über mehrere Jahre hinweg vermittelt werden, damit die SchülerInnen die vielfältigen Aspekte der Nature of Science aktiv und selbstständig verstehen können und nicht nur bloße Merkmale des naturwissenschaftlichen Arbeitens kennen. Es ist jedoch auch in Sparkling-Science-Projekten wie Woody Woodpecker wichtig, dass Lernende die verschiedenen Facetten der naturwissenschaftlichen Methodik auf abwechslungsreiche Art kennenlernen (Kremer, 2010).

Zusammenfassend nennt die Literatur vielfältige Aspekte des Schülerverständnisses von Nature of Science. Man ist sich einig, dass die Einschätzung der eigenen Leistung in den Naturwissenschaften einen Einfluss auf das Verstehen der naturwissenschaftlichen Methodik hat. Zudem zeigen Lernende in höheren Schulstufe und SchülerInnen mit besseren Noten in den naturwissenschaftlichen Fächern realitätsnähere Kenntnisse über Nature of Science. Darüber hinaus beeinflussen einige weitere Faktoren das Schülerverständnis, auf die die Lernenden selbst wenig bis keinen Einfluss haben.

5.4.3. Die Conceptual-Change-Theorie

Grundsätzlich liegt die Vermutung nahe, dass sich die Vorstellungen Lernender zu den charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften im Verlauf des Sparkling-Science-Projekts durch die Kooperation mit den WissenschaftlerInnen und dem praktischen Arbeiten während der Untersuchungen zur Holzanatomie ändern. SchülerInnen haben aufgrund ihrer Vorerfahrungen, ihrer Erziehung und anderer Einflüsse ein bestimmtes Bild über die Naturwissenschaften, das nicht unbedingt der Realität entsprechen muss. Daher kann sich das Bild der Jugendlichen durch die praktische Beschäftigung mit Forschung ändern. Unter welchen Umständen und inwieweit sich die Schülervorstellungen ändern können, versucht die „Conceptual-Change-Theorie“ zu erklären. Hierbei spielen die Termini „Assimilation“ und „Akkomodation“ eine bedeutende Rolle. Assimilation bedeutet das Interpretieren und die Suche nach einer Erklärung neuer Fragestellungen durch alte bereits vorhandene Vorstellungskonzepte. Unter Akkomodation versteht man das Ersetzen dieser alten Vorstellungen durch neue Konzepte. Letzteres geschieht häufig infolge von neu erlernten Erkenntnissen und spielt eine besondere Rolle in Bezug auf die Conceptual-Change-Theorie. (Posner et al., 1982; Strike & Posner, 1992; zit. n. Krüger, 2007).

Der Wechsel beziehungsweise die Veränderung eines Denkkonzepts erfolgt jedoch nicht schlagartig, sondern ist ein Prozess, im Laufe dessen sich die Einstellung der jeweiligen Person kontinuierlich verändert. Diese Veränderung bezieht sich allerdings nicht zwangsläufig auf alle Bereiche des Denkens. So kann beispielsweise im Alltag die alte, häufig naivere, Vorstellung bestehen bleiben, weil sie in diesem Kontext einen Vorteil zeigt. In naturwissenschaftlichen Fachkontexten kann die alte Denkweise jedoch dennoch weiterentwickelt worden sein, weil in diesem Zusammenhang die neuere Vorstellung fachlich präziser oder korrekter ist. Nicht zuletzt deshalb wird das Wort „change“, wenn man über dieses Phänomen spricht, heute nicht mehr verwendet. Zutreffender ist es in diesem Kontext wohl von „Conceptual-Reconstruction“ zu sprechen, weil sich Schülervorstellungen nicht völlig verändern, sondern nur in bestimmten Bereichen rekonstruiert werden. Um jedoch zu veranschaulichen, dass hier vom Modell von Posner und Strike die Rede ist, soll jedoch auch weiterhin die Bezeichnung Conceptual-Change verwendet werden (Krüger, 2007).

Die Conceptual-Change-Theorie ist deshalb für diese Arbeit von Bedeutung, weil sie eine Erkenntnistheorie darstellt. Damit Lernende ihre epistemologischen Vorstellungen

ändern können, müssen vier Voraussetzungen erfüllt sein, nämlich Unzufriedenheit mit der alten sowie Verständlichkeit, Plausibilität und Fruchtbarkeit der neuen Sichtweise (Krüger, 2007). Diese Aspekte sollen nun etwas genauer erläutert werden:

- Unzufriedenheit mit der bereits existierenden Denkweise: Unzufriedenheit mit einer alten Sichtweise entsteht, wenn diese für ein konkretes kognitives Problem keinen oder einen nicht zufriedenstellenden Lösungsansatz bietet. Infolgedessen kann es sein, dass man die Überzeugung in Bezug auf die alte Denkweise verliert und schließlich bereit ist, diese durch ein neues Konzept zu ersetzen.
- Verständlichkeit der neuen Denkweise: Voraussetzung für das Rekonstruieren einer Vorstellung ist, dass die nötigen kognitiven Fähigkeiten vorhanden sind, um das neue Konzept zu verstehen. Nur dadurch ist die Verständlichkeit gewährleistet. Darüber hinaus spielt es eine Rolle, wie gut die neue Vorstellung mit dem Wissen und den Kompetenzen der betroffenen Person in anderen relevanten Themenbereichen korreliert. Wenn diese Vorstellungen einander ergänzen und nicht widersprechen, wird die neue Denkweise weitaus häufiger angenommen. Die Verständlichkeit einer Vorstellung ist die Voraussetzung dafür, dass die nächste Bedingung erfüllt sein kann.
- Plausibilität der neuen Denkweise: Ist eine Vorstellung für Lernende verständlich, so kann sie die Möglichkeit bieten, die Problemstellungen, die zur Unzufriedenheit mit der alten Sichtweise geführt haben, zu erklären. Dazu muss die neue Ansicht eine gewisse Plausibilität und Glaubwürdigkeit aufweisen. In diesem Zusammenhang ist es von besonderer Bedeutung, dass die existierende Denkweise mit der neuen in Bezug auf zentrale Aspekte vereinbar ist.
- Fruchtbarkeit der neuen Denkweise: Verständlichkeit und Plausibilität vorausgesetzt, kann eine neue Vorstellung für die jeweilige Person einen fruchtbaren Wert erreichen. Dies bedeutet, dass die Sichtweise nicht nur für eine spezielle Problemstellung eine Erklärung liefert, sondern dass diese auch auf andere naheliegende Themengebiete anwendbar ist und im Optimalfall neue Erkenntnisse und Erklärungsansätze ermöglicht, die dem Denkenden neue Wege öffnet. Zusammenfassend kann man sagen, dass Fruchtbarkeit einer Vorstellung konkret bedeutet, dass diese Denkweise gegenüber anderen einen bedeutenden Vorteil für die betroffene Person bietet, was das Finden von Lösungsansätzen für verschiedene Problemstellungen betrifft (Krüger, 2007).

Diese vier Voraussetzungen müssen für einen Wechsel der Schülervorstellungen im Sinne der Conceptual-Change-Theorie gegeben sein. Weiters spielen sowohl interne Variablen emotionaler und kognitiver Art als auch externe Einflüsse, wie der kulturelle Rahmen und das soziale Klima während einer Lernsituation für die Entwicklung einer neuen Denkweise im jeweiligen Kontext eine entscheidende Rolle. Neues Wissen entsteht häufig in einem Lehr-Lern-Umfeld unter dem mehr oder weniger großen Einfluss einer Lehrperson. Diese spielt jedoch für die hier beschriebene Theorie eine untergeordnete Rolle. Es ist nicht ausreichend, wenn der Lehrer oder die Lehrerin im Lernkontext die vier Voraussetzungen für gegeben hält. Bedeutend ist es, dass der oder die Lernende selbst eine Unzufriedenheit verspürt und daher eine neue verständliche, plausible und fruchtbare Vorstellung entwickelt. Man muss jedoch das klassische Prinzip des Conceptual-Change um einige Komponenten erweitern, damit es der Realität tatsächlich nahe kommt (Krüger, 2007).

Einige für die Weiterentwicklung und Rekonstruktion von Schülervorstellungen bedeutende Aspekte werden vom eben beschriebenen Konzept nicht oder nur wenig miteinbezogen. So spielt in diesem Zusammenhang zum Beispiel auch die Motivation der SchülerInnen eine bedeutende Rolle. Es gibt individuelle Unterschiede darin, aus welchem Grund eine Person etwas Neues erlernen möchte. In diesem Kontext kann man beispielsweise klassisch zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterscheiden. Auch das Interesse am Lerninhalt ist nicht bei jedem Lernenden gleich hoch und emotionale Aspekte spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle. Damit sich ein Denkmuster verändert beziehungsweise weiterentwickelt, ist es nicht ausreichend, dass eine Person eine Problemstellung mit der vorhandenen Vorstellung schlichtweg nicht lösen kann. Voraussetzung dafür, dass sich eine Unzufriedenheit entwickelt, ist es, dass der oder die Lernende diesen Umstand, ein Problem mit der vorhandenen Denkweise nicht erklären zu können, auch subjektiv als störend wahrnimmt, denn nur dann ist die Motivation für die Rekonstruktion einer Sichtweise in ausreichendem Maße gegeben. Ein Umstand, der durch die Conceptual-Change-Theorie im klassischen Sinne ebenfalls nicht einbezogen wird, ist der soziale beziehungsweise gesellschaftliche Einfluss auf die Lernenden. Bestimmte gesellschaftliche Sichtweisen werden je nach kulturellem Umfeld von Generation zu Generation weitervermittelt. Daher sind viele Vorstellungen darüber, welche Erklärungen in welcher Situation Verwendung finden, durch gesellschaftlich anerkannte Denkmuster geprägt, was die lernende Person zusätzlich beeinflusst (Krüger, 2007).

SchülerInnen haben bereits in früher Kindheit und im Laufe ihrer Entwicklung eine Vorstellung von naturwissenschaftlichem Denken entwickelt. Diese beeinflusst die Veränderung des Denkens in Bezug auf ein spezielles Thema. Da diese über längere Zeit aufgebauten erkenntnistheoretischen Grundvorstellungen von Wissenschaft sich häufig durch das Lösen verschiedener Problemstellungen bewährt hat, bildet dieses eine Art Rahmen um das wissenschaftliche Denken junger Lernender. Das verhindert auch in vielen Fällen einen wirklichen Wandel der Denkweise und ermöglicht lediglich eine Rekonstruktion bestimmter Ansichten, weil spezifische Fachinhalte häufig vom Rahmenkonstrukt beeinflusst sind und die alte Vorstellung daher nicht vollständig verworfen werden kann. Dies wird besonders im Zusammenhang mit Beobachtungen und Erkenntnissen deutlich, die für die betroffene Person unerwartet und instinktiv unlogisch erscheinen. Lernende zeigen in vielen Fällen Schwierigkeiten, solche neuen ihrem Grunddenken widersprechenden Resultate zu akzeptieren. Es kann beispielsweise eine ablehnende oder ignorierende Haltung gegenüber dieser neuen Erkenntnisse eingenommen werden. In wenigen Fällen wird ein solches Wissen von der lernenden Person angenommen, die Daten schließlich erneut interpretiert und infolgedessen das alte Denkkonzept in Frage gestellt. Auch dieser Prozess erfolgt wie jede Weiterentwicklung im Sinne der Conceptual-Change-Theorie nicht schlagartig, sondern kontinuierlich über einen längeren Zeitraum hinweg (Krüger, 2007).

Mögliche Erklärungen, die die Conceptual-Change-Theorie liefert, lassen sich auch in der Lehrpraxis umsetzen. Eine Lehrperson kann durch bestimmte Strategien eine Unzufriedenheit mit der alten Vorstellung auslösen und die Entwicklung einer neuen Denkweise, die die weiteren drei Voraussetzungen erfüllt, fördern. Neben der Beeinflussung durch einen Lehrer oder eine Lehrerin und das Schaffen einer geeigneten Lehr-Lern-Situation sind auch das Lernklima sowie der kulturelle Kontext, in dem sich Lernende befinden, als externe Einflussfaktoren zu nennen. Die Conceptual-Change-Theorie kann im Zusammenhang mit der Analyse des Lernens durch SchülerInnen eine wichtige und aufschlussreiche Hilfestellung bieten. Auch wenn dieses Konzept, wie in den vorigen Absätzen erläutert wurde, einiger Erweiterungen bedarf, damit es die Entwicklung der Vorstellungen von Lernenden tatsächlich realitätsnahe abbilden kann, so bietet es im Kontext dieser Arbeit dennoch einen geeigneten theoretischen Rahmen für die Analyse von Lernsituationen (Krüger, 2007).

Die Conceptual-Change-Theorie beschäftigt sich mit der Entwicklung von Schülervorstellungen, weshalb sie auch für die hier durchgeführte Studie von großer

Relevanz ist. In einem späteren Kapitel sollen daher die Resultate der fachdidaktischen Begleitforschung auch in Hinblick auf die Theorie des Conceptual-Change analysiert werden.

5.4.4. Die authentische Lernumgebung

Dass SchülerInnen die Möglichkeit haben mit WissenschaftlerInnen in einem authentischen Lernumfeld zusammenzuarbeiten, ist eine außergewöhnliche Situation für viele Lernende. Junge Menschen lernen hier ein reales Umfeld kennen, in dem Naturwissenschaft professionell betrieben wird. Das heißt also, dass SchülerInnen in Projekten wie Woody Woodpecker direkt an der Wissenschaftswelt teilnehmen und am naturwissenschaftlichen Arbeiten beteiligt sind. Neben dem Erfahrungs- und Lernwert der den Lernenden hier geboten wird, leisten sie auch einen Beitrag zur wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Eine authentische Lernumgebung bietet viele neue Möglichkeiten und einige Vorteile gegenüber klassischen Unterrichtsformen, stellt aber auch eine ganz neue Herausforderung für die teilnehmenden SchülerInnen und LehrerInnen dar (Sadler et al., 2010).

Eine authentische Lernumgebung steht in einem mehr oder weniger nahen Zusammenhang mit forschendem Lernen. Man muss jedoch sagen, dass sogenanntes inquiry-based-learning nicht immer in einem authentischen Kontext geschehen muss. Ein solcher setzt schließlich die Zusammenarbeit von SchülerInnen mit WissenschaftlerInnen weitestgehend voraus, weshalb das Lernen innerhalb einer solchen Kooperation hier mehr oder weniger synonym zum authentischen Umfeld verwendet wird. Die eben genannten Aspekte fassen Houseal et al. (2014) wie folgt zusammen:

Inquiry can be best taught through experiential, authentic science experiences, such as those provided by Student-Teacher-Scientist Partnerships (STSPs). However, very little is known about the impact of STSPs on teachers' and students' content knowledge growth or changes in their attitudes about science and scientists.
(Houseal et al., 2014, S. 84)

Das Forschen kann also am besten durch eine Zusammenarbeit mit FachwissenschaftlerInnen unter Einbeziehung der LehrerInnen innerhalb eines authentischen Lernumfeld und einem auf Erfahrungen ausgerichteten Kontext gelehrt

beziehungsweise erlernt werden. Es herrscht jedoch laut dem oben genannten Zitat weitgehend Unklarheit über die konkrete Steigerung des Wissens in verschiedener Hinsicht. Auch darüber wie und in welchem Ausmaß sich die naturwissenschaftlichen Fähigkeiten von SchülerInnen im Rahmen einer derartigen Kooperation verbessern, kann man laut den genannten Autoren noch nicht klar festmachen (Houseal et al., 2014). Das Lernen in einem Forschungsumfeld in Zusammenarbeit mit WissenschaftlerInnen kann Vorteile für das Verstehen von Nature of Science sowohl für die Lernenden als auch für die beteiligten Lehrpersonen bieten. Die Möglichkeit der Kooperation mit Personen, die professionell in der Naturwissenschaft tätig sind, bietet die Chance, selbst zu sehen, wie Wissenschaft funktioniert, wie in der Forschung gearbeitet wird und wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen. SchülerInnen können darüber hinaus, dadurch dass sie auch selbst Methoden der Forschung anwenden und wie beispielsweise auch im Projekt Woody Woodpecker mit modernen Fachgeräten arbeiten, ihre Fähigkeiten in verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaften deutlich verbessern. Besonders das Erkennen des tentativen Charakters der Wissenschaft, der Komplexität und zeitlichen Vorläufigkeit der Ergebnisse sowie der Bedeutung von genauen und korrekten Daten wird durch eine Kooperation in einem authentischen Lernumfeld gefördert, wodurch auch die allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenz der SchülerInnen gesteigert werden kann (Sadler et al., 2010).

Kritisches wissenschaftliches Denken, das bei der Arbeit in einem authentischen Lernkontext gefragt ist, kann die intellektuelle Entwicklung junger Menschen fördern. Einige Studien zeigen einen deutlichen Unterschied zu Jugendlichen, die nie in einem solchen Umfeld arbeiten konnten. Dieser Aspekt wird in der Literatur als ein Vorteil der authentischen Umgebung für die Lernenden angesehen. Zudem können SchülerInnen in authentischen Lernumgebungen weitere Fähigkeiten entwickeln. Hierbei handelt es sich beispielsweise um die Kompetenz, Statistiken besser zu verstehen und zu interpretieren sowie die Fähigkeit, Erkenntnisse schließlich auch mündlich und schriftlich zu präsentieren. Außerdem zeigen sie auch auffällige Verbesserungen sowohl im selbstständigen Arbeiten als auch im Bereich des Teamworks (Sadler et al., 2010).

Kooperationen zwischen SchülerInnen, LehrerInnen und WissenschaftlerInnen können das Interesse und den persönlichen Bezug der Lernenden zur Naturwissenschaft steigern und ihre Ansichten gegenüber dieser Art der wissenschaftlichen Beschäftigung positiv beeinflussen. Auch das Verstehen der fachlichen Inhalte kann durch das Lernen in

einem authentischen Umfeld in vielen Fällen signifikant verbessert werden. Darüber hinaus verbessern alle Beteiligten, also sowohl SchülerInnen, LehrerInnen als auch WissenschaftlerInnen, ihre Kompetenzen in Hinsicht auf das Zusammenarbeiten in einer Gruppe (Houseal et al., 2014).

Auch wenn „forschendes Lernen“ und „Unterricht in authentischen Lernumgebungen“ in den letzten Jahrzehnte immer häufiger Anwendung finden, spielt sich immer noch ein Großteil der Unterrichtspraxis in einem Klassenzimmer unter den traditionellen Unterrichtsbedingungen ab, in denen SchülerInnen nach und nach mehr oder weniger große Wissenspakete gefiltert durch die Vermittlung einer Lehrperson erhalten, wodurch die Kenntnisse der Lernenden immer auch von einer unterrichtenden Autorität beeinflusst sind (Sadler et al., 2010).

Während Sadler et al. (2010) in ihrem Review ausschließlich von „student-scientists partnerships“ sprechen, spielen bei Houseal et al. (2014) auch die LehrerInnen eine Rolle in dieser Form der Kooperation. Vielfach zeigen sich in einer Zusammenarbeit dieser Art sowohl Vorteile für das Wissen und die Kenntnisse von Unterrichtenden über naturwissenschaftliche Inhalte und Arbeitsweisen als auch die Möglichkeit, den alltäglichen Unterricht durch die neu erhaltenen Erfahrungen und Ideen weiterzuentwickeln (Sadler et al., 2010; Houseal et al., 2014).

LehrerInnen übernehmen in Student-teacher-scientists-partnerships verschiedene Rollen. Einerseits sind sie auch Lernende, weil sie von der Kooperation mit den WissenschaftlerInnen fachlich und methodisch profitieren. Andererseits nehmen sie aber auch die Lehrerrolle selbst ein, weil sie die Inhalte schließlich auch an ihre SchülerInnen weitervermitteln müssen. Wie eingangs bereits erwähnt, wird die Rolle der LehrerInnen innerhalb einer solchen Art der Zusammenarbeit oft vernachlässigt. Dennoch kommt der Lehrperson eine große Bedeutung als vermittelnde Zwischeninstanz zu (Houseal et al., 2014).

Lehrpersonen, die bereits einmal in einem authentischen Lernumfeld gearbeitet haben, finden sich bei ähnlichen Projekten schneller zurecht und zeigen in diesem Zusammenhang ein größeres Engagement mit höherem Selbstbewusstsein. Zudem neigen LehrerInnen mit Erfahrungen in solchen Projekten im Anschluss daran häufiger dazu, Ansätze von forschungsorientiertem Lernen in ihrem Unterricht einzusetzen (Sadler et al., 2010). Houseal et al. (2014) nennen drei Schritte, die für eine effektive Weiterentwicklung der Methoden der authentischen Lernumgebung von Lehrerseite erforderlich sind.

- Erstens müssen LehrerInnen ihr Wissen und Verständnis über die naturwissenschaftlichen Inhalte in einem authentischen Kontext weiterentwickeln und ihre Erfahrungen schließlich auch in ihren Unterricht einfließen lassen.
- Zweitens ist es wichtig, dass Lehrpersonen Unterstützung dabei bekommen, die neuen Erfahrungen und neu erlernten Fähigkeiten in ihren Unterricht zu integrieren.
- Drittens sollte die Unterrichtspraxis im Laufe der Zeit immer mehr an die authentische Wissenschaftspraxis angenähert werden, was jedoch auch auf lange Sicht ein schwieriges Unterfangen ist, weil dafür ausgesprochen gut ausgeprägte Fähigkeiten sowohl in Bezug auf das Lehrerverständnis der authentischen Methoden der Naturwissenschaften als auch in Hinblick auf die Kooperation zwischen den Beteiligten vorhanden sein müssen (Houseal et al., 2014).

Zudem haben verschiedene Studien gezeigt, dass es besonders schwierig ist, wissenschaftliche Methoden und Praktiken in den Unterricht im Klassenzimmer zu integrieren (Sadler et al., 2010).

Es zeigen sich folglich einige Herausforderungen für die LehrerInnen. Die Zusammenarbeit von SchülerInnen mit WissenschaftlerInnen wird in der Literatur als vorwiegend positiv gesehen, weil dadurch die Motivation junger Menschen für die Naturwissenschaften gesteigert wird. Für die FachwissenschaftlerInnen werden Vorteile beschrieben, die weitestgehend mit denen im Projektantrag des Woody Woodpecker Programms übereinstimmen. In der Fachliteratur wird darüber hinaus gezeigt, dass SchülerInnen in der Lage sind, qualitativ hochwertige und damit auch für die Wissenschaft relevante Daten zu erheben und diese bis zu einem gewissen Grad auch korrekt einzuordnen. Zudem zeigen Jugendliche, wenn sie in einer authentischen Lernumgebung einen echten Beitrag zur Naturwissenschaft geleistet haben, vielfach Stolz über ihre erbrachten Leistungen, weil sie das Gefühl haben, etwas vollbracht zu haben, was auch für die reale Welt einen Sinn hat. Dadurch entwickeln Lernende mitunter starke positive Assoziationen mit den Naturwissenschaften und zudem auch einen emotionalen Bezug zum Unterricht in den jeweiligen Fächern. Wenn SchülerInnen aber andererseits ausschließlich Daten sammeln und am weiteren Prozess der Erkenntnisfindung nicht beteiligt sind, können sie aufgrund der zeitaufwendigen Tätigkeit, die für sie selbst keinen sichtbaren Erfolg birgt, ein gewisses Maß an

Frustration entwickeln, wodurch auch negative Emotionen in Verbindung mit den Naturwissenschaften entstehen können. Das heißt also, dass es beim Arbeiten in einem authentischen Lernumfeld auch immer von Bedeutung ist, welche Aufgaben die Lernenden konkret übernehmen sollen und dürfen. Zudem zeigen sich in einigen Untersuchungen neben den auffälligen positiven Entwicklungen in Bezug auf verschiedene Aspekte des Schülerverständnisses auch Bereiche, in denen sich das Verständnis der Lernenden nicht oder nur in geringem Ausmaß weiterentwickelt. Das Wissen über die Inhalte sowie die Methoden und Arbeitsweisen der Naturwissenschaft hat sich durch das Arbeiten in einer authentischen Lernumgebung nur in geringem Ausmaß verbessert (Sadler et al., 2010). Dennoch bietet dieses spezielle Lernumfeld viele neue Möglichkeiten für SchülerInnen und LehrerInnen, die auch bereits an früherer Stelle thematisiert wurden. Es muss hierbei jedoch immer bedacht werden, dass auch der Unterricht in einem wissenschaftlichen Kontext nicht immer in Hinblick auf alle Aspekte von Erfolg gekrönt ist.

Houseal und Kollegen (2014) beschreiben Probleme, mit denen man im Zuge eines Projekts in einer authentischen Umgebung zurechtkommen muss. SchülerInnen sollen in diesem Kontext die Arbeiten eines Wissenschaftlers durchführen und die wissenschaftliche Denkweise in ihr eigenes Verständnis integrieren. Dies ist aber schwierig, weil Jugendliche einerseits weit jünger sind als WissenschaftlerInnen und weiters die fachwissenschaftliche Ausbildung nicht durchlaufen haben und daher in Bezug auf das Fachwissen Fachleuten klarerweise um einiges nachstehen. Aus diesem Grund sind dem Umfang der Tätigkeiten, die Lernende in einer realitätsnahen Lernumgebung durchführen, bestimmte Grenzen gesetzt, weshalb sie nicht alle Tätigkeiten, die WissenschaftlerInnen im Zuge einer speziellen Untersuchung ausführen, selbst durchführen können und Unterstützung durch die beteiligten Fachpersonen benötigen. Über die Qualität der von den Lernenden erfassten Daten herrscht in der Literatur teilweise Skepsis. An früherer Stelle wurde jedoch bereits erwähnt, dass die von SchülerInnen erarbeiteten Resultate qualitativ meist angemessen und brauchbar sind. Eine Schwierigkeit, die sich für die WissenschaftlerInnen im Zuge der Kooperation mit jungen Menschen ergibt, ist die spezielle Form der Kommunikation. Da WissenschaftlerInnen nicht davon ausgehen können, dass die SchülerInnen ihr fachspezifisches Vokabular beherrschen, werden alternative Formulierungen verwendet, die mitunter fachlich nicht mehr präzise sind (Houseal et al., 2014). Für die WissenschaftlerInnen stellt es also vor allem in Bezug auf die

Kommunikation und Wissensvermittlung eine besondere Herausforderung dar, mit jungen Menschen in einem authentischen Kontext zusammenzuarbeiten.

6. Forschungsfrage

Wie bei jeder wissenschaftlichen Studie stellt sich auch hier die Frage, welchem Zweck diese Arbeit dienen und welche Erkenntnisse sie bringen soll. Wie bereits des Öfteren erwähnt steht das Schülerverständnis hierbei im Mittelpunkt. Dieses soll jedoch nicht nur zu einem einzigen Zeitpunkt ermittelt werden. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Prozess in Hinsicht auf die Einstellung der am Projekt teilnehmenden Jugendlichen gegenüber verschiedenen mit den Naturwissenschaften in Zusammenhang stehenden Aspekten zu erfassen. Daher wurden auch mehrere Interviews mit den SchülerInnen durchgeführt.

Es geht hier also um eine Entwicklung des Verständnisses der Lernenden. Die nächste Frage, die sich stellt, ist, welche konkreten Bereiche in Hinblick auf die Ansichten der SchülerInnen untersucht werden sollen. In dieser Studie soll einerseits die Entwicklung des kognitiven Verstehens der fachlichen Inhalte durch die Jugendlichen erfasst werden. Dadurch erhofft man sich Aufschluss darüber, wie gut geeignet Sparkling-Science-Projekte für die Vermittlung von Wissen sind. Der zweite Teilbereich, der untersucht werden soll, ist das Schülerverständnis von Nature of Science. Was genau alles unter diesem Terminus zu verstehen ist, wurde bereits an früherer Stelle erörtert. Es soll im Zuge dieser Studie gezeigt werden, inwieweit eine Kooperation mit WissenschaftlerInnen in einem solchen Projekt die Kompetenz der SchülerInnen in Bezug auf die Natur beziehungsweise die Charakteristika der Naturwissenschaften trainiert und verbessert werden. Darüber hinaus sollen die gesammelten Ergebnisse mit den Erkenntnissen aus vergangenen wissenschaftlichen Studien verglichen werden. Im Optimalfall erhofft man sich klarerweise eine weitestgehende Übereinstimmung der Resultate, damit bereits bestehende Thesen durch die Erkenntnisse dieser Arbeit gestützt werden.

Zusammenfassend kann man also sagen, dass man die Entwicklung des Schülerverständnisses in Hinsicht auf das Verstehen und Erlernen fachlicher Inhalte sowie der Nature of Science im Zuge des Woody Woodpecker Projekts für die über ein Schuljahr hinweg betreute Wahlpflichtfachgruppe feststellen und einordnen will. Zusammenfassend behandelt diese Studie folgende Forschungsfragen:

- „Wie entwickelt sich das fachlich-inhaltliche Verständnis der Schüler und SchülerInnen während der Teilnahme am Woody Woodpecker Projekt?“

- „Wie entwickelt sich das Verständnis der Schüler und SchülerInnen über die „Nature of Science“ während der Teilnahme am Woody Woodpecker Projekt?“

Diese Fragestellungen sollen in den folgenden Kapiteln beantwortet werden.

7. Methoden und Arbeitsweisen

7.1. Allgemeiner Arbeitsablauf

Im Zuge des Sparkling-Science-Projekts Woody Woodpecker wurde im Rahmen der Kooperation zwischen der Universität Innsbruck und der Universität Wien eine fachdidaktische Begleitforschung durchgeführt. Hierbei wurden die bereits an früherer Stelle thematisierten Messinstrumente „Fragebogen“ und „Schülerinterview“ eingesetzt. Diese erfüllten im Rahmen der Forschung verschiedene Funktionen.

Der Fragebogen, der im Anhang dieser Arbeit einsehbar ist, wurde zwar zu Beginn und am Schluss dieses Projektjahres durchgeführt, im Gegensatz zu den Interviews wurden in dieser Arbeit jedoch nur die Ergebnisse des Prä-Fragebogens, der im Zuge der Kickoff-Veranstaltung von den SchülerInnen ausgefüllt wurde, zur Analyse herangezogen. Aus der Wahlpflichtfachgruppe beantworteten 13 Jugendliche der 10. Schulstufe des BORG Dornbirn den Fragebogen. Dieser umfasst zwei Teile, nämlich einerseits fachliche Inhalte und zweitens Fragen zur Nature of Science. In Bezug auf zweiteres orientierte sich der Fragebogen an den „Sieben Skalen der Naturwissenschaft“ von Urhahne et al. (2008).

Die SchülerInnen konnten die Antworten „richtig“, „weiß nicht“ oder „falsch“ auswählen. Die fachlich-inhaltlichen Fragen bezogen sich auf Bäume und Holz allgemein, wobei hier unter anderem der Flora Vorarlbergs eine besondere Bedeutung zukam, sowie auf spezifische Inhalte, die für das Projekt wichtig sein würden. Die Beantwortung dieses Teils erfolgte anhand des Multiple-Choice-Systems. Im Fragebogen wurde auch darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse vertraulich behandelt und die SchülerInnen anonym bleiben würden.

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte durch Elisabeth Carli, die die Ergebnisse auch für diese Arbeit zur Verfügung stellte. Die Resultate sollten neben den fachdidaktischen Aspekten vor allem dazu dienen, dass die LeiterInnen des Projekts das Vorwissen der SchülerInnen besser einschätzen und so genauer auf ihre jeweiligen Bedürfnisse eingehen konnten.

Die Interviews wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten mit drei SchülerInnen durchgeführt, wobei es sich hierbei um zwei Schüler und eine Schülerin handelt, die sich zuvor freiwillig dafür gemeldet hatten. Der Interviewleitfragen wurde für den ersten Durchgang der Befragungen entwickelt und für die weiteren beiden Durchläufe

lediglich angepasst und adaptiert. Das erste Interview wurde wie die Fragebögen im Rahmen der Kickoff-Veranstaltung am 8.10.2014 durchgeführt. Das zweite Interview folgte zeitlich ungefähr zur Mitte des Projekts am 27.2.2015 im Rahmen der Exkursion der Wahlpflichtfachgruppe an die Universität Innsbruck. Die letzte Befragung wurde am Ende beziehungsweise nach dem Projekt durchgeführt, wobei die Befragung einer Schülerin sowie die des Lehrers der Wahlpflichtklasse persönlich am BORG Dornbirn am 10.6.2015 erfolgte und die anderen beiden Schüler aufgrund von organisatorischen Komplikationen am 20.6.2015 beziehungsweise am 19.7.2015 über Skype interviewt wurden. Alle Gespräche wurden mithilfe eines Diktiergeräts aufgezeichnet und anschließend transkribiert, kategorisiert und analysiert. Die Auswertung orientiert sich an den Techniken der „Qualitativen Inhaltsanalyse“ nach Mayring (2010), die im Anschluss an dieses Kapitel kurz beschrieben werden soll.

Bei der Auswertung der Befragungen im Zuge dieser Studie wurden die Namen der interviewten Personen verändert.

7.2. Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Nach Mayring (2010) ist das Ziel der „Inhaltsanalyse“:

Ziel der Inhaltsanalyse ist, darin besteht Übereinstimmung, die Analyse von Material, das aus irgendeiner Art von Kommunikation stammt. Eine Definition des Begriffs hat jedoch mit einer großen Schwierigkeit zu kämpfen: Inhaltsanalyse beschäftigt sich längst nicht nur mit der Analyse des Inhalts von Kommunikation.
(Mayring, 2010, S.11)

Die Inhaltsanalyse geht also über die bloße Analyse des Inhalts von Kommunikation hinaus und hat weitere Funktionen. Im Anschluss an kontroverse Diskussionen über andere Definitionsansätze fasst Mayring (2010) die Aufgaben der Inhaltsanalyse zusammen. Ihre Funktion ist es schließlich „Kommunikation zu analysieren“, „fixierte Kommunikation zu analysieren“, dabei „systematisch“ sowie „regel- und theoriegeleitet“ vorzugehen und darauf abzielen, „Rückschlüsse auf bestimmte Aspekte der Kommunikation zu ziehen“ (Mayring, 2010, S. 13).

In dieser Studie wurde eine qualitative Inhaltsanalyse mit „Zusammenfassung und induktiver Kategorienbildung“ (Mayring, 2010, S. 67) eingesetzt. Hierbei wird der transkribierte Inhalt der Interviews durch verschiedene Schritte zusammengefasst und kategorisiert, wodurch die Analyse deutlich erleichtert wird.

Als erstes werden Einheiten bestimmt, die schließlich analysiert werden sollen (Z0).

Schritt 2 ist das Paraphrasieren dieser Entitäten (Z1).

Im Anschluss daran werden die Paraphrasen anhand eines vorher festgelegten Abstraktionsniveaus generalisiert (Z2).

Daraufhin folgen zwei Reduktionen. Im Zuge der ersten werden bedeutungsgleiche Paraphrasen selektiert gestrichen, wodurch ihre Bedeutung zusammengefasst wird (Z3).

Die zweite Reduktion in Schritt 5 erfolgt durch Bündelung ähnlicher Aussagen zu einer gemeinsamen Bedeutungsgruppe (Z4).

Die Schritte 2 bis 5 werden in vielen Fällen in einem einzigen Arbeitsschritt durchgeführt. Daraufhin werden die erhaltenen Aussagen zu Kategorien zusammengefasst, welche schließlich im letzten Schritt überprüfend mit dem Ausgangsmaterial verglichen werden (Mayring, 2010).

Tabelle 1 zeigt ein Beispiel, wie in der vorliegenden Studie vorgegangen wurde:

Analyseeinheit (Z0)	Ja, „Naturwissenschaften“ ist für mich immer so ... halt eher so Natur und Biologie und immer so in der Natur halt. Wenn ich Natur hör, dann fallen mir halt gleich Bäume und Wälder ein und Tiere halt, ja. (Sarah, S. 135, Zeile 6-8)
Paraphrase (Z1)	Naturwissenschaften haben für mich mit der Natur und der Biologie zu tun. Unter Natur verstehe ich Bäume, Wälder und Tiere.
Generalisierung (Z2)	Naturwissenschaften, wie Biologie, beschäftigen sich mit der Natur und ihren Lebewesen.
Reduktion durch selektives Streichen (Z3)	<i>Wenn andere SchülerInnen ähnliche Aussagen getätigt haben, kann man diese zusammenfassen in:</i> Die Naturwissenschaften beschäftigen sich mit den Lebewesen dieser Welt.
Reduktion durch Bündelung (Z4)	<i>Die Aussagen in diesem Zusammenhang kann man bündeln in die Kategorie:</i> Vorstellungen der SchülerInnen über die Naturwissenschaften.

Tabelle 1: Beispiel für die Zusammenfassung und induktive Kategorienbildung bei der „qualitativen Inhaltsanalyse“

Auf diese Art und Weise wurden Kategorien und Subkategorien gebildet und diese schließlich analysiert. Dazu untersucht man alle relevanten Aussagen einer Kategorie und fasst diese zu Kernaussagen und schließlich zu Schlussfolgerungen zusammen (Mayring, 2010).

Die qualitative Inhaltsanalyse gibt bestimmte Gütekriterien vor. Jedoch reicht die Berücksichtigung der sogenannten klassischen Gütekriterien Validität und Reliabilität

nicht aus. Bei qualitativen Untersuchungen muss man noch weitere spezifische Aspekte berücksichtigen (Mayring, 2002; Mayring, 2010). Mayring (2002) führt sechs Kriterien ein, die im Zuge der qualitativen Forschung gegeben sein müssen:

- Verfahrensdokumentation: Um den Forschungsprozess zu veranschaulichen muss dieser und all die angewandten Techniken, Verfahren und Messinstrumente genau dokumentiert werden.
- Argumentative Interpretationsabsicherung: Bei der qualitativen Analyse spielen Interpretationen und Schlussfolgerungen eine bedeutende Rolle. Diese müssen durch nachvollziehbare Argumente schlüssig untermauert werden, weil diese schließlich nicht direkt bewiesen werden können.
- Regelgeleitetheit: Auch im Zuge der qualitativen Forschung muss ein systematisches Vorgehen erkennbar sein. Dies betrifft beispielsweise das Festlegen der Arbeitsschritte oder die Sortierung des Materials nach nachvollziehbaren Kriterien.
- Gegenstandsnahe: Eine bestimmte Nähe zum untersuchten Gegenstand ist ein wichtiger Aspekt in jedem Bereich der Forschung, so auch im Zusammenhang mit qualitativen Analysen. Ziel ist es unter anderem, dass man die Befragten nicht unter laborähnlichen Bedingungen interviewt, sondern sie beispielsweise direkt am Forschungsstandort befragt. Im Fall dieser Studie wurden die Gespräche zum Beispiel an der Universität Innsbruck und an der Schule der Befragten durchgeführt.
- Kommunikative Validierung: Eine Möglichkeit, die Gültigkeit der Resultate zu überprüfen, ist es, mit den befragten Person danach noch einmal darüber zu sprechen und ihnen die Ergebnisse selbst vor Augen zu führen. Dadurch können sie sich im Gesagten wiedererkennen und dadurch die Resultate bestätigen. Da im Zuge dieser Studie jedoch ein Prozess beobachtet werden sollte, spielt dieses Kriterium hierbei eine etwas untergeordnete Rolle.
- Triangulation: Dieser Terminus bezieht sich auf das Zusammenspiel der drei Seiten eines Triangels und meint, dass man im Zuge der Forschung mehrere Analysegänge durchführen, diese schließlich diskutieren und darüber hinaus auch qualitative mit quantitativen Methoden kombinieren soll, damit das Ergebnis letztlich möglichst vielseitig und ertragreich sein kann. (Mayring, 2002, S. 144-148)

8. Ergebnisse

8.1. Fragebogenanalyse (n = 13)

8.1.1. Ergebnisse in Bezug auf das Verständnis von Nature of Science

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel beschrieben wurde der Fragebogen von Urhahne et al. (2008) verwendet. Bei den Antworten der SchülerInnen lassen sich bestimmte Tendenzen in Bezug auf die einzelnen Kategorien erkennen. Tabelle 2 zeigt den Anteil korrekt beantworteter Fragen je nach Skala.

Itemblock	Anzahl der Fragen gesamt	0-25% korrekte Antworten	26-50% korrekte Antworten	51-75% korrekte Antworten	76-100% korrekte Antworten
Einfachheit	5	1	2	1	1
Entwicklung	8	0	0	1	7
Herkunft	5	0	0	2	3
Kreativität	5	0	2	2	1
Rechtfertigung	9	0	0	2	7
Sicherheit	7	0	0	2	5
Zweck	5	0	1	0	4

Tabelle 2: Anteil korrekt beantworteter Fragen geordnet nach den „Sieben Skalen der Naturwissenschaft“

Verhältnismäßig wenig Schwierigkeiten zeigen sich in den Bereichen Entwicklung, Herkunft, Rechtfertigung, Sicherheit und Zweck naturwissenschaftlichen Wissens. Weitaus mehr inkorrekte Antworten findet man in den Kategorien Einfachheit und Kreativität.

In Bezug auf die Entwicklung des Wissens der Naturwissenschaften zeigt sich ein positives Resultat. Die meisten SchülerInnen wissen über die Wandelbarkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse Bescheid und sagen, dass sich diese im Laufe der Zeit durch neue Forschungen verändern können. Auch dass WissenschaftlerInnen für einige Naturphänomene noch keine Erklärung herausgefunden haben, war den meisten Befragten klar.

Vorwiegend korrekte Antworten zeigen sich in der Kategorie Herkunft. Den SchülerInnen ist weitestgehend bewusst, dass jeder Mensch naturwissenschaftlich tätig sein kann und Phänomene nicht nur von Fachleuten beobachtet und interpretiert werden

können. Bei der Entwicklung von Theorien und Forschungsfragen jedoch war ein größerer Teil der Befragten der Meinung, dass diese nur von WissenschaftlerInnen aufgestellt werden können.

In der Skala „Rechtfertigung“ finden sich ebenfalls überwiegend korrekte Antworten. Die SchülerInnen wissen weitestgehend darüber Bescheid, dass sich Theorien auf Experimente stützen und letztere wiederholt werden müssen, um die Erkenntnisse zu bekräftigen. Dass Untersuchungen auf Neugier und genaue Überlegungen basieren, hat ein Großteil der Befragten ebenfalls richtig erkannt. Die einzige Frage, bei der in dieser Kategorie knapp die Hälfte der SchülerInnen inkorrekte Antworten abgab, bezog sich darauf, dass WissenschaftlerInnen bereits vor dem Durchführen von Experimenten einige Aspekte festlegen müssen.

In Hinblick auf die „Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens“ zeigt sich, dass die Befragten wissen, dass Erkenntnisse nicht nur eine Lösung haben, nicht für alle Zeit gültig sind und dass bewährte Theorien trotzdem immer wieder kritisch hinterfragt werden. Dass sich WissenschaftlerInnen nicht immer darüber einig sind, was in ihrem jeweiligen Fach wahr ist, wusste jedoch nur etwas mehr als die Hälfte der befragten Gruppe. Der Rest der Teilnehmer beantwortete diese Frage inkorrekt.

In Zusammenhang mit dem „Zweck der Naturwissenschaften“ zeigt sich ein ambivalentes Ergebnis. Während es einer Mehrheit der SchülerInnen klar war, dass die naturwissenschaftliche Forschung dazu dient, neue Entdeckungen zu machen, bekannte Naturphänomene zu untersuchen und zu erklären und dass Experimente dazu dienen, diese Ereignisse zu untersuchen, so wussten die Befragten nicht, dass Naturwissenschaften auch den Zweck haben, gewissen menschlichen Erfahrungen eine Ordnung zu geben.

In den eben beschriebenen fünf Kategorien wurden großteils korrekte Antworten gegeben. Die Skala „Einfachheit naturwissenschaftlichen Wissens“ zeigt deutliche Verständnisschwierigkeiten. Fast alle Befragten waren sich einig, dass von zwei Theorien die kompliziertere nicht die bessere sei. Die meisten SchülerInnen waren fälschlicherweise der Meinung, dass Theorien in der Naturwissenschaft oft komplizierter als notwendig formuliert werden. Zudem glaubten die Befragten auch, dass WissenschaftlerInnen dazu tendieren, möglichst viele Thesen, Theorien und Gesetze aufzustellen, was auch nicht der realen Praxis entspricht. Besonders auffällig ist auch, dass fast alle SchülerInnen der Meinung waren, dass Theorien in den

Naturwissenschaften eher kompliziert als simpel formuliert werden, was ebenfalls eine Fehleinschätzung ist.

Das Ergebnis in Hinblick auf die „Kreativität in den Naturwissenschaften“ fiel gemischt aus. Es zeigte sich auch hier, dass eine Großzahl der befragten Jugendlichen teilweise inkorrekte Antworten abgaben. Der Aspekt, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse auch das Resultat menschlicher Kreativität sind, war den meisten SchülerInnen bewusst. Dass jedoch Kreativität sich sehr wohl mit der Logik der Naturwissenschaft verträgt, dass kreatives Denken zur Erkenntnisgewinnung beiträgt und dass Theorien und Gesetze auch auf Einfallsreichtum basieren, darüber war sich ungefähr die Hälfte der befragten Jugendlichen nicht im Klaren.

8.1.2. Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen der fachlichen Inhalte

Ein Teil des Fragebogens, den die SchülerInnen zu Beginn des Projekts ausfüllen sollten, widmete sich dem Thema, welche Baumarten in Tirol und Vorarlberg heimisch sind. Die gesammelten Ergebnisse finden sich Tabelle 3:

In Vorarlberg und Tirol heimische Baumarten			
Baum	Anzahl an SchülerInnen	Korrekte Antworten (absolut)	Korrekte Antworten (Prozent)
Tanne	13	13	100 %
Buche	13	13	100 %
Fichte	13	13	100 %
Zirbe	13	5	38,5 %
Esche	13	10	76,9 %
Lärche	13	10	76,9 %
Eibe	13	5	38,5 %
Föhre	13	3	23,1 %
Ahorn	13	10	76,9 %
Baumarten, die in Vorarlberg und Tirol nicht heimisch sind			
Baum	Anzahl an SchülerInnen	Korrekte Antworten (absolut)	Korrekte Antworten (Prozent)
Thuje	13	8	61,5 %
Kastanie	13	3	23,1 %
Walnuß	13	4	30,8 %

Tabelle 3: Ergebnisse in Bezug auf heimische Baumarten Vorarlbergs und Tirols

Es zeigt sich also, dass alle SchülerInnen die Baumarten Tanne, Buche und Fichte als in Vorarlberg und Tirol heimisch erkannt haben. Ein Großteil der befragten Jugendlichen war auch in der Lage Esche, Lärche und Ahorn als ursprüngliche Arten dieses Gebiets einzuordnen. Ein schwächeres Ergebnis gab es in Bezug auf die Zirbe und Eibe, die nur knapp 40 Prozent der SchülerInnen für in Westösterreich heimisch hielten. Die Föhre erkannten nur zirka 23 Prozent der Klasse als ursprüngliche Baumart Vorarlbergs und Tirols. Den nicht heimischen Arten rechneten fast zwei Drittel der SchülerInnen richtigerweise die Thuje zu. Bei der Kastanie und Walnuß glaubte jedoch jeweils deutlich mehr als die Hälfte der befragten Jugendlichen, dass diese beiden Arten in Westösterreich ihren Ursprung hätten.

Im fachlichen Teil wurden weitere elf Fragen gestellt. Dass Bäume nicht unendlich hoch werden können, weil das Wasser nicht so weit nach oben transportiert werden kann, hatten alle SchülerInnen korrekt beantwortet. Auf die Frage danach, wozu die Stomata einer Pflanze dienen, antworteten nahezu alle befragten Jugendlichen richtig, dass diese für die Photosynthese notwendig sind. Ungefähr drei Viertel der Gruppe kreuzten korrekterweise an, dass der Durchmesser einer Holzzelle in der Regel zirka 100 µm beträgt. Zumindest etwas mehr als die Hälfte der SchülerInnen beantworteten die Frage, wo im Baum der Wassertransport erfolgt, korrekt und meinten, dass dies im Holz geschieht. Die übrigen Jugendlichen kreuzten an, dass die Leitung des Wassers zwischen Holz und Rinde erfolgt. Ein ambivalentes Ergebnis zeigte die Frage nach den Gründen für einen schmalen Jahresring. Den einen Grund, nämlich den regenarmen Sommer, kreuzten 61,5 % der SchülerInnen an, wohingegen den Schädlingsbefall nur 7,7 % der befragten Jugendlichen als Ursprung schmaler Jahresringe nannten. Knapp ein Drittel der Gruppe sah einen möglichen Grund dafür in einem schnellen Wachstum. 46,2 % der SchülerInnen waren korrekterweise der Meinung, dass Holz sowohl aus lebenden als auch aus toten Zellen besteht. 38,5 % glaubten, dass es ausschließlich aus lebenden und 7,7 % meinten, dass es nur aus toten Zellen aufgebaut ist. Dass das Wassertransportsystem des Stammes aus einem komplexen Leitungsnetz besteht, beantworteten 46,2 % der Befragten richtig. Die übrigen SchülerInnen waren der Meinung, dass die Wasserleitung in durchgehenden Rohren erfolgt. Die zweite richtige Antwort, dass das System für den Wassertransport aus toten Zellen besteht, kreuzte keiner der befragten Jugendlichen an. In Bezug auf die Länge der Leitelemente des Holzes kreuzten 38,5 % korrekt an, dass sich diese im Meter-Bereich befindet. Ebenso viele beantworteten die Frage mit Millimeter und je 7,7 % behaupteten, dass sich die

Länge über Mikrometer beziehungsweise Zentimeter erstreckt. Die Frage, wie ein Baum die Blätter mit Wasser versorgt beantworteten 30,8 % der SchülerInnen richtig und kreuzten an, dass dies durch Transpiration geschieht. Der übrige Teil der befragten Jugendlichen meinte, dass der Baum das Wasser aus den Wurzeln nach oben pumpt. Dass die Wasserversorgung des Blattes über die Stomata erfolgt, glaubte niemand. Den Grund dafür, warum Bäume nicht höher als auf 2000m Seehöhe wachsen, sahen 23,1 % der SchülerInnen in der Kälte. 38,5 % meinten der Luftdruck und 15,4 % sagten die weiter oben herrschende Trockenheit sei schuld daran. Dass das für das Dickenwachstum notwendige Teilungsgewebe zwischen Holz und Rinde liegt, erkannten 23,1 % der Gruppe richtig. Ebenso viele der befragten Jugendlichen meinten, es befinde sich in der Borke. Mit 61,5 % kreuzte ein Großteil der SchülerInnen an, dass dieses Gewebe im Stammzentrum liegt.

8.2. Ergebnisse der Interviews

8.2.1. Ergebnisse in Bezug auf das Verständnis von Nature of Science

Vorstellungen zur Nature of Science

Die SchülerInnen wurden befragt, was sie genau unter dem Begriff „Naturwissenschaft“ verstehen und sollten in diesem Zusammenhang ihre allgemeinen Vorstellungen über diesen Wissenschaftsbereich sowie die Unterschiede zu anderen Forschungsbereichen erläutern.

Sarah:

Zu Beginn des Projekts sagte Sarah, dass für sie diese Art der Wissenschaft speziell mit den Begriffen „Natur“ und „Biologie“ verbunden ist. Zudem beschäftigen sich Naturwissenschaften besonders mit den Lebewesen in der Natur, also Pflanzen und Tieren. Den Unterschied zu anderen Wissenschaftsbereichen sah Sarah vor allem darin, dass man Naturwissenschaften auch wirklich sehen und erkennen kann, wohingegen sich beispielsweise Geisteswissenschaften oder die Religion vorwiegend im Kopf und in den Gedanken der Menschen abspielt. Sie sah die Naturwissenschaften also als etwas Greifbares an. Einige Monate später im zweiten Interview sollte Sarah die selben Fragen erneut beantworten. Auch zu diesem Zeitpunkt verband sie naturwissenschaftliche Forschung sehr mit dem Begriff „Natur“ selbst und mit ihren Lebewesen. Zudem meinte sie auch, dass die Natur für sie eher durch Bäume und

andere Pflanzen charakterisiert wird als durch tierische Individuen. In Bezug auf die Abgrenzung zu anderen Wissenschaftsbereichen sah Sarah die Naturwissenschaften als etwas Reales und Wirkliches an wohingegen andere Disziplinen der Wissenschaft für sie oft etwas mit Einbildung und Phantasie zu tun haben. Hierbei bezog sie sich vor allem auf die Religion und die Philosophie. Auch am Ende des Projekts hatte Sarah ähnliche Vorstellungen vom allgemeinen Wesen der Naturwissenschaften. In diesem Bereich der Wissenschaft geht es um „die Natur generell“ (Sarah, S. 142, Zeile 5). Darunter verstand sie wiederum die Lebewesen der Natur, wobei sie hier keine Unterscheidung in Hinsicht auf die Bedeutung von Pflanzen und Tieren vornahm. Den Unterschied der Naturwissenschaft zu anderen Disziplinen sah sie zu diesem Zeitpunkt vor allem darin, dass man Phänomene in der Natur beweisen kann und Erkenntnisse aus anderen Wissenschaftsbereichen ihrer Meinung nach nicht beweisbar sind.

Peter:

Peter verstand unter dem Begriff „Naturwissenschaft“ zu Beginn des Projekts ebenfalls die Auseinandersetzung mit der Natur und der darin lebenden tierischen und pflanzlichen Organismen. Verallgemeinernd meinte er, dass sich die naturwissenschaftliche Forschung mit allem „was mit der Natur und mit der Welt zu tun hat“ (Peter, S. 102, Zeile 8) beschäftigt. Im Vergleich zu geisteswissenschaftlichen Disziplinen sah Peter die Naturwissenschaften als etwas Präziseres, Lebendigeres und Realeres an. Themenbereiche wie Religion und Philosophie hielt er für verhältnismäßig irrational, wohingegen die naturwissenschaftliche Forschung seiner Meinung nach rationaler ausgeübt wird. Zur Mitte des Projekts ergänzte Peter seine Definition der Naturwissenschaften ein wenig. Naturwissenschaftliche Forschung hat neben der Beschäftigung mit den Lebewesen der Natur auch den Zweck, zu erklären wie das Leben entstanden ist, wie das Leben auf der Erde funktioniert und welche Mechanismen dafür wichtig sind. In diesem Zusammenhang erwähnte er auch die Astronomie. Zudem sieht er die Naturwissenschaften im Gegensatz zu anderen Wissenschaftsdisziplinen als beweisbar beziehungsweise im Falle von Theorien als überprüfbar an. Am Ende des Projekts meinte Peter, dass sich die Naturwissenschaften mit allem beschäftigen, was sowohl auf der Erde als auch außerhalb dieses Planeten vorgeht. Zudem hat dieser Bereich der Wissenschaft die Aufgabe, das Leben bis ins kleinste Detail zu erforschen.

Christoph:

Zu Beginn des Projekts verstand Christoph unter „Naturwissenschaften“ Forschung im Freien und eben in der Natur. Darunter verstand er wiederum die Beschäftigung mit dem Wachstum, der Entwicklung und weiteren Aspekten von Bäumen und anderen Pflanzen. Im Gegensatz zur naturwissenschaftlichen Forschung sind Fachbereiche wie Religion oder Philosophie äußerst theoretisch, wohingegen man in den Naturwissenschaften vieles durch Experimente und Beispiele untersuchen und untermauern kann. Zudem sah er die naturwissenschaftliche Betätigung auch als Suche nach neuen Erkenntnissen an, während sich die Forschung in den Geisteswissenschaften vorwiegend in der Vergangenheit abspielt. In der zweiten Befragung sagte Christoph, dass es bei Naturwissenschaften seiner Meinung nach um das Erforschen der Natur und ihrer Lebewesen geht. Darüber hinaus meinte er, dass er im Projekt die Erfahrung gemacht hat, dass naturwissenschaftliche Forschung immer eine Kombination aus Theorien aufstellen und dem Beweisen beziehungsweise Erklären dieser durch passende Experimente ist. Dadurch kann man eine Theorie entweder bekräftigen oder widerlegen. Im Vergleich zu anderen Wissenschaften sah Christoph die Naturwissenschaft nach wie vor mehr an neuen Erkenntnissen interessiert. Außerdem sagte er, dass seiner Meinung nach die naturwissenschaftliche Forschung immer noch weitere Untersuchungen machen kann, die wiederum neues Wissen schaffen, wohingegen in den Geisteswissenschaften die meisten Methoden und Erkenntnisse schon vorhanden sind, weshalb man in diesen Bereichen weniger Neues erforschen kann. Im letzten Interview verband Christoph die Naturwissenschaften ebenfalls sehr eng mit den Terminus Natur, sowie dem Erforschen der in ihr lebenden Organismen. Er erwähnte auch wieder, dass man Experimente durchführt, um mehr über die Natur herauszufinden. Weiters sah er die Naturwissenschaft im Vergleich zu anderen Bereichen als deutlich praktischer an. Im diesem Zusammenhang erwähnte er auch, dass man bei naturwissenschaftlichen Beschäftigungen durch Versuche und Experimente lernen kann, wohingegen man in den geisteswissenschaftlichen Fächern weniger praktisch ausprobieren kann. Christoph meinte auch, dass durch das aktive Forschen in den Naturwissenschaften seiner Meinung nach ein stärkerer Bezug zu den Inhalten entsteht, was in anderen Fachbereichen weniger der Fall ist.

Naturwissenschaftliche Fächer in der Schule

Die SchülerInnen wurden auch dazu befragt, welche Schulfächer ihrer Meinung nach zu den Naturwissenschaften zählen und worin sie die Unterschiede und Parallelen zwischen diesen Fachbereichen sehen.

Sarah:

Im ersten Interview nannte Sarah nur das Fach Biologie. Durch weiteres Nachfragen, welche Gegenstände eventuell noch zu den Naturwissenschaften zählen könnten, fielen ihr schließlich auch die Chemie und die Physik ein. Ihrer Meinung nach kann man diese beiden Fachbereiche aber nur „ein wenig“ zu den naturwissenschaftlichen Fächern zählen (Sarah, S. 135, Zeile 8). Auf die Frage hin, worin die Unterschiede zwischen Biologie und Physik bestünden, meinte Sarah, dass sich die Physik mehr mit den Teilchen und Atomen beschäftigt und die Biologie meist einen Zusammenhang mit dem Menschen aufweist. Auch die Luft spielt für sie in der Biologie immer eine Rolle. Dies erwähnte Sarah in Bezug auf Bäume, Photosynthese und auch das Wasser. Bei der Befragung zur Mitte des Projekts nannte sie die Biologie, die Physik und nach kurzem Überlegen auch die Chemie als naturwissenschaftliche Fächer. Die Unterschiede zwischen den Fachbereichen sah Sarah darin, dass es in der Biologie um das Leben und die Lebewesen geht, wohingegen beispielsweise die Physik „eher das Drumherum“ beschreibt (Sarah, S. 140, Zeile 28). Zudem beschrieb sie die Biologie als „offensichtlicher“ und greifbarer (Sarah, S. 140, Zeile 28). Am Projektende nannte Sarah Biologie, Chemie und Physik als naturwissenschaftliche Fächer. Angesprochen auf den Gegenstand Mathematik erkannte sie auch hier Bezüge zur Naturwissenschaft und meinte, dass auch dieses Fach, aufgrund von mathematische Formeln, die auch in der Physik und Chemie Verwendung finden, zum Teil dazu gehören könnte. Angesprochen auf die Unterschiede zwischen Biologie, Physik und Chemie erkannte Sarah zu diesem Zeitpunkt, dass die drei Fächer einige Zusammenhänge aufweisen und beispielsweise die Photosynthese Inhalte von allen drei genannten Gegenständen hat. Die Biologie habe jedoch eher direkt mit den Pflanzen und anderen Lebewesen zu tun, wohingegen ihrer Meinung nach zum Beispiel die Physik anhand von Formeln die Umgebung der Organismen beschreibt.

Peter:

Darauf angesprochen, welche naturwissenschaftlichen Fächer er in der Schule habe, nannte Peter Biologie, Chemie und Physik. Auch die Sportkunde, fand er, gehört in bestimmten Bereichen dazu. Zudem meinte er, dass Chemie und Physik im Vergleich zur Biologie aus seiner Sicht kompliziertere Fächer sind. In diesem Zusammenhang sagte er aber auch, dass dieser Umstand vielleicht daran liegt, dass die Inhalte der Biologie für ihn subjektiv interessanter seien. Dieser Fachbereich widmet sich seiner Meinung nach ausschließlich den Lebewesen, ihrer Anatomie und Fortpflanzung und der Natur allgemein. Die Physik jedoch beschäftigt sich mit kleineren Einheiten und geht mehr ins Detail als die Biologie. Im zweiten Interview zählte Peter Biologie, Physik, Chemie und Geographie zu den Naturwissenschaften. Die Unterschiede zwischen den Fachbereichen sah er darin, dass sich die Biologie mit Lebewesen und den allgemeinen Aspekten der Natur beschäftigt, während die Physik sich mit kleineren „Einzelteilen“ und „Stoffen“ auseinandersetzt (Peter, S. 113, Zeile 9). Die Chemie widmet sich den „Stoffen und Kräften“ (Peter, S. 113., Zeile 11). Am Ende des Projekts nannte er als naturwissenschaftliche Fächer dieselben wie beim zweiten Interview, ergänzte jedoch noch die Astronomie und das „Zeichnen“ (Peter, S. 115, Zeile 13). Angesprochen darauf, ob die Mathematik etwas mit den Naturwissenschaften zu tun hat, sagte Peter, dass seiner Meinung nach nur ein Teil dieses Fachs, beispielsweise Berechnungen, zur naturwissenschaftlichen Betätigung zu zählen ist. Er meinte, dass die Mathematik schon etwas mit den Naturwissenschaften zu tun hat, dass es aber auch Bereiche dieser Disziplin gibt, die wenig Bezug zur Natur haben. Die Mathematik ist also, so meinte Peter, bei Weitem nicht in so großem Ausmaß naturwissenschaftlich wie beispielsweise die Biologie.

Christoph:

Bei der Befragung zu Beginn des Projekts war Christoph der Meinung, dass man von den Schulfächern nur Biologie zu den Naturwissenschaften zählen kann. Die Physik gehört seiner Meinung nach nicht dazu, weil diese mehr mit der Mathematik, mit dem Rechnen und Elementen zu tun hat. Er ergänzte, dass die Physik eventuell zumindest ein wenig naturwissenschaftlich sein könnte, dass es für ihn jedoch nicht dasselbe ist, wie wenn man, wie in der Biologie, direkt in der Natur forscht. Im Zuge des zweiten Interviewdurchgangs zählte Christoph neben der Biologie auch die Physik und die Chemie zu den naturwissenschaftlichen Fächern. Die Unterschiede sah er darin, dass es

in Physik hauptsächlich um Formeln und theoretische Arbeit geht und man in der Biologie praktischer und mit größerem Bezug zur Natur selbst arbeitet. Am Ende des Projekts nannte Christoph dieselben drei Gegenstände als naturwissenschaftliche Fächer. Angesprochen auf die Mathematik meinte er, dass diese zum Teil dazu gehört, weil man beispielsweise in der Chemie und in der Physik viele Berechnungen tätigen muss. In diesem Zusammenhang fiel ihm zudem ein, dass im Rahmen des Projekts ebenfalls einiges berechnet werden musste, weshalb er die Schlussfolgerung zog, dass die Mathematik durchaus zu den Naturwissenschaften gehören könnte. Im Zuge des Vergleichs zwischen Biologie und anderen naturwissenschaftlichen Fächern war Christoph der Ansicht, dass die Biologie mehr Bezug zum Alltag hat und man in der Schule in diesem Fach mehr lernt, was man auch im späteren Leben noch brauchen kann.

Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen

In Bezug auf die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen wurden einige Bereiche wie Kreativität, Eigenschaften von Thesen, Theorien und Gesetzen sowie die Fähigkeiten, die ein guter Naturwissenschaftler beziehungsweise eine gute Naturwissenschaftlerin haben muss als eigene Kategorien analysiert. Die befragten Jugendlichen berichteten auch von ihren Vorstellungen über die Arbeit der Naturwissenschaft allgemein.

Sarah:

So meinte Sarah, dass es ihrer Meinung nach Unterschiede in der Arbeitsart zwischen einzelnen WissenschaftlerInnen gibt und einige mehr auf Quantität achten, wohingegen andere sich darauf fokussieren, dass die wenigen Ergebnisse, die sie erhalten, wirklich erkenntnisreich und vor allem korrekt sind. Bei der zweiten Befragung meinte sie, dass NaturwissenschaftlerInnen sowohl im Freien als auch im Labor arbeiten und immer wieder Proben entnehmen, diese anschließend auch testen und schließlich mit vergleichbaren Proben aus anderen Standorten vergleichen. Beim Interview am Schluss des Projekts meinte Sarah auch, dass NaturwissenschaftlerInnen „sauber“ arbeiten und „interessiert an dem, was sie machen“ sind (Sarah, S. 143, Zeile 11). Sie erwähnte auch, dass WissenschaftlerInnen bei Unklarheiten oft KollegInnen fragen und dadurch neues Wissen erlangen können. Sarah war auch der Meinung, dass Fachliteratur und spezielle Geräte für die Arbeit in der Naturwissenschaft von großer Bedeutung sind. Den Prozess der Entstehung naturwissenschaftlichen Wissens beschrieb sie so, dass

WissenschaftlerInnen zuerst eine Theorie aufstellen und diese dann durch Versuche überprüfen und im besten Fall bestätigen oder beweisen können. Angesprochen darauf, ob die konkreten Forschungsfragen am Ende des Projekts Woody Woodpecker bereits vollständig beantwortet sein werden, meinte Sarah, dass es in dieser Hinsicht sicher neue Erkenntnisse geben wird, aber dass sich im Laufe der Zeit immer noch einiges ändern kann. Sie sagte, dass die Forschungsfrage wohl zum Teil beantwortet sein wird, aber dass das Ergebnis noch „nicht fix sein muss“ (Sarah, S. 148, Zeile 9).

Peter:

In den ersten beiden Interviews mit Peter erwähnte er, dass Experimente in den Naturwissenschaften eingesetzt werden und dass er die Prinzipien und Methoden der Versuche im Zuge des Projekts weitestgehend verstanden hat. Im letzten Interview tätigte er auch einige Aussagen zur Erkenntnisgewinnung in der Naturwissenschaft. Er sprach davon, dass es seiner Meinung nach zuerst eine Vermutung geben und diese anschließend durch Experimente bestätigt werden muss. Das Ergebnis muss in der Folge durch Folgeuntersuchungen erneut überprüft werden, damit die Erkenntnis bestehen bleiben kann. Im diesem Zusammenhang müssen die Experimente immer zum selben Ergebnis kommen. In Bezug auf die Ergebnisse des Woody Woodpecker Projekts ist er der Meinung, dass es nach drei oder vier Jahren noch keine eindeutigen Erkenntnisse geben kann, weil sich die Wissenschaft und die Welt stetig verändern und daher alle Resultate ständig überprüft werden müssen. Man muss also ein Phänomen über längere Zeit untersuchen, um langfristige Erkenntnisse zu erhalten.

Christoph:

Bei Christoph gab es in den ersten beiden Interviews keine Aussagen über die allgemeinen Eigenschaften der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Angesprochen auf die Erkenntnisgewinnung in der Naturwissenschaft bezog Christoph diese Frage auf das Projekt und meinte, dass man zuerst Bohrungen durchgeführt hat, die Proben anschließend konserviert und geschnitten hat und diese letzten Endes unter dem Mikroskop beobachtet und analysiert hat. Dadurch konnte man im Projekt Erkenntnisse erhalten. Dies war nach seinem Dafürhalten auch das Ziel des Projekts, im Besonderen ging es um Veränderungen und Vergleiche im Bereich des Wassertransports und der Holzanatomie. Außerdem ist er der Meinung, dass die Arbeit am Projekt nach zwei oder drei Jahren sicherlich brauchbare Ergebnisse liefert, dass sich diese im Anschluss daran

aber infolge weiterer neuer Erkenntnisse noch weiterentwickeln beziehungsweise verändern könnten.

Verständnis von Theorien und Gesetzen

Ein Aspekt, der bei den Interviews zu Beginn sowie am Schluss des Projekts konkret hinterfragt wurde, sind Theorien und Gesetze und wie diese beschaffen und formuliert sind. Hierbei wurde auch auf die Fragen im Fragebogen zu dieser Thematik eingegangen.

Sarah:

Bei der Aussage, dass naturwissenschaftliche Theorien eher kompliziert als einfach formuliert werden, hatte Sarah „richtig“ angekreuzt. Auf diese Antwort angesprochen meinte sie im Zuge der ersten Befragung, dass ihrer Meinung nach Theorien und Gesetze kompliziert formuliert werden, weil es „besser klingt“ (Sarah, S. 137, Zeile 1). Kompliziert wirken die Formulierungen aufgrund von Fachwörtern. Sie meinte zudem, dass diese Termini in kürzerer Form das ausdrücken, wozu man ansonsten mehrere Sätze benötigen würde. Ihre Schlussfolgerung war schließlich, dass Theorien durch Fachbegriffe zwar für WissenschaftlerInnen, denen die Termini bekannt sind, einfacher werden, für sie als Schülerin jedoch um einiges komplizierter wirken. Im Interview am Ende des Projekts wurde Sarah erneut darauf angesprochen, wie Theorien ihrer Meinung nach aussehen würden. In diesem Zusammenhang erwähnte sie, wie bereits an früherer Stelle angeführt wurde, dass eine Theorie durch Experimente bestätigt werden muss. Auf die Frage hin, ob eine Theorie ihrer Meinung nach also lediglich eine bloße Vermutung darstellt, antwortete sie, dass eine Theorie sehr wohl Sinn ergeben muss und dass man sich nicht einfach etwas ausdenken und dann behaupten kann. In Bezug auf die Einfachheit naturwissenschaftlicher Theorien meinte Sarah, dass diese ihrer Meinung nach einfach und so, dass sie für einen Großteil der Menschen verständlich sind, ausgedrückt werden sollten, aber dass WissenschaftlerInnen oft Fachbegriffe verwenden, die die Formulierungen komplizierter erscheinen lassen, als es nötig wäre. Wenn sie selbst auf Fachtermini stößt, die sie nicht versteht, sucht sie deren Bedeutung entweder im Internet oder wenn vorhanden in Fachbüchern oder fragt ihren Vater.

Peter:

Im Fragebogen meinte Peter, dass es nicht stimmt, dass Theorien und Gesetze in der Naturwissenschaft verändert oder ersetzt werden, wenn neue Beweise vorliegen. Als er im Interview darauf angesprochen wurde, meinte er, dass die Technik und neue Methoden es ermöglichen neue Erkenntnisse zu erhalten, die eventuell den bisherigen Resultaten widersprechen könnten. So kann man beispielsweise frühere Fehler erst mithilfe modernerer Techniken nachweisen. Anschließend daran wurde er darauf hingewiesen, dass das bedeuten würde, dass Theorien und Gesetze sehr wohl verändert werden könnten. Peter entgegnete, dass neue Beweise auch erst durch wiederholte experimentelle Beweisführung bestätigt werden müssen und daher neue Erkenntnisse nicht zwangsläufig richtiger sind als ältere Resultate. Es geht hier seiner Meinung nach immer darum, dass Theorien bewiesen werden müssen und auch neuere Resultate dieser Überprüfung standhalten müssen, damit sie frühere Erkenntnisse verändern oder ersetzen können und dass nicht jedes neue Resultat, das älteren Ergebnissen widerspricht, sofort die früheren Erkenntnisse ersetzen kann. Bei der Frage, ob wissenschaftliche Theorien einfach oder kompliziert formuliert werden, hat Peter im Fragebogen „weiß nicht“ angegeben. Er begründete die Angabe damit, dass Formulierungen von Theorien und Gesetze für bestimmte Personen, die das nötige Hintergrundwissen besitzen, einfach erscheinen, dass dieselben Ausdrücke jedoch für Laien sehr kompliziert sein können. Darüber hinaus meinte Peter, dass es für ihn schwer zu beurteilen ist, ob Formulierungen in den Naturwissenschaften komplizierter als notwendig sind, weil er sich dazu in bestimmten Bereichen nicht gut genug auskennt und daher nicht sicher einschätzen kann, ob es nur auf ihn kompliziert wirkt oder tatsächlich schwierig ausgedrückt ist. Auf die Frage, ob bei zwei Theorien, die dasselbe aussagen, die kompliziertere die bessere sei, antwortete Peter, dass dies nicht so ist, sondern dass die Qualität der Erkenntnis seiner Meinung nach von anderen Aspekten abhängt und es dafür von untergeordneter Bedeutung ist, wie einfach oder schwierig das Resultat vermittelt wird. Im Interview am Schluss des Projekts wurde Peter gefragt, wie eine Theorie aussehen und was sie können muss. Seiner Meinung nach ist sie „ein Grundgedanke von einer Person“ (Peter, S. 116., Zeile 21). Dieser soll durch Experimente und weitere Forschungstätigkeiten überprüft und bestärkt werden. Peter meinte auch, dass die Versuche des Öfteren wiederholt werden müssen, damit eine Theorie ihre wissenschaftliche Gültigkeit erlangen und behalten kann. Formuliert werden die Erkenntnisse in wissenschaftlicher Fachsprache. Wenn Peter Fachtermini

nicht versteht, sucht er deren Bedeutung in Lexika oder fragt jemanden, dem er es zutraut, ihm eine korrekte Erklärung zu liefern. Er betonte in diesem Zusammenhang auch, dass es ihm wichtig ist, die Bedeutung von Begriffen, die ihm noch nicht bekannt sind, herauszufinden.

Christoph:

Angesprochen darauf, ob Gesetze und Theorien in der Naturwissenschaft einfach oder schwierig formuliert werden, meinte Christoph, dass sie für ihn subjektiv eher kompliziert wirken, weil wissenschaftliche Arbeiten häufig Fachbegriffe beinhalten, die für ihn schwierig zu verstehen sind. Er sagte aber auch, dass er vermute, dass es für jemanden, der sich in dem jeweiligen Bereich gut auskennt, nicht unbedingt kompliziert sein muss. Wenn man sich jedoch wenig mit der Thematik der Theorie auseinandergesetzt hat, kann es jedoch kompliziert wirken. Im dritten Interview sagte er, dass eine Theorie wiedergibt, was ein/e WissenschaftlerIn denkt. Diese Idee muss seiner Meinung nach im Anschluss durch Beweise gestützt und bekräftigt werden sowie mit anderen relevanten Ergebnissen verglichen werden. Wenn Christoph Probleme beim Verständnis von Fachtermini hat, fragt er laut eigenen Angaben entweder bei einem/r LehrerIn oder einer Fachperson nach oder aber sucht die Bedeutung im Internet.

Bedeutung der Kreativität in den Naturwissenschaften

Ein weiterer Aspekt, der im Zuge der Interviews thematisiert wurde, ist die Bedeutung von Kreativität für die Naturwissenschaft.

Sarah:

Für Sarah steht Kreativität im Zusammenhang mit Basteln und Handarbeit. Weiters meinte sie bei der ersten Befragung, dass man, wenn man kreativ ist, ein hohes Maß an Vorstellungskraft besitzt. Angesprochen darauf, ob man in ihrem Wunschberuf als Ärztin oder als Naturwissenschaftlerin kreativer sein kann, argumentierte sie, dass man in der Medizin ihrer Meinung nach durch Einfallsreichtum neue Methoden, wie beispielsweise eine neue Verbandstechnik, entwerfen kann. In den Naturwissenschaften kann man auch kreativ sein. Sie konnte jedoch nicht sagen, in welcher Form und auf welche Weise dies der Fall ist. Sarah meint ebenfalls, dass man als NaturwissenschaftlerIn kreativ sein sollte. Vor allem beim Aufstellen von Theorien benötigt man Einfallsreichtum. Sie ist jedoch der Meinung, dass Kreativität in anderen

Berufen, wie beispielsweise im Bereich der Wirtschaft, des Marketings oder Eventmanagements, eine höhere Bedeutung zukommt, als dies in der Naturwissenschaft der Fall ist.

Peter:

Im Fragebogen wurde den SchülerInnen die Frage gestellt, ob Theorien und Gesetze in den Naturwissenschaften etwas mit Kreativität zu tun haben. Peter hatte hier „weiß nicht“ angekreuzt. Er meinte dazu, dass Kreativität für ihn mehr im Zusammenhang mit Kunst steht und ein/e KünstlerIn keine naturwissenschaftlichen Theorien aufstellen kann. Forschen hat für ihn weniger mit Einfallsreichtum und weitaus mehr mit fachspezifischem Wissen zu tun. Für Peter bedeutet Kreativität Spontaneität, den Drang etwas einfach auszuprobieren und einfach den eigenen Gedanken freien Lauf zu lassen. Eine solche Denkweise ist nicht förderlich für die Naturwissenschaften und könnte zum Teil negative Konsequenzen haben. An späterer Stelle dieses Interviews relativierte Peter seine Aussagen jedoch und meinte, dass man als NaturwissenschaftlerIn oder als MedizinerIn durchaus kreativ sein kann, wenn man auf der Suche nach neuen Ideen ist. Man sollte jedoch auch immer über das nötige Fachwissen verfügen und über sein Handeln rational nachdenken und nicht nur der eigenen Intuition freien Lauf lassen. In der letzten Befragung meinte Peter, dass NaturwissenschaftlerInnen, MedizinerInnen und auch KünstlerInnen seiner Meinung nach kreativ sein sollten. In der Medizin und der Wissenschaft geht es gerade im Bereich des Finden neuer Ideen darum, auch kreativ zu denken.

Christoph:

Zu Beginn des Projekts sagte Christoph, dass für ihn Kreativität in den Naturwissenschaften sehr wohl eine Rolle spielt, vor allem aufgrund der Diversität in der Flora und Fauna. Das Wissen in der Naturwissenschaft bildet aber nicht das kreative Denken eines Wissenschaftlers ab. Die Kreativität in den Naturwissenschaften kommt vonseiten der Natur selbst und nicht von den ForscherInnen, die sich damit beschäftigen. Christoph meint, dass ein/e NaturwissenschaftlerIn in manchen Fällen sehr wohl kreativ sein kann, vor allem in Hinblick auf das Finden neuer Lösungsansätze. Im zweiten Interview sagte Christoph, dass man als NaturwissenschaftlerIn sehr wohl ein gewisses Maß an Kreativität benötigt, weil einem diese dabei hilft, neue Forschungsthemen und -felder zu finden sowie neue Ideen bei der

Erkenntnisgewinnung und dem Aufstellen von Theorien zu entwickeln. Bei der letzten Befragung nannte Christoph die Kreativität als wichtige Eigenschaft, die man als NaturwissenschaftlerIn haben muss, um in diesem Beruf erfolgreich sein zu können. Wie in den beiden vorigen Interviews erwähnte er die Kreativität vor allem im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Ideen in verschiedenen Bereichen der Wissenschaft.

Vorstellungen zu den Fähigkeiten von NaturwissenschaftlerInnen

Eine weitere Kategorie, deren Ergebnisse für diese Studie relevant sind, ist die Vorstellung der befragten Jugendlichen darüber, welche Eigenschaften man als NaturwissenschaftlerIn und im jeweiligen Wunschberuf der SchülerInnen haben muss, damit man diesen gut und erfolgreich ausüben kann.

Sarah:

Im ersten Interview sagte Sarah, dass sie später gerne Ärztin werden will. Als Medizinerin braucht man ihrer Meinung nach ein gewisses Maß an Freundlichkeit, Fachwissen und Ausdauer. Darüber hinaus soll man auf Hygiene und Körperpflege achten und sollte kein Problem damit haben, Blut zu sehen. Um die nötige fachliche Kompetenz zu erlangen, muss man lernfleißig sein und gute Fähigkeiten im logischen Denken haben. WissenschaftlerInnen sollten neugierig sein, sich gut in ihrem Fachgebiet auskennen und sich gut mit den Methoden, Geräten und Techniken der Wissenschaft auskennen. Zudem meinte Sarah auch, dass es gut ist, wenn man Erfahrung in seinem Beruf hat. Im Zuge der zweiten Befragung nannte sie folgende Eigenschaften, die für sie einen guten Wissenschaftler oder eine gute Wissenschaftlerin auszeichnen: Wissbegierigkeit, Freundlichkeit, ein angemessenes Maß an Fachwissen im jeweiligen Gebiet, sowie ein Bestreben danach, neue Dinge zu erlernen. Zudem sollten WissenschaftlerInnen Inhalte und Zusammenhänge auch gut erklären können. Am Ende des Projekts meinte sie, dass ein Arzt oder eine Ärztin Ausdauerfähigkeit, Fleiß und im Bereich der Chirurgie ruhige Hände benötigt. Darüber hinaus ist auch notwendig, freundlich zu sein, gut zuzuhören und Freude am Beruf zu haben. Ihre Aussagen bezogen sich hierbei hauptsächlich auf die Arbeit in der Medizin.

Peter:

Peter meinte im ersten Interview, dass er gerne einmal den Beruf Sportmediziner ausüben würde. Seiner Meinung nach muss man für diesen Job ein gutes Fachwissen und Respekt gegenüber anderen Menschen haben. Er sagte auch, dass man als MedizinerIn keine Berührungsängste haben darf und sich seinen PatientenInnen gegenüber immer höflich verhalten sollte. Ihm ist es auch wichtig, dass man den Beruf, den man macht, gerne macht und nicht nur aus finanziellen Gründen eine medizinische Karriere einschlägt. Peters Meinung nach sollten MedizinerInnen das Bedürfnis haben, anderen Menschen zu helfen. NaturwissenschaftlerInnen benötigen ein großes Interesse für ihr Fachgebiet. Personen, die im naturwissenschaftlichen Bereich arbeiten, müssen über ein hohes Maß an Fachwissen verfügen und ein gewisses Bestreben zeigen, „der Menschheit helfen“ zu wollen (Peter, S. 105, Zeile 30). Außerdem sollten sich ForscherInnen für die Zukunft der Erde positiv einsetzen. In der zweiten Befragung erwähnte Peter wieder seinen Traumberuf als Mediziner und meinte, dass dieser Beruf für ihn auch zu den Naturwissenschaften zählt. Um erfolgreich in diesem Gebiet arbeiten zu können, braucht man Interesse an und Wissen über das jeweilige Fachgebiet. Neben der Erfahrung, die er als notwendige Eigenschaft für NaturwissenschaftlerInnen nannte, stellen auch Ideenreichtum und Phantasie Kompetenzen dar, die jemandem bei der Arbeit in der Naturwissenschaft von Nutzen sein können. Auch im dritten Interview erwähnte Peter, dass er Arzt werden will. Seiner Meinung nach sollte ein guter Mediziner oder eine gute Medizinerin Teamfähigkeit besitzen, einen angemessenen Umgang mit Menschen pflegen, das nötige Fach- und Allgemeinwissen besitzen, gute Augen und Nerven und Freude am Beruf haben. Die Unterschiede zu forschenden NaturwissenschaftlerInnen sieht Peter darin, dass ForscherInnen mehr Freiheiten in ihrem Beruf haben und im Zuge dessen die fachliche Grundlage für beispielsweise MedizinerInnen schaffen. Zwar gibt es auch für ForscherInnen Grenzen in ihrer Arbeit, dennoch haben ÄrztInnen strengere Vorschriften, die sie in ihrer beruflichen Tätigkeit befolgen müssen.

Christoph:

In der ersten Befragung nannte Christoph folgende Eigenschaften, die seiner Meinung nach für die Arbeit in der Naturwissenschaft hilfreich und förderlich sind: Neugier und das Bestreben, neue Sachen zu entdecken, das Interesse für die Natur am besten schon seit der Kindheit, Kreativität sowie den guten Umgang mit Menschen und angemessene

Kompetenzen in Hinblick auf die Teamfähigkeit. Im zweiten Interview zur Mitte des Projekts meinte er, es wäre für NaturwissenschaftlerInnen besonders wichtig, „eine fröhliche Person“ (Christoph, S. 128, Zeile 15) zu sein. Bei der dritten Befragung sagte Christoph, dass er gerne als Naturwissenschaftler oder im Bereich der Geographie arbeiten würde. Für die berufliche Tätigkeit als NaturwissenschaftlerIn hob er die Bedeutung der Kreativität, vor allem bei der Ideenfindung und dem Streben nach neuen Erkenntnissen, hervor, die er in diesem Kontext als besonders wichtig einschätzte.

Selbsteinschätzung

Sarah:

Sarah meinte im ersten Interview, dass sie in Biologie „früher total gut“ war (Sarah, S. 135, Zeile 17), dass aber in dieser Hinsicht ihrer Meinung nach vieles oft von der Lehrperson abhängt. Dennoch schätzte sie ihre Leistungen auch zu diesem Zeitpunkt noch immer als „gut“ ein (Sarah, S. 135, Zeile 19). Laut Sarah spiegelt sich das auch in den Zeugnisnoten wieder. Im Zuge der dritten Befragung meinte sie auch, dass ihre Leistungen vom Unterricht abhängen, weshalb sie beispielsweise in Biologie mehr lernt als in Chemie. Alles in allem sagte Sarah, dass ihre Fähigkeiten in den naturwissenschaftlichen Fächern gut sind und dass dies auch das Zeugnis bestätigt.

Peter:

Peter sieht im ersten Interview seine Leistungen in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächern differenziert. Er meinte, dass seine Fähigkeiten in Biologie und Umweltkunde, Physik sowie Geographie sehr gut sind, wohingegen er im Bereich der Chemie Schwierigkeiten hat, weil er hier mehr lernen muss. Diese Tendenz spiegelt sich auch in den Noten der jeweiligen Gegenstände wider. Am Ende des Projekts meinte Peter, seine Leistungen im Zeugnis in den Naturwissenschaften pendeln zwischen „Sehr gut“, „Gut“ und teilweise „Befriedigend“ (Peter, S. 115, Zeile 30), wohingegen seine Fähigkeiten beispielsweise in der Mathematik etwas schwächer sind.

Christoph:

Christoph sagte im ersten Interview, dass er „den Lernstoff gut aufnehmen“ kann (Christoph, S. 121., Zeile 33). Er meinte jedoch auch, dass man gerade in den Naturwissenschaften immer noch um einiges mehr lernen und wissen kann. Seine Noten

in den naturwissenschaftlichen Fächern, wie Biologie sind laut eigenen Angaben sehr gut. Im Zuge der letzten Befragung meinte Christoph ebenfalls, dass seine Fähigkeiten in den Naturwissenschaften gut sind.

Interesse und Motivation

In Hinblick auf das Interesse und die Motivation der SchülerInnen wurde sowohl auf die Naturwissenschaft im allgemeinen als auch auf die Einstellung gegenüber dem Projekt und dessen Inhalten eingegangen.

Sarah:

Sarah sagte bei der ersten Befragung, dass sie das Fach Biologie sehr gern mag und sich sehr dafür interessiert, weil sie sich gerne mit der Natur auseinander setzt und in ihrer schulischen Laufbahn bisher in diesem Gegenstand immer gute LehrerInnen hatte. In Hinsicht auf das Projekt war sie zu diesem Zeitpunkt skeptisch, weil sie sich eigentlich für das Wahlpflichtfach „Erste-Hilfe-Biologie“ angemeldet hatte, das jedoch in ihrem Jahrgang nicht zustande gekommen ist, und sich zu Beginn von Woody Woodpecker nicht allzu sehr für Bäume und Holzanatomie interessiert hatte. Im zweiten Interview sagte Sarah, dass sie gerne naturwissenschaftlich arbeitet, weil sie das sehr interessant findet. Auch im Zuge des letzten Gesprächs zeigte sie eine positive Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften. Sie meinte auch, dass sie, entgegen ihrer anfänglichen Skepsis bezüglich der Inhalte des Projekts, Spaß an der Arbeit hatte und dabei auch einiges Neues gelernt hat.

Peter:

Peter sagte im ersten Interview, dass er „ein großer Fan von Biologie und Menschenkunde“ ist und sich zudem sehr für den Fachbereich Anatomie interessiert (Peter, S. 102, Zeile 11). Zudem hält er sich gerne in der Natur auf. Von den naturwissenschaftlichen Fächern mag er „Biologie und Umweltkunde“ besonders gerne, weil ihn die Inhalte sehr stark interessieren. Auf der anderen Seite findet Peter Chemie und Physik aufgrund der Formeln und der Beschäftigung mit besonders kleinen Teilchen weniger interessant. Sein besonderes Interesse an der Biologie war auch der Grund, warum er das Wahlpflichtfach ausgewählt hat. Vor dem Projekt meinte Peter, er erwartet sich, dass er darin sehr viel Neues lernt und ihm ist es dabei wichtig, dass die Wertschätzung gegenüber der Natur steigt. Peter meinte jedoch auch, dass trotz der

großen Bedeutung von Bäumen, es ihm lieber wäre, wenn es im Projekt auch mehr um andere Themenbereiche der Biologie gehen würde. Im Rahmen des zweiten Gesprächs sagte Peter erneut, dass er Naturwissenschaften mag. Am Projekt gefiel ihm besonders das Arbeiten mit den technischen Geräten, wie zum Beispiel dem Mikroskop sowie der Aspekt, dass die SchülerInnen durch ihre Tätigkeiten selbst etwas zum Projekt beitragen konnten. Darüber hinaus betonte Peter sein Interesse für die Botanik, im Speziellen für die Pflanzen des Botanischen Gartens. Er würde außerdem anderen SchülerInnen das Projekt ebenfalls empfehlen, weil man dabei sehr viel lernt und er die Inhalte äußerst interessant findet. In der Befragung am Ende des Projekts sagte Peter, dass ihn Naturwissenschaften, besonders der medizinische Bereich, sehr interessieren und dass er später auch gerne beruflich in diesem Gebiet tätig sein möchte.

Christoph:

Christoph meinte am Anfang von Woody Woodpecker, dass er sich sehr für die Natur und für Bäume, deren Wachstum und ähnliche Dinge interessiert. Zudem gefällt es ihm, direkt im Freien mit Pflanzen zu arbeiten. Das Lernen der Theorie findet er jedoch weniger spannend. Daher entschied er sich auch für das Wahlpflichtfach „Angewandte Biologie“. Die Inhalte des Projekts empfand er bereits vor dessen Start als ansprechend. Im Zuge der zweiten Befragung sagte Christoph, dass er vor allem das Kennenlernen des Alltags an der Universität und im Labor sowie der allgemein in der Naturwissenschaft angewandten Methoden und Techniken sehr spannend fand. Er sagte auch, dass er sich nach wie vor für die Naturwissenschaften interessiert, weil es ein vielfältiger und abwechslungsreicher Forschungszweig ist. Christoph findet es gut, wenn der Unterricht im Freiland beziehungsweise in der Natur außerhalb des Klassenzimmers stattfindet. Er berichtet davon, dass in der Wahlpflichtfachgruppe allgemein eine positive Einstellung gegenüber dem Projekt vorherrscht. Am Schluss von Woody Woodpecker sagte Christoph auch, dass ihn das Thema, das hier behandelte wurde, zu Beginn nicht allzu sehr interessiert hat, dass er jedoch durch die Arbeit im Projekt einen persönlichen Bezug dazu bekommen hat, weswegen er die Inhalte rund um die Holzanatomie und Botanik inzwischen sehr spannend findet.

Projektrelevante Aspekte

Im Zuge der Interviews wurden auch allgemeine Aspekte zum Projekt hinterfragt. Die für diese Arbeit bedeutenden Aussagen sollen hier ebenfalls angeführt werden.

Sarah:

Sarah sagte zu Beginn des Projekts, dass sie nicht genau weiß, was sie erwartet. Ihre Erwartungen waren vor allem, dass sie etwas über Bäume lernt. Dass in einem Sparkling-Science-Projekt SchülerInnen mit WissenschaftlerInnen zusammenarbeiten empfand sie als äußerst positiv, weil Jugendliche dadurch mehr über die Natur lernen und infolgedessen eventuell nachhaltiger denken. In der zweiten Befragung meinte Sarah, dass sie es als gut empfindet, dass die SchülerInnen selbst wissenschaftliche Tätigkeiten durchführen dürfen. Im Interview am Ende des Projekts findet sie es positiv, dass sie viel Neues über Pflanzen gelernt hat und auch einen Einblick in das Leben an der Universität beziehungsweise in der Forschung bekommen hat. Sie fand es nach wie vor gut, dass es Projekte gibt, in denen SchülerInnen mit WissenschaftlerInnen zusammenarbeiten. Was die Forschungsfrage dieser Kooperation war, konnte Sarah jedoch nicht vollständig beantworten. Sie sagte lediglich, dass es um Bäume gegangen ist und, dass sie sich daran erinnern kann, dass deren Standort in Bezug auf die Seehöhe eine Rolle gespielt hat.

Peter:

Peter erwartete sich vom Projekt, dass er im Zuge dessen vieles über Bäume, deren Aufbau und die Baumarten Vorarlbergs lernt. Außerdem erhoffte er sich einen regen Wissensaustausch mit den anderen ProjektteilnehmerInnen und eine Zusammenarbeit von der alle Beteiligten auf ihre Weise profitieren können. Er meinte auch, dass er die Einbeziehung von SchülerInnen in die Forschungsarbeit als sehr positiven Aspekt sieht, weil junge Menschen dadurch bessere naturwissenschaftliche Kompetenzen und ein größeres Nachhaltigkeitsdenken entwickeln. Im letzten Interview sagte Peter, dass er es als sehr interessant und lehrreich empfunden hat, mit den modernen, technischen Fachgeräten arbeiten zu dürfen, weil diese ansonsten nur FachwissenschaftlerInnen benutzen dürfen. Insofern empfand er dies als besondere Gelegenheit, etwas zu lernen, was anderen Gleichaltrigen vermutlich nicht oder nur kaum möglich ist. Alles in allem war Peter äußerst zufrieden mit dem Projektablauf und dem, was er im Zuge dessen erfahren, erlebt und gelernt hat.

Christoph:

Christophs Erwartungen vor dem Projekt beschrieb er als positiv. Sein Ziel war es, sein Wissen über die Natur und seine naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu steigern.

Dass man im Zuge des Sparkling-Science-Projekts viele außerschulische Lernstandorte kennenlernt, empfand er als äußerst interessant und abwechslungsreich. Die Kooperation von WissenschaftlerInnen mit SchülerInnen sieht Christoph als Gelegenheit für alle Beteiligten, um voneinander etwas zu lernen. Ihm ist es in diesem Zusammenhang besonders wichtig, dass die Fachleute auf Fragen der Jugendlichen konkret und angemessen eingehen und ihnen so die wichtigsten Fachinhalte verständlich erklären, damit die SchülerInnen auch wirklich etwas lernen können. Im Rahmen der Befragung am Schluss des Projekts meinte Christoph, dass er es sehr interessant fand, einen Einblick in den Universitätsalltag und das Arbeiten als WissenschaftlerIn zu bekommen. Die fachlichen Inhalte empfand er als äußerst spannend, besonders die Arbeit am Mikroskop und das Experimentieren sind Christoph in sehr positiver Erinnerung geblieben. Die Kooperation mit den WissenschaftlerInnen beschrieb er als durchwegs angenehm. In diesem Zusammenhang betonte er, dass die Fachleute bei Fragen der SchülerInnen immer bereit und in der Lage waren auf kompetente Weise darauf zu antworten und bestimmte fachliche Zusammenhänge schülergerecht zu erklären. Diesen Aspekt empfand Christoph als besonders positiv. Auch die Arbeit am Artikel für die Fachzeitschrift „Young Science“ beschrieb er als interessant, „informativ und lehrreich“ (Christoph, S. 133, Zeile 13).

Interview mit dem Lehrer

Im Rahmen des dritten Befragungsdurchgangs wurde auch der Lehrer der Wahlpflichtfachgruppe interviewt. Laut seinen Aussagen dauerte es zu Beginn des Projekts etwas, bis er und seine SchülerInnen den Umgang mit den technischen Geräten beherrschten. Allgemein hatte er jedoch den Eindruck, dass sowohl er als auch seine Klasse sowohl fachlich als auch methodisch viel gelernt haben. Er sagte auch, dass es für ihn als Lehrperson eine „ganz neue Herausforderung“ war, „nach vielen Jahren wieder einmal Wissenschaftsluft zu schnuppern“ (Lehrer, S. 149, Zeile 18). Zudem hat er die Erfahrung gemacht, dass es für ein hohes Maß an Motivation bei einigen SchülerInnen nicht ausreichend ist, einfach etwas Besonderes wie eben eine Kooperation mit WissenschaftlerInnen im Rahmen eines Sparkling-Science-Projekts zu machen, sondern dass auch hier das Anregen des Interesses und der Motivation der SchülerInnen seitens des Lehrers nach wie vor notwendig ist. Die Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Universität beschrieb er als „sehr professionell“ (Lehrer, S. 149, Zeile 32). Weiters meinte er, dass es für die SchülerInnen äußerst interessant zu sehen

war, dass WissenschaftlerInnen „auch ganz normale Menschen sind“ (Lehrer, S. 149, Zeile 36) und lediglich über etwas mehr Wissen verfügen, als dies bei den Jugendlichen der Fall ist. Außerdem waren die Fachpersonen der Universität jeder Zeit dazu bereit, der Lehrperson und ihrer Klasse wenn nötig zu helfen. Der Lehrer hatte allgemein den Eindruck, dass die SchülerInnen sowohl mit der Kooperation mit den WissenschaftlerInnen als auch mit dem Projekt selbst „sehr zufrieden“ waren (Lehrer, S. 150, Zeile 1), dass es sich jedoch auch als teilweise anstrengend für die Klasse herausgestellt hat, sich ein ganzes Jahr über mit einem einzigen Thema zu beschäftigen. Daher wäre eine Kürzung des Umfangs seiner Meinung nach sinnvoll. Der Lehrer meinte am Schluss des Interviews, dass er ein solches Projekt, wenn er erneut dazu die Gelegenheit bekäme, auf jeden Fall wieder mit einer Wahlpflichtklasse machen würde, weil es sowohl für die Lehrperson als auch für die SchülerInnen „ganz neue Möglichkeiten“ bietet (Lehrer, S. 151, Zeile 10).

8.2.2. Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen der fachlichen Inhalte

Die Ergebnisse in Hinsicht auf fachliche Inhalte aus den Interviews mit den SchülerInnen lauten wie folgt.

Sarah:

Zu Beginn meinte Sarah, dass sie bisher im Zusammenhang mit den Inhalten des Projekts die Pflanzenzelle sowie das Mikroskopieren im Unterricht gelernt hatten. Im zweiten Gespräch sagte sie, dass sie inzwischen schon relativ oft mikroskopiert hatten. Zudem hatte die Klasse Bohrkerne entnommen und dadurch Proben erhalten. Diese wurden laut Sarahs Ausführungen anschließend in Alkohol eingelegt, gefärbt und unterm Mikroskop analysiert sowie fotografiert. Sarah erzählte auch, dass der Gruppe vom fachlichen Leiter des Projekts etwas über den Wasserspeicher von Bäumen sowie den Unterschieden zwischen Nadel- und Laubhölzern in Bezug auf diese Thematik erklärt wurde. Da in diesem Vortrag häufig das Wort „Koniferen“ genannt wurde, wurde Sarah gefragt, ob sie weiß, was dieser Begriff bedeutet. Sie konnte die Frage nicht beantworten. Im Zuge der letzten Befragung erzählte Sarah davon, welche neuen Methoden sie im Rahmen des Projekts erlernt hat. Hier erwähnte sie wiederum das Bohren, Färben, Mikroskopieren und Fotografieren der Proben. Zudem sagte sie auch, dass sie die Technik des Schneidens mithilfe eines Mikrotoms kennengelernt hat. Sarah

erzählte außerdem davon, dass sie gelernt hat, was Embolien bei Bäumen sind und dass er hierbei Parallelen zum menschlichen Körper gibt, die sie durch die Arbeit im Projekt erkannt hat. Die Embolien bei Pflanzen konnte Sarah zum Teil erklären. Sie wusste, dass diese etwas mit der Wasserleitfähigkeit im Transportsystem zu tun haben, Embolien die Leitfähigkeit verringern und im schlimmsten Fall zum Tod des Baumes führen können, weil, wie Sarah meinte, alle Organe des Baumes mit Wasser versorgt werden müssen. Beim Mensch ist der Blutkreislauf laut Sarah mit dem Wassertransportsystem des Baumes vergleichbar. Wenn Wasser in die menschliche Blutbahn gerät, so kann dieses in Herz gelangen und ähnlich wie bei Bäumen zum Tod des Organismus führen. So erklärte Sarah Embolien und Parallelen zwischen Pflanzen und dem Mensch in Bezug auf dieses Thema. Sie führte weiters an, dass sich der Unterricht im Wahlpflichtfach in diesem Schuljahr weitestgehend an den fachlichen Themen von Woody Woodpecker orientierte hatte. Angesprochen darauf, was genau die ForscherInnen im Rahmen des Projekts untersucht haben und was genau die Fragestellung dieser Untersuchung war, meinte Sarah, dass sie das nicht mehr genau weiß, dass es jedoch um Bäume und um Unterschiede in Bezug auf den Standort in Hinsicht auf die Seehöhe gegangen war.

Peter:

Von Peter konnten erst im zweiten Interview Aussagen zu den fachlichen Inhalten analysiert werden. Er erklärte, dass den SchülerInnen auf der Universität Innsbruck die Labors, der Botanische Garten und andere Räumlichkeiten gezeigt wurden. Zudem wurde in Kooperation mit den WissenschaftlerInnen ein Experiment zur Leitfähigkeit von Nadel- und Laubhölzern durchgeführt. Peter konnte sich daran erinnern, dass einer der beiden die fünffache Leitfähigkeit aufweist im Vergleich zum anderen. Welcher jedoch besser und welcher schlechter leitet, wusste er nicht mehr genau. Im Zuge dieser Untersuchungen lernte Peter laut eigenen Angaben auch, wie die Leitfähigkeit bei Bäumen allgemein funktioniert und mithilfe welcher Methoden man diese messen kann. Peter erzählte auch davon, dass im Montafon Proben entnommen wurden und im Zuge dessen „spezielle Geräte zur Verfügung gestellt“ wurden (Peter, S. 110, Zeile 34). Die genaue Bezeichnung dieser Geräte konnte Peter nicht mehr nennen. Er erklärte weiters, dass die entnommenen Proben durch frühere Bohrkerne ergänzt wurden. Im Anschluss wurden diese mit einem Gerät, das auf Millimeter genau arbeiten kann, nämlich dem Mikrotom, geschnitten. Diese Schnitte wurden anschließend unterm Mikroskop

betrachtet und fotografiert. An diese für ihn sehr interessanten Arbeiten konnte sich Peter noch erinnern. Außerdem hat es ihn verwundert, dass etwas so Stabiles wie ein Baum aus so vielen Einzelteilen besteht und dass diese eine solche Länge erreichen können. Laut eigenen Aussagen hat er bereits vor dem Projekt einiges über Bäumen, beispielsweise über Transpiration, gewusst. Im Zuge von Woody Woodpecker hat Peter vieles über den Aufbau und die verschiedenen Funktionen eines Baumstammes gelernt, was er vorher noch nicht oder noch nicht so genau gewusst hat. Er meinte zudem, dass er das, was er im Projekt gelernt hat, sicher nicht vergessen wird, weil diese Art und Weise des Lernens seiner Meinung nach „einzigartig“ ist (Peter, S. 112, Zeile 5). Bei der Befragung am Ende des Projekts betonte Peter, dass er viel gelernt hat. Außerdem hat er erfahren, dass das Thema „Bäume“ weitaus komplexer ist, als er zuvor gedacht hatte und der Baumstamm und die Baumrinde sehr viele unterschiedliche Funktionen zu erfüllen haben. Auch durch das Arbeiten mit den technischen Geräten hat er viel Neues erlernt, was er vorher noch nicht gekannt hatte. Er meinte auch, dass man mehr lernt, wenn man aktiv an den Geräten arbeitet und selbst Sachen ausprobieren darf. Im Wahlpflichtfach lag der Fokus über das gesamte Schuljahr hinweg auf den fachlichen Inhalten des Projekts, erzählte Peter. Das Forschungsziel des Projekts war laut ihm, dass man Veränderungen je nach Seehöhe in Bezug auf das „Innere des Baumstammes“ (Peter, S. 119, Zeile 21) und „die Leitbündel“ (Peter, S. 119, Zeile 23) feststellen und „detaillierter“ (Peter, S. 119, Zeile 25) betrachten und analysieren kann. Abschließend erzählte Peter, dass er einiges über die Struktur sowie die unterschiedlichen Teile und Organe von Bäumen gelernt hat. Zudem hat er erfahren, welche Baumarten an höheren und welche eher an niedriger gelegenen Standorten vorkommen und in welcher Seehöhe die Baumstämme dicker und wo sie dünner sind. Auch wenn er aus früheren Schulstufen bereits einiges über Bäume wusste, so hat Peter laut eigenen Aussagen sehr viel Neues über diese Form der Lebewesen erfahren. Auf die Frage, was das Ziel des Forschungsprojekts war, antwortete Peter, dass man Unterschiede im Hinblick auf die Höhenlage besonders in Bezug auf die Leitbündel im Baumstamm untersuchen wollte.

Christoph:

Christoph sagte zu Beginn des Projekts, dass die Klasse sich bereits mit Zellen beschäftigt und das Mikroskopieren geübt hat. Bei der zweiten Befragung erzählte er, dass die Gruppe mithilfe von Bohrungen Proben der Baumstämme entnommen hat. Anschließend wurden diese geschnitten. Den SchülerInnen wurde zudem gezeigt, wie

man „die Proben haltbar macht“ (Christoph, S. 126, Zeile 9). Die Schnitte wurden schließlich ausgewertet und fotografiert. An diese Schritte konnte sich Christoph zu diesem Zeitpunkt erinnern. Er schilderte auch, dass im Rahmen der Exkursion auf das Institut für Botanik der Universität Innsbruck den SchülerInnen die Räumlichkeiten, Labors und der Botanische Garten gezeigt wurde. Zudem wurden hier weitere Versuche mit den Proben durchgeführt. Christoph erzählte von einem Gerät, das anzeigte, „wie viel Bar“ Luftdruck dem „Wasser entzogen wird“ (Christoph, S. 126, Zeile 23). Im Zuge der Befragung zum Schluss des Projekts sagte Christoph, dass im Wahlpflichtfach dieses Schuljahr speziell auf die Themen von Woody Woodpecker eingegangen wurde. Er meinte zudem, dass im Rahmen des Projekts den SchülerInnen erklärt wurde, wie ein Baum aufgebaut ist, wozu die Experimente genau durchgeführt werden, welchem Zweck die Forschung dient sowie auf welche Weise und aus welchem Grund die einzelnen Schritte dieser holzanatomischen Forschung durchgeführt wurden. Die Arbeit am Projekt empfand Christoph als „realitätsnah“ (Christoph, S. 132, Zeile 2). Den Grund, warum WissenschaftlerInnen ein solches Projekt durchführen, sah Christoph darin, dass dadurch neue Erkenntnisse, in diesem Fall über von ihm nicht näher definierte Veränderungen bei Bäumen, erlangt werden.

Interview mit dem Lehrer

Im Zuge der letzten Interviews gab der Lehrer der Wahlpflichtfachklasse seine Einschätzung dazu ab, was die SchülerInnen im Projekt gelernt haben und wo es seiner Meinung nach Schwierigkeiten gegeben hat. Er empfand das Mikroskopieren als die schwierigste Aufgabe für seine Gruppe, weil sie diese Technik erst erlernen mussten und es zudem organisatorische Einschränkungen, durch die geringe Anzahl der Geräte mit denen auch mikroskopische Bilder gemacht werden konnten, gab. Hierbei bestand die Gefahr, dass sich aufgrund der längeren Wartezeiten einige SchülerInnen etwas langweilen könnten. Alles in allem hatte der Lehrer den Eindruck, dass das Projekt für seine Klasse lehrreich und äußerst interessant war. Die Exkursionen stellten seiner Meinung nach die Höhepunkte für die Jugendlichen dar. Er sagte außerdem, dass nach seinem Dafürhalten zu Beginn des Projekts ein größerer fachlicher Theorieteil nötig wäre, damit die SchülerInnen die Zusammenhänge von Anfang an besser verstehen können. Seiner Meinung nach hat einem Teil der Klasse bei den praktischen Arbeiten das nötige Hintergrundwissen gefehlt. Dennoch meinte der Lehrer, dass die fachlichen Inhalte, wie die Struktur und Funktion von Holz sowie den anatomischen Eigenschaften

von Bäumen, von den SchülerInnen verstanden worden sind. Die inhaltlichen Zusammenhänge verstanden die Jugendlichen seiner Einschätzung nach nur zum Teil, vor allem der Zweck der Grundlagenforschung wurde der Klasse nicht ganz klar. Hier fehlt den SchülerInnen seiner Meinung nach das „unmittelbare Ergebnis“ (Lehrer, S. 150, Zeile 28). Im Grunde genommen haben haben die SchülerInnen nach Dafürhalten ihres Lehrers gelernt, wie das Arbeiten in der Naturwissenschaft abläuft und dass es auch hier Routinearbeiten gibt und nicht jeder Arbeitsschritt Abwechslung und neue Erkenntnisse birgt. Besonders hervorgehoben hat der Lehrer die Bedeutung des Verfassens des Artikels am Ende des Projekt. Hier wurden seiner Meinung nach die wichtigsten Inhalte mehr oder weniger selbstständig zusammengefasst, wodurch ein geeigneter Rahmen für die Arbeit am Projekt entstand.

9. Diskussion der Ergebnisse

9.1. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf das Verständnis von Nature of Science

Eine Intention dieser Arbeit war es, den Einfluss des Projekts Woody Woodpecker aus dem Sparkling-Science-Programm auf das Schülerverständnis über die Nature of Science zu untersuchen und in diesem Zusammenhang ihre Entwicklung in der Zeit des Projekts mit Ergebnissen vergangener Studien zu vergleichen.

In Hinblick auf die Ergebnisse der im Theorieteil angeführten Studien zeigt sich, dass die Resultate dieser Untersuchung sowohl Parallelen als auch Unterschiede zur bereits existenten Literatur aufweisen. Beim Vergleich mit der Arbeit von Urhahne et al. (2008) muss man bedenken, dass diese Autoren ihre Befragungen mit 272 SchülerInnen verschiedener Schultypen der Sekundarstufe I durchgeführt haben, wohingegen sich die hier besprochenen Ergebnisse auf die Antworten von 13 Jugendlichen, die gemeinsam eine Wahlpflichtklasse besuchen und damit einen relativ ähnlichen schulischen Hintergrund aufweisen, beziehen. Da sich die hier befragten SchülerInnen für das Wahlpflichtfach Biologie entschieden haben, kann man auch davon ausgehen, dass ihre Fähigkeiten entsprechend gut und ihr Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte relativ hoch sind, was die Aussagen der drei interviewten Jugendlichen bekräftigten.

Die Antworten aus dem am Beginn des Projekts durchgeführten Fragebogen zeigen folgende Tendenzen. Die SchülerInnen beantworteten die Fragen zu den vier Skalen „Entwicklung“, „Herkunft“, „Sicherheit“ und „Rechtfertigung“ weitestgehend korrekt. Dies entspricht den Ergebnissen aus früheren Studien (Urhahne et al., 2008). Eine Kategorie, in der die befragten Jugendlichen ebenfalls größtenteils eine realitätsnahe Vorstellung hatten, war der „Zweck der Naturwissenschaften“. Tendenziell kann man davon ausgehen, dass die Ergebnisse dieser Kategorie verhältnismäßig gut ausgefallen sind, nachdem andere Studien in Bezug auf diese Skala nicht gezeigt haben, dass es hier einen großen Anteil an korrekt beantworteter Fragen gibt (Urhahne et al., 2008). Ähnlichkeiten zu den Ergebnissen früherer Studien zeigten sich in Bezug auf die Kategorien „Einfachheit“ und „Kreativität naturwissenschaftlichen Wissens“. In diesen beiden Bereichen zeigten sich bei den Resultaten des Fragebogens die vergleichsweise größten Schwierigkeiten in Bezug auf das korrekte Verständnis der zentralen Inhalte. Dies entspricht beispielsweise den Aussagen von Kremer (2007) sowie Urhahne et al.

(2008), die ebenfalls die meisten Verständnisprobleme von SchülerInnen in diesen beiden Skalen ausmachen konnten.

Eine Entwicklung des Schülerverständnisses in Bezug auf unterschiedliche Aspekte konnte durch die Resultate der Interviews beobachtet werden. Da hier nur drei SchülerInnen interviewt wurden, lässt diese geringe Anzahl an Befragten keine Verallgemeinerungen zu. Man kann jedoch eine Weiterentwicklung dieser drei SchülerInnen untersuchen und beschreiben.

In Hinblick darauf, was die befragten Jugendlichen unter dem Begriff „Naturwissenschaft“ verstehen, zeigt sich jedoch nur eine vergleichsweise geringe Veränderung ihrer Vorstellungen. Die SchülerInnen waren sich zu allen drei Zeitpunkten der Befragung darin einig, dass der zentrale Forschungsgegenstand der Naturwissenschaften die Natur und ihre Lebewesen sind. Ihnen geht es vor allem darum, belebte Dinge zu erforschen und im Zuge von Experimenten zu neuen Erkenntnissen zu gelangen, wobei man sich im Zuge der Forschung großteils im Freien aufhält. Ein Schüler meinte zudem, dass es in dieser Disziplin der Wissenschaft auch darum geht die Welt und andere Himmelskörper zu erforschen. Im Gegensatz zu anderen Wissenschaftsbereichen sahen die SchülerInnen die Naturwissenschaft als praktischer, weniger theoretisch, rationaler und zukunftsorientierter an. Diese Schülervorstellungen entsprechen weitestgehend der Realität. Dass für naturwissenschaftliche Arbeiten auch eine theoretische Beschäftigung mit den Inhalten notwendig ist und sich ein großer Teil der Erkenntnisfindung nicht im Freiland, sondern auf einem Institut ereignet, wurde von den befragten Jugendlichen zum Teil vernachlässigt. Bei den Interviews zu Beginn des Projekts zeigte sich auch, dass die drei SchülerInnen der Meinung waren, dass sich Naturwissenschaft eben draußen in der Natur abspielt, weil es ihrer Ansicht nach durch den Terminus selbst so beschrieben wird. Dass naturwissenschaftliche Experimente und die daraus resultierenden Ergebnisse theoriebasiert sind, wird hier von den SchülerInnen vernachlässigt. Naturwissenschaftliches Arbeiten wird hier also noch zum Teil als Abbild der Natur verstanden, was den Aussagen von Carey et al. (1989) über „copy theory' of knowledge“ (Carey et al., 1989, S. 526) entspricht.

Ein deutlich auffälliger Entwicklungsprozess zeigte sich in Hinblick darauf, welche Schulfächer die SchülerInnen zu den verschiedenen Zeitpunkten den Naturwissenschaften zuordneten. Es zeigt sich, dass sich das Verständnis der SchülerInnen darüber, welche Schulgegenstände zu den Naturwissenschaften zu zählen

sind, im Laufe des Projekts verändert und erweitert hat. Die befragten Jugendlichen haben erkannt, dass die Naturwissenschaft nicht ausschließlich biologische Inhalte bearbeitet, sondern sich auf verschiedene andere Fachbereiche erstreckt. Die SchülerInnen sahen die Unterschiede zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern vielfach darin, dass es in der Biologie um die Lebewesen und in der Physik und Chemie um kleinere Einheiten wie Atome und allgemein die „Umgebung der Organismen“ geht. Aus dieser Perspektive könnte man sagen, dass sich die Schülervorstellung darüber, welche Bereiche der Wissenschaft die Natur erforschen, im Laufe des Projekts auf ein deutlich breiteres Feld von Themen und Inhalten ausgeweitet hat und dass die Befragten auch Zusammenhänge zwischen den Disziplinen erkannt haben.

In Hinblick auf die „Einfachheit der Naturwissenschaft“ und ihrer Theorien zeigte sich, dass die SchülerInnen der Meinung waren, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse für sie subjektiv kompliziert wirken, dass diese jedoch mit dem nötigen Hintergrundwissen vermutlich als einfach formuliert erkannt werden können. Es hängt also vom jeweiligen Wissensstand der Person ab, ob Theorien sprachlich simpel oder komplex wirken. In der Literatur findet man in diesem Zusammenhang meist die Aussage, dass SchülerInnen häufig der Meinung sind, dass naturwissenschaftliche Theorie kompliziert formuliert sind (Kremer et al., 2007; Urhahne et al., 2008).

Die SchülerInnen drücken sich hier differenziert aus und meinen, dass die Formulierungen für Fachpersonen einfach erscheinen können und nur für sie selbst kompliziert wirken, weil ihnen ein bestimmtes Maß an Fachwissen fehlt, das für das Verständnis notwendig wäre. Grundsätzlich besteht zudem bei allen drei befragten Jugendlichen das Bedürfnis, schwer verständliche Fachtermini nachzuschlagen, um deren Bedeutung zu erfahren.

In Hinsicht auf die „Rechtfertigung des Wissens“ und die Verbindung zu Theorien waren sich alle interviewten SchülerInnen weitestgehend einig, dass eine Theorie durch öfters wiederholte Experimente überprüft und bestätigt werden muss, damit sie ihre wissenschaftliche Gültigkeit erlangen kann. Die befragten Jugendlichen verstanden im Zusammenhang mit der Entwicklung von Erkenntnissen zudem, dass neue Beweise, sofern diese auf ihre Logik und Korrektheit untersucht wurden, dazu führen können, dass bereits bekannte Erkenntnisse gegebenenfalls geändert oder weiterentwickelt werden können. Dies bezogen sie auch auf die Ergebnisse des Projekts und erkannten, dass die Resultate dieser Forschung zwar wichtige Schlussfolgerungen ermöglichen und dadurch neue Erkenntnisse bringen können. Diese sind jedoch nicht für alle Zeit gültig

und könnten sich in Zukunft infolge von anderen Untersuchungen weiterentwickeln oder verändern. Das beweist, dass die SchülerInnen durch die Teilnahme am Projekt und das Zusammenarbeiten mit WissenschaftlerInnen in diesem authentischen Forschungsumfeld eine Vorstellung über Nature of Science entwickelt haben, die der Realität in der naturwissenschaftlichen Praxis entspricht. Damit haben sie den tentativen Charakter der Naturwissenschaften und die Vorläufigkeit des Wissens in dieser Disziplin erkannt. Dies entspricht den Aussagen Sadlers (2010), der die Weiterentwicklung des Schülerverständnisses in Hinblick auf die eben genannten Aspekte als eine der Stärken von Projekten, in denen SchülerInnen und WissenschaftlerInnen kooperieren, nennt.

Die Untersuchungen des Schülerverständnisses der hier befragten Jugendlichen in Bezug auf die „Rechtfertigung“ und „Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens“ zeigt also weitestgehend positive Resultate. Man konnte außerdem auch der Realität nahe kommende Tendenzen in Bezug auf die „Sicherheit der Erkenntnisse“ kommen. Dieses Ergebnis entspricht somit den Aussagen von Urhahne et al. (2008).

In Bezug auf die Ausführungen von Hammann und Asshoff (2014) zeigen die Ergebnisse der Interviews dieser Studie sowohl übereinstimmende als auch dem widersprechende Ergebnisse in Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Theorien und Gesetzen. Die genannten Autoren führen in diesem Zusammenhang Studien von Dawkins und Dickerson (2003) sowie Larochelle und Désautels (1991) an, die im Rahmen ihrer Untersuchungen in beiden Fällen mit jungen Menschen im Alter zwischen 15 und 18 Jahren arbeiten und deren Zahl an Probanden weitaus höher als im Fall der Studie im Zuge des Woody Woodpecker Projekts war. Dawkins und Dickerson (2003) führten ihre Untersuchungen beispielsweise mit 641 SchülerInnen durch.

In ihrem Text schreiben Hammann und Asshoff (2014), dass Lernende Theorien sehr häufig für nicht bewiesene Ideen oder Behauptungen halten. Zwei der interviewten SchülerInnen sind der Meinung, dass eine Theorie sehr wohl einen rationalen Hintergrund und damit ein fachlich-theoretisches Fundament aufweist. Im Gegensatz dazu meinte aber ein Schüler, dass es sich bei Theorien um den „Grundgedanken einer Person“ (Peter, S. 116, Zeile 21) handelt. Theorien werden eher als Vermutung verstanden. Hammann und Asshoff beschreiben auch, dass SchülerInnen Theorien und Gesetze oft als Abbild der Natur sehen. Die befragten Jugendlichen stellen hierzu keine konkreten Beziehungen her.

Wenn man nun die Resultate der befragten Personen in die drei Stufen des Verständnisses von der Wissenschaft einordnen will, so kann man nicht klar sagen, ob sich die SchülerInnen im Sinne der drei Stufen, die Hammann und Asshoff (2014) beschreiben, auf Stufe 2 oder 3 befinden. Die Befragten haben den Sinn von Experimenten weitestgehend verstanden. Außerdem haben sie den wandelbaren Charakter der Naturwissenschaft erkannt. Da der Zusammenhang zwischen Theorien und Hypothese und die Frage, ob SchülerInnen diese als direktes Abbild der Natur sehen oder nicht, in Bezug auf die hier interviewten Jugendlichen nicht eindeutig bewertet werden kann, kann man sich nicht auf eine der beiden Stufen des Wissenschaftsverständnisses festlegen (Hammann & Asshoff, 2014).

Kremer (2010) sowie Urhahne et al. (2008) haben beobachtet, dass Lernende oft Schwierigkeiten beim Erkennen der Bedeutung von Kreativität für die Naturwissenschaften haben und meist nicht der Meinung sind, dass Einfallsreichtum in der naturwissenschaftlichen Arbeit gefragt ist. Die befragten Jugendlichen empfanden Kreativität jedoch als Eigenschaft, die für die Betätigung in diesem Bereich der Wissenschaft durchaus gewünscht ist. Zwar waren zwei SchülerInnen im ersten Interview noch nicht ganz sicher, ob und inwiefern der Einfallsreichtum in der Naturwissenschaft gefragt ist. Im Laufe des Projekts zeigte sich jedoch, dass die SchülerInnen verstehen, dass in der naturwissenschaftlichen Forschung die Kreativität der forschenden Personen eine bedeutende Rolle spielt. Hierbei empfanden die befragten Jugendlichen diese Charaktereigenschaft vor allem für das Finden neuer Forschungsfelder, neuer Ideen sowie innovativer Lösungsansätze hilfreich. Eine Schülerin meinte, dass Ideenreichtum in der Naturwissenschaft zwar gefragt ist, dass dieser aber nach ihrem Dafürhalten in anderen Arbeitsbereichen bedeutender ist. Außerdem fand ein befragter Jugendlicher, dass zu viel Kreativität, wenn sie sich nicht auf Fachkompetenzen stützt, sondern lediglich die Experimentierfreudigkeit eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin verkörpert, in manchen Fällen auch zu negativen Konsequenzen führen kann. Das zeigt, dass dieser Schüler der Meinung ist, dass WissenschaftlerInnen eine hohe Verantwortung gegenüber der Menschheit haben und nicht völlig bedachtlos forschen können. Der befragte Jugendliche erkennt also, dass man in der Wissenschaft immer bedacht und verantwortungsvoll handeln muss, um keine negativen Konsequenzen hervorzurufen. Dies ähnelt den Ergebnissen, die Hammann und Asshoff (2014) in Zusammenhang mit der Schülervorstellung über die Arbeitsweise von WissenschaftlerInnen beschreiben.

Dennoch kann man allgemein sagen, dass die interviewten SchülerInnen den Zusammenhang zwischen Kreativität und Naturwissenschaft, vor allem zu späteren Zeitpunkten des Projekts, größtenteils erkannt haben, was den Ergebnissen mancher anderer Studien widerspricht (Kremer et al., 2007; Urhahne et al., 2008). Dies könnte aber durchaus darauf zurückzuführen sein, dass es sich hier um Jugendliche einer relativ hohen Schulstufe handelt. Die oben genannten Autoren führten ihre Untersuchungen mit jüngeren SchülerInnen aus der Sekundarstufe I durch.

Die Schülervorstellungen darüber, wie WissenschaftlerInnen arbeiten und welche Charaktereigenschaften sie dazu benötigen, kann man aus verschiedenen Gründen schwer mit den Studien, die Hammann und Asshoff (2014) anführen, vergleichen. So wurden in den von den beiden Didaktikern erwähnten Untersuchungen andere Messinstrumente, nämlich das Entwerfen von Zeichnungen und das Schreiben von Geschichten, verwendet. Diese beiden Methoden sind stark phantasieorientiert und spiegeln deshalb nicht zwangsläufig die tatsächlichen Vorstellungen der Probanden wider. Im Falle der Untersuchungen anhand von Zeichnungen waren die SchülerInnen mit 7-14 Jahren auch jünger als die SchülerInnen, die im Zuge des Projekts Woody Woodpecker befragt wurden. Bei der Studie, bei der anhand des Schreibens von Geschichten Schlussfolgerungen gezogen wurden, handelte es sich um Jugendliche im Alter von 17 Jahren.

Dennoch kann man allgemeine Aussagen darüber machen, welches Bild die interviewten SchülerInnen über die wichtigsten Fähigkeiten, die eine professionell naturwissenschaftlich tätige Person besitzen sollte, haben. Hierbei bezogen zwei der befragten Jugendlichen ihre Antworten auf den Beruf als MedizinerIn, den sie korrekterweise auch als NaturwissenschaftlerIn betrachteten. Als besonders bedeutsame Eigenschaften nannten alle SchülerInnen Wissbegierigkeit, Fleiß in Bezug auf das Lernen der Fachinhalte, das Besitzen eines angemessenen Maßes an Fachwissen, Geduld, Ausdauer, Kreativität, Erfahrung, Teamfähigkeit und vor allem bei der Arbeit in der Medizin Freundlichkeit gegenüber und Respekt vor anderen Menschen. Christoph, dessen Traumberuf nicht Mediziner, sondern die Arbeit in einem anderen Bereich der Naturwissenschaft ist, fand, dass es für NaturwissenschaftlerInnen wichtig ist, einen Bezug zur Natur zu haben und kreativ und ideenreich zu forschen. Allen SchülerInnen war es wichtig, dass NaturwissenschaftlerInnen ihren Beruf gern machen. Die von den befragten Jugendlichen genannten Eigenschaften sind sicherlich auch aus allgemeiner Sicht förderlich für die Arbeit im naturwissenschaftlichen Bereich, weshalb

man hier durchaus ein positives und realitätsnahes Ergebnis in Bezug auf die Schülervorstellungen dieses Aspekts der Naturwissenschaft erkennen kann.

Die allgemeinen Aussagen der SchülerInnen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen betrafen vor allem die Kategorien „Entwicklung“, „Rechtfertigung“ und „Sicherheit“ des Wissens. Es war zu erkennen, dass für die befragten Jugendlichen die Forschung mit einer durch WissenschaftlerInnen entwickelten Idee beginnt, die im Anschluss daran durch Experimente überprüft werden soll. Diese Versuche müssen zudem wiederholt werden. Hierbei waren sich die Interviewten weitestgehend einig. Ein Schüler meinte außerdem, dass die Resultate der Experimente durch Folgeuntersuchungen überprüft werden müssen und die Ergebnisse erst dann wirklich gültig sind, wenn verschiedene Experimente zum selben Resultat gelangt sind. Auch hier findet man also durchaus positive Ergebnisse in Bezug auf das Schülerverständnis der drei betreffenden Skalen. Diese Resultate decken sich mit den Aussagen von Urhahne et al. (2008).

Den Zweck der Forschung im Rahmen des Woody Woodpecker Projekts sahen die SchülerInnen hauptsächlich darin, neue Erkenntnisse über Bäume zu gewinnen und bestimmte holzanatomische Aspekte zu erklären. So gesehen entspricht die Schülervorstellung auch in dieser Hinsicht großteils der Realität, auch wenn in diesem Zusammenhang relativ wenige konkrete Aussagen vorhanden sind, was eine detailliertere Analyse erschwert.

Verschiedene Studien zeigen, dass SchülerInnen mit größerem Interesse an und höherer Motivation gegenüber der Naturwissenschaft ein besseres Verständnis der Nature of Science aufweisen. Zudem zeigen Lernende mit höherer Selbsteinschätzung ihrer naturwissenschaftlichen Fähigkeiten und besseren Noten in den jeweiligen Gegenständen ebenfalls verhältnismäßig realitätsnahe Vorstellungen über das Wesen der Naturwissenschaften (Urhahne & Hopf, 2004; Kremer et al., 2007; Urhahne et al., 2008). Da im Zuge der Interviews jedoch alle befragten Jugendlichen meinten, dass sie sich für die Inhalte der Lebenswissenschaften interessieren und außerdem jeder der SchülerInnen aussagte, nach eigener Einschätzung weitestgehend gute Leistungen in den Naturwissenschaften, vor allem in der Biologie, zu zeigen, kann man in Hinblick auf die hier beschriebenen Interviews lediglich sagen, dass das Schülerverständnis über Nature of Science der interviewten Jugendlichen im Vergleich zu anderen Studien weitestgehend gut ist. Da aber keine SchülerInnen, die ein geringeres Interesse an Naturwissenschaften hatten bzw. die ihre eigenen Fähigkeiten in diesen

Unterrichtsfächern geringer einschätzten, befragt wurden, ist ein Vergleich in diesem Fall nicht möglich. Die befragten Jugendlichen hatten bereits vor dem Projekt einen positiven Bezug zur Biologie. Außerdem zeigten sich bei den SchülerInnen die drei Komponenten von Interesse, wie sie Vogt (2007) beschreibt. Die Jugendlichen tätigten in den Befragungen vorwiegend Aussagen, die ihre positiven emotionalen Assoziationen zur Biologie zeigte. Zudem meinten alle drei SchülerInnen, dass sie die Inhalte dieses Fach aus verschiedenen Gründe als subjektiv wichtig ansehen und ein größeres Fachwissen in dieser Disziplin der Naturwissenschaft wollen. Letzteres war einem Schüler besonders wichtig. Man kann also anhand der Aussagen der befragten Jugendlichen darauf schließen, dass sowohl die „gefühlsbezogene“, die „wertbezogene“ als auch die „kognitive Komponente“ des Interesses im Denken der SchülerInnen erkennbar ist (Vogt, 2007, S. 11).

Wenn man nun das Schülerverständnis zusammenfassend mit anderen Studien vergleicht, so zeigt sich, dass die Vorstellungen der im Zuge dieser Arbeit befragten Jugendlichen eher realitätsnäher ist, als es bei den Ergebnissen anderer Untersuchungen der Fall ist. Dies könnte aber höchst wahrscheinlich darauf zurückzuführen sein, dass es sich hierbei um SchülerInnen einer relativ hohen Schulstufe handelt, weshalb man im Vergleich zu jüngeren Lernenden von einem besseren Verständnis der Nature of Science ausgehen kann (Kremer et al., 2007; Urhahne et al. 2008; Kremer, 2010).

Man konnte durch das Interview mit der Lehrperson feststellen, dass der Lehrer ein durchaus positives Fazit zog und der Meinung war, dass seine Klasse im Zuge des Projekts viel Neues sowohl in Bezug auf fachliche Inhalte als auch in Hinsicht auf die Methodik der Naturwissenschaften gelernt hat. Laut den Aussagen der SchülerInnen war es der Lehrperson im Wahlpflichtfach wichtig, auch in den regulären Unterrichtsstunden auf die Inhalte des Projekts einzugehen. Man kann davon ausgehen, dass dies einen positiven Einfluss auf die Lernentwicklung der Klasse genommen hat. Tatsächlich messbar ist dieser Aspekt jedoch mit den hier verwendeten Methoden nicht.

9.2. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen der fachlichen Inhalte

Das zweite Ziel dieser Arbeit war es, die Lernentwicklung der SchülerInnen in Hinblick auf die fachlichen Inhalte und den Einfluss dieses speziellen Lernumfelds und der Kooperation mit professionellen WissenschaftlerInnen auf den Lernprozess zu analysieren.

Bei den Fragen danach, welche Bäume in Vorarlberg und Tirol heimisch sind, zeigte sich ein vorwiegend positives Resultat mit einigen Ausnahmen. Dass Tanne, Buche und Fichte in Westösterreich ursprünglich vorkommen, wusste die gesamte Gruppe. Auch bei vielen anderen Baumarten konnte ein Großteil der Gruppe richtig feststellen, welche davon in Vorarlberg und Tirol heimisch sind und welche erst später in Westösterreich angesiedelt wurden. Auffällige Schwierigkeiten zeigten sich jedoch bei den Arten Föhre, Zirbe und Eibe, die nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Wahlpflichtfachklasse der ursprünglichen Flora Westösterreichs zuordnete. Zudem sahen viele SchülerInnen die Kastanie und die Walnuß fälschlicherweise als heimische Arten Tirols beziehungsweise Vorarlbergs an. Alles in allem zeigten die SchülerInnen aber weitestgehend korrekte Einschätzungen darüber, welche Baumarten in Westösterreich heimisch sind.

Die weiteren Fragestellungen des Fragebogens brachten gemischte Resultate. Bestimmte Aspekte wie die Funktion der Stomata, der Durchmesser einer Holzzelle oder der Grund, warum Bäume nicht unendlich hoch wachsen können wurden größtenteils richtig beantwortet. Bei manchen Fragen konnten jedoch Schwierigkeiten beobachtet werden, was das Wissen der SchülerInnen betrifft. So wussten beispielsweise nur wenige der befragten Jugendlichen, wo sich das Teilungsgewebe für das Dickenwachstum des Baumes befindet oder warum Bäume nicht höher als auf 200 Meter Seehöhe anzutreffen sind. Dieses ambivalente Ergebnis ist schwer zu interpretieren, weil man nicht genau weiß, welche Inhalte die SchülerInnen vor dem Projekt im Unterricht gelernt haben. Zudem ist aufgrund der relativ spezifischen Fragen ein Vergleich zu anderen Studien in diesem Zusammenhang nicht möglich. Man kann aber feststellen, dass sich die SchülerInnen in gewissen Bereichen besser auskennen als in anderen.

Im Laufe des Projekts ließ sich bei den Interviews in Bezug auf das Wissen der SchülerInnen über die fachlichen Inhalte ein deutlich positiver Prozess erkennen. Man kann vor allem beobachten, dass die drei befragten Jugendlichen viele neue Geräte, die im Projekt eingesetzt wurden, kennengelernt sowie den Umgang damit gelernt und trainiert haben. Die größte Lernentwicklung zeigt sich also im Bereich der Methodik. Dennoch nannten die SchülerInnen auch konkrete Inhalte, die sie gelernt haben, wie den Aufbau eines Baumes, die verschiedenen Funktionen, die ein Baumstamm und das Wassertransportnetz erfüllen müssen sowie dass es bei Pflanzen Embolien geben kann, die dem jeweiligen Organismus Schaden zufügen können. Es zeigt sich also auch in dieser Hinsicht eine deutliche Weiterentwicklung des Fachwissens der SchülerInnen.

Im Falle von Peter kann man einige Aussagen als Weiterentwicklung des Verständnisses im Sinne der Conceptual Change Theorie ansehen. Seine Ansicht darüber, wie der Stamm des Baumes aussieht, hat sich verändert. Es hat Peter überrascht, dass ein Baumstamm aus so vielen kleinen Einzelteilen besteht, obwohl er ja ein äußerst stabiler Pflanzenteil ist. Er ergänzte an späterer Stelle auch, dass er durch das Projekt erfahren hat, dass ein Baum weit komplexer aufgebaut ist, als er es ursprünglich gedacht hatte. Anhand dieser Entwicklungen kann man erkennen, dass er seine frühere Vorstellung über den Aufbau des Baumes zugunsten der durch die gelernten Inhalte des Projekts bestätigten Denkweise aufgegeben hat. Nur dank dieser neuen Vorstellung speziell über den Baumstamm konnte er die fachlichen Inhalte des Projekts gut verstehen. Insofern hätten wir hier einen klassischen Fall, dass eine vorhandene Vorstellung zu einer neuen Denkweise weiterentwickelt wurde, die schließlich die in der Conceptual-Change-Theorie angeführten Vorteile aufweist (Krüger, 2007).

In Bezug auf den Lernprozess der SchülerInnen konnten manche Aspekte beobachtet werden, die den Theorien des moderaten Konstruktivismus, wie sie Riemeier (2007) zusammenfasst, entsprechen. Die befragten Jugendlichen haben im Zuge des Projekts zwar einen sehr ähnlichen Wissensinput bekommen, gemerkt haben sie sich jedoch unterschiedliche Bereiche dieses Fachwissens. Der Lernprozess erfolgte also „individuell“ (Riemeier, 2007, S. 71). Man kann daher auch annehmen, dass das Lernen „selbstdeterminiert“ (Riemeier, S. 71) vonstatten ging und vom speziellen Lernumfeld zwar angeregt, aber nicht konkret gesteuert wurde. Da die drei SchülerInnen kein identes Vorwissen hatten, wie die ersten Interviews zeigen, spielt auch die „konstruktive“ (Riemeier, S. 71) Komponente eine Rolle für die Entwicklung der

Lernenden. Das Lernen im Rahmen dieses Projekts kann man nach den Aspekten des moderaten Konstruktivismus auch als „sozial“ und „situier“ (Riemeier, S. 71) beschreiben, weil es hier einen ständigen sozialen Kontakt zu anderen Personen in einer konkreten Lernsituation gab.

Der Lehrer der Klasse zog in Bezug darauf, wie viel die SchülerInnen durch das Projekt gelernt haben ein durchaus positives Fazit, wodurch die eben geschilderte auffällige Lernentwicklung der befragten Jugendlichen unterstrichen wird. Die leitende Lehrperson sah die größte Entwicklung der Wahlpflichtfachklasse ebenfalls im methodischen Umgang mit fachspezifischen Geräten. Der Lehrer ist überzeugt, dass die Gruppe die Inhalte gut aufnehmen und verstehen konnte. Er räumt aber auch ein, dass die SchülerInnen Probleme beim Verstehen der Zusammenhänge hatten. Dies entspricht auch weitestgehend den Ergebnissen der Interviews, wobei die drei SchülerInnen zumindest einige Verbindungen zwischen den Inhalten konnten. Nach Einschätzung der Lehrperson wäre ein größerer Theorieinput zu Beginn des Projekts für das Verständnis und die allgemeine Lernentwicklung der SchülerInnen von Vorteil gewesen. Die mäßigen Resultate des Fragebogens könnten möglicherweise ein Argument dafür sein, dass ein größeres Maß an theoretischem Input am Anfang des Projekts notwendig wäre, um den SchülerInnen vor Beginn der praktischen Arbeit das dafür nötige Hintergrundwissen zu vermitteln. Dafür spricht auch, dass nur ein befragter Schüler die Frage nach dem Forschungsziel der Projekts korrekt und ansatzweise vollständig beantworten konnte.

10. Zusammenfassung und Ausblick

In Hinblick auf das Schülerverständnis von Nature of Science sind die Ergebnisse dieser Arbeit den Resultaten früherer Studien, wie jenen von Kremer et al. (2007) oder Urhahne et al. (2008), ähnlich. In vereinzelten Bereichen zeigte sich im Rahmen dieses Projekts ein etwas besseres Ergebnis als in vergangenen Untersuchungen. Dies lässt sich wohl darauf zurückführen, dass es sich bei den hier befragten Jugendlichen um SchülerInnen einer hohen Schulstufe handelte, die im Vergleich zu jüngeren Probanden über ein tendenziell besseres Verständnis über die Nature of Science verfügen (Kremer et al., 2007; Urhahne et al., 2008; Kremer, 2010). Zudem kann man bei SchülerInnen, die sich für ein Wahlpflichtfach in Biologie entschieden haben, davon ausgehen, dass sie ein vergleichsweise hohes Interesse für die Inhalte dieses Faches aufweisen, was ebenfalls einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben könnte.

Zusammengefasst zeigten auch die Schülerinterviews der Literatur ähnelnde bis leicht bessere Ergebnisse. Hier konnte zudem eine auffällige Entwicklung der Schülervorstellung aller drei befragten Jugendlichen erkannt werden. Dies deckt sich ebenfalls mit den Aussagen von Kremer (2010), nach denen sich das Verständnis von Nature of Science der Lernenden im Laufe eines Schuljahres deutlich positiv weiterentwickelt. Förderlich dafür ist sicher auch die Teilnahme der SchülerInnen an einem Sparkling-Science-Projekt wie Woody Woodpecker, vor allem wenn die Jugendlichen, wie in diesem Fall, die Kooperation mit den WissenschaftlerInnen als durchwegs positiv und lehrreich charakterisieren. Die verhältnismäßig guten Resultate der hier befragten Jugendlichen sind wohl auch auf ihr großes Interesse, ihre hohe Motivation sowie ihrer allgemein guten Leistungen in der Biologie zurückzuführen. Dies entspricht ebenfalls den Ergebnissen, die in der fachdidaktischen Literatur zu finden sind (Urhahne & Hopf, 2004; Kremer et al., 2007; Urhahne et al., 2008).

In Hinblick auf die fachlichen Inhalte zeigte der Fragebogen zu Beginn des Projekts je nach Themenbereich unterschiedliche Resultate. Bestimmte Aspekte verstanden die SchülerInnen bereits vor der Kooperation mit den WissenschaftlerInnen. In manchen anderen Bereichen zeigten sich jedoch deutliche Schwierigkeiten.

Die Interviews zeigten einen deutlichen Lernprozess bei allen befragten Jugendlichen, wobei hier vor allem das Arbeiten mit Fachgeräten verbessert wurde. Dennoch bezeugten die SchülerInnen mit ihren Aussagen auch, dass sie fachlich-theoretisch

einiges gelernt haben und einen Teil der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Aspekten des Projekts verstanden haben. Ein Vergleich zu anderen Studien bot sich aufgrund dessen, dass die Inhalte relativ projektspezifisch sind, nicht an.

Das Projekt Woody Woodpecker läuft jedoch weiter. Im aktuell laufenden Schuljahr nimmt eine weitere Klasse daran Teil und auch im Zuge dieser Kooperation wird es eine fachdidaktische Begleitforschung geben. Es wäre im Anschluss daran möglich, die Ergebnisse dieser Arbeit mit den Resultaten der Untersuchungen mit der Gruppe des Folgejahres zu vergleichen, um dadurch Rückschlüsse darauf zu ziehen, ob sich die Lernentwicklung und die Veränderung des Schülerverständnisses von Nature of Science auch bei einer anderen Klasse ähnlich zu den hier geschilderten Jugendlichen verhält. Dies würde weitere Erkenntnisse zum Einfluss von Sparkling-Science-Projekten und im konkreten von Woody Woodpecker auf verschiedene Aspekte des naturwissenschaftlichen Denkens von SchülerInnen ermöglichen.

Anhand der Ergebnisse dieser Arbeit kann man aber bereits sagen, dass die Kooperation zwischen SchülerInnen und WissenschaftlerInnen im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts Woody Woodpecker zu einer Weiterentwicklung des Schülerverständnisses von Nature of Science führt. Durch das authentische Arbeiten und dem Kennenlernen wissenschaftlicher Methoden sowie fachspezifischen Arbeitsgeräten bekommen die SchülerInnen einen einzigartigen Einblick in die Welt der Naturwissenschaft und ihrer WissenschaftlerInnen. Dies schafft einen besonderen Bezug der Jugendlichen zu diesem Bereich der Wissenschaft, wie auch ein Teil der befragten Jugendlichen in den Interviews betonte. Zudem können die SchülerInnen neben dem Kennenlernen von wissenschaftlichen Methoden und Arbeitsweisen auch fachliche Inhalte erlernen. Es zeigt sich also ein durchaus positiver Einfluss von Sparkling-Science-Projekten auf das Schülerverständnis verschiedener Bereiche sowie die Lernentwicklung junger Menschen. Wie weit dieser tatsächlich geht, können möglicherweise Folgeuntersuchungen wie die fachdidaktische Begleitforschung im Rahmen des Projekts Woody Woodpecker im an diese Untersuchung anschließenden Schuljahr zeigen.

11. Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2007). *Sparkling-Science: Programmziele*. <https://www.sparklingsscience.at/de/info/programmziele.html>; Zugriff am 15.12.2015.

Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C. (1989). „An experiment is when you try it and see if it works“: a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. In: *International Journal of Science Education*, 11. S. 514-529.

Dawkins, K., & Dickerson, D. (2003). Students' Conceptions Regarding Scientific Theories. In: *Research Reports, East Carolina University*, <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED477306.pdf>; Zugriff am 17.12.2015.

Hammann, M., & Asshoff, R. (2014). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht*. Seelze: Friedrich.

Houseal, A., Abd-El-Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a Student-Teacher-Scientist Partnership on Students' and Teachers' Content Knowledge, Attitudes Toward Science, and Pedagogical Practices. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 51 (1), S. 84-115.

Körner, C. (2003). *Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer.

Krämer, P., Nessler, S., & Schlüter, K. (2012). Probleme und Schwierigkeiten Lehramtsstudierender mit der Methode des Forschenden Lernens. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 11. S. 21-35.

Kremer, K. (2010). *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen – Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I*. Kassel: Universität Kassel.

Kremer, K., Urhahne, D., & Mayer, J. (2007). Das Verständnis Jugendlicher von der Natur der Naturwissenschaften. Wege der Kompetenzförderung und Kompetenzdiagnostik. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 6. S. 37-52.

Krüger, D. (2007). Die Conceptual Change-Theorie. In Krüger, Dirk, & Vogt, Helmut, *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 81-92). Berlin/Heidelberg/New York: Springer.

Lambers, H., & Colmer, T. (2005). *Root Physiology: from Gene to Function*. Dordrecht/Boston/London: Springer.

Larochelle, M., & Désautels, J. (1991). „Of course, it's just obvious“: adolescents' ideas of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 13 (4), S. 373-389.

Lederman, N. (1999). Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8). S. 916-929.

Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6). S. 497-521.

Mayr, Stefan (2007). 8 Limits in Water Relations. In: *Plant Ecophysiology*, 5. S. 145-162.

Mayr, S. (2010). Trockenstress produziert Ultraschall. Durstige Pflanzen senden Signale. In: *Biologie in unserer Zeit*, 40 (6). S. 396-402.

Mayr, S. (2013). *Projektantrag Woody Woodpecker*. Innsbruck: Universität Innsbruck.

Mayr, S., & Zeillinger, D. (2005). Wenn Bäume Embolien bekommen. In: *Spektrum der Wissenschaft*, Mai. S. 80-83.

Mayr, S., Schmid, P., Laur, J., Rosner, S., Charra-Vaskou, K., Dämon, B., & Hacke, U. (2014). Uptake of Water via Branches Helps Timberline Conifers Refill Embolized Xylem in Late Winter. In: *Plant Physiology*, 164. S. 1731-1740.

Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. Weinheim/Basel: Beltz.

Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim/Basel: Beltz.

McComas, W. (2002). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. New York/Boston/Dordrecht/London/Moskau: Kluwer.

Nultsch, W. (2001). *Allgemeine Botanik*. Stuttgart: Thieme.

Oppel-Equiluz, J. (2012). „Kirlian in the Classroom“. *A Didactic exploration of Nature of Science*. Wien: Universität Wien.

Riemeier, T. (2007). Moderater Konstruktivismus. In Krüger, Dirk, & Vogt, Helmut, *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 69-79). Berlin/Heidelberg/New York: Springer

Sadler, T., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2010). Learning Science through Research Apprenticeships. A Critical Review of the Literature. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (3), S. 235-256.

Schwartz, R., & Lederman, N. (2008). What Scientists Say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. In: *International Journal of Science Education*, 30 (6), S. 727-771.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2000). *Physiologie der Pflanzen*. Heidelberg/Berlin: Spektrum.

Urhahne, D., & Hopf, M. (2004). Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10. S. 71-87.

Urhahne, D., Kremer, K., & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. In: *Unterrichtswissenschaft*, 36 (1), S. 71-93.

Vogt, H. (2007). Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In Krüger, Dirk, & Vogt, Helmut, *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 9-20). Berlin/Heidelberg/New York: Springer.

Links zur Website des Sparkling-Science-Programms und Woody Woodpecker

<https://www.sparklingscience.at/>; Zugriff am 18.12.2015

[https://www.sparklingscience.at/de/projects/show.html?--typo3_neos_nodetypes-page\[id\]=834](https://www.sparklingscience.at/de/projects/show.html?--typo3_neos_nodetypes-page[id]=834); Zugriff am 18.12.2015

12. Anhang

Interview mit Peter am Beginn des Projekt

- 1 **Interviewer (I):** Also als erstes würde mich interessieren – und zwar: Im Fragebogen, da ist ganz oft
2 das Wort Naturwissenschaften gestanden.
- 3 **Peter (P):** Mhm.
- 4 **I:** Jetzt möchte ich, dass du mir vielleicht erklärst, was du unter dem Begriff „Naturwissenschaften“
5 verstehst.
- 6 **P:** Ich versteh' darunter, dass es um die Natur geht. Dass man die halt erforscht und dass man weiß,
7 wie sie aufgebaut ist. Also das sind mal die Inhalte. Und halt die Lebewesen – ist für mich auch
8 einbezogen. Alles was eigentlich mit der Natur und mit der Welt zu tun hat, ist für mich
9 „Naturwissenschaft“.
- 10 **I:** Magst du Naturwissenschaften?
- 11 **P:** Ja. Also ich bin ein großer Fan von Biologie und Menschenkunde, falls das ein eigener Begriff
12 ist. Und ich interessier mich auch sehr dafür. Für Anatomie und das alles und deshalb bin ich auch...
13 Ich bin ja auch gern in der Natur. Nicht nur im Sport, und ja.
- 14 **I:** Hast du auch naturwissenschaftliche Fächer in der Schule?
- 15 **P:** WPG - jetzt halt einmal – Biologie. Biologie allgemein. Und hmm: Chemie, Physik und
16 Sportkunde – ich weiß nicht, ob das jetzt direkt dazu zählt.
- 17 **I:** Wieso nicht? Das überschneidet sich sicher immer wieder mal.
- 18 **P:** Das stimmt.
- 19 **I:** Welche davon magst du besonders gern? Und welche weniger gerne?
- 20 **P:** Biologie und Umweltkunde.
- 21 **I:** Magst besonders gern?
- 22 **P:** Besonders gern, ja.
- 23 **I:** Und warum?
- 24 **P:** Weil mich vor allem das Fachgebiet „Anatomie“ sehr interessiert. Und weil ich auch gern wissen
25 will, wie die Welt aufgebaut ist. Also zum Beispiel aus was ein Mensch besteht, wie alles wächst
26 und wie sich die Welt einfach entwickelt. Das interessiert mich.
- 27 **I:** Und welche von deinen naturwissenschaftlichen Fächern magst weniger gern?
- 28 **P:** Chemie und Physik – so chemische Formeln halt, wo man sich sowas mit ganz Mikroteilen so
29 behandelt. Da bin ich nicht so der Fan.
- 30 **I:** Weil?
- 31 **P:** Zu kompliziert für mich. (lacht) Weiß nicht wieso. Aber es ist halt was anderes bei Biologie mit
32 DNA und so - das eher, dass es mich auch wirklich interessiert, aber sonst bin ich nicht so der Fan.
- 33 **I:** Mhm. Worin siehst du jetzt zum Beispiel den Unterschied zwischen Chemie und Physik?

1 **P:** Ähm, in Biologie geht's meiner Ansicht nach nur um die Lebewesen und um die Natur selbst.
2 Dass sie da sind und um Fortpflanzung. Und um was es – und um alles aus was sie bestehen, aber
3 Physik geht's halt darum, aus was zum Beispiel ein Teil besteht – aus was es zusammengesetzt ist.
4 Also für mich ist Physik ein kleinerer Bereich von der Biologie. So dass es eher in die detailliertere
5 Sache geht.
6 **I:** Also aber auch mit notwendig als Grundlagenwissen.
7 **P:** Ja, klar.
8 **I:** Wie schätzt du dich selbst in den naturwissenschaftlichen Fächern ein?
9 **P:** Also ich sag jetzt mal Biologie, Geographie und Umweltkunde also eher sehr gut. Physik tu ich
10 mir auch ganz leicht. Und Chemie nicht so. Da muss man schon immer viel lernen, sagen wir's so.
11 **I:** Ähm. Merkt man das auch? Also ich frag' jetzt nicht, was du im Zeugnis gehabt hast. Bloß:
12 Spiegelt sich das in den Noten wieder, dass du das eine total gern hast und das andere eher nicht so,
13 weil's halt mit kleinen Sachen zu tun hat? Spiegelt sich das in den Noten wieder bei dir?
14 **P:** Also in der Unterstufe hab ich's sehr gemerkt. Da wo wir halt Chemie und Biologie und alles
15 gehabt haben, da war der Notenunterschied sehr groß.
16 **I:** Ähm, aber sonst wenn du so erzählst, was Naturwissenschaften sind und was alles dazu gehört.
17 Woher weißt denn du das alles?
18 **P:** Also hauptsächlich mal von der Schule. Manche Sachen erfährt man durch Zeitungen, durchs
19 Internet, durchs Fernsehen, durch Dokumentationen oder auch öfters durchs Bücher lesen. Viel von
20 der Anatomie und so weiß ich von der Mama. Weil die selber da tätig ist. Den Rest schnappt man
21 einfach auf durch die Umgebung und durch andere Menschen.
22 **I:** War das bei dir so?
23 **P:** Ja. Größtenteils.
24 **I:** Was sind denn deiner Meinung nach typische Merkmale für Naturwissenschaften im Unterschied
25 zu Themenbereichen wie Religion und Philosophie?
26 **P:** Religion und Philosophie geht's für ich eher um Nicht-Bestehendes, also zum Beispiel wie der
27 Gedanke oder die... ähm – ja eben die Gedanken eines Menschen, wie die entstehen. Für mich ist
28 einfach nicht vorhanden. Also man kann jetzt nicht – sagen wir einmal – sagen: „Das ist ein
29 Gedanke.“ Und in der Biologie kann man einfach genau sagen: „Das ist ein Teil, das ist ein Teil.“
30 Und dass es halt etwas wirklich Lebendiges ist. So seh' ich das.
31 **I:** Und wenn du sagst: „Das ist ein Teil und das ist ein Teil.“ Ist das für dich einfach bestimmter?
32 Oder wie?
33 **P:** Nein. Unter dem versteh' ich, dass es mich gibt und wenn jetzt ein Gedanke, oder sowas - das ist
34 eher etwas Irrationales. Etwas nur Spielendes.
35 **I:** Also wenn's etwas gibt, dann kann's auch da sein.
36 **P:** Ja, je nachdem wie groß.
37 **I:** Aber du weißt, es ist da?
38 **P:** Ja. (lacht)

1 **I:** Und warum glaubst du das zu wissen?

2 **P:** Hauptsächlich durch die Schule, dass man mir das halt beigebracht hat. Dass wenn ich einfach

3 genauer darüber nachdenk, dass es so mehr Sinn macht. Und dass es öfters viele Studien dafür

4 gegeben hat. Ich auch noch nie etwas dagegen gehabt hab.

5 **I:** ... Das ist dein Fragebogen, oder?

6 **P:** Mhm.

7 **I:** So ... Ganz kurz ... Wieso hast du das zum Beispiel so beantwortet: Naturwissenschaftliche

8 Theorien werden verändert oder ersetzt, wenn neue Beweise vorliegen. Wieso hast du gesagt, dass

9 das falsch ist?

10 **P:** Wenn man's wirklich beweisen kann, dass es auf eine andere Art richtig ist oder richtiger, dass

11 das dann einfach ersetzt wird, weil man durch mehrere Prüfungen – durch das dass die Technik sich

12 immer verändert, dass man noch bessere Techniken hat – dass sich einiges widerlegen lässt, dass

13 jemand vielleicht einen ganz kleinen Fehler gemacht hat, den man früher nicht herausfinden hat

14 können, sondern erst durch die Technik dann halt. Dass sich dadurch halt – dass man das besser

15 ausgeforscht hat und das dann widerlegen kann.

16 **I:** Aber das heißt demnach, die Theorien würden ersetzt werden durch neue.

17 **P:** Nicht unbedingt alle. Nur die, wo man wirklich wenn man's immer wieder wiederholt, dass da

18 halt nicht bei jedem Durchgang immer das Gleiche herauskommt. Wenn man das richtig detailliert

19 durchmacht jedes Mal.

20 **I:** Und warum hast du dann „falsch“ angekreuzt?

21 **P:** Weil neue Beweise müssen ja nicht immer stimmen. Da muss auch wieder bewiesen werden, ob

22 das alles stimmt und nicht nur – wenn man jetzt sagt, dass das Blatt grün ist, dass es dann wirklich

23 grün ist. Ein anderer würd' sagen: „Das ist für mich dunkelgrün.“ Oder dass man das wirklich

24 beweist.

25 **I:** Okay, also wenn einer einfach mal schreit: „Ah, ich hab was anderes.“ Das man dann nicht gleich

26 sagt: „Ja, okay.“

27 **P:** Ja, genau so.

28 **I:** Okay. Dann ... Bei „Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze haben mit Kreativität nichts zu

29 tun.“ hast du geschrieben „Weiß nicht“. Erzähl mal was über die Frage!

30 **P:** Für mich braucht man da viel Wissen, um zu wissen mit was man handelt und was man macht

31 genau. Ob man ... Tja, ich sag' jetzt mal – einer, der Kunst studiert könnte nicht wirklich was sagen

32 über ein Fachgebiet in der Physik oder dort eine Theorie aufstellen, nur weil er es so findet, oder ...

33 Weiß nicht ... Das. War das das oder das grad (in Bezug auf die Fragen am Fragebogen)?

34 **I:** 35.

35 **P:** Okay. Ja, dass es einfach was mit forschen zu tun hat und forschen ist für mich nicht Kreativität,

36 sondern da geht's um Wissen, was man bereits hat. Und Kreativität ist für mich etwas, wenn man

37 einfach spontan etwas macht. Einfach jetzt das ausprobiert. Wenn man das jetzt in der Chemie zum

1 Beispiel machen würde, das könnte riesige Ausmaße sehr schlimmer Sachen haben und deshalb ist
2 für mich da Kreativität nicht immer enthalten. Weil das auch sehr schlimme Folgen haben könnt'.

3 **I:** Also dann erübrigt sich die Frage: Was bedeutet für dich der Begriff „Kreativität“? Weil du
4 verstehst sozusagen – wie du jetzt erzählt hast – unüberlegtes Handeln. Hab' ich das richtig
5 verstanden?

6 **P:** Ja, genau.

7 **I:** Das heißt für dich – kreativ sein heißt einfach.

8 **P:** Einfach den Gedanken freien Lauf lassen.

9 **I:** Was möchtest denn du einmal für einen Beruf ausüben?

10 **P:** Also hauptberuflich. Da ich weiß, dass ich mit dem Sport nicht wirklich irgendwie mal sehr
11 erfolgreich sein werde, außer es passiert jetzt ein Wunder. Dann würd' ich gern Mediziner werden.
12 Arzt oder Sportmediziner, so.

13 **I:** Was, glaubst du, was du als Arzt für Eigenschaften mitbringen musst, die dir im Beruf hilfreich
14 sind?

15 **P:** Du musst dich als aller Erstes sehr gut auskennen in deinem Fachgebiet und das studieren. Du
16 solltest sehr höflich zu Menschen sein, Respekt vor ihnen haben. Keine Angst, oder keine
17 Berührungängste haben, nur weil sie jetzt mal eine schlimme Krankheit haben. Dass du den
18 Menschen helfen willst und jetzt nicht nur – Ich sag' jetzt mal: Manche tun viel wegen dem Geld. Ich
19 tu es eher wegen – weil ich eben anderen Menschen gerne helfen würd'. Kontaktfreudig sollte man
20 sein und ich denke auch, glücklich sein, weil wenn man das ausstrahlt, dann sind andere Menschen,
21 wenn es ihnen schlecht geht, auch trotzdem glücklich und auch gleich beruhigt.

22 **I:** Also vieles von der menschlichen Seite sollte man mitbringen.

23 **P:** Ja, genau.

24 **I:** Welche Eigenschaften, findest du, sollte ein Naturwissenschaftler haben? Was ist hilfreich im
25 Beruf als Forscher?

26 **P:** Ja, Natur sollte einen als Erstes mal stark interessieren, sehr gut auskennen in dem Gebiet.
27 Vielleicht auch daheim oder im Haus. Also jetzt vielleicht bei einem Biologen auch, dass man
28 daheim Pflanzen hat, Tiere und alles. Dass sich mit dem mehr anfreundet. Dass ein Physiker auch
29 sich Wissen zuerst einmal aneignet und auch studieren halt. Und – Interesse sollte groß sein, man
30 sollte sich dafür interessieren und nicht nur, dass man, weil man zum Beispiel das noch nicht
31 herausgefunden hat. Dass man eben wenn man forscht, das nicht wegen dem Ruhm tut, sondern dass
32 man sich wirklich ehrlich dafür einsetzt, dass man der Menschheit helfen will. Und für die Zukunft
33 halt, dass man sich da halt wirklich einsetzt.

34 **I:** In welchem Beruf, glaubst du, kann man kreativer sein: Als Arzt oder als Forscher?

35 **P:** Ich sag' jetzt einmal: Man braucht's für beides. In beiden Jobs. Vor allem weil man zuerst mal die
36 Idee haben muss, was will ich eigentlich machen. Zum Beispiel in der Forschung: Was will ich
37 herausfinden? Was will ich erforschen? Als Arzt braucht man auch eigene Ideen zum Sachen

1 mitentwickeln. Deshalb spielt's für mich in beiden Jobs eine wirklich große Rolle, weil es eigene
2 Ideen sind, die man da als erstes mal erforschen kann. Ohne das weiß man nicht weiter.

3 **I:** Also kann man als Naturwissenschaftler oder Arzt doch auch kreativ sein?

4 **P:** Klar kreativ, aber man muss zuerst einmal überlegen, was für Folgen es haben könnte, ob es gut
5 ist oder schlecht. Wenn's gut sind, dann kann man es ja einmal ausprobieren und sonst sollte man es
6 lieber lassen.

7 **I:** Also in dem Fall sozusagen eine kontrollierte Kreativität.

8 **P:** Genau. So ist es.

9 **I:** Also nicht einfach versuchen und schauen, was passiert. (lacht)

10 **P:** (lacht) Ja, genau.

11 **I:** Bei „Naturwissenschaftliche Theorie und Gesetze werden eher kompliziert als einfach
12 formuliert.“: Da hast du „Weiß nicht“ angekreuzt. Erzähl einmal was dazu!

13 **P:** Es gibt Menschen. Wenn man jetzt in Biologie eine Formel oder so erfindet, oder in Chemie –
14 Die tun sich einfacher mit dem Verstehen, weil sie sich dafür interessieren, sich damit besser
15 auskennen, das vielleicht auch studiert haben und die verstehen einfach, wenn jetzt da steht „C+HO“
16 oder sowas. Ich kenn jetzt grad keine Formel, leider. Dass die halt gleich wissen: „Aha, das ist
17 Wasser.“ Und ein anderer müsst halt hinschreiben „Wasser“, damit er wirklich weiß, das ist Wasser.
18 Sonst sind es für die Leute einfach Zahlen, wenn sie sich dafür nicht interessieren, wenn sie nicht
19 wissen, um was für ein Thema es geht. Es ist für die einen kompliziert, für die anderen ist es logisch.

20 **I:** Du meinst also, es hängt davon ab, ob man es weiß oder nicht.

21 **P:** Ja.

22 **I:** Okay. Also deshalb hast es so angekreuzt. Da haben wir: Naturwissenschaftliche Theorien sind oft
23 komplizierter als sie sein müssten.

24 **P:** Das könnte ich jetzt schwer beurteilen, da ich mich jetzt in gewissen Bereichen einfach nicht gut
25 genug auskenne und deshalb kann ich nicht sagen, ob es wirklich kompliziert ist oder einfach nur für
26 uns kompliziert aussieht.

27 **I:** Mhm. Aber die Möglichkeit ziehst du in Betracht, dass es nur daran liegt.

28 **P:** Ja, ich denk' einmal.

29 **I:** Okay. Aber bei der Frage weißt es sicher, dass es nicht so ist: Wenn zwei Theorien ein
30 Naturphänomen gleich gut erklären, ist die kompliziertere Theorie auch die bessere.

31 **P:** Das ist ... ja.

32 **I:** Da hast du gemeint, das muss nicht so sein.

33 **P:** Nicht unbedingt. Wenn man sich beide – beide Wissenschaftler, die beide verschiedene ein
34 Phänomen erforscht haben, dass dann beide das gleiche Wissen haben, nur einfach anders
35 aufgeschrieben. Man könnte da in Mathe auch eine Formel aufstellen, die drei Zahlen hat und eine
36 mit nur zwei Zahlen.

37 **I:** Eine verkürzte Formel? (lacht)

38 **P:** Ja, genau. Und deshalb ist für nicht wirklich – sag ich jetzt einmal – richtiger.

- 1 **I:** Jetzt Fragen zum Projekt. Du hast dich für das Wahlpflichtfach Biologie entschieden. Magst du
2 mir erzählen, warum das so ist?
- 3 **P:** Ja, alles aller Erstes weil ich ja wegen meinem Berufswunsch mich da besser auskennen möchte
4 und auch mehr erfahren. Weil's mich halt auch einfach allgemein in der Natur sehr interessiert, weil
5 mich die anderen Fächer weniger interessiert haben und ja – das Interesse hat eigentlich die größte
6 Rolle gespielt.
- 7 **I:** Mhm. Hast du vor deiner Entscheidung gewusst, dass man ein Projekt macht? Oder hast das erst
8 danach erfahren?
- 9 **P:** Nein. Uns hat man das nach der dritten Woche, glaub ich, gesagt, dass wir ein Projekt machen mit
10 der Uni Innsbruck.
- 11 **I:** Du hast dich aber schon letztes Jahr entscheiden müssen wahrscheinlich.
- 12 **P:** Ich hab' mich gleich im ersten Jahr, also wo man sich angemeldet hat für das Sportgymnasium, da
13 hat man sich auch gleich entscheiden müssen.
- 14 **I:** Achso, gleich zu Beginn.
- 15 **P:** Ja, und für die ganzen drei Jahre.
- 16 **I:** Okay, also keiner von euch hat wissen können, dass ihr eben ein Projekt habt.
- 17 **P:** Nein, eben nicht.
- 18 **I:** Okay. Was erwartest du dir vom Projekt?
- 19 **P:** Dass man sich mit anderen Menschen Interessen austauscht, dass man Wissen austauscht. Dass
20 man sieht, wie's – dass man dem Land auch näher kommt. Also ich sag' jetzt einmal, wenn es eben
21 hauptsächlich in Vorarlberg spielt, dass man da weiß: Aha, das ist so ein Baum, wenn man mal auf
22 die Straße geht. Und dass einem ein anderer das auch mitteilen kann, dass man das dann auch weiß.
23 Was ich weiß, hat das ja viel mit Bäumen zu tun, also was ich mitbekommen hab.
- 24 **I:** Ja, das ist auch das, was ich mitbekommen hab.
- 25 **P:** Das man dann eben weiß: Ja, das ist so ein Baum. Der besteht aus dem und dem und der ist in
26 etwa so alt. Dass man es dann einfach, wenn man es anschaut, dass man es dann eben sieht. Dass
27 man durch die Ausflüge untereinander auch die Gruppe ein wenig stärkt. Dass man dann auch besser
28 miteinander arbeiten kann.
- 29 **I:** Ähm. Welche Einstellung hast du zum Projekt?
- 30 **P:** Also ich sehe es positiv, dass wir sehr viel miteinander verbringen, auch mit anderen Leuten, die
31 wir jetzt nicht kennen. Und dass die dann uns helfen und wir auch ihnen helfen können. Dass sich
32 das Wissen eben auch steigert von beiden Seiten aus.
- 33 **I:** Also meinst du jetzt die Diplomanden? Oder die die die Doktorarbeiten jetzt machen?
- 34 **P:** Ich weiß ja eben nicht, ob da noch andere Schüler mitmachen.
- 35 **I:** Ja. Ich glaube, es sind – das werden wir aber danach eh erfahren. Ich glaube, es seid ihr und
36 Wissenschaftler und die sind froh, wenn ihr zusammenarbeitet, weil die eben die Daten noch
37 benötigen und ja ich glaube da...
- 38 **P:** Ich hab geglaubt, von der Uni Innsbruck kommen noch ein paar Studenten, die auch mittun.

- 1 I: Ja, das sind eben die beiden Studenten.
- 2 P: Achso, okay. Ich hab' nur früher einen Engländer oder so gesehen.
- 3 I: Ja, ein Italiener ist er.
- 4 P: Achso, okay.
- 5 I: Aber es wird englisch geredet, weil so kann man sich verständigen.
- 6 P: Ja, stimmt eigentlich.
- 7 I: Genau. Ist dir etwas besonders wichtig? Also jetzt bei dem Projekt, was du besonders behandelt
- 8 haben möchtest oder worauf du besonders Wert legst?
- 9 P: Dass man die Natur mehr schätzt, wenn man das alles erfährt, um was es eigentlich geht. Und
- 10 dass man mehr lernt, dass man mehr erfährt. Ich glaube, im Zuge des Projekts geht man eben auch
- 11 zur Uni Innsbruck selbst. Das interessiert mich vor allem, weil ich gern dorthin studieren gehen
- 12 würde. Also das ist für mich dann noch ein Pluspunkt.
- 13 I: Dass du dir das dadurch auch schon mal angeschaut hast.
- 14 P: Genau.
- 15 I: Gibt es irgendetwas, was dich verunsichert oder stresst, wenn du jetzt an das Projekt denkst?
- 16 Etwas, was du vielleicht loswerden möchtest.
- 17 P: Ja, die Termine für die Ausflüge sind nicht gerade immer ideal, durch das dass wir auch Sport
- 18 betreiben. Da könnt sich ein bisschen was in die Quere kommen, wenn man teilnehmen will, kann
- 19 man leider nicht durch den Sport.
- 20 I: Okay. Sind die schon fix, die Termine?
- 21 P: Nein. Wir haben bis jetzt nur einen oder zwei gekriegt.
- 22 I: Und die sind grad blöd, oder wie?
- 23 P: Für mich jetzt schon, ja.
- 24 I: Ich weiß jetzt auch nicht, wer das veranschlagt, aber ich denke, dass euer Biologielehrer da
- 25 wahrscheinlich schon schaut, dass es geht, oder ...
- 26 P: Ja, es ist eh oft am Wochenende.
- 27 I: Aber wenn wer Spiele hat oder so, dann ist das wirklich blöd.
- 28 P: Das macht schon einen Strich durch die Rechnung.
- 29 I: Weil wegen der Schule oder wie?
- 30 P: Dass man da frei dann hätte.
- 31 I: Dass man halt unter der Woche mal fahren könnte.
- 32 P: Weiß nicht, ob wir das dürften. Da würden wir wohl zu viel verlieren, durch das dass so viele
- 33 Tage sind. Da ist vermutlich gescheiter, wenn halt ein paar Stunden WPG ausfallen und wir das dann
- 34 auf einen Samstag oder Sonntag verlegen.
- 35 I: Ja. Ja, gut. Ich weiß jetzt nicht. Viele haben vielleicht eine Mannschaftssportart, wie Basketball,
- 36 Handball und so.
- 37 P: Ich als Fußballer hab' auch immer was am Wochenende.
- 38 I: Ja, genau. Ja, hoffentlich geht's sich aus.

1 **P:** Hoffentlich, ja.

2 **I:** Ja. Macht ihr auch noch andere Sachen im Wahlpflichtfach?

3 **P:** Also wir. Hauptsächlich tun wir uns mit Biologie selbst auch befassen. Wir machen sehr viele

4 Experimente. Ausflüge werden wir jetzt auch durch das öfter machen.

5 **I:** Mhm.

6 **P:** Man wird schon behandelt wie in einem normalen Pflichtgegenstand. Und für mich ist es einfach

7 eine zusätzliche Stunde, wo man lernen kann.

8 **I:** Mhm. Wir sind gleich fertig. Im Zuge von so einem Sparkling-Science-Projekt da werden eben

9 Jugendliche in ein Forschungsprojekt miteinbezogen.

10 **P:** Mhm.

11 **I:** Wie findest du das?

12 **P:** Ich finde das sehr gut, weil man dann weiß, was die Jugend will. Dass man dann für die Zukunft

13 für deren Kinder und vielleicht sogar für die jetzigen Jugendlichen noch was ändern kann, oder dass

14 die etwas ändern, durch das dass sie jung sind. Und ich sage jetzt einmal, dass sie jetzt nicht so viel

15 Erfahrung zu haben und dass man ihnen das dann beibringt, dass sie mehr für die Natur tun und dass

16 sie mehr lernen, es mehr schätzen. Ältere Leute werden mehr Erfahrung damit haben und sagen: „Ja,

17 früher war es gleich und so. Es wird nicht viel ändern.“ Dass man ihnen da ihnen die Gedanken an

18 der Umwelt ein bisschen verändern kann, dass sie positiv halt darüber denken. Dass sie es mehr

19 schätzen.

20 **I:** Du hast es auch wirklich auf so auf Biologie- oder Umweltprojekte bezogen. Allgemein dass

21 Jugendliche in richtigen Forschungsprojekten mitarbeiten. Wie findest du das?

22 **P:** Ja, also auch richtig gut. Da man dann auch eben weiß, dass die Zukunft – die zukünftigen

23 Menschen werden so denken, dass wenn sie negativ denken oder nicht sehr gut damit zufrieden sind,

24 dass man das halt auch ändern kann, dass man wenn man älter ist halt auch einen viel tolleren

25 Lebenskomfort und so hat. Das kann man ändern, je nachdem was für eine Studie das ist. Und dass

26 man dann deren Kindern ein besseres Leben geben kann und so.

27 **I:** Du siehst das auch für dich persönlich als Vorteil?

28 **P:** Ja. Also ich denke hauptsächlich jetzt nicht wirklich an mich, sondern eher dann auch an meine

29 Nachfahren, dass die halt dann, wenn sie kommen, auch ein schönes Leben haben, dass man für die

30 das Beste machen kann.

31 **I:** Und hast du vielleicht auch Tipps, was fein oder gut wäre zu beachten?

32 **P:** Bei dem Projekt?

33 **I:** Ja, mhm.

34 **P:** Bis auf die Termine eigentlich nur wenig. Ich find's ein bisschen fad, dass es nur um – ich sag'

35 jetzt mal – Bäume geht, obwohl sie sehr wichtig sind. Aber dass man durch das, dass es Biologie

36 wirklich ist, dass man da ein wenig umfassender wäre. Das wäre mir ein wenig lieber.

37 **I:** Okay, gut. Vielen vielen Dank!

38 **P:** Gerne.

Interview mit Peter während des Projekts

1 **Interviewer (I):** Dann fangen wir mal an. Und zwar würde es uns interessieren, ob du mal erzählen
2 magst, was ihr bis jetzt einfach so gemacht habt in dem Projekt.

3 **Peter (P):** Also. Die Reise hat begonnen um 7 Uhr in Dornbirn. Kurz vor 7 Uhr sind wir mit dem
4 Zug Richtung Innsbruck Hauptbahnhof gefahren als Gruppe. Dort haben wir dann einen
5 halbstündigen Fußmarsch zur Uni Innsbruck absolviert. Und da wurde uns dann der Botanische
6 Garten vorgestellt, der berühmte Hörsaal 4, glaub ich war's, mehrere Labors, unter anderem auch
7 unten im Keller die mit Chemikalien arbeiten, glaub' ich, wenn ich mich richtig erinnere. Dann
8 wurde uns die Bücherei ein bisschen erklärt und gezeigt. Dann gab es eine Verstärkung im
9 Aufenthaltsraum der Studenten, dort haben wir Verpflegung bekommen. Danach ging es weiter bei
10 einem Experiment von uns selber auch durchgezogen. Dabei ging es um die Leitfähigkeit zweier
11 verschiedener Holze, einmal eines Nadelbaums und einmal eines Laubbaumes. Da kam raus, dass
12 der Laub ... Weiß nicht, irgendeiner hat fünfmal so viel Leitfähigkeit – ähm - mehr wie der andere.
13 Das war's jetzt mal im Groben. Dann haben wir noch ganz zu Anfang im Hörsaal 4 eine kurze
14 Besprechung des – über den Ablauf des Tages diskutiert und geredet. Und dann wurde uns das
15 Projekt nochmals genauer erklärt, wie die Leitfähigkeit eines Baumes funktioniert. Was da wichtig
16 ist, was für Methoden gibt es zum Messen, wo man das ausprobiert hat, wer sich daran beteiligt.
17 Dann wurde uns noch die Uni Innsbruck genauer erklärt, wie viel Standorte, wie viele Mitarbeiter,
18 wie viele Studenten. Und ja: Dazu zu sagen gibt es nur, dass es, glaub ich, drei riesengroße Unis gibt
19 in Innsbruck und mehrere verteilte, also insgesamt 16. Ja, 45000 oder 48000 Studenten, 60 oder
20 nein.

21 **I:** Da hast du gut aufgepasst. (lacht)

22 **P:** (lacht) Ja.

23 **I:** (lacht) Sehr beeindruckend.

24 **P:** Und ja, ich glaub, mit 1500 Mitarbeitern, wenn ich mich nicht ganz täusch, eine der größten
25 Arbeits – wie soll ich das sagen – ich sag' jetzt mal Firmen in Innsbruck oder sogar Tirol. Und dass
26 die Studenten sehr viel von der Bevölkerung ausmacht.

27 **I:** Mhm.

28 **P:** Und ja, das war eigentlich so das Grobe, was wir gelernt haben.

29 **I:** Du hast dir ja wahnsinnig viel gemerkt. (lacht)

30 **P:** (lacht)

31 **I:** Was habt ihr denn sonst noch so im Projekt gemacht? In der Schule mal oder sonst irgendwas.

32 **P:** Ähm, da waren wir an einem Samstag – also ich hab' leider nicht teilnehmen können, ich war da
33 verhindert – sind wir ins Montafon. Kurz vorm Montafon haben wir selbst so Proben genommen von
34 Bäumen, haben wir vom Projekt so spezielle Geräte zur Verfügung gekriegt, weiß gerade nicht, wie
35 sie heißen.

1 I: Das heißt: Bei den Vorbereitungen bist du dabei gewesen und hast geschaut oder sehen können,
2 was ihr alles macht, oder wie es war.

3 P: Naja. Also ich war eben beim Projekt selbst nicht dabei.

4 I: Ja.

5 P: War da verhindert. Aber bei den Vorbereitungen und danach bei dem mit den Proben war ich
6 selbst auch dabei.

7 I: Okay.

8 P: Und dann haben wir in der Schule noch – halt da haben wir so Bohrungen gemacht an dem
9 Projekttag im Montafon an verschiedenen Bäumen. Und die haben wir an die Uni geschickt und die
10 werden jetzt ausgewertet und alles. Und dann haben wir - vor einer Woche haben wir von der Uni
11 Innsbruck von 2010 so kleine Baumstämme zur Verfügung bekommen, also aus früheren
12 Bohrungen. Die haben wir dann auch wieder mit einem Gerät von der Uni Innsbruck halt so – so,
13 wie heißt das – so ganz ein – wo man wirklich Millimeter genau schneiden kann.

14 I: Ein Mikrotom.

15 P: Ja, genau. Dann haben wir die Teile von einem Baum abgeschnitten, unter's Mikroskop gelegt
16 und angeschaut. Und dort dann untersucht – die ... ich nenne sie jetzt einmal „Strohhalme“ der
17 Bäume angeschaut, wie die ausschauen, fotografiert. Dann haben wir auch noch zum Teil die
18 Jahresringe gesehen.

19 I: Mhm.

20 P: Und das haben wir auch dokumentiert und fotografiert. Und ja, war ziemlich spannend.

21 I: Ihr habt also einiges gemacht inzwischen.

22 P: Ja, schon.

23 **Interviewer 2 (I2):** Allerdings.

24 I: Jetzt wenn ich dich ganz spontan frage: Was hat dir da so besonders gut gefallen? Oder hat dir
25 was besonders gut gefallen?

26 P: Ja, also einmal dass wir die Geräte zur Verfügung bekommen haben, vor allem weil man dann
27 auch gleich besser daran arbeiten kann. Und das Mikroskopieren, wie das unterm Mikroskop
28 ausschaut, wenn man es mit freiem Auge nicht sehen kann. Und wie das dann in einem Baum oder
29 halt im kleinen Teil vom Baum ausschaut. Dass man das auch gleich besser kennen lernt.

30 I: Hat dich das fasziniert? Oder wie würdest du das beschreiben?

31 P: Äh, mich hat's gewundert, dass im Baum – weil ich sag' jetzt einmal, wenn man einen Baum
32 anschaut, meint man der ist wirklich stabil, aber in echt besteht der nur aus Einzelteilen aus ganz
33 kleinen und das hat mich dann schon gewundert, dass – vor allem wie lang die werden können, wenn
34 man das gesehen hat. Und ja: Da war ich schon fasziniert.

35 I: Hast du jetzt – wenn du eben so erzählst – auch irgendwie ein anderes Auge auf die Pflanzenwelt
36 jetzt? Oder wie war das vorher? Hast du da schon eine Idee, wie das vorher und nachher war bei dir?
37 Ich hab' dich das noch nie gefragt, aber weil du das eben gerade so beschrieben hast, dass du
38 gestaunt hast.

1 **P:** Nein. Also ich hab' schon gewusst, wie ein Baum selbst so abläuft, wie die Transpiration halt so
2 abläuft, nur die genauen Details von einem Baumstamm, wie der – wie soll ich sagen – gebaut ist,
3 oder wie der funktioniert, so detailliert hab' ich das nicht gewusst. Aber ich sag' jetzt einmal: Das ist
4 ein Projekt, was man nicht vergessen wird. Also die Sachen, die man gelernt hat, wird man nicht
5 vergessen, weil sie eben einzigartig sind und das wird sicher in Gedanken bleiben, würde ich jetzt
6 mal sagen.

7 **I:** Okay. Gibt es irgendetwas, was dir nicht so gut gefallen hat bis jetzt?

8 **P:** Nein, also bis jetzt, find' ich, ist alles relativ spannend. Ich weiß nicht, was wir jetzt noch am
9 Nachmittag machen, aber mir hat es gefallen, dass wir selbst etwas beim Projekt beziehungsweise in
10 der Forschung machen darf, wie das funktioniert, wie man da zur Hand gehen darf. Wir haben die
11 Uni besser kennen gelernt. Falls jemand mal da studieren will, kennt er sich auch gleich besser aus,
12 wie es funktioniert. Ich hoffe, wir kommen noch in den Botanischen Garten zu den ganzen Pflanzen
13 und halt so. Weil ich glaube, drei Viertel oder so wachsen bei uns gar nicht und deshalb möcht' ich's
14 gern mal in echt sehen.

15 **I:** Darum machst das Interview jetzt, dafür hast dann später frei. (lacht)

16 **P:** (lacht). Und, ja. Also ich glaube, es kann nicht schlecht werden. Also ich denk' nicht.

17 **I:** Bis jetzt taugt's (gefällt's) dir mal?

18 **P:** Sehr gut sogar, ja.

19 **I:** Und es ist super, dass es sich ausgegangen ist, dass ihr auch wirklich vollzählig alle da dabei sein
20 könnt. Das war ja zuerst die Befürchtung, dass das vom Termin her – dass das nicht so gut passen
21 könnte.

22 **P:** Das war bei uns aber eh auch knapp, vor allem bei mir, weil – wenn ich jetzt so seh – bei dem
23 einen Projekttag, wo wir im Montafon die Bohrungen durchgeführt haben, waren, ich glaub',
24 maximal fünf Leute und jetzt sind wir vollzählig, also. Also ich find', es sind viele dabei, die
25 wirklich daran interessiert sind. Und, ja. Ich find's gut.

26 **I:** Wenn du jetzt einen Schüler triffst, der nächstes Jahr Wahlpflichtfach macht und er sagt, sie haben
27 ein Projekt, würdest du dem sagen: „Tu wieder mit.“ Also würdest du es empfehlen?

28 **P:** Je nachdem, was er für Interessen hat, würde ich ihm schon sagen, dass man, wenn einem
29 Biologie selbst gefällt, es schon wählen soll, weil man eben wirklich viel lernt. Und ich weiß nicht,
30 ob's „Woody Woodpecker“ nächstes Jahr immer noch gibt mit der gleichen Klasse und so. Aber ich
31 würd's nochmal machen und auch wieder wählen und ich kann es auch wirklich nur weiter
32 empfehlen, weil ich es wirklich interessant finde und man lernt auch viel.

33 **I:** Jetzt würde mich noch interessieren: Was verstehst denn du unter dem Begriff
34 „Naturwissenschaften“?

35 **P:** Also unter „Naturwissenschaften“ versteh' ich eigentlich unter anderem, die Natur besser
36 kennenzulernen, die Lebewesen. Unter anderem auch Astronomie, also die Welt besser
37 kennenzulernen. Aber auch die Lebewesen und die Mechanismen von denen. Und wie das Leben auf
38 der Welt eigentlich funktioniert und wie die Natur entstanden ist und alles.

1 **I:** Magst du Naturwissenschaften?

2 **P:** Ja.

3 **I:** Ja. Hast du in der Schule naturwissenschaftliche Fächer?

4 **P:** Also jetzt das Wahlpflichtfach Biologie, da man ja in der siebenten Klasse keine Biologie mehr

5 hat. Und Physik und Chemie würde ich auch noch dazuzählen, Geographie und ja – das war's bei

6 uns.

7 **I:** Worin siehst du denn eigentlich einen Unterschied oder siehst du einen Unterschied zwischen

8 Biologie und Physik?

9 **P:** Ja, Physik geht eher in die Einzelteile und über die Mechanismen von Lebewesen und deren

10 Körper. Und Biologie befasst sich eher mit dem Lebendigen und mit dem – wie soll ich sagen ...

11 Also Physik eher nur mit Stoffen und Chemie mit – ähm – Stoffen und Kräften und Biologie immer

12 mit Lebewesen und der Natur selbst halt. Also – wie soll ich sagen – ja grob gesagt Lebewesen.

13 **I:** Und was sind deiner Meinung nach typische Merkmale für Naturwissenschaften im Unterschied

14 zu Themenbereichen wie Religion oder Philosophie?

15 **P:** Ja, ich sag' jetzt mal, Naturwissenschaften kann man alle, beziehungsweise sollte man alle

16 Theorie bestätigen können. Also das auch wirklich was da ist. Religion hingegen – da glaubt man

17 etwas, wo man nicht weiß, ob es da ist oder nicht. Naturwissenschaften hingegen kann man

18 beweisen und bei dem weiß man so, dass es wirklich da ist. Also man kann es überprüfen. Und, ja.

19 **I:** Du meinst einfach, dass es überprüfbar und beweisbar ist?

20 **P:** Ja.

21 **I:** Okay.

22 **I2:** Was glaubst denn du, wenn du Naturwissenschaftler werden willst, was für Fähigkeiten du da

23 allgemein brauchst? Oder was du da so können musst?

24 **I:** Falls du möchtest.

25 **I2:** Also was jemand, der sich mit Naturwissenschaften auseinander setzen möchte, was der so kann?

26 **P:** Also mein Traumberuf ist Mediziner. Den seh' ich auch irgendwie als Naturwissenschaftler halt.

27 Also das gehört für mich dazu.

28 **I2:** Ja.

29 **P:** Du musst Interesse haben, du brauchst Wissen. Vielleicht aber auch Erfahrung. Und ja. Ich sag'

30 dann für Projekte brauchst du viel – also du musst wissen, was du machen willst, also Ideen. Du

31 brauchst – ich sag' jetzt einmal – auch Phantasie, damit du dir auch selbst vorstellen kannst, was du

32 machen willst überhaupt. Und ja. So, das würd' ich sagen.

33 **I2:** Okay. Mal schaun. Dass ihr viele Methoden herausgefunden habt, hast du eh schon gesagt, ja.

34 **P:** Mhm.

35 **I2:** Und die Methoden selbst: Hast du die verstanden und was die Prinzipien dahinter sind?

36 **P:** Also ich hab' mir Notizen dazu gemacht und hab' auch genau zugehört, was sie erzählt haben und

37 hab's auch verstanden.

38 **I2:** Okay. Also es war – Du weißt, worum es geht.

- 1 **P:** Also ich kann was mitnehmen, sag ich mal so. Das allerdings.
- 2 **I2:** Sonst eigentlich. Mir fällt spontan jetzt nichts mehr ein. (lacht)
- 3 **I:** Passt gut. Also wir machen zum Schluss dann noch, also wenn das Projekt fertig ist, dann noch
- 4 einmal eins, wenn du bereit dazu bist.
- 5 **P:** Klar.
- 6 **I:** Bis dahin bedank' ich mich.
- 7 **I2:** Ich sag' auch danke!

Interview mit Peter nach dem Projekt

- 1 I: Weißt du zufällig noch deinen Code, den du gehabt hast?
- 2 **Peter (P):** Ist das der ...
- 3 I: Die zwei ersten Buchstaben vom Vornamen der Mutter, glaub ich.
- 4 P: PE und 22.
- 5 I: Also PE, okay. Dann passt das. Wie gesagt, es bleibt anonym. Es geht nur darum, dass ich mich
- 6 auskenne.
- 7 P: Gut, kein Problem.
- 8 I: Du hast gesagt, du hast noch etwas vor, dann fange ich gleich an. Also in dem Fragebogen, den ihr
- 9 gehabt habt, da war ja sehr oft das Wort „Naturwissenschaften“ zu lesen. Die Frage haben wir ja
- 10 schon ein paar Mal gehabt: Was verstehst denn du unter „Naturwissenschaften“?
- 11 P: Also allgemein einmal speziell Fächer wie Biologie, Chemie, Physik einmal. Also die
- 12 grundlegenden Sachen, woraus die Welt eigentlich besteht und so Sachen wie – ich würde auch
- 13 sagen so Zeichnen und so würde ich da jetzt auch noch dazuzählen, ja. Und „Naturwissenschaften“
- 14 jetzt auch – Geographie. Ja, Geschichte nicht wirklich. Oder halt das mit den Sternen, also die
- 15 Astrokunde halt.
- 16 I: Astronomie meinst du?
- 17 P: Ja, genau. Das meine ich.
- 18 I: Fällt dir sonst noch was dazu ein?
- 19 P: Nein. Ich sag einmal so: Man will das Leben erforschen und woraus die Welt besteht und jedes
- 20 einzelne Teilchen und alles, was es auf der Welt gibt, eben erforschen und auch Dinge außerhalb von
- 21 der Welt, also alle Dinge eigentlich.
- 22 I: Okay. Also dass du naturwissenschaftliche Fächer in der Schule hast, hast du gerade gesagt. Und
- 23 Naturwissenschaften allgemein: Magst du die?
- 24 P: Ja, also ich bin ein großer Fan von der Medizin vor allem. Und da würde ich auch gerne beruflich
- 25 was machen in der Art. Also es interessiert mich schon sehr, ja.
- 26 I: Okay. Also auch wegen dem Beruf.
- 27 P: Ja, genau.
- 28 I: Spiegelt sich das bei dir in den Noten wider?
- 29 P: Also bei den Naturwissenschaften eigentlich schon eher „Sehr Gut“ bis „Gut“ oder
- 30 „Befriedigend“. Und in den Hauptfächern wie Mathe doch eher – anderes Thema. (lacht)
- 31 I: Wie siehst du Mathe eigentlich? Ist das eine Naturwissenschaft oder nicht? Weil du gerade
- 32 Mathematik angesprochen hast.
- 33 P: Nur so halb. Also ich würde sagen, nur ein Teilbereich, weil man nur eigentlich so Sachen
- 34 berechnet, oder halt wie – es ist nicht wirklich, wie man Dinge berechnet, sondern – man berechnet
- 35 schon die Dinge, aber man kann halt etwas nicht so bestimmen, wie in den Naturwissenschaften, wo
- 36 man detailliert vorgeht beziehungsweise halt – wie soll ich sagen – da rechnet man eher ... ähm.

1 I: Meinst du, dass es nicht so greifbar ist?

2 P: Ja, also nicht so genau wie die anderen großen Fächer, wie so Biologie. Es hat schon was damit
3 zu tun, aber auf der anderen Seite auch nicht wirklich. Mathe ist schon viel, aber das meiste kommt
4 eher vom Biologischen her. So würde ich das sagen.

5 I: Okay, also du siehst das eher als kleineren Bereich. Versteh ich das richtig?

6 P: Ja, genau.

7 I: Okay. Also dann haben wir das mit den Fächern. Und ihr ward ja jetzt auch im
8 naturwissenschaftlichen Bereich tätig: Da hast du sicher Ideen darüber bekommen, wie ein
9 Naturwissenschaftler arbeitet oder welche Methode er anwendet. Wie kommt der zu seinen
10 Erkenntnissen?

11 P: Ja, also zuerst muss er mal eine Vermutung haben. Zu der Vermutung dann Beispiele oder einen
12 Versuch. Und das Ergebnis, was halt rauskommt, notieren. Und es muss halt immer wieder das
13 Gleiche herauskommen. Es muss immer das gleiche Ergebnis haben, sonst zählt es eigentlich nicht.
14 Also er müsste wiederholbar sein – der Versuch. Wenn man ihn öfter durchführt.

15 I: Also dass du sagst, du machst einen Versuch öfter und wenn du immer zum selben Ergebnis oder
16 zur selben Erkenntnis kommst, dann kannst du irgendwann davon ausgehen, dass das auch wirklich
17 so ist?

18 P: Ja, genau.

19 I: Okay. Du hast gerade mehr oder weniger von Theorien in der Naturwissenschaft geredet. Was
20 stellst du dir denn unter so einer Theorie vor? Wie schaut die aus? Oder was muss die können?

21 P: Es ist einfach ein Grundgedanke von einer Person, der was in den Sinn gekommen ist, bei dem sie
22 denkt, das wird so sein. Und durch Versuche soll der Gedanke halt umgesetzt werden, um die
23 Theorie zu festigen und weitergeben und damit andere Versuche machen, oder dass man einfach die
24 Versuche nochmal durchführen muss, dass man weiß ob das stimmt, weil man kann sich ja auf die
25 Grundlage nicht immer verlassen.

26 I: Und wie werden die dann formuliert, meinst du? Oder wie gibt man die Theorien weiter, damit
27 das andere auch verstehen?

28 P: Also ich denke mir als Dokument oder öffentlich gestellt. Aber auch nicht alles, weil es gibt ja
29 auch geheime Formeln, die nicht jeder haben darf. Und ja, anhand von Formeln Niederschreibungen.

30 I: Also halt verschriftlicht in Wissenschaftssprache.

31 P: Und wenns sein muss eben auch bildlich mit Fotos oder Videos.

32 I: Und wenn du jetzt an naturwissenschaftliche Fachbegriffe denkst. Sagen wir mal, du verstehst
33 einen Begriff jetzt nicht und weißt nicht, was das bedeutet. Wie gehst du dann damit um? Wenn du
34 jetzt eine Theorie liest und da stehen dann ein oder zwei Wörter drin, bei denen du nicht weißt, was
35 sie bedeuten. Was machst du dann?

36 P: Also ich würd sagen: nachschauen in einem Lexikon. Oder sonst jemanden fragen, der sich damit
37 auskennt oder schauen, obs irgendwo beschrieben wird in der Formel drin – also als Nachlass. So
38 würde ich vorgehen, ja.

1 I: Also es würde dir nicht egal sein, wenn du was nicht verstehst?

2 P: Nein. Also ich will schon wissen, wenn ich was lese und ich mich drauf verlassen muss, dass das

3 stimmt, was da steht – da möchte ich schon wissen, was das genau heißt. Also ich will da schon eine

4 Sicherheit haben.

5 I: Also einfach die Neugier, dass man sagt: „Okay, ich möchte schon trotzdem verstehen, was das da

6 heißt.“

7 P: Ja, genau so.

8 I: Okay. Gut, dann zum Beruf. Du hast gesagt, du möchtest in der medizinischen Richtung arbeiten.

9 Hab ich das richtig verstanden?

10 P: Ja, genau.

11 I: So in die Richtung Sportmediziner hast mal gesagt, was ich mich erinnere.

12 P: Ja, Sportmedizin oder Allgemeinmedizin.

13 I: Also auf jeden Fall im Bereich der Medizin. Und was glaubst du da: Welche Eigenschaften musst

14 du haben, dass du den Beruf gut machen kannst?

15 P: Also als Arzt würde ich mal sagen: guter Kontakt mit Menschen haben, Teamfähigkeit, gebildet

16 sein, nervlich sehr gut, gute Augen vor allem, ein gutes Allgemeinwissen. Ähm. Ja, man sollte halt

17 schon richtig eine Ahnung haben von dem Beruf. Und die Arbeit sollte einem auch Spaß machen,

18 sonst bringt es eigentlich nicht viel.

19 I: Okay, also einmal das Fachwissen, den richtigen Umgang mit Menschen und halt auch die Freude

20 am Beruf. Kann man das so zusammenfassen?

21 P: Ja, genau.

22 I: Und ein Mediziner arbeitet jetzt schon auch im naturwissenschaftlichen Bereich. Aber wenn du

23 das jetzt mit einem klassischen Forscher vergleichst: Gibt's da Unterschiede, was die Fähigkeiten

24 betrifft?

25 P: Also ein Forscher geht auf die Suche nach etwas Neuem. Der macht eigentlich die Grundlage für

26 Ärzte oder sonst was. Die müssen dann rein wieder nach Vorschrift vorgehen müssen. Und Forscher

27 sind halt ein bisschen freier. Die dürfen ihren Gedanken ein wenig freien Lauf lassen und ihren

28 Ideen. Das dürfen Ärzte halt nicht, weil sonst was Schlimmes passieren könnte. Aber klar gibt es für

29 Forscher auch Grenzen. Wenn der jetzt was Übertriebenes macht, aber ansonsten würde ich sagen:

30 Forscher sind frei und Doktoren oder Mediziner eher nicht.

31 I: Also dass es einfach ein bisschen strenger ist, und dass man etwas weniger Freiheiten hat.

32 P: Genau.

33 I: Und in dem Zusammenhang wenn ich da den Begriff „Kreativität“ nochmal einwirf. Fällt dir dazu

34 noch etwas ein zu dem, was du jetzt gesagt hast?

35 P: Also mal Kreativität gehört zu einem Forscher. Der muss Ideen haben, damit er weiß, wonach er

36 als nächstes forschen kann. Dann würde ich auch Künstler dazu zählen. Die müssen auch sehr

37 kreativ sein. Mediziner vielleicht aber auch. Wenn der neue Ideen hat, wird er ja auch

38 gewissermaßen zum Forscher, weil er auch was ausprobieren und erforschen muss. So halt, ja.

1 **I:** Okay. Also es fließt schon überall ein, aber eben manchmal mehr, manchmal weniger.

2 **P:** Ja, genau.

3 **I:** Gut. Dann war's das mal vom allgemeinen Teil. Ich frage dich jetzt noch ein paar Sachen zum

4 Projekt. Als aller Erstes mal: Wie war für dich das Projekt?

5 **P:** Ja, im Großen und Ganzen hab' ich viel gelernt eigentlich. Ich hab' ein Thema kennengelernt, wo

6 ich nicht gedacht hab, dass das so groß oder – wie sagt man – kompliziert ist. Dass das eigentlich –

7 weil wir sind ja auf die Bäume spezialisiert gewesen. Und das hätte ich nicht gedacht, dass allein der

8 Baum oder die Baumrinde und alles zusammen so viel ausmacht. Und ja, da lernt man viel. Es war

9 super von den Begleitern von der Uni Innsbruck – also die Zusammenarbeit und die Einladung nach

10 Praxmar oder zur Uni Innsbruck selbst. Und das was wir zur Verfügung gestellt bekommen haben,

11 also eben die Geräte und alles waren tiptop und auf dem neuesten Stand und da haben wir auch

12 immer was lernen können und haben auch selbst damit was machen dürfen. Und das finde ich gut,

13 dass man selbst etwas machen kann, damit man es auch besser lernt. Im Großen und Ganzen war das

14 alles eine super Idee und es hat mich gefreut, dabei sein zu dürfen.

15 **I:** Cool. Und hat dir irgendetwas davon ganz besonders gut gefallen?

16 **P:** Also mir haben die neuen Geräte getaugt (gefallen), wo man normalerweise unglaublich viel Geld

17 dafür zahlen müsste. Die haben wir einfach zur Verfügung bekommen, zum selbst ausprobieren.

18 Eben so Sachen, die sonst nur Forscher und so Leute das benutzen dürfen. Und dass wir das haben

19 durften. Und dass wir eingeladen worden sind auf die Uni Innsbruck, um dort ein bisschen die

20 Schule kennenzulernen und den Garten und alles. Und eben wie dort die Forscher arbeiten und so.

21 Das war tiptop eigentlich.

22 **I:** Klingt eigentlich sehr cool. Und irgendetwas, was dir weniger gefallen hat?

23 **P:** Weniger gefallen würde ich jetzt nicht sagen, aber ich habe mich, als wir in Praxmar waren schon

24 gefragt, was das damit zu tun gehabt hat. Ich hätte mir schon erwartet, dass wir dort eben auch ein

25 paar Bäume anbohren und so etwas tun, weil wir da eben auf 2000 Meter Höhe waren. Und da hab'

26 ich mir gedacht, dass man dort auch ein bisschen vergleicht, aber da wurden ja schon Proben

27 entnommen und alles vom Adriano. Und das fand ich ein bisschen schade, aber im Großen und

28 Ganzen war es ein super – ich sag jetzt einmal – Urlaub. Und da sind wir alle zusammen gewesen.

29 Also so gesehen hat es super gepasst. Man hat sich besser kennengelernt, tiptop.

30 **I:** Okay. Das wollte ich dich eh noch fragen, wie es in Praxmar war. Da war ich selbst ja leider nicht

31 dabei. Aber im Grunde genommen hat's dir auch gefallen, aber du weißt nicht genau, was ihr dort

32 gemacht habt. Oder?

33 **P:** Ja, ich hätte mir da schon auch ein bisschen Arbeit und so vorgestellt, aber es hat gepasst.

34 **I:** Also mehr in die Materie direkt ...

35 **P:** Ja, genau.

36 **I:** Und im Wahlpflichtfach selbst habt ihr da noch andere Sachen gemacht? Also einerseits andere

37 Sachen mit dem Projekt, oder etwas, was gar nicht mit dem Projekt zu tun gehabt hat?

1 **P:** Also außerhalb vom Projekt haben wir uns ein bisschen mit Blumen befasst am Ende. Und
2 ansonsten seit der ersten Stunde eigentlich nur mit dem Projekt. Da sind wir richtig auf das
3 spezialisiert gewesen das ganze Jahr über.

4 **I:** Das hat euer Lehrer eben auch gesagt, dass ihm das besonders wichtig war, dass ihr das darüber
5 hinaus auch betreibt.

6 **P:** Find' ich eh super.

7 **I:** Ich find' das auch cool. Unter anderem dafür machen wir da Interviews, um zu sehen, wie das bei
8 euch ankommt.

9 **P:** Es war wirklich vollgas super.

10 **I:** Okay. Freut mich und wird auch alle Kollegen freuen, denke ich. (lacht)

11 **P:** Dann freut's mich auch. (lacht)

12 **I:** Okay, was haben wir noch. Die Zusammenarbeit mit den Wissenschaftler – da hast eh gesagt, dass
13 dir das sehr getaugt (gefallen) hat und so weiter und dass du das super findest. Hast du da
14 irgendwelche Tipps, wie man das vielleicht noch besser machen könnte das nächste Mal?

15 **P:** Nein. Also. Wir haben bei fast allem dabei sein und vieles selber machen dürfen. Also ich wüsste
16 nicht, was man besser machen kann. Es war schon super. Wenn man das nächste Mal dasselbe
17 Thema haben würde, wär es vielleicht ein bisschen langweilig, aber ansonsten hab ich nichts
18 auszusetzen.

19 **I:** Gut. Also ihr habt ja jetzt an dem Projekt gearbeitet mit den Wissenschaftlern. Und was war denn
20 jetzt so das Ziel dieses Forschungsprojekts?

21 **P:** Wir wollten die Veränderung vom Inneren eines Baumstammes herausfinden – halt nicht direkt
22 Baumstamm, sondern wie sich die ...

23 **I:** Die Leitbündel?

24 **P:** Ja, genau. Die Leitbündel. Und je höher man raufkommt, wie sich die eben verändern und was da
25 passiert und wieso. Und halt hinterfragen eben – etwas detaillierter angeschaut und erforscht würde
26 ich jetzt mal sagen.

27 **I:** Und glaubst du – also das Projekt geht ja noch ein paar Jahre. Glaubst du, dass man danach –
28 sagen wir einmal so – allgemein einmal Erkenntnisse hat und zweitens: Glaubst du, dass man dann
29 schon das Ziel erreicht hat, dass man eigentlich erreichen wollte?

30 **P:** Also ich glaube auf drei oder vier Jahre jetzt kann man noch nicht wirklich sagen, dass man das
31 Ziel erreicht hat, weil sich die Erde auch verändert. Deshalb würde ich sagen, das muss man längere
32 Zeit machen. Und irgendwann nachdem man das weiter beobachtet kann man dann sagen, dass sich
33 in den letzten Jahren nicht viel verändert hat. Irgendwann kann man dann vielleicht sagen, dass man
34 bei dem Ergebnis die nächste 20 Jahre oder so bleiben kann. Und dann kann man den gleichen
35 Versuch wieder machen. Es fängt jedes Mal neu an.

36 **I:** Also es ist schon auf jeden Fall alles ein längerer Prozess?

37 **P:** Ja, das sicher.

- 1 **I:** Okay, gut. Du hast gesagt, du hast im Projekt viel gelernt. Fällt dir da konkret gerade etwas ein,
2 was genau du gelernt hast oder in welchem Bereich du dich besonders verbessert hast?
- 3 **P:** Also einmal von der Baumstruktur. Wir haben gelernt: die verschiedenen Arten und halt die
4 verschiedenen Teile eines Baumes. Da haben wir was gelernt. Und wo die einzelnen Baumarten
5 wachsen. Also welche eher höher wachsen, welche eher tiefer sind. Und wo sie dicker sind. Und
6 wozu sie dienen und alles. Ein bisschen was habe ich ja noch aus der Unterstufe gewusst, aber jetzt
7 die einzelnen Teile eines Baumes oder so zu wissen – das haben wir jetzt besser kennengelernt. So
8 würde ich das sagen.
- 9 **I:** Also einfach verschiedene Dinge über den Aufbau von Bäumen allgemein und dann noch ein
10 bisschen ins Detail.
- 11 **P:** Und eben das mit den Leitfäden und worums geht.
- 12 **I:** Aja, genau. Gut, dann sag ich „Danke vielmals“.
- 13 **P:** Ja, ich sag auch danke. (lacht)

Interview mit Christoph am Beginn des Projekts

- 1 **Interviewer (I):** Du hast den Fragebogen ausgefüllt und da war ganz oft das Wort
2 „Naturwissenschaften“ zu lesen.
- 3 **Christoph (C):** Ja, genau.
- 4 **I:** Genau. Jetzt würd' mich mal interessieren, ob du mir erklären kannst, was du unter dem Begriff
5 „Naturwissenschaften“ überhaupt verstehst.
- 6 **C:** Also, ich verstehe unter „Naturwissenschaften“, dass man halt im Freien ist, wie es ja heißt
7 „Natur“. Dass man sich zum Beispiel mit Bäumen und Pflanzen und so beschäftigt, Blumen und
8 über die halt forscht, wie sie wachsen, wie sie sich entwickeln und so Sachen.
- 9 **I:** Mhm. Magst du Naturwissenschaften?
- 10 **C:** Ja, also die Natur interessiert mich schon, weil ich bin als kleines Kind schon viel draußen
11 gewesen. Und es interessiert mich einfach so, die Bäume und wie sie wachsen und das ganze Zeug.
- 12 **I:** Mhm. Hast du in der Schule naturwissenschaftliche Fächer?
- 13 **C:** Ja, Biologie hab ich in der Unterstufe gehabt. Haben wir jetzt nicht mehr. Jetzt haben wir ...
14 Physik kann man da nicht wirklich so dazuzählen. Ja, und WPG (Wahlpflichtgegenstand) hab ich
15 natürlich gerne.
- 16 **I:** Wie heißt das WPG?
- 17 **C:** WPG ist „Angewandte Biologie“.
- 18 **I:** Ah, okay. Ist das jetzt das am Nachmittag?
- 19 **C:** Ja, genau das ist das jetzt mit dem Projekt, ja.
- 20 **I:** Mhm. Physik zählst du nicht dazu. Warum nicht?
- 21 **C:** Ja, weil es irgendwie mehr mit Mathe verbunden ist und viel rechnen und Elemente und Zeug. Ist
22 eigentlich schon irgendwie auch ein wenig Naturwissenschaft, aber ich find, es ist nicht so, wie
23 einfach draußen in der Natur zu sein. Es ist nicht das Gleiche.
- 24 **I:** Okay. Welche von den Naturwissenschaften magst du besonders gern? Du hast eh gesagt, du bist
25 gern draußen und so. Aber wenn man jetzt allgemein ... Was magst da jetzt gern – besonders gern
26 und was weniger gern?
- 27 **C:** Ja, also ich mag das Lernen von Bäumen und Sträucher und alles - und das halt wirklich auch
28 erleben und wirklich was tun können gern. Und das Theoretische in der Klasse und so eher nicht so
29 gern. Also.
- 30 **I:** Okay. Darum das „Angewandte Biologie“. Weil es dir so taugt (gefällt).
- 31 **C:** Ja, genau.
- 32 **I:** Wie schätzt du dich selbst in den naturwissenschaftlichen Fächern ein?
- 33 **C:** Ja, also ich kann den Lernstoff gut aufnehmen, denk ich mal. Aber es gibt sicher noch viel zu
34 lernen, was man lernen kann und darum interessiert mich das so. Weil man immer mehr lernen kann.

1 I: Mhm. Es gibt ja eine Note in einem Fach. Du musst mir das jetzt nicht sagen. Nur es interessiert
2 mich, weil du sagst, du nimmst den Lernstoff gut auf und es gibt noch viel ... Weißt du, ob sich das
3 in den Noten widerspiegelt bei dir, oder?

4 C: Ja, letztes Jahr haben wir einen anderen Lehrer gehabt, hab ich auch Biologie gehabt im WPG.
5 Und dort hab ich auch einen Einser gehabt und da hab ich auch erfahren, was ich in der fünften
6 Klasse in Biologie gelernt hab. Und ich denk da schon, dass das wieder zurückkommt.

7 I: Was sind, deiner Meinung nach, typische Merkmale für Naturwissenschaften im Unterschied zu
8 anderen Themenbereichen wie Religion oder Philosophie zum Beispiel?

9 C: In Religion ist es alles sehr theoretisch. Man kanns nicht anhand von Beispielen oder von
10 Forschungen irgendetwas richtigstellen, oder erklären, dass es nicht so ist. Sondern es ist alles so
11 dahingestellt und das kann man alles sehr bezweifeln. Und in den Naturwissenschaften kann man ja
12 was schauen, ob das wirklich so ist oder nicht. Also das Erlernen und erfahren.

13 I: Taugt (gefällt) dir das, dass man das dort kann und dort nicht?

14 C: Ja. Ich find das schon nicht schlecht, wenn man über eine Theorie diskutieren kann, weil jeder ein
15 kleinwenig andere Ansichten hat, aber das Erleben – da sieht man dann halt genau, ob das wirklich
16 so ist oder nicht und dann ist halt eine Klarstellung dar und das find ich schon gut.

17 I: Mhm. Warum glaubst du das zu wissen, dass das eine eher theoretisch ist und das andere, wo man
18 halt, wie du sagst, das eher bestätigen kann? Wieso glaubst du das zu wissen?

19 C: In der Religion geht's ja zum Beispiel viel um Jesus und Gott und die schon lang nicht mehr
20 leben. Und Naturwissenschaft ... Naturwissenschaften sind zwar auch schon sehr alt, aber man ist
21 immer wieder dran, neue Sachen zu erforschen und das bildet sich immer weiter und ist nicht schon
22 vergangen – sozusagen.

23 I: Mhm. Jetzt muss ich ganz kurz – deine Kürzel sind? Weißt du, dass ich den Fragebogen find.

24 C: 25CR müsste es sein.

25 ...

26 C: Ja, das ist meiner (Fragebogen).

27 I: Das ist deiner, gut. Dann trag ich das nach: Also 25CR?

28 C: Ja.

29 I: Super, danke. Da haben wir „Richtig oder Falsch“. Ich frag dich jetzt einfach nur, warum du das
30 so ausgefüllt hast.

31 C: Mhm.

32 I: Was denkst du zu „Kreativität und Naturwissenschaften“?

33 C: Ja. Kreativität, weils in der Natur eine Vielfalt gibt und ist. Es gibt ja viele verschiedene Bäume,
34 Pflanzen, Blumen et cetera. Weil da eine Vielfalt ist und man da kreativ sein kann und nicht immer
35 nur alles genau so ist, wie es – wie es halt eben vorgeschrieben ist, sondern es gibt viel mehr Bäume
36 als wie nur einen bestimmten Baum oder so.

1 I: Und da zum Beispiel: „Das naturwissenschaftliche Wissen zeigt die Kreativität von
2 Naturwissenschaftlern.“ Da hast du nicht so gesehen. Kannst du mir sagen warum?
3 C: Ja, weil ich find, dass es ... es ist nicht wirklich die Kreativität vom Naturwissenschaftler,
4 sondern die Kreativität von der Naturwissenschaft die das vorgibt.
5 I: Okay. Also du meinst, die Kreativität in diesem Bereich kommt aus der Naturwissenschaft selber
6 heraus.
7 C: Ja, genau.
8 I: Mhm. Was haben wir noch ... „Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze werden eher
9 komplizierter als einfach formuliert.“ Warum hast du das so ausgefüllt?
10 C: Also wenn zum Beispiel irgendwer einen Bericht über sowas liest, dann kommen viele
11 Fremdwörter und Sachen vor, wo man zuerst nachschauen muss. Darum ist es für mich eher
12 kompliziert formuliert. Wahrscheinlich ist es nicht kompliziert formuliert, aber für mich, der sich
13 nicht so gut auskennt, ist es eher kompliziert formuliert.
14 I: Okay. Also wenn man sich nicht ständig damit beschäftigt, dann ...
15 C: Ja, genau.
16 I: Okay, gut. Jetzt würd mich noch interessieren, welchem Beruf du einmal nachgehen möchtest.
17 C: Hm. Ist eine gute Frage.
18 I: Weißt das schon?
19 C: Nein. Aber mich würd so eher was interessieren, wo ich selbst etwas machen kann, wo ich selbst
20 bestimmen – naja, bestimmen nicht wirklich, aber wo ich selber entscheiden kann, wie ich etwas lös
21 und mir nicht immer vorgeschrieben wird, wie ich etwas zu machen hab und wann und genau. Und
22 ja. Quasi ein wenig mein eigener Chef zu sein. Das wär schön.
23 I: Aber welche Richtung mal wählen willst ...
24 C: Nein, das weiß ich noch nicht.
25 I: Weißt du noch nicht.
26 C: Nein, also Geographie interessiert mich zum Beispiel auch sehr. Tja, da kann ich mir schon
27 vorstellen, dass es vielleicht irgendwie in die Richtung geht.
28 I: Wenn du dir jetzt vorstellst: Du wärst Naturwissenschaftler und bist jetzt Forscher. Was glaubst
29 du, was für Eigenschaften du mitbringen musst, um erfolgreich zu sein?
30 C: Also ...
31 I: Oder als solcher arbeiten zu können.
32 C: Ja. Also ich muss auf jeden Fall mal Neugier haben, um neue Sachen zu erfinden, oder finden in
33 der Natur. Ich muss ... muss sicher ein Naturmensch sein, weil sonst macht das keinen Sinn. Ja, man
34 muss sich schon von früh auf damit beschäftigen, damit man auch wirklich in dem Thema drinnen
35 ist. Hm. Man muss kreativ sein. Denk ich auch. Man muss mit Menschen umgehen können, weil du
36 immer mit anderen Menschen da auch zusammenarbeitest und so. Du machst auch Sachen allein,
37 denk ich jetzt mal, aber wie zum Beispiel in dem Projekt, da sind ja auch mehrere Leute jetzt zum
38 Beispiel dabei. Ja.

1 I: Wieso, meinst du, muss er kreativ sein?

2 C: Ja, wenn zum Beispiel irgendein Lösungsansatz nicht funktioniert, oder das nicht so ist, wie man
3 denkt, dass man vielleicht kreativ ist, eine neue Art findet und dann so wieder auf eine neue Lösung
4 kommt und so, wies dann vielleicht stimmt.

5 I: Mhm. Wo glaubst du, dass du ... Naja, das haben wir eigentlich schon. Dann hätt ich da Fragen
6 zum Projekt noch: Du hast eh vorher schon ein bisschen was gesagt. Aber warum hast du dich für
7 das Wahlpflichtfach „Biologie“ entschieden? Du hast gesagt, du magst gern angewandte Sachen und
8 so. Gibt's sonst noch irgendwas?

9 C: Nein, eigentlich. Bio hat mich sehr interessiert und wenn man so zwei Jahre „Biologie
10 angewandt“ macht, kann man das so in der Matura vertiefend nehmen und das war eine Überlegung
11 wert. Man muss es ja nicht machen, aber das kann man vielleicht ... dass man bei der Matura dann
12 einen Vorteil hat dadurch ... mit dem Angewandten.

13 I: Hast du vor deiner Entscheidung gewusst, dass du da an so einem Projekt teilnimmst?

14 C: Nein, eigentlich nicht. Aber dann hat man gesagt, dass wir da so ein Projekt machen. Das hat mir
15 dann schon gut gefallen und dann hab ich mich eigentlich schon gleich dafür entschieden, da
16 Biologie zu ...

17 I: Okay. Also es hat geheißen: Im Sommer hat man gesagt, man macht da ein Projekt
18 wahrscheinlich.

19 C: Ja, man hat gesagt, dass wir wahrscheinlich ... dass es da ein Projekt gibt und jetzt hab ich mir
20 gedacht: „Ja, das mach ich.“ Weils mich ja auch sonst interessiert hätte und jetzt hat man dann ...
21 Am Schulbeginn hat der Herr Professor zu uns gesagt, dass wir so ein Projekt machen mit der Uni
22 Innsbruck.

23 I: Aha, okay. Was erwartest du dir von dem Projekt? Hast du spezielle Erwartungen?

24 C: Ja. Meine Erwartung ist eigentlich, dass ich mehr über die Natur kenn ... dass ich die Natur besser
25 kennen lerne, dass ich mehr darüber erfahre, dass ich eben nach dem Projekt einfach noch einmal
26 kompetenter werd und mehr weiß wie davor. Dass ich mich besser auskenn'. Ja.

27 I: Welche Einstellung hast du da dazu, dass man ein Projekt macht?

28 C: Ja, ich find das eigentlich gut, wenn man sowas macht. In den anderen WPGs sitzt man meistens
29 nur in der Schule und macht eigentlich nicht wirklich was. Und da kann man rausgehn, kann man
30 erleben. Das find ich schon gut.

31 I: Und hast du irgendwas, was dir besonders wichtig ist? Also hast du im Rahmen des Projekts
32 etwas, was du sagen möchtest, auf was es dir besonders ankommt?

33 C: Hm, ja. Mir kommts drauf an, dass ich was lern und ich mach's nicht einfach nur zum Spaß,
34 sondern auch dass ich was mitnehmen kann. Jetzt später mal für den Beruf oder so.

35 I: Gibt's irgendetwas, was dich vielleicht verunsichert oder stresst, wo du sagts, du hast vielleicht
36 Bedenken?

37 C: Nein, eigentlich nicht wirklich. Weil bisher ist alles gut gegangen und ich hab keine Probleme.

1 I: Und jetzt würd mich noch interessieren, ob ihr noch andere Themen im Wahlpflichtfach
2 behandelts, außer das im Projekt jetzt?

3 C: Ja, wir haben erst ein paar Stunden gehabt und jetzt haben wir uns einmal mit dem beschäftigt
4 und allgemein mal über die Kernzellen und mit Mikrosopen gearbeitet. Und dann haben wir halt mal
5 die Termine ... haben wir gesagt, was wir eben mit euch machen. Das haben wir bisher gemacht, ja.

6 I: Okay. Jetzt sind wir gleich fertig (lacht). Im Zuge von so einem Sparkling-Science-Projekt werden
7 ja Jugendliche, so wie ihr, in richtige Forschungsprojekte miteinbezogen. Wie findest denn du das?

8 C: Ja, ich find, dass es für beide Seiten wichtig ist, weil die Studenten sehen können wie das andere
9 sehen, weil wir vielleicht ein wenig anders denken wie sie und nicht so viel Wissen haben und uns
10 auch was zeigen können, dass sie wissen, wie man was erklärt und so. Und für uns ist es auch, find
11 ich, besser, wenn wir das besser lernen und uns das besser merken, wenn die Leute so auch in einem
12 ähnlichen Alter sind wie wir, dass sie uns das erklären und wir das besser aufnehmen und auf eine
13 andere Art aufnehmen. Ich glaub, dass es für beide Vorteile hat - so ein Projekt.

14 I: Hast du vielleicht – letzte Frage dann – Tipps, was vielleicht gut zu beachten wäre im Zuge von so
15 einem Forschungsprojekt?

16 C: Dass vielleicht ... wenn wir Schüler eine Frage haben, dass man auf das gut eingeht und das man
17 das sofort behandelt, damit wir dann halt auch genau über das Bescheid wissen, was uns zu ungenau
18 ist und nicht, dass wir dann immer noch mit der Frage dastehen und nach dem Projekt, wo wir
19 eigentlich fragen hätten können oder gestellt hat und die dann nicht beantwortet wird und dass wir
20 dann eigentlich ... dass so halt auch auf das geschaut wird. So Fragen von den Schülern.

21 I: Mhm. Also du wünschst dir, dass alles immer halt gleich und zu deiner Zufriedenstellung
22 beantwortet wird.

23 C: Ja, genau.

24 I: Damit du dich auskennst.

25 C: Ja, genau. Dass man etwas mitlernen kann und dass einfach nur so ein bisschen beantwortet wird,
26 dass wir dann eigentlich immer noch eine Frage darüber haben.

27 I: Mhm. Gut. Vielen vielen Dank!

Interview mit Christoph während des Projekts

- 1 **Interviewer (I):** Also als aller Erstes würd' ich gern von dir wissen, was ihr so allgemein in dem
2 Projekt bis jetzt gemacht habts, was dir da so im Kopf geblieben ist.
- 3 **Christoph (C):** Also. Drei Leute von der Uni haben uns bei uns in der Schule besucht und dann
4 haben wir darüber geredet, was wir weiterhin machen und er hat dann halt einfach das Thema
5 erklärt, was da der Sinn dahinter ist – hinter dem Thema von dem Projekt. Dann sind wir Bäume
6 bohren gegangen, also Proben entnehmen. Dann haben wir also von der Uni Innsbruck auch Geräte
7 schon bekommen, wo wir ... also so eine Kamera zum Beispiel fürs Mikroskop. Dann haben wir
8 gelernt bekommen, wie man die Proben abschneiden kann, also von den kleinen Proben. Man hat
9 uns auch beigebracht, wie man die Proben haltbar macht, wie man die verstaubt. Und ja, dann haben
10 wir die Proben entwertet und haben da auch schon Bilder davon gemacht – vom Kernschnitt und so,
11 von dem ... von der Probe.
- 12 **I:** Mhm, okay.
- 13 **C:** Und jetzt sind wir da (lacht).
- 14 **I:** (lacht) Okay. Was habt ihr heute so gemacht? Hast du da noch irgendwas besonders in Erinnerung?
- 15 **C:** Also wir sind nach Innsbruck gefahren mitm Zug (lacht).
- 16 **I:** (lacht) Ja.
- 17 **C:** Da sind wir dann zur Uni gefahren, dort hat man uns dann gleich ... hat man uns die
18 Räumlichkeiten gezeigt. Die Labore, die Räume, die Säle, wo Vorträge stattfinden. Dann hat man
19 uns allgemein gezeigt, wie das aussieht – also wo die Uni ist, wo der Botanische Garten ist, wo
20 eben die Gewächshäuser sind, also ein wenig eine Übersicht verschafft. Dann hat man uns halt die
21 Bibliothek noch gezeigt, wo da eine Außenstelle ist von der Hauptuni, was man so gesagt hat ... was
22 ich halt mitbekommen hab'. Dann hat man uns im Haus herumgeführt und dann haben wir selber ...
23 haben halt wir Schüler Proben entnommen und dann halt in dem Gerät da geschaut, mit wie viel Bar
24 da das Wasser entzogen wird. Dann haben wir da noch einen Versuch gemacht und dann haben wir
25 eine gute Pizza gegessen (lacht).
- 26 **I:** (lacht)
- 27 **C:** Und jetzt geht's weiter.
- 28 **I:** Und von dem ganzen Projekt, also allgemein was ihr bis jetzt gemacht habt: Was hat dir denn da
29 so besonders gefallen?
- 30 **C:** Also, mir hat bisher gut gefallen: Der Tag heute bisher einmal und es wird sicher auch noch
31 weiter interessant, weil wir auch noch ein wenig mehr Einblick hat in den Uni-Alltag, wie's so für
32 einen Student ist ... also wie er Versuche macht und wie er Proben macht und wie er das auflistet
33 und man kann sich das halt besser vorstellen, wie dann so das Leben auf der Uni ist halt, also das hat
34 mir schon gut gefallen.
- 35 **I:** Okay. Und etwas, was dir vielleicht nicht so gut gefallen hat. Fällt dir da was ein?
- 36 **C:** Äh. Nein, eigentlich nicht. Es passt wirklich super, ja.

1 **I:** Okay.

2 **Interviewer 2 (I2):** Wir haben ja nicht alle bei den Interviews. Hast du da vielleicht so irgendwie

3 einen Tenor aus der Klasse gehört? Oder haben die andern irgendwelche Sachen gesagt, was man

4 besser machen könnte oder ... dass mans halt weiß für nächste Mal?

5 **C:** Hm, also so weit ich weiß sind halt alle immer recht gut drauf, wenns darum geht, dass wir jetzt

6 die Projekttag haben mit euch in Innsbruck oder die zwei Tage noch einmal irgendwo. Also da sind

7 eigentlich alle positiv gestimmt. Also ich glaub, dass es eigentlich schon gut ist.

8 **I2:** Mhm. Bist du beim Projekttag dabei gewesen? Dort wo ihr im Wald draußen wart.

9 **C:** Nein, an dem Projekttag hab ich leider nicht können, aber man hat uns genau darüber berichtet,

10 was wir gemacht haben und wie wir's gemacht haben, was man falsch macht, was man richtig macht.

11 Das ist man mit uns durchgegangen, weil leider ein paar krank waren. Dann hat man uns das aber

12 alles genauesten erklärt, um was es da geht.

13 **I2:** Mhm.

14 **C:** Beim Probenauswerten waren dann aber eigentlich alle dabei.

15 **I2:** Ich hab' das ja mitgekriegt. Da waren ja nur fünf oder ganz wenige, glaub ich.

16 **C:** Ja, es waren viele im Sport unterwegs und viele waren auch krank. Aber man hat uns dann eben

17 genauestens darüber informiert dann.

18 **I2:** Mhm.

19 **I:** Okay.

20 **C:** Und man hat uns die Labore gezeigt und so. Um was es geht halt.

21 **I2:** Aber super, dass es heut geschafft habt's, dass ihr alle da seid.

22 **I:** Ja. Und dass ich's auch geschafft hab (lacht). ... Und wenn man jetzt so. Wir sind ja jetzt im

23 naturwissenschaftlichen Bereich tätig. Da würd ich dich gern mal fragen, was für dich jetzt nach

24 momentanem Stand – also was du unter „Naturwissenschaften“ verstehst. Oder was das für dich ist,

25 was für dich Naturwissenschaften sind.

26 **C:** Also „Naturwissenschaften“ ist – wie es schon heißt – geht's um die Natur. Sag jetzt mal jegliche

27 möglichen Arten von Bäumen, Pflanzen, Lebewesen und ja. Ich hab das jetzt besser kennen gelernt,

28 wenn da zum Beispiel sieht, wie viel Druck da wirklich drinnen ist, wenn zum Beispiel ein Baum

29 das Wasser aus dem Boden versuchen muss zu ziehen. Und so wie ich's vom Projekt mitkriegt, ist es

30 Versuchen und dann halt Theorien aufstellen, schon was falsch – richtig ist und so, ja. Auch viel mit

31 Versuchen, denk ich jetzt mal. Und ich mag's auch und so wie die eine Frau, die mit dem Mikroskop

32 auch gearbeitet hat, gesagt hat, ist viel mit Versuchen und Erleben irgendwie verbunden.

33 **I:** Ja. Und gefallen dir Naturwissenschaften?

34 **C:** Ja, also ist sicher ein attraktives Thema, weil es ist ja eine so große Vielfalt. Da muss man wieder

35 bohren, also Proben nehmen, dann musst sie auswerten, musst wieder Felder suchen. Also es ist

36 einfach nicht so strikt, sagen wir einmal. Ist einfach ein wenig weitgefächert, sag ich mal.

37 **I:** Okay. Was habt ihr in der Schule so an naturwissenschaftlichen Fächern? Was fällt dir da so ein?

38 **C:** Ja, Physik, Chemie, Biologie, also jetzt das Wahlpflichtfach. Ja ...

1 **I:** Okay. Und wenn du jetzt Biologie und Physik zum Beispiel vergleichen würdest: Was würdest du
2 da für Unterschiede sehen? Oder würdest du Unterschiede sehen?

3 **C:** Ja, also so wie es bei uns im Unterricht ist, ist Physik eher so Formeln, Formeln, Formeln und
4 eher so theoretisch und in Biologie ist es leichter zum Objekt „Natur“ zu gehen und das an dem
5 Beispiel von einem Baum zu zeigen und es ist vielfältiger. Kommt mir vor.

6 **I:** Ja. Und wenn du das jetzt mit anderen Fächern wie – was weiß ich – Religion, Philosophie oder
7 andern Wissenschaften vergleichst. Wie würdest du da Naturwissenschaften einschätzen?

8 **C:** Einfach interessanter, würd' ich mal meinen. Weil halt ... das Religion und Psychologie da ist
9 alles so – weiß nicht – da ist ja alles irgendwie schon herausgefunden, was für Methoden und so. In
10 der Biologie kann man ja immer wieder neues Zeug untersuchen, also die Bäume an der Waldgrenze
11 zum Beispiel. Da könnt' man dann auch sagen: hier im Tal da die Bäume. Also da kann man selber –
12 also noch viel mehr Sachen selber machen. Ist halt meine Ansicht.

13 **I:** Ja. Und wenn du jetzt so einen, sagen wir einmal, so einen typischen Naturwissenschaftler siehst.
14 Was zeichnet den aus? Oder was muss der können?

15 **C:** Ist eine gute Frage (lacht). Ja, also der sollt eine fröhliche Person sein, weil – weiß nicht – ich
16 glaub, es macht nicht so Spaß, wenn jetzt der Lehrer oder der Biologe ein alter, dreister Sack ist ...
17 (lacht)

18 **I:** (lacht)

19 **C:** Okay, das hört sich nicht gut an, aber ... Also unsere Biologielehrer – die verbinden das immer
20 mit Spaß und auch einmal rausgehen und wegkommen von den anderen Schulsachen und sie sind
21 halt schon einfach so, wie sie sind und dann macht das Ganze einfach viel mehr Spaß und die
22 Schüler sind auch mehr interessiert.

23 **I:** Mhm, ja. Und so Kreativität und Einfallsreichtum: Braucht man das als Naturwissenschaftler?
24 Was glaubst du?

25 **C:** Ja, also ich glaub schon, weil sonst könnte man ja für so ein Projekt kein Thema finden, das man
26 untersuchen will. Weil wenn man keine Kreativität hat, um sich etwas Neues zu überlegen, dann hat
27 das keinen Sinn. Dann ist es ja immer das Altbekannte. Aber für so neue Sachen – so Theorien
28 aufstellen und so – denk ich schon, dass man da schon Phantasie und die Sachen und Kreativität
29 braucht.

30 **I:** Mhm. gibt's von deiner Seite noch was?

31 **I2:** Von mir aus würd' das passen.

32 **I:** Ja.

33 **I2:** Fürs Erste.

34 **I:** Ja, dann: Danke nochmal!

35 **C:** Bitte!

Interview mit Christoph nach dem Projekt

- 1 I: Okay. Ja gut, dass wir's mal geschafft haben.
- 2 **Christoph (C):** Ja.
- 3 I: Ähm, also im Grunde genommen geht's mehr oder weniger um die selben Sachen wie bei den
- 4 ersten beiden Interviews, weil wir eben die Entwicklung während dem Projekt beobachten wollen.
- 5 Also wundere dich nicht, wenn du gewisse Fragen zum dritten Mal hörst! (lacht)
- 6 C: Okay, ja das passt gut. (lacht)
- 7 I: Okay, dann fangen wir gleich an, also: Im Fragebogen und auch im Rahmen des Projekts hast du ja
- 8 oft das Wort „Naturwissenschaften“ gehört. Und jetzt eben nach dem Projekt: Was ist für dich der
- 9 Begriff „Naturwissenschaften“? Was verstehst du darunter?
- 10 C: Ähm. Unter „Naturwissenschaften“ versteh ich, dass man sich – wie das Wort schon sagt – in der
- 11 Natur aufhält.
- 12 I: Mhm.
- 13 C: Und dass man halt darüber Experimente macht und mehr über die Natur herausfindet.
- 14 I: Also einfach „Arbeit in der Natur und mit der Natur“?
- 15 C: Ja, genau.
- 16 I: Und magst du Naturwissenschaften?
- 17 C: Ja, also ich hab' das Thema eigentlich davor – es hat mich nicht so wirklich interessiert, aber
- 18 dadurch diese Experimente bin ich dann natürlich dem Thema näher gekommen und jetzt ist es
- 19 natürlich schon – also jetzt sieht man, wie man da arbeitet und jetzt find ich's schon sehr –
- 20 hochinteressant würde ich sagen.
- 21 I: Und davor heißt einfach: vor dem Projekt?
- 22 C: Ja.
- 23 I: Okay. Und jetzt durch das Projekt hast einen Bezug dazu gefunden. Hab ich das richtig
- 24 verstanden?
- 25 C: Ja. Genau richtig.
- 26 I: Cool. Und in der Schule: Was habt ihr da für naturwissenschaftliche Fächer?
- 27 C: Ja: Biologie, Chemie, Physik. Und ja: WPG haben wir jetzt auch noch wählen können und da hab
- 28 ich auch Biologie gewählt.
- 29 I: Okay. Wenn ich jetzt Mathematik sage. Glaubst du, das gehört da dazu oder es gehört nicht dazu
- 30 oder zum Teil? Was glaubst du?
- 31 C: Ich denke zum Teil, weil es ist ja – in der Chemie und in der Physik wird viel Mathe angewendet.
- 32 Also, ich weiß nicht, es könnte schon sein. Wir haben ja auch viel ausgerechnet mit Mikrometer und
- 33 noch kleiner und größer. Also es könnte schon dazu gehören.
- 34 I: Genau. Also es heißt immer: Mathematik ist eine Hilfswissenschaft der Naturwissenschaften. Also
- 35 es ist einfach so: Mathematische Methoden werden einfach im Sinne der Naturwissenschaften
- 36 angewandt. Also es ist quasi ein Werkzeug, dass man in der Naturwissenschaft anwendet.

1 C: Okay.

2 I: Also so kann man das mehr oder weniger zusammenfassen. Welche naturwissenschaftlichen

3 Fächer magst du gern und welche weniger gern?

4 C: Ich bin eigentlich in allen davon sehr interessiert. Und wenn ich das jetzt eines sagen müsste, in

5 dem ich nicht so interessiert bin, dann ist es eigentlich Chemie.

6 I: Und warum magst du Chemie nicht so gerne? Und wo siehst du die Unterschiede zwischen

7 Chemie, Biologie und Physik?

8 C: Ich glaub, dass man in Physik und Biologie eher was lernt, was man später im Leben braucht

9 oder anwenden kann als wie in Chemie, weil Chemie ist doch oft so teils komplizierteres Zeug. Also

10 ich denke nicht, dass ich das in meinem Leben noch einmal brauchen werde und in Physik und

11 Biologie kann man immer etwas lernen, was man später noch brauchen kann. In der Biologie zum

12 Beispiel über Pflanzen oder so und Pflanzen sind ja überall bei uns. Und ich glaube, das ist eher

13 mehr auf die Realität und den Alltag von mir persönlich bezogen.

14 I: Das heißt also: Man hat im Alltag mehr mit der Biologie und mit Physik zu tun als mit der

15 Chemie.

16 C: Ja, genau.

17 I: Und wenn du jetzt Naturwissenschaften mit anderen Themen wie Geisteswissenschaften, wie

18 Philosophie oder Religion oder den Literaturwissenschaften vergleichst: Was siehst du da für

19 Unterschiede?

20 C: Die Unterschiede für mich liegen eigentlich darin, dass bei den Naturwissenschaften – da kann

21 man immer... Also da kann man etwas machen und dadurch lernen. Also du machst was und kannst

22 auch Versuche machen. Und bei Literaturkunde oder bei Geisteswissenschaften da muss man halt

23 immer lernen und das kann man in dem Fall nicht so gut an Versuchen oder so lernen.

24 I: Also einfach, dass man in Naturwissenschaften mehr ausprobieren kann?

25 C: Ja genau. Und da kann man auch Experimente machen, wie wir's gemacht haben und dadurch

26 kommt man einem Thema viel näher und das geht zum Beispiel in Literaturkunde nicht, weil das ist

27 schon fix da und das wird genauso gelernt.

28 I: Bist du gut in Naturwissenschaften?

29 C: Ja, eigentlich schon, ja.

30 I: Ähm. Welchen Beruf möchtest du einmal ausüben?

31 C: Ja, das ist die Frage. Also mich würde eh etwas mit Naturwissenschaften interessieren. Und

32 Geographie wär auch ein Fach, das mich sehr reizen würde.

33 I: Okay. Und was glaubst du – wenn du jetzt einen Beruf in einem dieser Bereiche mal ausübst –

34 welche Eigenschaften du da haben musst, oder was du können musst?

35 C: Also ich denke, dass man in den Naturwissenschaften eigentlich sehr kreativ sein muss, weil

36 sonst kann man keine neuen Sachen herausfinden. Weil was andere Wissenschaftler erforscht haben,

37 das ist ja schon da und du solltest ja eigentlich was Neues herausfinden, wie wir's zum Beispiel auch

1 gemacht haben bei dem Experiment. Und ich finde, man braucht eine gewisse Kreativität, dass man
2 überhaupt auf neue Themen kommt, was man herausfinden kann und machen kann.

3 **I:** Gut, dann noch zum Projekt allgemein. Ja, also als Erstes einmal: Wie hast du das Projekt
4 gefunden? Hat dir das gefallen? Hat dir das weniger gefallen?

5 **C:** Also ich habe das Projekt allgemein super gefunden, weil wir einfach mal gesehen haben, wie das
6 so auf einer Uni abläuft, was da so gemacht wird den ganzen Tag lang. Und was man auch
7 semesterweise für Arbeiten schreiben muss, wie man das schreibt. Und dem ist man einfach ein
8 wenig näher gekommen. Man kann sich jetzt besser was darunter vorstellen, finde ich. Und durch
9 das Experiment hat man auch mal gesehen, wie man arbeitet – auf der Universität oder selbst als
10 Wissenschaftler. Und das hat mir eigentlich schon sehr gut gefallen.

11 **I:** Gibt es irgendetwas, was dir nicht so gefallen hat oder wo du Verbesserungsmöglichkeiten
12 siehst?

13 **C:** Also wenn ich so überlege – nein, eigentlich nicht. Weil wir haben mit unserem Lehrer auch den
14 Lernstoff gelernt, aber wir haben auch immer mit Experimenten und Mikroskopieren und so haben
15 wir auch immer so – das angewendet, was wir auch gelernt haben. Und darum hab ich's auch so gut
16 gefunden, wie es war.

17 **I:** Okay. Und die Zusammenarbeit mit den Leuten von der Uni und mit allen, die dabei waren: Wie
18 hast du die gefunden?

19 **C:** Also ich hab es super gefunden, weil die von der Universität haben uns, sobald wir Fragen gehabt
20 haben, eigentlich immer super alles erklären können. Und das hat eigentlich super gepasst. Und alle
21 sind auch nett gewesen, sogar sehr nett. Und ja – das hat mir sehr gut gefallen.

22 **I:** Und dass Schüler und Schülerinnen jetzt bei so wissenschaftlicher Forschung beteiligt sind. Was
23 haltest davon?

24 **C:** Ich finde das sehr gut, da ich glaube, dass wir Schüler sehr viel von so studierenden Personen und
25 Universitätsprofessoren lernen können, da die ja auch schon viel mehr Ahnung haben wie wir. Aber
26 ich glaub auch, dass die Wissenschaftler und die Universitätsprofessoren auch bei uns etwas lernen
27 können, da wir noch nicht so erfahren sind, da wir Erklärungen brauchen und die uns das dann auch
28 erklären müssen und so. Und dadurch eben auch viel von uns lernen können.

29 **I:** Okay. Und weil du ja grade früher vom Wahlpflichtfach geredet hast: Habts ihr irgendetwas
30 anderes im Wahlpflichtfach gemacht – also etwas, was nicht mit dem Projekt zu tun gehabt hat?

31 **C:** Eigentlich haben wir uns sehr auf das Projekt beschränkt. Da wir auch viele Ausflüge gehabt
32 haben. Zur Universität, nach Praxmar und so. Und da hat uns unser Lehrer sehr gut darauf
33 vorbereitet und man muss auch sagen, dass das eigentlich auch sehr viel Spaß gemacht hat.

34 **I:** Und was habts ihr abgesehen von den Ausflügen in der Schule alles zu dem Thema gemacht im
35 Wahlpflichtfach?

36 **C:** Also man uns zuerst allgemein mal erklärt, was wir mit unserem Experiment herausfinden
37 möchten und wie allgemein ein Baum so funktioniert, weil wir ja noch nicht so integriert in so einen
38 Thema sind wie eben die Wissenschaftler selbst. Und dann haben wir allgemein darüber – hat man

1 uns eben erklärt, was wir machen mit den Bohrungen und so, was das bringt, wie das geht. Und das
2 haben wir natürlich auch dann wieder an den Bäumen selbst ausprobiert, also wieder realitätsnah.
3 Und ja, das war eigentlich super, ja.

4 **I:** Und weil du grad ein paar Methoden angesprochen hast: Was für Methoden wendet ein
5 Naturwissenschaftler an? Oder wie arbeitet der? Wie kommt er zu Erkenntnissen? Was muss er da
6 machen?

7 **C:** Bei unserem Fall jetzt haben wir ja untersucht, ob sich da die Leitelemente verändern und über
8 Transpiration so und alles – wie das Wasser nach oben gelangt, wie das sich in der Höhe (Seehöhe)
9 unterscheidet. Und da muss man zuerst einmal Bohrungen an Bäumen machen. Da bohrt man mal
10 mit einem Bohrer hinein und holt das hinaus. Und dann muss man das in Alkohol einlegen und
11 konservieren. Und dann macht man ganz kleine – schneidet man ganz kleine – wie soll ich sagen –
12 ganz dünne kleine Blätter ab von dem Holz. Und die tut man dann mit dem Mikroskop analysieren
13 und dann sieht man, wie die Leitelemente sich verändern.

14 **I:** Okay. Und jetzt habts ihr eben recht lange an dem Projekt teilgenommen. Weißt du, was das Ziel
15 des Projekts ist, also wofür man das macht?

16 **C:** Für was wir das Projekt gemacht haben, oder wie?

17 **I:** Ja. Wofür ihr das macht und wofür das die Wissenschaftler allgemein machen?

18 **C:** Ja, also die Wissenschaftler machen das im Allgemeinen, denke ich, um neue Erkenntnisse zu
19 erreichen und erlangen. Dass sie mehr Wissen bekommen, obwohl man schon sehr viel weiß. Aber
20 dass sie dann halt sagen können: „Das und das verändert sich.“ Und ich glaube, wir Schüler machen
21 das, dass wir auch einmal wissen, wie so etwas abläuft und dass wir uns darunter mehr vorstellen
22 können. Und dadurch haben wir auch, denk ich mal, mehr Bindung zur Biologie oder zu
23 Naturwissenschaften durch das Experiment wie andere Schüler an der Schule, würde ich jetzt mal
24 sagen.

25 **I:** Gut. Also das Projekt geht jetzt, glaub ich, über zwei oder drei Jahre. Also eben dieses Sparkling-
26 Science-Projekt, wo eben die Wissenschaftler mit den Schulen zusammenarbeiten und halt diese
27 holzanatomischen Forschungen machen. Und glaubst du, dass man nach den zwei oder drei Jahren
28 schon ein endgültiges Resultat hat oder dass man Fortschritte erkennen kann.+

29 **C:** Ja, das glaub ich schon, weil wir haben jetzt doch in dem einen Jahr eigentlich, finde ich
30 persönlich, schon etwas erreicht und da muss ich sagen, wir haben jetzt schon ein Ergebnis, aber ich
31 glaube, dass man da schon noch was weiterbringen kann und da sicher noch anderes Zeug findet,
32 dass da hineinspielt in das, was wir tun und das Ergebnis sich vielleicht nochmal verändert oder
33 anders macht. Und ich denke, dass man in den zwei, drei Jahren, so lange eben das Projekt geht, dass
34 man da schon noch was auf die Beine stellen kann.

35 **I:** Okay. Und glaubst du, dass das dann schon ein endgültiges Resultat ist in zwei Jahren, oder dass
36 da schon noch etwas passieren könnte danach?

37 **C:** Also ich denke, dass da schon noch etwas passieren könnte, durchaus. Aber man hat sicher auch
38 Fortschritte und Ergebnisse, aber da kann sicher noch mehr dazukommen.

1 I: Okay. Achja, genau. Das Praxmar-Wochenende wollte ich noch einmal ansprechen: Was habt ihr
2 da eigentlich genau gemacht?

3 C: Also in Praxmar hat man uns eben – haben wir mit einem Mann eine Führung gehabt. Der hat uns
4 da – also wir sind wandern gegangen sozusagen. Da hat man uns hat, wenn wir Fragen gehabt haben,
5 über alle Pflanzen, Bäume und so Auskunft gegeben und erklärt, was gemacht wird. Dann haben wir
6 einfach allgemein wieder über unser Projekt gesprochen, was die Fortschritte waren. Haben dann
7 auch geredet und Interviews geführt mit den Studenten und mit den Universitätsprofessoren, weil
8 wir ja so einen Artikel verfassen in so einer Jugendnaturwissenschaftszeitung (Anm.: Young
9 Science). Und das haben wir dort eben auch bearbeitet.

10 I: Wie hat dir das Wochenende gefallen?

11 C: Wie bitte?

12 I: Wie hat dir das Wochenende gefallen in Praxmar?

13 C: Also das Wochenende war super. Es war sehr informativ und lehrreich. Und ja, ich war sehr
14 gerne dort.

15 I: Das heißt, du hast dort auch etwas gelernt, was für dich persönlich sinnvoll und interessant war?

16 C: Ja, auf jeden Fall.

17 I: Okay, gut. Also zum Abschluss: In der Naturwissenschaft gibt es ja Theorien. Wie glaubst du,
18 dass solche Theorien aussehen? Oder wie sind die formuliert?

19 C: Also ich glaube, dass in solchen Theorien einfach formuliert wird, was der Wissenschaftler
20 denkt, was dabei herauskommt und was er denkt, dass passiert. Und dann durch Experimente
21 herausfindet, ob das stimmt oder nicht stimmt, ob es irgendwelche anderen Lösungen gibt oder
22 irgendwelche andere Fakten da dagegen sprechen oder dafür sprechen und dass man das dann eben
23 auch herausfindet.

24 I: Und wenn du jetzt in Theorien an Fachbegriffe denkst. Wenn du da mal einen Begriff nicht
25 verstehst: Wie gehst du damit um? Was machst du dann?

26 C: Also wenn ich einen Begriff nicht verstehe, dann frag ich eben einen Lehrer, wenn einer in der
27 Nähe ist oder eben in Praxmar einen Studenten oder einen Professor oder ich erkundige mich im
28 Internet und mach mich darüber schlau.

29 I: Okay. Ja, gut. Das war's dann sogar schon. Dann sage ich danke.

30 C: Ja, kein Problem!

Interview mit Sarah am Beginn des Projekts

- 1 **Interviewer (I):** Okay, dann. Als aller Erstes: Beim Fragenbogen, den du ausgefüllt hast, da war
2 ganz oft das Wort „Naturwissenschaften“ zu lesen.
- 3 **Sarah (S):** Ja.
- 4 **I:** Kannst du mir mal erklären, was du unter dem Begriff „Naturwissenschaften“ verstehst?
- 5 **S:** Ja, „Naturwissenschaften“ ist für mich immer so ... halt eher so Natur und Biologie und immer so
6 in der Natur halt. Wenn ich Natur hör, dann fallen mir halt gleich Bäume und Wälder ein und Tiere
7 halt, ja.
- 8 **I:** Magst du Naturwissenschaften?
- 9 **S:** Ja. Ich hab immer voll gern Bio gehabt.
- 10 **I:** Warum?
- 11 **S:** Weil wir haben voll gute Lehrer gehabt. Wir haben echt total viel gelernt und voll viel gemacht
12 und ... ja war voll gut.
- 13 **I:** Also es hat dir taugt (gefallen)?
- 14 **S:** Ja.
- 15 **I:** Okay. Hast du jetzt in der Schule naturwissenschaftliche Fächer?
- 16 **S:** Wir haben letztes Jahr Bio gehabt, aber jetzt eigentlich nicht mehr so ...
- 17 **I:** Also momentan eher keine naturwissenschaftlichen Fächer?
- 18 **S:** Halt WPG (Wahlpflichtgegenstand) Bio haben wir jetzt.
- 19 **I:** Is das jetzt das am Nachmittag?
- 20 **S:** Ja, genau.
- 21 **I:** Und sonst? Hast du sonst noch irgendwelche naturwissenschaftlichen Fächer gehabt? Also früher
22 in der Schule.
- 23 **S:** Ja, halt Biologie. Und früher in der Hauptschule haben wir extra so einen Technikzweig gehabt
24 und dort haben wir so ... wie heißt das – ich weiß gar nicht mehr ... Biologieseminar hats geheißen
25 und da haben wir total viel Bio gemacht und auch gelernt und so.
- 26 **I:** Und das taugt (gefällt) dir, weil du so gern mit der Natur ...
- 27 **S:** Ja.
- 28 **I:** Worin siehst du den Unterschied zum Beispiel zwischen Biologie und Physik?
- 29 **S:** Physik ist irgendwie so mehr in der Luft ... also die Teilchen und alles. Und Biologie halt mehr
30 menschlich und so...
- 31 **I:** Du hast gesagt, Luft mit Teilchen. Beschreib das nochmal!
- 32 **S:** In Physik eher so Atome und wie die aufgebaut sind. Und Biologie ist eher so ... ja ... wie gut die
33 Luft ist und so halt.
- 34 **I:** Also wenn ich dir jetzt zum Beispiel in die Augen schau, dann einfach lebendiger.
- 35 **S:** Ja (lacht).

1 I: (lacht). Also genauso hast du jetzt dreing'schaut (lacht). ... Okay ... Wie schätzt du dich selbst in
2 den naturwissenschaftlichen Fächern ein?
3 S: Ja, also ... hab jetzt ja nur Bio.
4 I: Ja. Aber was könnte denn sonst noch zu Naturwissenschaften gehören? Du sagst, für dich ist es
5 Biologie.
6 S: Ja, halt so Chemie und Physik.
7 I: Meinst du, das gehört sonst auch dazu, oder nur...
8 S: Nur ganz wenig.
9 I: Warum?
10 S: (lacht) Weil das ist alles um die Welt herum halt, ja. Physik und Chemie ist ja eher so halt wie die
11 Luft aufgebaut ist und so. Und Biologie ist wie halt zum Beispiel die Bäume mit der Photosynthese
12 und das hat ja auch mit der Luft zu tun. Und Bio ist zum Beispiel ... man lernt über Wasser und so,
13 man lernt ja in Physik auch, wie die Wellen entstehen ... durch was und warum.
14 I: Also gehörts schon ein klein wenig zusammen?
15 S: Ja.
16 I: Okay. Und wie schätzt du dich da ein in den naturwissenschaftlichen Fächern?
17 S: Ja, also es interessiert mich alles. Früher in Bio war ich total gut. Jetzt haben wir nicht mehr so
18 viel Bio und eher so einen Lehrer, wo wir nicht so viel gelernt haben und mehr nur so Spaß und so.
19 Aber ja, eigentlich schon gut.
20 I: Wenn ich fragen darf: Sieht man das bei dir im Zeugnis, dass dir das Fach taugt (gefällt), dass du
21 gern magst, dass dichs interessiert?
22 S: Ja.
23 I: Oder wie war das?
24 S: Ja.
25 I: Schon.
26 S: Ja.
27 I: Okay. Was sind, deiner Meinung nach, typische Merkmale für Naturwissenschaften im
28 Unterschied zu Themenbereichen wie Religion oder Philosophie?
29 S: Wie meinst du das?
30 I: Einfach was du denkst, was eine Naturwissenschaft ausmacht und warum man sagt: „Okay das ist
31 jetzt eine Naturwissenschaft.“
32 S: Ja.
33 I: Weil Religion und Philosophie gehören ja eher zu den geisteswissenschaftlichen und
34 philosophischen Fächern.
35 S: Ja weil ... Biologie kann man sehen und angreifen und das andere ist eher so mental und Glaube.
36 I: Mhm. Dann haben wir noch: Welchen Beruf möchtest du gern mal ausüben? Weißt du das schon?
37 S: Hmmm. Noch nicht so wirklich. Aber eher so Ärztin oder sowas.
38 I: Okay, also in die Richtung.

1 S: Ja,

2 I: Was für Eigenschaften, glaubst du, brauchst du für deinen Beruf, beziehungsweise sind dir dort

3 hilfreich?

4 S: Also dass man einmal freundlich ist, und dass man sich halt auskennt im Fachgebiet. Dass man ...

5 ja, dass mans gern tut. Und ... dass man ... halt Blut sehen kann/soll. Und man braucht

6 Ausdauerfähigkeit ... Man sollt halt schon hygienisch und gepflegt sein.

7 I: Was für Eigenschaften helfen dir, dass du dich im Fach gut auskennst?

8 S: Ja, erstmal dass man viel lernt, dass man aufpasst und dass man logisch denken kann und so. Ja.

9 I: Würdest du gern mal Ärztin werden?

10 S: Ja.

11 I: Welche Eigenschaften sollte denn ein Naturwissenschaftler oder eine Naturwissenschaftlerin

12 haben? Oder sind hilfreich eben in dem Beruf als Forscher

13 S: Dass man neugierig ist. Und ... ja viel ... ja auch Erfahrung hat. Das wäre schon gut. Dann. Hm

14 ... ja. Dass man sich halt auch gut auskennt. Und so. Zum Beispiel wie ich mir zu helfen weiß. Wie

15 man herausfindet, was für Geräte man nimmt und wen man fragen kann, falls man nicht weiter weiß.

16 I: Was bedeutet für dich der Begriff „Kreativität“?

17 S: Ja. Dass man viel ... Wenn man jetzt was bastelt, dass man gleich eine Idee hat oder wenn man

18 zum Beispiel einen Vogel sieht oder so, dass man sich dann denkt – irgendwie an ein Vogelhaus.

19 Dass man sich das dann gleich vorstellen kann oder so.

20 I: Jetzt wenn man an einen Beruf denkt zum Beispiel. Wo, denkst du, kann ... oder wer muss oder

21 kann im Beruf kreativer sein? Du als Ärztin oder du als Naturwissenschaftlerin? Oder eine Ärztin

22 oder eine Naturwissenschaftlerin?

23 S: Ja. Ich glaube, eine Ärztin kann schon kreativ sein. Zum Beispiel, wenn man jemanden verbindet

24 oder so, dann kannst du immer neue Methoden finden, wie man die verbindet, wies besser stützt,

25 wies dir hilft. Und als Naturwissenschaftlerin – weiß nicht – kann man schon auch, aber ich weiß

26 noch nicht ganz genau wo.

27 I: Also man könnte vielleicht, aber du weißt nicht genau wie.

28 S: Ja.

29 I: Aber du bist dir sicher, dass du als Ärztin schon kreativ sein kannst?

30 S: Ja.

31 I: Dann hab ich noch Fragen zum Projekt.

32 S: Okay.

33 I: Da schau wir noch mal ganz kurz auf den Fragebogen. Ist das deiner?

34 S: Mhm.

35 I: (lacht) Und zwar. Da gibt's eine Frage: Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze werden eher

36 kompliziert als einfach formuliert.

37 S: (lacht)

38 I: Und da hast du angekreuzt „richtig“. Und jetzt würde mich interessieren, warum du das glaubst.

1 S: Ja. Weils dann irgendwie. Es klingt besser. Weil man als Wissenschaftler ... da kommen immer
2 so Fachwörter. Und die nehmen halt Fachwörter, weil man nicht immer alles erklären muss und
3 dann kommen halt kilometerlange Sätze und so. Und darum glaube ich das.

4 I: Also sie werden kompliziert formuliert durch diese ...

5 S: Spezialwörter, ja.

6 I: Und warum, glaubst du, gibt's überhaupt die ganzen komplizierten Wörter? Oder Fachwörter.

7 S: Ja, dass man sichs leichter merken ... Halt, weil a Wort umschreibst ja meistens ganz viele Dinge.
8 Und dass man nicht immer so zehn Sätze schreiben muss, nimmt man einfach das Wort – für was es
9 steht. Wie zum Beispiel „Photosynthese“ oder so.

10 I: Also im Prinzip: Weils dann einfacher ist.

11 S: Ja.

12 I: Und es wirkt dadurch aber komplizierter?

13 S: (lacht) Ja.

14 I: Okay.

15 S: Also wenn mans jetzt nicht weiß, dann ist es schon kompliziert.

16 I: Stimmt. Wenn man sich nicht damit beschäftigt hat und das einfach nicht kennt.
17 Naturwissenschaftler streben danach, so viele Theorien und Gesetze wie eben möglich aufzustellen.
18 Erzähl einmal warum! Was denkst du?

19 S: Ich weiß nicht, obs jetzt. Das klingt jetzt so nach Quantität. Obs jetzt ganz viel is... Manche sind
20 eher die, was ganz viel machen und manche sind eher die, was ganz wenig machen, aber dafür das
21 ganz genau machen.

22 I: Okay. Oft muss man eben nachfragen. Du hast das auf das ganz viele bezogen?

23 S: Mhm, ja.

24 I: Jetzt kommen wir zu den Fragen zum Projekt. Du hast dich für das Wahlpflichtfach „Biologie“
25 entschieden. Magst du mir erzählen warum?

26 S: Also, eigentlich hab ich mich und zwei andere nicht für das Biologie entschieden, sondern für
27 „Erste-Hilfe-Biologie“.

28 I: Ah, das hätts auch gegeben?

29 S: Aber das ist nicht zustande gekommen, weil wir zu wenige waren und darum haben sie uns jetzt
30 einfach da rein getan. Also hab ich mich nicht wirklich für das entschieden.

31 I: Also du wolltest, ich nehm einmal an, weil du Ärztin werden wolltest.

32 S: Ja.

33 I: Hat dich das halt interessiert.

34 S: Ja, nicht nur. Sondern weil man auch... Das tut man ja auch für den Autoführerschein und so.

35 I: Ah, das bekommt man dann ja angerechnet, oder?

36 S: Ich glaub schon.

37 I: Okay. Dann erübrigt sich die Frage, dass du vor deiner Entscheidung gewusst hast, dass da ein
38 Projekt gemacht wird.

- 1 S: Das hat man ja, glaub ich, nicht gewusst normalerweise.
- 2 I: Na gut. Jetzt weißt du, es wird eines gemacht. Was erwartest du dir von dem Projekt?
- 3 S: Ich erwart ... Ich weiß eigentlich gar nicht genau, um was es geht, halt nur dass wir ein paar
- 4 Bäume erkunden und so. Das. Ich erwart mir, dass ich gleich etwas dazu lerne und dass ich Spaß
- 5 hab.
- 6 I: Und welche Einstellung hast du da so allgemein zu dem Projekt?
- 7 S: Ich find's eigentlich gut, dass wir das machen. Da lernt man neue Leute kennen und so.
- 8 I: Ist dir da vielleicht irgendwas besonders wichtig?
- 9 S: Nein, eigentlich nicht.
- 10 I: Oder verunsichert dich was? Oder stresst dich was?
- 11 S: Hm, nein.
- 12 I: Auch nicht ... Macht ihr auch andere Themen im Wahlpflichtfach? Außer das Projekt.
- 13 S: Ja. Bis jetzt haben wir mikroskopiert und die Pflanzenzelle etwas genauer gelernt.
- 14 I: Okay. Möchtest du außer dem Projekt noch andere Themenbereiche behandeln im
- 15 Wahlpflichtfach?
- 16 S: Ja, eigentlich schon.
- 17 I: Ich weiß jetzt nicht, was auf dem Plan steht. (lacht)
- 18 S: Das hat er uns nicht gesagt. Also das macht er immer eine Stunde davor - sagt er uns, was wir
- 19 machen und dann machen wir das.
- 20 I: Okay. Überraschung.
- 21 S: Ja. (lacht)
- 22 I: Eben im Zuge von so einem „Sparkling-Science-Projekt“ ... Da werden Jugendliche in
- 23 Forschungsprojekte miteinbezogen. Wie findest du denn das?
- 24 S: Bis jetzt find ichs voll gut, weil die Jugendlichen haben ja eine Zukunft und dann wissen die auch
- 25 mehr bescheid, dass man nicht immer herumfährt mit dem Auto und so. Dass man mehr öffentliche
- 26 Verkehrsmittel nutzt und dann wieso und warum das alles so ist.
- 27 I: Und als letzte Frage: Hast du vielleicht Tipps, was zu beachten wäre, wenn man so ein Projekt
- 28 macht?
- 29 S: Ja, dass man, wenn man jetzt so einen Fragebogen ausfüllt, dass man nicht einfach irgendwas
- 30 ankreuzelt, sondern dass man sichs vorher schon genau durchliest und richtig ankreuzt, was man
- 31 denkt. Und dass man ordentlich mitmacht.
- 32 I: Und auch an die durchführenden Wissenschaftler. Hast da noch irgendwelche Tipps, was fein für
- 33 euch wär? Oder für dich?
- 34 S: Hm. Eigentlich nicht.
- 35 I: Okay, super. Vielen Dank!

Interview mit Sarah während des Projekts

1 **Interviewer (I):** Ja, dann möchte ich dich gleich als aller Erstes fragen. Du bist jetzt auch schon des
2 Längeren bei dem Projekt dabei. Was habt denn ihr bis jetzt so alles im Rahmen von diesem Projekt
3 gemacht?

4 **Sarah (S):** Also wir haben eben in Biologie öfter mal mikroskopiert. Und das letzte Mal haben wir
5 die Proben bekommen, die wir ja mal rausgeholt haben – also wir haben ja mal Bäume angebohrt.
6 Wir sind ja mal in den Wald gegangen. Die haben wir eben – zu fünft oder so haben wir die in die
7 Schalen gelegt mit Alkohol. Und dann haben wir sie – an einem anderen Tag haben wir die dann
8 gefärbt und mikroskopiert und Fotos gemacht. Und sonst haben wir. Es ist manchmal ausgefallen.

9 **I:** Okay. Und so. Jetzt heute zum Beispiel. Was habt ihr heute so gemacht? Was fällt dir da noch so
10 ein?

11 **S:** Wir waren ... Zuerst waren wir in einem Raum, haben uns besprochen. Da hat uns – weiß nicht
12 wie er heißt – hat er uns halt das Projekt vorgestellt. Der Chef halt. Ja, der hat uns halt das
13 vorgezeigt. Und uns halt was erklärt über die Bäume und über das mit dem Wasserspeicher und so.
14 Und dann waren wir noch. Was haben wir denn noch gemacht? ... Den Unterschied zwischen einem
15 Laubbaum und einem Nadelbaum. Wies dort aussieht. Und der hat uns das dann erklärt mit dem
16 Widerstand und mit dem Wasser und so.

17 **I:** Das Wort „Koniferen“ hat der Stefan (Leiter des Projekts) ein paar mal genannt. Weißt du, was
18 das ist?

19 **S:** Was?

20 **I:** „Koniferen“ hat er ein paar mal gesagt.

21 **S:** Aso. Nein, weiß ich nicht. (lacht)

22 **I:** Okay. Das sind einfach Nadelbäume. Also der wissenschaftliche Begriff dafür. Warst du
23 eigentlich bei dem Projekttag dabei?

24 **S:** Nein, da war ich krank.

25 **I:** Okay.

26 **S:** Oder einen Wettkampf oder so hab ich gehabt.

27 **I:** (lacht) Okay. Weil da waren recht wenige dabei. Und die Informationen und so habt ihr danach
28 bekommen?

29 **S:** Ja, halt. Man hat uns ... Wir haben Bilder geschaut, was wir halt gemacht haben, Wie sie Bäume
30 angebohrt haben und sie haben halt erzählt, dass sie Bäume angebohrt haben und die Stängel haben
31 wir in dem Projekt gesehen. Die haben wir irgendwann zugeschickt bekommen. Irgendwann später.
32 Das haben wir uns angeschaut, aber mehr eigentlich nicht.

33 **I:** Weißt du, was dann in etwa an dem Tag passiert ist?

34 **S:** Was? Inwiefern?

35 **I:** Also findest du, dass du da genug mitgekriegt hast von dem Projekttag, obwohl du da nicht dabei
36 warst?

1 S: Ja. Halt schon so halb – halb. Also nicht so viel.

2 I: Okay. Gibt es irgendetwas in dem Projekt, was dir besonders gut gefallen hat?

3 S: Ja, ich find's halt cool, dass wir Sachen selbst machen können und dass man's uns zeigt und so, ja.

4 I: Und irgendetwas, was dir weniger gefallen hat?

5 S: Ja, es ist halt ein bisschen blöd, wenn man's halt am Wochenende macht, weil voll viele immer

6 Training und Wettkämpfe haben und das fällt dann immer aus. Aber sonst ... passt's schon. Jetzt ist

7 es aber eh schon besser, weil's unter der Schule (unterm Schuljahr) ist. Und ja.

8 **Interviewer 2 (I2):** War immer am Samstag, glaub ich. Oder?

9 S: Ja, aber da haben halt ... Die meisten haben immer Training oder Match gehabt und das war dann

10 halt genau in der Zeit. Das war halt voll blöd.

11 I: Aso, okay. (lacht) Dann. Wir sind jetzt ja, oder ihr seid jetzt ja naturwissenschaftlich tätig. Wenn

12 du jetzt an Naturwissenschaften denkst, was verstehst denn du darunter? Oder was.

13 S: Nicht schon wieder (lacht). Ja, also wenn ich an Naturwissenschaften denk, hör ich halt „Natur“

14 und die Wissenschaft über die Natur halt. Also dass man in die Natur geht und dort was herausfindet

15 oder so. Pflanzen, Bäume, Tiere. Aber Natur ist eher halt Bäume, find ich. So Pflanzen.

16 I: Und gefällt dir das, also so naturwissenschaftlich zu arbeiten?

17 S: Ja.

18 I2: Und warum?

19 S: Warum? Ich weiß nicht. Ich ... ich find das interessant. (lacht)

20 I: (lacht) Ist ja ein guter Grund. Und habt ihr in der Schule auch naturwissenschaftlichen Unterricht?

21 Und in welchen Fächern habt ihr naturwissenschaftlichen Unterricht?

22 S: Ja. Chemie ist schon eine Naturwissenschaft, oder? (lacht) Ja, Physik, Chemie haben wir halt.

23 Biologie. Und jetzt halt WPG Biologie haben wir. Das haben wir ja selbst wählen können. Und sonst

24 eigentlich nicht so wirklich.

25 I: Okay. Und wenn du das jetzt so vergleichst: Biologie und Physik. Findest du, dass das ähnlich ist?

26 Oder gibt's da Unterschiede? Oder welche Unterschiede gibt's da?

27 S: Ja. Biologie ist halt mehr so um die Pflanzen, um das Lebendige und Physik ist eher so das

28 Drumherum. Und – weiß nicht – Biologie ist halt offensichtlicher. Das sieht man halt. Das kann man

29 angreifen. Und Physik ist nur so um das herum. Halt so irgendwie ...

30 I: Und wenn du jetzt so an andere Wissenschaften denkst, also die nicht Naturwissenschaften sind.

31 Was sind da jetzt die Unterschiede zur Naturwissenschaft?

32 S: Was jetzt zum Beispiel?

33 I: Zum Beispiel Religion oder Philosophie.

34 S: Aso, ja. Das ist halt – weiß nicht – Religion hat man uns in der Hauptschule schon immer ... Wir

35 haben so eine Religionslehrerin gehabt, die hat uns halt immer gesagt: Ja ... sie glaubt selber nicht an

36 Gott und so. Und das hat dich dann halt voll beeinflusst (lacht). Und keine Ahnung. Es ist halt eher

37 so Einbildung, wenn ich das so sagen darf. Und halt das kann man sich ja einfach so vorstellen. Das

38 kann man dahinphantasieren und das (Naturwissenschaften) ist halt wirklich so.

1 **I:** Ja.
2 **S:** Das kann man ja beweisen und so. Du kannst nicht beweisen, obs einen Gott gibt.
3 **I:** Wenn du jetzt so an einen typischen Naturwissenschaftler denkst. Was wird denn ... Oder was
4 zeichnet den so aus? Was sollte denn der am besten können? Oder welche Eigenschaften sollte der
5 haben?
6 **S:** Hm. Der sollte sich ... Ja halt gut auskennen in dem Gebiet. Er sollte gut erklären können. Er
7 sollte freundlich sein, dass er es freundlich herüberbringt. Er sollte halt wissensbegierig sein, dass er
8 immer Neues lernen will und ... ja.
9 **I:** Fällt dir vielleicht noch etwas dazu ein, wie so Naturwissenschaftler allgemein arbeiten?
10 **S:** Ja, ich denk, dass sie viel in der Natur arbeiten, aber auch drinnen. Dass halt immer raus gehen,
11 Proben holen oder so und dann wieder reingehen. Das wieder testen. Und auch woanders hinfahren
12 zum Vergleichen, wie es dort ist.
13 **I:** Mhm. Okay. Mein Schummelzettel (lacht). Also den Zettel hab ich nur zum Nachschauen, damit
14 ich nix vergess. Ich glaub, das war's soweit, denk ich, eh. Oder fällt dir noch was ein?
15 **I2:** Nein.
16 **I:** Auch nicht. Gut, dann sag ich: „Danke“!
17 **S:** Bitte (lacht).

Interview mit Sarah nach dem Projekt

1 I: Gleich einmal zu Beginn eine Frage, die du schon öfter gehört hast: Also ihr habt jetzt ja ein
2 naturwissenschaftliches Projekt gemacht und ich frage dich jetzt noch einmal, was du jetzt unter
3 „Naturwissenschaften“ verstehst.

4 Sarah (S): Also Naturwissenschaft ist halt die Wissenschaft von der Natur. Halt über Bäume,
5 Pflanzen, Tiere und so. Ja, halt über die Natur generell. Und Naturwissenschaften sind ja auch
6 Physik und Chemie und so. Das gehört da ja alles dazu. Ja.

7 I: Und magst du die grundsätzlich, die Naturwissenschaften?

8 S: Ja, mag ich.

9 I: Und in der Schule habt ihr eben die Fächer – hast du gerade gesagt – Chemie und Physik.

10 S: Ja, Chemie, Physik, Bio. Aber dieses Jahr eben nicht Bio. Halt nur WPG Bio.

11 I: Aja, genau.

12 S: Und, ja.

13 I: Jetzt frage ich dich einmal ganz fies: Wenn ich jetzt Mathematik sage. Was fällt dir dazu ein im
14 Zusammenhang mit Naturwissenschaften? Hat das irgendetwas miteinander zu tun?

15 S: Ja, schon irgendwie. Weil es gibt ja ganz viele Formeln in Chemie und Physik und das ist ja auch
16 Mathe. Und Mathe gibt es ja auch immer so fächerübergreifende Sachen zur Chemie und zur Physik
17 und so.

18 I: Genau. Also die Mathematik wird als Hilfswissenschaft der Naturwissenschaften bezeichnet.
19 Sprich sie dient auch dazu, um gewisse Sachen in der Naturwissenschaft zu erklären und zu
20 beschreiben. Ja, dann frag ich dich als nächstes: Biologie, Physik, Chemie – wo siehst du da die
21 Unterschiede?

22 S: Also. Biologie ist eher so direkt, also über die Pflanzen und so. Dann Physik ist – glaub ich – ist
23 halt das mit der Umwelt. Also halt so, was in der Luft ist. Halt die ganzen Formeln und so. Das
24 gehört ja alles zusammen. Zum Beispiel Physik ist ja – nein das ist Bio ... Bio halt. Wenn man's mit
25 der Photosynthese vergleicht, dann ist ja Photosynthese eigentlich Bio, aber da gibt es ja die ganzen
26 Formeln und das ist dann ja auch wieder Physik. Weil das wandelst du dann ja um und dann ist es ja
27 wieder Chemie, weil es werden ja auch andere Stoffe.

28 I: Genau. Das heißt, es spielt alles ein bisschen zusammen?

29 S: Ja, genau.

30 I: Okay. Was wollt ich noch fragen. Achja. Wie schätzt du dich selbst in den
31 naturwissenschaftlichen Fächern ein – so in der Schule?

32 S: Also sagen wir mal so: eigentlich eher gut. Halt früher in Bio war ich voll gut, aber es liegt auch
33 immer an dem Lehrer. Früher in der Hauptschule haben wir megagute Lehrer gehabt und haben voll
34 viel gelernt. Und dieses Jahr haben wir halt Lehrer in Chemie, wo es halt nicht so – wo sie alles nur
35 so durchdrücken, so ohne – also es macht nicht mehr so viel Spaß, sag ich jetzt mal. Dann lern ich
36 auch weniger und passe weniger auf. (lacht)

1 I: (lacht) Okay.
2 S: Aber alles in allem schon eher gut.
3 I: Das heißt: gut, aber es hängt immer ein bisschen vom Unterricht ab.
4 S: Ja, genau.
5 I: Okay. Und die Noten sind dann dementsprechend?
6 S: Ja.
7 I: Also ihr habt ja jetzt im Rahmen des Projekts mit Naturwissenschaftlern zusammengearbeitet
8 beziehungsweise selbst naturwissenschaftlich gearbeitet. Wie – also durch das was du gesehen hast,
9 was du erfahren hast oder was du selbst einfach denkst – wie arbeitet denn ein Naturwissenschaftler
10 oder was macht der?
11 S: Der arbeitet mal sauber und er ist interessiert an dem, was er macht. Dann macht er es gern, also
12 macht er es auch gut und genau. Und wenn er was nicht weiß, dann fragt er die anderen und die
13 helfen ihm dann.
14 I: Okay. Und welche Methoden wendet der so an?
15 S: Also ich glaub jetzt einmal Fachbücher und vielleicht schaut er mal ins Internet, aber vielleicht
16 auch eher nicht so. Oder er fragt andere um Hilfe, die woanders studieren. Ja ...
17 I: Ja. Das heißt, er liest viel Fachliteratur, liest sich ein und so weiter.
18 S: Ja.
19 I: Und macht dann was damit.
20 S: Genau. Und er nimmt auch Geräte.
21 I: Geräte?
22 S: Also zum Untersuchen mein ich jetzt.
23 I: Ah, so meinst du das. Ich muss selbst mal kurz nachschauen, was ich dich noch fragen wollte.
24 (lacht)
25 S: (lacht)
26 I: Jetzt haben wir grade über die Unterschiede zwischen den einzelnen Naturwissenschaften geredet.
27 Und was sind denn jetzt die Unterschiede von Naturwissenschaften zu Philosophie, Religion oder
28 geisteswissenschaftlichen Fächern?
29 S: Ja, die Unterschiede. Also, das ist halt so. Das sieht man halt, das kann man beweisen und so.
30 Und Religion kann man nicht beweisen. Das ist halt eher mehr so der Glaube. Und das ist dann das,
31 was man denkt und das andere ist halt wirklich da und das kann man auch beweisen und das sieht
32 man auch.
33 I: Das heißt einfach, dass es realer ist?
34 S: Ja, genau.
35 I: Und das es halt fix ist und ...
36 S: Eben nicht so ausgedacht.

1 I: Okay. Ihr habt ja viel von naturwissenschaftlichen Theorien gehört auch in dem Fragebogen, den
2 ihr am Anfang gemacht habt. Also was ist denn für dich jetzt eine natruwissenschaftliche Theorie?
3 Oder wie schaut die aus?

4 S: Ja, also. Man braucht etwas, was man aufgestellt hat – so eine Art Frage. Halt über
5 Naturwissenschaft. Dass man halt etwas aufgestellt hat, eben eine Theorie. Und da schaut man dann,
6 ob das echt so stimmt. Also man stellt zuerst mal eine Theorie auf und dann muss man die auch erst
7 mal bezeugen, dass das echt so ist und halt Versuche durchführen und zeigen, dass das auch wirklich
8 so ist.

9 I: Okay. Also zuerst eine Theorie und dann Versuche, damit man die auch beweisen kann?

10 S: Ja, genau.

11 I: Also ist das mehr so eine Vermutung?

12 S: Ja, aber es sollte halt auch nicht einfach irgendwas sein. Man sollte schon auf die Theorie
13 gekommen sein. Also dass es auch Sinn macht, nicht dass man einfach irgendwas sagt so. Mir fällt
14 grad kein Beispiel ein.

15 I: Also es ist nicht etwas, was sich jemand einfach ausgedacht hat, sondern da gibt es schon einen
16 Grund dafür, warum es die Theorie gibt.

17 S: Ja, genau.

18 I: Und wie würde man die jetzt formulieren? Also auf welche Weise – würde man die kompliziert
19 formulieren oder eher einfach?

20 S: Am geschicktesten wäre eher einfach, weil dann versteht es jeder. Weil wenn man das nicht
21 versteht, ist es ja auch blöd.

22 I: Okay. Und einfach heißt für dich dann?

23 S: Ja, halt einfach – jetzt nicht so die extremen wissenschaftlichen Ausdrücke. Das man es so normal
24 formuliert. Wenn jetzt zum Beispiel – für Gänseblümchen gibt es ja jetzt auch ein anderes Wort.
25 Dass man da dann Gänseblümchen anschreibt und nicht das Schwierige.

26 I: Dass man also eher die Begriffe verwendet, die für mehr Leute verständlich sind?

27 S: Genau.

28 I: Und wenn du jetzt einen Fachbegriff hast, den du nicht verstehst. Was machst du da? Schaust du
29 da nach?

30 S: Google oder ein Buch, wenn ich eines daheim hab. Aber Google geht normal schneller.

31 I: Okay, aber es ist – interessiert es dich grundsätzlich also schon?

32 S: Ja, also googeln tu ich fix zum Schauen, was es ist. Und sonst: oft frage ich meinen Papa und der
33 schaut für mich nach.

34 I: Aber es interessiert dich im Grunde genommen schon, was die Begriffe heißen?

35 S: Ja.

36 I: Welchen Beruf möchtest du mal ausüben? Ich glaube, du hast mal gesagt, du willst Ärztin werden,
37 oder?

38 S: Ja, jetzt nicht mehr.

1 I: Nicht mehr.

2 S: Ich hab es mir jetzt anders überlegt. Also ich hab mich jetzt so entschieden, weil man da erstens
3 so gute Noten braucht und du kannst dann halt wirklich nur Ärztin werden und nichts anderes. Und
4 wenn dir dann im Studium mal auffällt, das gefällt dir nicht, dann ist auch blöd. Und jetzt würde ich
5 gerne etwas wirtschaftliches machen, wo ich danach auch mehr Sachen hab – und viele
6 Möglichkeiten hab, was ich machen kann. Das ist besser.

7 I: Okay. Also was in Richtung Wirtschaft.

8 S: Ja, so etwas.

9 I: Ich wollte dich jetzt eigentlich fragen, welche Eigenschaften du für den Beruf brauchst, aber
10 nachdem das jetzt weniger naturwissenschaftlich geworden ist ... Aber dann frage ich dich einfach,
11 welche Eigenschaften man so als Naturwissenschaftler oder eben auch als Ärztin haben kann, weil
12 du hast dir ja scheinbar in letzter Zeit Gedanken darüber gemacht und dir das anders überlegt.
13 Deshalb kann ich dich das ja trotzdem fragen.

14 S: Also Genauigkeit. Man sollte halt Ausdauervermögen – man sollte halt lange arbeiten können am
15 Stück, wenn man zum Beispiel Chirurg ist oder so. Weil wenn einen Fehler machst, kann es ja
16 Leben kosten. Dann. Man sollte fleißig sein, man sollte gut zuhören können und auch erklären und –
17 man sollte nicht gerade so zittrig sein. Hm, was gibt es noch so.

18 I: Du kannst sagen, was dir so einfällt. Es gibt, wie gesagt, keine falschen Antworten. Es gibt nur
19 hilfreiche Antworten für mich.

20 S: Man sollte auch freundlich sein und nett, dass man mit den Patienten reden kann. Man sollte auch
21 Spaß am Beruf haben. Weil wenn du gleich mit schlechter Laune reinkommst, dann ist das auch
22 blöd. Ja, das war's, glaub ich. Mehr fällt mir nicht ein.

23 I: Würdest du sagen, dass man als Naturwissenschaftler kreativ sein muss/sollte/darf?

24 S: Ja, also ein bisschen ist sicher nicht schlecht.

25 I: Okay. Inwiefern? Hast du da eine Idee?

26 S: Zum Theorien aufstellen muss man schon ein wenig – halt, ja. Ich glaub schon, ein klein wenig,
27 nicht viel. In anderen Bereichen mehr.

28 I: Und wenn du jetzt einen wirtschaftlichen Beruf machst, musst du da mehr kreativ sein, oder was
29 glaubst du?

30 S: Ja. Vielleicht ein wenig mehr. Wenn man jetzt im Marketing ist oder Feste organisiert, da muss
31 man schon ein bisschen mehr kreativ sein und mehr Ideen haben als ein Wissenschaftler.

32 I: Also du findest, für die Organisation und für Vermarktung brauchst mehr Einfallsreichtum?

33 S: Ja, genau. Hätte ich schon gesagt.

34 I: So, jetzt hab ich noch ein paar Fragen zum Projekt. Ganz am Anfang einfach einmal: Wie war für
35 dich das Projekt?

36 S: Es war schon gut. Am Anfang hab ich mir gedacht: „Bäume bohren und so – das ist nicht so
37 meines.“ Weil eigentlich hab ich mich ja für etwas anderes angemeldet – für Erste-Hilfe-Biologie.

1 Aber dann hab ich mir gedacht: „Schauen wir mal!“ So schlecht hab ichs dann nicht gefunden. Wir
2 haben sicher was Neues dazugelernt und es hat auch Spaß gemacht, mal was Neues zu lernen. Ja.
3 I: Und welche neuen Erfahrungen hast du da so gemacht? Oder allgemein Erfahrungen.
4 S: Also das mit der Embolie und dass das bei Menschen auch so ist. Hm, was haben wir denn noch
5 gemacht? Dann wie man das aufschneidet. Wie heißt das jetzt? Wo wir so gebohrt haben,
6 aufgeschnitten und dann so Bilder gemacht haben von dem Ding. Halt mit dem Gerät, wo man so
7 herumgefahren ist. Das was voll teuer ist – das Gerät. Wo man so drüberfährt und so...
8 I: Meinst du das Elektronenmikroskop?
9 S: Ja, das auch. Aber es war so ein Ding, so eine Art Schere, die voll voll.
10 I: Das, das ganz klein schneidet, oder?
11 S: Ja, genau das.
12 I: Das Mikrotom war das, glaub ich.
13 S: Ich glaube, ja. Aber das haben wir auf jeden Fall gelernt. Und wie man das halt ausschneidet. Und
14 dass man das färben muss, um ein Foto zu machen. Das war voll lustig, ja.
15 I: Das heißt, du hast verschiedene Methoden gelernt, wie man in der Naturwissenschaft arbeitet und
16 es hat dir eigentlich auch Spaß gemacht.
17 S: Ja, genau.
18 I: Was hat dir so besonders gut gefallen?
19 S: Hm, besonders gut.
20 I: Oder hat dir was besonders gut gefallen?
21 S: Ja, eben wo wir in Innsbruck waren. Das war sehr gut. Und da haben wir eben viele neue Pflanzen
22 kennengelernt und dann – das war auch lustig mit allen wieder. Und da haben wir auch viel Neues
23 gelernt, auch weil wir alles anschauen haben dürfen – die ganze Universität. Das war gut.
24 I: Und irgendetwas, was dir vielleicht weniger gefallen hat oder was dich vielleicht verunsichert hat?
25 S: Nein, nichts eigentlich.
26 I: Okay. Was habt ihr sonst so im Wahlpflichtfach gemacht?
27 S: Ja, das mal aufgeschnitten haben wir ein paar Stunden lang und jetzt die letzten paar Stunden
28 waren nicht alle da und da haben ich und noch zwei andere eben Referate vorbereitet über Embolien,
29 Urwaldschutz und sonst noch ein paar Sachen. Das war irgendein Ding von dem einen Professor von
30 euch – der mit der Brille.
31 I: Der Stefan Mair.
32 S: Ja, genau. Von dem haben wir eben so Texte bekommen, die er einmal geschrieben hat und über
33 die haben wir Referate machen müssen.
34 I: Also schon immer mit Bezug zum Projekt mehr oder weniger, oder?
35 S: Ja, mehr oder weniger.
36 I: Oder in eine andere Richtung?
37 S: Nein, eigentlich schon eher. Halt eben über Bäume.
38 I: Das heißt, ihr habt das eigentlich nochmal vertieft?

1 S: Ja, genau.

2 I: Und andere Themen, was gar nicht mit dem Projekt zu tun gehabt hat. Habt ihr da etwas gemacht?

3 S: Ja, das letzte Mal waren wir halt in der Wiese und haben Blumen bestimmt mit so einem Buch.

4 Hm, was haben wir sonst noch so gemacht? Ja. Geredet, aber ich weiß nicht mehr über was. (lacht)

5 I: (lacht) Okay. Ja, also und allgemein die Zusammenarbeit mit den Wissenschaftler im Rahmen des

6 Projektes. Dass man das macht, findest du das gut?

7 S: Ja, auch voll gut.

8 I: Jetzt so allgemein zum Projekt. Du hast gesagt, du hast einiges gelernt. Was hast denn da so alles

9 gelernt?

10 S: Ja. Ähm, was habe ich gelernt. Also erstens mal das mit der Embolie. Und dass es eben beim

11 Mensch auch so sein kann. Und dass man so Bäume überhaupt anbohrt und wie man das macht.

12 Dass man so Fotos macht und wie man die Fotos macht von den Pflanzen da mit dem Kameraring.

13 Dann. Das war's soweit eh schon. Also mehr fällt mir zumindest gerade nicht ein.

14 I: Das heißt, das mit der Embolie, das war speziell interessant und das hast dir besonders gemerkt.

15 Kannst du mir vielleicht kurz erklären, was das genau ist?

16 S: Ja, also. Embolien sind einfach so Wasserteile, die – da gibt es ja eben das System, wo immer

17 Wasser transportiert wird. Und wenn da Wasser in die Adern hineinkommt, dann verstopft es das

18 und dann kann der Baum sterben, wenn es blöd kommt. Die Wasserleitfähigkeit stoppt das halt, das

19 ist dann nicht so gut. Und ... Ja, ich kann es nicht so genau erklären.

20 I: Nein, es ist ja auch kein Test. Ich wollte nur mal kurz nachfragen.

21 S: Ja, ich weiß noch, dass das beim Menschen auch ein wenig ähnlich ist, wenn da in unsere

22 Blutbahn – die Blutbahn ist ja bei ihnen eigentlich das mit dem Wasser und die ganzen Dinger. Und

23 die versorgen ja die – halt die gehen ja von den Wurzeln zum Stamm und hinauf in die Blätter und

24 versorgen die Blätter, dass die Blätter dann Photosynthese betreiben können. Und das ist ja so wie

25 beim Mensch. Weil wenn beim Mensch da Wasser hineinkommt und das dann ins Herz kommen

26 kann, dann kann man sterben oder irgendwie so. Und das ist beim Baum halt so ähnlich.

27 I: Das heißt, du hast gemerkt, dass es da immer wieder Parallelen zwischen den Lebewesen gibt?

28 S: Ja, genau.

29 I: Ja, also das war ein Forschungsprojekt, das ihr gemeinsam mit Wissenschaftlern von der Uni

30 Innsbruck und teilweise von der Uni Wien gemacht habt. Was war denn das Ziel dieses

31 Forschungsprojekts? Hat man euch das mal gesagt? Kannst du dich daran vielleicht noch erinnern?

32 S: Nein, eigentlich nicht. Dass wir was lernen. (lacht)

33 I: Und was die Wissenschaftler genau erforschen wollten.

34 S: Puh, ja irgendwas mit Bäumen.

35 I: Also es ist in die Richtung gegangen, dass man die Holzanatomie, also wie Bäume aufgebaut sind,

36 einfach vergleicht, sprich verschiedenen Arten, die man gehabt hat und eben verschiedenen

37 Höhengradienten, also ob das jetzt anders ist, ob du jetzt im Tal bist oder am Berg bist an der alpinen

38 Waldgrenze. Da wollte man eben schauen, ob es da Unterschiede gibt.

- 1 S: Okay.
- 2 I: Hast das schon mal gehört, oder ist dir das ganz neu?
- 3 S: Ja, also das mit der Höhe schon. Zumindest sowas in der Art hätte ich mir schon gedacht.
- 4 I: Ich hab mich ja auch ein bisschen einlesen müssen, weil ich ja auch nicht so oft dabei war. Aber
- 5 ja. Wenn man jetzt eine Forschungsfrage hat und die möchte man beantworten. Und dieses
- 6 Sparkling-Science-Projekt geht jetzt über zwei oder drei Jahre. Glaubst du, dass man danach schon
- 7 Erkenntnisse hat oder wirklich was Fixes weiß?
- 8 S: Also ich glaube schon, oder? Wenn man so lange forscht, hat man dann sicher schon was
- 9 herausgefunden. Halt fix muss es dann noch nicht sein, aber schon dass man etwas hat.
- 10 I: Und ist die Forschungsfrage vom Anfang beantwortet? Zum Teil, ganz, gar nicht?
- 11 S: Also ich glaube schon zum Teil schon.
- 12 I: Aber es gibt noch Sachen, die noch ...
- 13 S: Ja, wo man noch was herausfinden kann.
- 14 I: Ja, dann war's das eigentlich, wenn ich nichts Wichtiges vergessen hab. Dann sag ich danke. Wie
- 15 gesagt, das bleibt nach wie vor anonym. Und nochmal danke, dass du mir und uns dabei hilfst.

Interview mit dem Lehrer der Wahlpflichtklasse nach dem Projekt

1 **Interviewer (I):** Also du bist der leitende Lehrer der Wahlpflichtfachgruppe mit der ihr das Projekt
2 gemacht habt, mit dem Woody. Und ja. Als erstes frag ich dich einfach mal, wie du das einschätzt, wie
3 das Projekt allgemein gelaufen ist.

4 **Lehrer (L):** Ja, allgemein. Also es war das erste Jahr. Das hat naturgemäß gewisse Schwierigkeiten mit
5 sich gebracht, bis das Ganze läuft, bis die – bis sowohl ich als auch die Schüler den Umgang mit den
6 Geräten können und mit der Bildbearbeitungssoftware und so weiter. Das Schwierigste war sicherlich
7 das Mikroskopieren für die Schüler, weil sie es noch nicht gekannt haben und auch schwierig war von
8 unserer Seite die Organisation, weil schlussendlich natürlich nur eine Mikroskopkamera da war. Das
9 heißt ein Mikroskop mit dem die Schüler dann tatsächlich ihre Bilder aufnehmen konnten und dadurch
10 war es ein bisschen schwierig, den Unterricht dann eben am Laufen zu halten, weil immer nur eine
11 Person konnte tatsächlich Fotos machen und durch das sind natürlich Wartezeiten entstanden. Das war
12 eine gewisse Herausforderung, dass da nicht die Langeweile überhand nimmt bei den Schülern und der
13 Unterricht in Chaos versinkt. Ähm, das war eine Schwierigkeit. Mein Eindruck ist, dass es für die
14 Schüler auf jeden Fall spannend war, einmal mit der Uni zu arbeiten und Wissenschaftler kennen zu
15 lernen. Höhepunkte war sicherlich die Exkursionen nach Innsbruck und Praxmar beziehungsweise auch
16 der Feldtag natürlich im Klostertal, wo wir die Proben entnommen haben von den Bäumen. Ja, also ich
17 hab sehr viel gelernt. Für mich war es natürlich als Lehrer auch eine ganz neue Herausforderung nach
18 vielen Jahren wieder einmal Wissenschaftsluft zu schnuppern. Eine wichtige Erkenntnis ist auch als
19 Lehrer alleine die Tatsache, dass man mit Wissenschaftler arbeitet und die Tatsache, dass man richtige
20 Wissenschaft macht ist noch nicht – führt noch nicht automatisch zu Begeisterung bei allen Schülern, ja.
21 Das hätte ich anders erwartet

22 **I:** Das heißt, es ist trotzdem immer eine gewisse Skepsis da?

23 **L:** Naja. Nein, es sind halt Schüler. Man erreicht einfach nicht alleine durch die Tatsache, dass das jetzt
24 etwas besonderes ist und eine einmalige Möglichkeit für viele – das alleine ist jetzt noch nicht ein
25 Garant dafür, dass jetzt alle zu 100 Prozent motiviert sind. Was ich natürlich mit einer gewissen
26 Blauäugigkeit – davon bin ich irgendwie ausgegangen, weil es für mich natürlich in höchstem Maße
27 motivierend war als Lehrperson. Ja.

28 **I:** Und deine allgemeine Zufriedenheit – also warst du damit zufrieden? Als erstes so allgemein mit der
29 Zusammenarbeit.

30 **L:** Zusammenarbeit mit der Uni?

31 **I:** Ja, mit der Uni.

32 **L:** Die Zusammenarbeit mit der Uni war wunderbar. Es war sehr professionell und es war eigentlich
33 jeder Zeit eine Hilfe da, wenn ich die gebraucht habe. Ja, war wunderbar alles. Da gibt es gar nichts.
34 Und es war auf jeden Fall für mich bereichernd und es war auch, denke ich – also ich habe ja ein paar
35 von den Unileuten schon gekannt, aber es war für die Schüler einfach toll anzusehen, dass das auch
36 ganz normale Menschen sind und nur eine Ebene höher sind von ihrem Wissen her. (lacht)

1 I: (lacht). Und die Schülerzufriedenheit. Was glaubst du da?

2 L: Also ich glaube, dass die Schüler mit vielen einzelnen Lichtblicken sehr zufrieden waren. Ich
3 glaube/ich vermute, dass in Summe die lange Beschäftigung mit nur einem Thema im Großen und
4 Ganzen, dass das für die Schüler teilweise sehr anstrengend war und dass sie einfach, auch wenn es nur
5 wöchentlich war und dadurch doch ein Abstand da war, aber denke, dass doch so ein Jahr lang nur ein
6 Thema behandeln und so diese harte Knochenarbeit „Wissenschaft“ zu machen, dass das für Schüler oft
7 schon ein bisschen zu viel war. Also ich würde das eher kürzen in Zukunft. Also das ist mein Eindruck.

8 I: Was würdest du sonst ändern außer dem Kürzen? Oder würdest du irgendwas ändern?

9 L: Hm, was würde ich ändern. ... Was ich ändern würde – also etwas was es für Schüler jetzt nicht
10 primär interessanter macht, aber vielleicht wertvoller. Ich glaube, dass zu Beginn des Projekts vielleicht
11 etwas mehr Theorie notwendig ist. Wir haben uns eigentlich ziemlich gleich einmal in die Praxis
12 gestürzt mit Feldtag und Probeentnahme und Mikroskopieren, Bildbearbeitung und so weiter. Ich
13 denke, dass den Schülern teilweise das Hintergrundwissen gefehlt hat, was eigentlich so gemacht
14 werden soll. Ja, das glaube ich, dass das ein bisschen notwendig wäre zuerst. Also ein bisschen Theorie
15 pauken und dann erst die Praxis.

16 I: Also dass man einfach zuerst ein Fundament aufbaut, auf dem man dann eben arbeiten kann.

17 L: Genau.

18 I: Davon abgesehen glaubst du, dass die Inhalte und Zusammenhänge im Großen und Ganzen
19 verstanden worden sind von der Klasse oder von der Gruppe?

20 L: Inhalte ja, Zusammenhänge bedingt. Einfach auch aus dem Grund vielleicht auch, weil es den
21 Schülern zu wenig klar geworden ist – es war ja doch Grundlagenforschung, die wir hier gemacht haben
22 – was Grundlagenforschung eigentlich bringt, außer halt einfach ein bisschen mehr über Bäume zu
23 wissen. Also ich denke, diese Zusammenhänge fehlen ihnen. Ich denke aber, dass sie in Summe etwas
24 mehr über Struktur und Funktion von Holz und damit auch von Bäumen wissen. Das denke ich schon.
25 Also mehr wie davor.

26 I: Okay. Und den wissenschaftlichen Zusammenhang – das haben wir mit Suzanne auch besprochen –
27 der ist einfach noch ein bisschen schwierig. Warum man das eigentlich macht.

28 L: Genau. Wenn es einfach so lange Forschung ist und man dann kein unmittelbares Ergebnis
29 herauskommt, was sich vielleicht auch finanziell niederschlägt oder so. Was die Schüler, denke ich,
30 aber doch auch gelernt haben, ist wie Wissenschaft funktioniert und dass Wissenschaft auch eine harte
31 Arbeit ist, wenn man sehr hartnäckig bei etwas bleiben muss, das nicht immer nur aufregend ist und
32 Spaß macht und ständig Abwechslung bietet. Ich denke, diese Erfahrung haben sie auf jeden Fall
33 gemacht. Weil auch sehr viele Routinearbeiten dabei waren einfach.

34 I: Ja. Also dass sie was gelernt haben, das haben wir gerade besprochen. Oder möchtest du dazu noch
35 etwas sagen?

36 L: Also was wichtig war, denke ich, ist beim Abschlusswochenende in Praxmar diesen Artikel
37 gemeinsam zu verfassen. Das, denke ich, war für den Lernerfolg – hätte ich jetzt den Eindruck – ganz
38 entscheidend, weil es noch einmal das, was in diesem Jahr passiert ist, zusammengefasst hat und auch

1 irgendwie mit den Ergebnissen das abgerundet hat und irgendwie einen Schlusstrich gezogen hat. Ich
2 glaube, dass die, die in Praxmar dabei waren - von den dreizehn Schülern, die beteiligt waren, waren das
3 zehn – ich glaube, dass die doch durch diesen Artikel noch einiges mitgenommen haben. Vermute ich.
4 **I:** Okay. Das hat mir eh die Suzanne kurz erzählt, dass sie den Artikel gemacht haben und dass das zwar
5 schon eine etwas schwierige Arbeit war, aber ...
6 **L:** Ja, das war schwierig, weil natürlich zehn Schüler gemeinsam einen Artikel – das ist schwierig, aber
7 schlussendlich dann doch fruchtend. Aber es war etwas zäh.
8 **I:** Ja. Würdest du so etwas nochmal machen mit deiner Wahlpflichtgruppe?
9 **L:** Sofort. Also es ist für die Schule toll, es ist für die Schüler toll, es ist für den Lehrer, also für die
10 Lehrperson, toll, weil's ganz was anderes ist und ganz neue Möglichkeiten bietet. Ja, wie gesagt, ich
11 würde den Zeitrahmen kürzen und ich gehe beim nächsten Mal, weil es gibt ja eine Fortführung im
12 nächsten Jahr, gehe ich mit dem Bewusstsein hinein, dass es nicht ausreicht, nur etwas Besonderes zu
13 machen, um alle Schüler zu erreichen. Das ist jetzt für mich auch eine wichtige Erfahrung als Lehrer,
14 dass es halt nach wie vor Schüler sind, die noch viele andere Dinge im Kopf haben und die nicht
15 automatisch begeistert sind, weil's was anderes ist, als das was sonst immer in der Schule passiert.
16 **I:** Okay, ja. Möchtest du noch irgendwas loswerden?
17 **L:** Danke, Woody Woodpecker! (lacht)
18 **I:** (lacht). Gut, dann sag' ich auch danke!
19 **L:** Gerne.

Fragebogen zu Beginn des Projekts Woody Woodpecker

Liebe Schülerin, Lieber Schüler

Wir freuen uns sehr, mit euch im Projekt: Woody Woodpecker zusammenzuarbeiten und bitten euch, vorab ein paar Fragen zu beantworten, um unser Angebot besser an euer Vorwissen anpassen zu können.

Die Ergebnisse werden streng vertraulich behandelt. Auch euer Lehrer wird nur eine Zusammenfassung der Ergebnisse bekommen und kann nicht nachverfolgen, wer, welche Antworten gegeben hat. Dazu bitten wir dich, einen Verschlüsselungscode zu verwenden, der sich aus folgenden Zahlen und Buchstaben zusammensetzt.

Dein Geburtstag (ohne Monat) (z.B. 03) und die ersten beiden Buchstaben des Vornamens deiner Mutter (z.B. GE)

Verschlüsselungscode: . . / . .

Als nächstes bitten wir um ein paar allgemeine Informationen:

*Welchen **Schultyp** hast Du vor dem BORG besucht?*

Hauptschule

Neue Mittelschule

Gymnasium

Alter:

Geschlecht: männlich weiblich

Die Ergebnisse werden streng vertraulich behandelt. Auch euer Lehrer wird nur eine Zusammenfassung der Ergebnisse bekommen und kann nicht nachverfolgen, wer, welche Antworten gegeben hat.

Wenn du den beantworteten Fragebogen abgibst, stecke ihn in das dazu vorbereitete Kuvert. Am besten wäre es, wenn ein Schüler/ eine Schülerin die Fragebögen einsammelt.

Vielen Dank für Deine Mithilfe

Das Woody Woodpecker Team

Woody Woodpecker – Fragen zu Bäumen und Holz

Bitte die richtigen Antworten ankreuzen; es können auch mehrere Antworten zu einer Frage richtig sein

Folgende Nadelbaumarten sind in Tirol und Vorarlberg heimisch

- | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| ☐ Tanne | ☐ Thuje | ☐ Lärche | ☐ Föhre |
| ☐ Buche | ☐ Zirbe | ☐ Eibe | ☐ Walnuss |
| ☐ Fichte | ☐ Esche | ☐ Rosskastanie | ☐ Ahorn |

Die höchsten Bäume der Welt sind nicht höher als 120m, weil

- ☐ ab 120 m Höhe die Sauerstoffkonzentration abnimmt
- ☐ sie wegen ihres eigenen Gewichts umfallen würden
- ☐ Wasser nicht höher transportiert werden kann

Bäume finden wir in Tirol und Vorarlberg nur bis etwa 2000m Seehöhe, weil

- ☐ weiter oben der Luftdruck zu niedrig ist
- ☐ es weiter oben zu trocken ist
- ☐ es weiter oben zu kalt ist

Das Teilungsgewebe (Wachstumszone) für das Dickenwachstum bei Bäumen liegt

- ☐ im Zentrum des Stammes
- ☐ zwischen Holz und Rinde
- ☐ in der Borke

Ein schmaler Jahrring entsteht, wenn

- ☐ ein Baum schnell wächst
- ☐ ein Baum von Schädlingen befallen wird
- ☐ im Sommer zu wenig Regen fällt

Holz besteht aus

- ☐ lebenden Zellen
- ☐ lebenden und toten Zellen
- ☐ toten Zellen

Der typische Durchmesser einer Zelle im Holz beträgt etwa

- ☐ 100 mm
- ☐ 100 μ m
- ☐ 100 nm

Der Wassertransport im Stamm erfolgt

- ☐ im Holz
- ☐ in der Rinde
- ☐ zwischen Holz und Rinde

Das Wassertransportsystem im Stamm besteht aus

- ☐ toten Zellen
- ☐ von der Wurzel bis in die Blätter durchgehenden Röhren
- ☐ einem Netz untereinander verbundener Leitungselementen

Leitelemente im Holz erreichen eine Länge von

- ☐ mehreren μm
- ☐ mehreren mm
- ☐ mehreren cm
- ☐ mehreren m

Bäume versorgen ihre Blätter mit Wasser, indem sie

- ☐ Wasser aus den Wurzeln nach oben pumpen
- ☐ Regenwasser über die Spaltöffnungen der Blätter aufnehmen
- ☐ Wasser durch Transpiration nach oben saugen

Pflanzen haben Spaltöffnungen

- ☐ damit sie Transpirieren können
- ☐ damit sie Photosynthese betreiben können
- ☐ damit man etwas Interessantes im Mikroskop sieht

Woody Woodpecker — Fragen zu den Naturwissenschaften

Gerne würden wir auch etwas darüber erfahren, was du über Naturwissenschaften denkst. Bitte kreuze an, ob die betreffende Aussage deiner Meinung nach richtig oder falsch ist. *(Es ist **nur eine Antwort möglich**)*

		richtig	falsch	weiß nicht
1	Naturwissenschaftliche Theorien werden verändert oder ersetzt, wenn neue Beweise vorliegen.	☐	☐	☐
2	Kreatives Denken verträgt sich nicht mit den auf Logik beruhenden Naturwissenschaften.	☐	☐	☐
3	Wenn NaturwissenschaftlerInnen Experimente durchführen, legen sie im Voraus einige Aspekte der Untersuchung fest.	☐	☐	☐
4	Gute Theorien stützen sich auf die Ergebnisse aus vielen verschiedenen Experimenten.	☐	☐	☐
5	Für NaturwissenschaftlerInnen sind Experimente mit unerwarteten Ergebnissen wertlos.	☐	☐	☐
6	Nur NaturwissenschaftlerInnen können naturwissenschaftliche Theorien entwickeln.	☐	☐	☐
7	Anfänger können noch keine Naturphänomene beobachten.	☐	☐	☐
8	Es gibt manche Fragen in den Naturwissenschaften, die auch NaturwissenschaftlerInnen nicht beantworten können.	☐	☐	☐
9	Das Beste an den Naturwissenschaften ist, dass viele Probleme nur eine richtige Lösung aufweisen.	☐	☐	☐
10	In den Naturwissenschaften können sich neue Vorstellungen aus den eigenen Fragen und Experimenten entwickeln.	☐	☐	☐
11	Naturwissenschaftliche Theorien sind oft komplizierter als sie sein müssten.	☐	☐	☐
12	Ein Experiment ist ein guter Weg um herauszufinden, ob etwas wahr ist.	☐	☐	☐
13	Einige Vorstellungen in den Naturwissenschaften sind heute anders als das, was NaturwissenschaftlerInnen früher dachten.	☐	☐	☐
14	Das kreative Denken von Naturwissenschaftlern ist zu wenig vertrauenswürdig, um dadurch naturwissenschaftliche Fortschritte zu erzielen.	☐	☐	☐
15	NaturwissenschaftlerInnen stimmen immer darin überein, was in ihrem Fach wahr ist.	☐	☐	☐
16	Das Wissen in den Naturwissenschaften ist für alle Zeit wahr.	☐	☐	☐
17	Die Ideen zu naturwissenschaftlichen Experimenten kommen daher, dass man neugierig ist und darüber nachdenkt, wie etwas funktioniert.	☐	☐	☐
18	Nur NaturwissenschaftlerInnen können sich naturwissenschaftliche Forschungsfragen überlegen.	☐	☐	☐
19	AnfängerInnen können sich noch keine naturwissenschaftlichen Forschungsfragen überlegen.	☐	☐	☐
20	Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze werden eher kompliziert als einfach formuliert.	☐	☐	☐
21	Naturwissenschaftliches Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.	☐	☐	☐
22	Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, einem Teil menschlicher Erfahrungen eine Ordnung zu geben.	☐	☐	☐

23	Naturwissenschaftler streben danach, so viele Theorien und Gesetze wie eben möglich aufzustellen.	☐	☐	☐
24	Das naturwissenschaftliche Wissen zeigt die Kreativität von Naturwissenschaftlern.	☐	☐	☐
25	Durch neue Entdeckungen kann sich verändern, was NaturwissenschaftlerInnen für richtig halten.	☐	☐	☐
26	NaturwissenschaftlerInnen führen Experimente durch, um neue Entdeckungen zu machen.	☐	☐	☐
27	Es gibt nur die eine Lösung, wenn NaturwissenschaftlerInnen einmal das Ergebnis eines Experiments gefunden haben.	☐	☐	☐
28	Es ist wichtig, eine konkrete Vorstellung zu haben, bevor man mit einem Experiment beginnt.	☐	☐	☐
29	Manchmal ändern NaturwissenschaftlerInnen ihre Meinung darüber, was in ihrem Fach wahr ist.	☐	☐	☐
30	Alle Fragen in den Naturwissenschaften haben genau eine Lösung.	☐	☐	☐
31	Die Vorstellungen in Naturwissenschaftsbüchern verändern sich manchmal.	☐	☐	☐
32	Es ist wichtig, Experimente mehr als einmal durchzuführen, um Ergebnisse abzusichern.	☐	☐	☐
33	Je komplizierter eine naturwissenschaftliche Theorie ist, desto höher ist ihr Ansehen unter Naturwissenschaftlern.	☐	☐	☐
34	NaturwissenschaftlerInnen untersuchen Naturphänomene und liefern Erklärungen, warum diese auftreten.	☐	☐	☐
35	Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze haben mit Kreativität nichts zu tun.	☐	☐	☐
36	Naturwissenschaftliche Theorien verändern und entwickeln sich mit der Zeit.	☐	☐	☐
37	Wenn zwei Theorien ein Naturphänomen gleich gut erklären, ist die kompliziertere Theorie auch die bessere.	☐	☐	☐
38	In den Naturwissenschaften ist beinahe alles bekannt; es gibt nicht mehr viel, was man herausfinden könnte.	☐	☐	☐
39	Bewährte naturwissenschaftliche Theorien dürfen nicht in Frage gestellt werden.	☐	☐	☐
40	In den Naturwissenschaften kann es mehrere Wege geben, um Vorstellungen zu überprüfen..	☐	☐	☐
41	Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, Naturvorgänge zu erklären.	☐	☐	☐
42	NaturwissenschaftlerInnen führen Experimente durch, um zu erklären, wie bestimmte Ereignisse zustande kommen.	☐	☐	☐
43	Nur NaturwissenschaftlerInnen können Naturphänomene beobachten.	☐	☐	☐
44	Manchmal verändern sich die Vorstellungen in den Naturwissenschaften.	☐	☐	☐

Urhahne, D. Kremer, K. & Mayer, J. (2008)

Interviewleitfaden, Woody Woodpecker, 2014/15 (erstellt von Elisabeth Carli; für die späteren Interviews adaptiert durch Elisabeth Carli & Siegfried Wiedner)

I Begriff Naturwissenschaften, persönliches Interesse, Selbsteinschätzung

1. Im Fragebogen war sehr oft das Wort Naturwissenschaften zu lesen. Kannst du mir erklären, was du unter dem Begriff Naturwissenschaften verstehst?

1.1. Magst du Naturwissenschaften?

1.1.1. Warum?/Warum nicht?

1.2. Hast du in der Schule naturwissenschaftliche Fächer?

1.2.1. Welche davon magst du besonders gern/weniger gern?

1.2.2. Warum?/Warum nicht?

1.2.3. Worin siehst du den Unterschiede zwischen Biologie und beispielsweise Physik?

1.3. Wie schätzt du dich selbst in den naturwissenschaftlichen Fächern ein? Glaubst du, dass du darin gut bist oder eher weniger?

1.3.1. Spiegelt sich das in den Noten wider?

1.3.2. Möchtest du mir erklären, wie die zustande gekommen sind?

II NOS, Unterschiede zu anderen Themenbereichen, Bezugnahme auf den Fragebogen

2. Was sind deiner Meinung nach typische Merkmale von Naturwissenschaften im Unterschied zu Themenbereichen wie Religion oder Philosophie?

2.1. Warum glaubst du das zu wissen?

2.2. Im Fragebogen hast du ... angegeben, kannst du mir bitte erklären, warum du das weißt?

III Berufsbild/Eigenschaften eines/einer NaturwissenschaftlerIn

3.1. Welchen Beruf möchtest du einmal ausüben?

3.1.1. Was für Eigenschaften, glaubst du, brauchst du für deinen Beruf, beziehungsweise sind dir hilfreich?

3.1.2. Welche Eigenschaften sollte ein/eine NaturwissenschaftlerIn haben, beziehungsweise sind für einen/eine NaturwissenschaftlerIn hilfreich?

3.2. Was bedeutet für die der Begriff Kreativität?

3.2.1. In welchem Beruf, glaubst du, kann man kreativer sein: in deinem Wunschberuf oder als NaturwissenschaftlerIn?

IV Fragen zum Projekt

4.1. Du hast dich für das Wahlpflichtfach Biologie entschieden. Magst du mir erzählen, warum du dich so entschieden hast?

4.2. Hast du vor deiner Entscheidung gewusst, dass du im Rahmen dieses Wahlpflichtfachs an einem Projekt teilnehmen wirst?

4.3. Was erwartest du dir von dem Projekt?

4.4. Welche Einstellung hast du dazu?

4.5. Ist dir dabei etwas besonders wichtig?

4.6. Verunsichert oder stresst dich etwas?

4.7. Behandelt ihr auch andere Themen im Wahlpflichtfach?

4.7.1. Welche?

4.7.2. Möchtest du das?

4.8. Im Zuge eines Sparkling-Science-Projekts werden Jugendliche in ein Forschungsprojekt einbezogen.

4.8.1. Findest du das gut?

4.8.2. Hast du vielleicht Tipps, was dabei gut wäre zu beachten?

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel verfasst habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und noch nicht veröffentlicht.

Wien, am 22.12.2015

Siegfried Wiedner

Lebenslauf

Name: Siegfried Josef Wiedner

Ausbildung

Volksschule Sankt Kanzian am Klopeinersee (Kärnten): September 1996 – Juli 2000

Alpen-Adria Gymnasium Völkermarkt (Kärnten): September 2000 – Juni 2008;

Reifeprüfung am 24. Juni 2008 *mit gutem Erfolg* bestanden

Lehramtsstudium UF Deutsch und UF Biologie und Umweltkunde (Universität Wien):
seit Oktober 2010

Berufliche Erfahrung und studienbegleitende Fortbildung

September 2008 bis Juni 2009: private Nachhilfetätigkeit (Kärnten)

November 2014 bis Juni 2015: Nachhilfeunterricht bei *Christiane Humer – Die Nachhilfe* (Wien)

Juli 2015: Unterricht in Deutsch als Fremdsprache bei *Actilingua Academy* (Wien)

Oktober 2015 Teilnahme am Seminar „Klassenzimmer Tiergarten“ im Tiergarten
Schönbrunn

Fremdsprachenkenntnisse: Englisch (C1), Italienisch (A2), Slowenisch (A1),
Portugiesisch (A1)