

Forschend lernen – Partnerschaften zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen

Ein Leuchtturmprojekt der BMVIT-Initiative generation innovation



I Allgemeiner Teil

II Spezieller Teil

III Materialienband

IV Anhang

Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
BMVIT-621.103/0004-III/Stabst.H/2008

Wien, April 2010



Interesse wecken, Kompetenzen fördern und Naturwissenschaften vermitteln:
Unter diesem Motto entwickelten Expertinnen und Experten von 6 Science Center
Einrichtungen unter der Leitung des Vereins ScienceCenter-Netzwerks gemeinsam mit 36
Volksschulen und deren Lehrkräften sowie 1.000 Schülerinnen und Schülern innovative
didaktische Modelle für die Grundschule.

Forschend lernen: Partnerschaften zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen

Ein Leuchtturmprojekt der BMVIT-Initiative generation innovation
BMVIT-621.103/0004-III/Stabst.H/2008

Endbericht; II Spezieller Teil

Projektleitung und Koordination:

Verein ScienceCenter-Netzwerk

Otto Schütz
Sara Hossein
Barbara Streicher

Kooperationspartner:

Grüne Schule, Botanischer Garten, Universität Innsbruck

Suzanne Kapelari
Angelika Hintner
Sabine Sladky-Meraner
Daniela Pistrich

Schulbiologiezentrum Naturerlebnispark, Graz

Silvia Grabner
Andrea Frantz-Pittner
Thomas Kern

Naturkundemuseum Haus der Natur, Salzburg

Christine Molnar
Markus Prötsch
Barbara Antesberger

Technisches Museum, Wien gemeinsam mit

Ingrid Prucha
Peter Donhauser

KPH Wien Krems

Brigitte Pokorny

Experimentierwerkstatt, Wien

Eleonore Fischer
Josef Greiner

Institut für Angewandte Umweltbildung IFAU, Steyr

Andreas Kupfer
Pili Cela
Susanne Oyrer

Institut für Erziehungs- und Bildungswissenschaft der
Universität Graz

Gerhild Bachmann

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie
Wien, im April 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Grüne Schule, Botanischer Garten Innsbruck.....	1
1.1	Abstract.....	1
1.2	Beschreibung der Science Center Einrichtung	2
1.3	Ziele	3
1.4	Partnerschaft	4
1.4.1	Regionale Modellpartnerschaft.....	4
1.4.2	Prozess und Ablauf, Zeittafeln, Tabellen	5
1.5	Praktische Umsetzung	7
1.5.1	Module	7
1.5.2	Didaktische Methoden.....	15
1.6	Begleitforschung und Evaluierung.....	19
1.6.1	Abstract.....	19
1.6.2	Einleitung	19
1.6.3	Methoden	25
1.6.4	Ergebnisse.....	27
1.6.5	Diskussion.....	34
1.7	Ausblick, Perspektiven	39
1.8	Literatur.....	41
2	Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“	47
2.1	Abstract.....	47
2.2	Beschreibung der Science Center Einrichtung	47
2.3	Ziele	49
2.4	Partnerschaft zwischen Schulen und Science Center Einrichtung.....	50
2.4.1	Regionale Modellpartnerschaft.....	54
2.4.2	Ablauf der Modellpartnerschaft, Zeittafel	55
2.5	Praktische Umsetzung	57
2.5.1	Module	58
2.5.2	Didaktische Methoden.....	64
2.6	Begleitforschung und Evaluierung.....	70
2.6.1	Abstract.....	70
2.6.2	Einleitung	70

2.6.3	Methoden	71
2.6.4	Ergebnisse	73
2.6.5	Diskussion.....	80
2.7	Ausblick, Perspektiven	82
2.8	Literatur.....	83
3	Haus der Natur, Salzburg	85
3.1	Abstract.....	85
3.2	Beschreibung der Science Center Einrichtung	86
3.3	Ziele	86
3.4	Partnerschaft	86
3.4.1	Regionale Modellpartnerschaft.....	86
3.4.2	Prozess und Ablauf, Zeittafeln, Tabellen	87
3.5	Praktische Umsetzung	91
3.5.1	Module	91
3.5.2	Didaktische Methoden.....	96
3.6	Begleitforschung und Evaluierung.....	98
3.6.1	Abstract.....	98
3.6.2	Einleitung	101
3.6.3	Methoden	102
3.6.4	Ergebnisse	104
3.6.5	Diskussion.....	119
3.7	Ausblick, Perspektiven	122
3.8	Literatur.....	123
4	Technisches Museum, Wien	125
4.1	Abstract.....	125
4.2	Beschreibung der Science Center Einrichtung	126
4.3	Ziele	127
4.4	Partnerschaft	129
4.4.1	Regionale Modellpartnerschaft.....	131
4.4.2	Prozess und Ablauf, Zeittafeln, Tabellen	132
4.5	Praktische Umsetzung	135
4.5.1	Voraussetzungen und Strukturen	135

4.5.2	Module	136
4.5.3	Didaktische Methoden.....	138
4.6	Begleitforschung und Evaluierung.....	147
4.6.1	Abstract.....	147
4.6.2	Einleitung	147
4.6.3	Methoden	148
4.6.4	Begleitende Maßnahmen zur Dokumentation und Evaluierung	149
4.6.5	Ergebnisse	150
4.6.6	Daten aus den Lehrerinnen - Protokollen	156
4.6.7	Diskussion.....	158
4.7	Ausblick, Perspektiven	160
4.8	Literatur.....	160
5	Experimentierwerkstatt Wien	165
5.1	Abstract.....	165
5.2	Beschreibung der Science Center Einrichtung	166
5.3	Ziele	167
5.4	Partnerschaft zwischen Schulen und Science Center Einrichtung.....	168
5.5	Praktische Umsetzung	170
5.5.1	Module	170
5.5.2	Didaktische Methoden.....	172
5.6	Begleitforschung und Evaluation.....	177
5.6.1	Abstract.....	177
5.6.2	Evaluation – Zusammenfassung	178
5.6.3	Begleitforschung	181
5.7	Ausblick und Perspektiven	197
5.8	Literatur.....	198
6	IFAU, Institut für Angewandte Umweltbildung, Steyr	201
6.1	Abstract.....	201
6.2	Beschreibung der Science Center Einrichtung	202
6.3	Ziele	203
6.4	Regionale Modellpartnerschaft.....	204
6.4.1	Beschreibung von Prozess und Ablauf.....	205

6.5	Praktische Umsetzung	207
6.5.1	Module	207
6.5.2	Didaktische Methoden.....	216
6.6	Begleitforschung und Evaluierung.....	219
6.6.1	Abstract.....	219
6.6.2	Einleitung	220
6.6.3	Methoden	221
6.6.4	Ergebnisse.....	223
6.6.5	Diskussion.....	235
6.7	Ausblick, Perspektiven	237
6.8	Literatur.....	238

1 Grüne Schule, Botanischer Garten Innsbruck

1.1 Abstract

Die Grüne Schule des Botanischen Gartens Innsbruck entwickelte gemeinsam mit 5 Volksschulklassen, deren Lehrerinnen und den zuständigen Landesschulräten drei Module zu den Themen Blattfall im Herbst **„Warum verlieren manche Bäume im Herbst die Blätter?“**, Baumwachstum: **„Wie Bäume wachsen“** und Blütenökologie/Bestäuber: **„Warum besuchen Insekten die Blüten der Bäume?“**.

Ziel war es, das Interesse an Naturwissenschaften im Allgemeinen und an Pflanzenforschung im speziellen bei Volksschulkindern zu wecken und mit verschiedenen Methoden (Concept Cartoon, Anchored Instruction, Experiment, etc.) unterschiedliche Aspekte des „Naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens“ nachhaltig zu fördern.

Die drei Module sind in vier Unterrichtssequenzen gegliedert. Wobei jeweils die erste, zweite und vierte Unterrichtssequenz von den Lehrerinnen in der Schule unterrichtet, die dritte Sequenz im Botanischen Garten Innsbruck ausgeführt und von Mitarbeiterinnen der Grünen Schule betreut wurde.

Die Module sind so aufgebaut, dass die Kinder angeregt werden, verschiedenste Methoden des Forschenden Lernens einzusetzen um vorgegebene Forschungsfragen beantworten zu können.

In diesem Prozess werden die Schüler/innen von den Lehrenden gezielt betreut und die verwendeten Unterrichtsmaterialien schaffen jene Struktur, die die Lernenden darin unterstützen, Lerninhalte besser zu begreifen sowie gewünschte Kompetenzen zu entwickeln. Der Prozess der praktischen Entwicklung und Ausführung der Module wurde durch eine fachdidaktische Begleitforschung ergänzt, die Licht auf verschiedene Aspekte des Lehrens und Lernens in außerschulischen Bildungseinrichtungen werfen sollte. Unter anderem wurde untersucht, wie sich das konzeptuelle Verständnis und die Herangehensweise der Schüler/innen an naturwissenschaftliche Fragestellungen im Laufe des Projektes ändert. Welches Potential Lehrer/innen den Bildungsk Kooperationen zwischen Botanischen Gärten und Schulen einräumen und welchen Nutzen Lehrer/innen und Schüler/innen dieser Kooperation zuschreiben, war ein weiterer Forschungsteil.

Im Rahmen der Datenerhebung wurden Pre- und Post-Test Fragebogen und Interviews mit Schüler/innen und Lehrerinnen ausgeführt, die mit qualitativen und quantitativen Methoden analysiert wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass bei der Hälfte der Schüler/innen deutliche inhaltliche und/oder sprachliche Weiterentwicklungen in Hinblick auf die Kenntnis naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden sowie des Berufsbilds von Naturwissenschaftler/innen erkennbar sind.

1.2 Beschreibung der Science Center Einrichtung

Die **Grüne Schule** des Botanischen Gartens der Universität Innsbruck wurde im Rahmen eines Pilotprojektes durch den Landesumweltanwalt und der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz unterstützt und im Jahr 2000 gegründet.

Ziel ist es, Kindern und Jugendlichen, aber auch interessierten Erwachsenen die **faszinierende Welt der Pflanzen** in all ihren Facetten näher zu bringen. Es soll Verständnis dafür geschaffen werden, dass gerade die Vielfalt dieser Organismen unsere Welt bereichert und Pflanzen die Grundlage allen Lebens auf der Erde sind.

Die jeweiligen Programme sind so gestaltet, dass neues Wissen mit viel Spaß und unter Benützung aller Lernkanäle erworben werden kann. Positives Naturerlebnis ist der Motor, der dieses Lernen antreibt. Zusammenhänge werden verständlich und durchschaubar, sodass die Rolle der Pflanzen als Teil des **Netzwerks Leben** auf unserem Planeten begreifbar wird.

Alle Programme werden der jeweiligen Altersgruppe angepasst: die spielerischen und „Hands-on“ Komponenten bleiben erhalten, was und wie detailliert die fachliche Information angeboten wird, hängt vom Erfahrungsschatz der Gruppe ab. Die Aktivprogramme dauern durchschnittlich zwei Stunden und sind in zwei in sich geschlossene Lernblöcke (ca. 50 Minuten) gegliedert. Eine Klasse wird ab 15 Schüler/innen von zwei Betreuerinnen (Botanikerinnen) begleitet.

Seit 2005 wird der pädagogische Forschungsschwerpunkt auf **Forschend-entwickelndes Lernen** gelegt. Neben **Hands-on** Aktivitäten kommen verschiedene Minds-on-Methoden wie z.B. Concept Cartoons (Naylor S. et al 2004), Anchored Instruction (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990), Problem Based Learning (Kohlner, 2000) zum Einsatz.

Zwischen 2005 - 2007 koordinierte und gestaltete die Grüne Schule das EU-Projekt „Plant Science Gardens“ (www.plantscape.net), das sich umfassend mit forschend-entwickelnden Lehr- und Lernmethoden in schulischen und außerschulischen Lernumgebungen auseinandersetzte.



Botanischer Garten Universität Innsbruck

1.3 Ziele

Science Center Einrichtungen beherbergen ein großes Potential, das die Bildungslandschaft nicht nur in Österreich, sondern weltweit sehr positiv bereichern kann (Rickinson et.al 2004). Botanische Gärten im Speziellen sind Lernorte, die einen sicheren Kontakt mit lebenden Organismen ermöglichen, ihre Reichhaltigkeit der Sammlungen bietet eine wohl einzigartige Gelegenheit, die Diversität der Pflanzenwelt auf engstem Raum zu erleben. Primäre Erfahrungen mit lebenden Organismen ermöglichen es den Lernenden in emotionale Beziehung zum Lernstoff zu treten, sodass das situative Interesse an Pflanzen, das ein Besuch in diesen Einrichtungen sehr häufig erzeugt, auch längerfristig erhalten werden kann (Palmer 2002, Dillon).

Gerade das Wissen über die Rolle der Pflanzen im Ökosystem und deren Physiologie ist essentiell, um globale Probleme, welche kommende Generationen zu lösen haben, zu verstehen. Klimawandel und der Rückgang der Biodiversität seien hier exemplarisch als Herausforderung des 21. Jahrhunderts genannt.

Ziel vieler Botanischer Gärten Europas und weltweit ist es daher, das Interesse für Pflanzen bei jungen Menschen zu wecken und mit spannenden Bildungsprogrammen junge Besucher/innen darin zu unterstützen, nachhaltig botanisches Wissen zu erwerben (siehe BGCI 2009).

Die eingesetzten Lerneinheiten folgen dem allgemein didaktischen Prinzip des gemäßigten Konstruktivismus (Duit, R. 1995, Reich K. 1996). Ziel ist es, den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) wie sie die Autoren der PISA Studie (OECD PISA 2006) definieren, zu unterstützen. Im Speziellen soll schon in der Volksschule der Grundstein für den Erwerb folgender Fähigkeiten und Kompetenzen gelegt werden:

- Interesse an naturwissenschaftlichen Themen und Fragestellungen haben;
- Im Bereich Wissen: grundlegende naturwissenschaftlicher Konzepte verstehen Erfahrung mit wissenschaftlichen Arbeitsmethoden und Geräten haben;
- Im Bereich Bewerten: naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen, Einblick in die Arbeit von Naturwissenschaftler/innen bekommen;
- Im Bereich Handeln: Hypothesen formulieren, Phänomene überprüfen, Lösungsvorschläge entwickeln können.

1.4 Partnerschaft

Cox Petersen (2003) unterstreicht in seiner Studie „*An investigation of guided school tours, student learning, and science reform...*“, dass Lernen in Außerschulischen Lernorten dann am effizientesten und am nachhaltigsten sein kann, wenn eine Vor- und Nachbereitung der Lerninhalte in der Schule stattfindet. Der Botanische Garten bietet eine spannende Lernumgebung und eine neue Erfahrungswelt, die anregt, selbstständig Dinge zu entdecken und sich mit Lerninhalten intensiv auseinanderzusetzen (Learning Outside the Classroom Manifesto 2006). Durch das umfangreiche Angebot sowie durch die Fachkompetenz der Gartenpädagoginnen haben die Schüler/innen und Lehrer/innen die Möglichkeit, naturwissenschaftliche Konzepte weiterzuentwickeln.

1.4.1 Regionale Modellpartnerschaft

Die regionale Partnerschaft Tirol fand auf drei Ebenen statt:

- Schule (Bezirksschulräte, Bezirksschulinspektor, Lehrerinnen, Vertreter/innen der Pädagogische Hochschule)
- Schüler/innen (Schüler/innen und Eltern)
- Grüne Schule / Botanischer Garten (Gartenpädagoginnen, wissenschaftliche Leiterin)

Die Grüne Schule organisierte, koordinierte und evaluierte die regionale Partnerschaft, erstellte die Unterrichtseinheiten sowie das Unterrichtsmaterial und führte Unterrichtseinheiten in der Schule und im Botanischen Garten aus.

Die Bezirksschulräte (BSI Werner Andergassen, Reg.R. Johann Kammel), der Bezirksschulinspektor (BSI Treml) und der Amtsdirektor (Mag. Ferdinand Neu) wählten 7 Volksschulklassen aus Innsbruck und den Umlandgemeinden (Übungsvolksschule Innsbruck, VS Neu Arzl, VS Thaur, VS Zirl, VS Pettnau, VS Rum Langer Graben) für die Teilnahme im Projekt Generation Innovation aus.

Die Lehrerinnen der oben genannten Schulen (VL. Dipl. Päd. Martha Kammel, VL. Dipl. Päd. Maria-Luise Gutmann, VL. Dipl. Päd. Evi Kopp, VL. Dipl. Päd. Cornelia Zangerle, VL. Päd. Andrea Widmoser) erprobten den Unterrichtsverlauf und die Materialien in der Schule, nahmen an Fortbildungen teil und informierten die Eltern der Schüler/innen über das Projekt und dessen Verlauf.

Die Schüler und Schülerinnen erprobten die erstellten Unterrichtseinheiten und Materialien. Die Eltern wurden bei Elternabenden und einer Schlussveranstaltung im Botanischen Garten über das Projekt und dessen Verlauf informiert.

Vertreter/innen der Pädagogischen Hochschule, die in der Lehrer/innenausbildung tätig sind, waren in der Anfangsphase bei der Themenwahl involviert und wurden über den Projektverlauf laufend informiert.

1.4.2 Prozess und Ablauf, Zeittafeln, Tabellen

In der ersten Sitzung mit Lehrer/innen, PHT-Vertreter/innen und Bezirksschulräten, am 11. Juni 2008 wurden verschiedenste Themen vorgestellt.

In der anschließenden Diskussion wurden drei Themen: Baumwachstum, Blütenökologie/Bestäuber und Blattfall im Herbst ausgewählt. Dabei ist der Baum als verbindendes Element zu sehen, der sich als Leitfaden durch das Schuljahr zieht.

Das 1. Modul Blattfall „**Warum verlieren manche Bäume im Herbst die Blätter**“, fand im Herbst (Oktober, November) statt, das 2. Modul Baumwachstum „**Wie Bäume wachsen**“, wurde im Winter (Februar, März) durchgenommen und das 3. Modul Blütenökologie/Bestäuber „**Warum besuchen Insekten die Blüten der Bäume?**“ im Frühling (Mai, Juni) untersucht.

Insgesamt fanden für die Lehrerinnen drei Fortbildungen statt, bei denen neben fachlichen Inhalten auch Methoden des Forschenden Lernens und ihre Umsetzung im Unterricht vorgestellt wurden.

Datum	Ort	Schule	Zeit (Std.)	Personen	Std. gesamt	Inhalt	Vorb.-Zeit (Std.)
28.05.08	Bot. Garten	Alle	3	3	9	Projektvorstellung	2
10.09.08	Zirl	VS Zirl	1	2	2	Interview, Fragebogen Lehrerin	1
11.09.08	Rum	VS Rum	1	2	2	Interview, Fragebogen Lehrerin	1
11.09.08	Thaur	VS Thaur	1	2	2	Interview, Fragebogen Lehrerin	1
11.09.08	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	0,75	2	1,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	1
12.09.08	PHT IBK	VS PHT J.	0,75	2	1,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	1
13.09.08	PHT IBK	VS PHT E.	0,75	2	1,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	1
15.09.08	Petttau	VS Petttau	0,75	2	1,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	2
15.09.08	Bot. Garten	Alle	4	3	12	Vorstellung Modul 1, Interview Zangerl	2
25.09.08	Zirl	VS Zirl	3	2	6	Interview, Fragebogen Kinder	1
25.09.08	Petttau	VS Petttau	1,75	1	1,75	Interview, Fragebogen Kinder	2
29.09.08	Zirl	VS Zirl	1,5	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	1
30.09.08	Zirl	VS Zirl	2	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	0,5
02.10.08	Petttau	VS Petttau	3	1	3	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	2
03.10.08	Petttau	VS Petttau	2,5	1	2,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	1
07.10.08	PHT IBK	VS PHT J.	1,75	1	1,75	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
07.10.08	PHT IBK	VS PHT E.	1	1	1	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
06.10.08	Bot. Garten	VS Zirl	2,5	2	5	Modul 1	2
08.10.08	Bot. Garten	VS Petttau	3	2	6	Modul 1	2
09.10.08	PHT IBK	VS PHT J.	1	1	3	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	1
10.10.08	PHT IBK	VS PPH J.	1	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	0,5
10.10.08	PHT IBK	VS PHT E.	1	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	0,5
13.10.08	PHT IBK	VS PHT E.	0,75	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	0,5
13.10.08	Bot. Garten	VS PHT J.	0,75	2	5	Modul 1	2
14.10.08	Bot. Garten	VS PHT E.	0,75	2	6	Modul 1	2
15.10.08	Thaur	VS Thaur	0,75	1	3	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
16.10.08	Thaur	VS Thaur	4	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	1
17.10.08	Thaur	VS Thaur	3	1	3	Video, Beobachtungsprotokoll Modul1	0,5
20.10.08	Rum	VS Rum	1,75	1	2	Interview, Fragebogen Kinder	1
21.10.08	Rum	VS Rum	1,5	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	0,5
22.10.08	Rum	VS Rum	2	1	2,75	Video, Beobachtungsprotokoll Modul1	0,5
22.10.08	Bot. Garten	VS Thaur	3	2	5	Modul 1	2
22.10.08	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	2,5	1	3	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
27.10.08	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1,75	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	1
29.10.08	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 1	0,5
29.10.08	Bot. Garten	VS Rum 2.KL	2,5	2	5	Modul 1	2
03.11.08	Bot. Garten	VS Rum	3	3	7,5	Modul 1	2
05.11.08	Bot. Garten	VS Neu-Arzt	1	2	6	Modul 1	2
16.12.08	Bot. Garten	Alle (-E)	1	2	4	Wie arbeiten Wissenschaftler/innen?	2

20.01.09	Bot. Garten	Alle (-E, J)	1	2	4	Vorstellung Modul 2	2
04.02.09	Rum	VS Rum	0,75	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	1
17.02.09	Thaur	VS Thaur	0,75	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	1
18.02.09	Thaur	VS Thaur	0,75	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	0,5
25.02.09	Petttau	VS Petttau	0,75	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	2
27.02.09	Petttau	VS Petttau	4	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	1
02.03.09	Bot. Garten	VS Rum	3	2	6	Modul 2	2
03.03.09	Bot. Garten	VS Petttau	1,75	2	5	Modul 2	2
03.03.09	Zirl	VS Zirl	1,5	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	1
04.03.09	Bot. Garten	VS Rum 2.KL	2	2	6	Modul 2	2
05.03.09	Zirl	VS Zirl	3	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	0,5
06.03.09	Bot. Garten	VS Thaur	2,5	2	5	Modul 2	2
11.03.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1,75	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	2
13.03.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	0,5
16.03.09	Bot. Garten	VS Zirl	2,5	2	5	Modul 2	2
18.03.09	Bot. Garten	VS Neu-Arzt	3	3	9	Modul 2	2
22.04.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1	1	1,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 2	0,5
22.04.09	Bot. Garten	Alle (- G)	1	2	5	Vorstellung Modul 3	2
04.05.09	Neu-Arzt	Frau Gutman	1	1	1	Vorstellung Modul 3	0,5
06.05.09	Petttau	VS Petttau	0,75	1	2,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 3	2
13.05.09	Thaur	VS Thaur	0,75	1	2,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 3	1
15.05.09	Zirl	VS Zirl	0,75	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 3	1
18.05.09	Bot. Garten	VS Zirl	0,75	2	6	Modul 3	2
20.05.09	Bot. Garten	VS Petttau	4	2	5	Modul 3	2
25.05.09	Bot. Garten	VS Thaur	3	3	7,5	Modul 3	2
27.05.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1,75	1	2,5	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 3	1
03.06.09	Rum	VS Rum	1,5	1	2	Video, Beobachtungsprotokoll Modul 3	1
03.06.09	Bot. Garten	VS Neu-Arzt	2	2	6	Modul 3	2
04.06.09	Zirl	VS Zirl	3	1	1	Video, Beobachtungsprotokoll M 3, AB	0,5
04.06.09	Zirl	VS Zirl	2,5	1	2	Interview, Fragebogen Kinder, Lehrerin	0,5
05.06.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1,75	1	1	Video, Beobachtungsprotokoll M 3, AB	0,5
05.06.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	1	1	2	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
08.06.09	Bot. Garten	VS Rum	2,5	2	6	Modul 3	2
10.06.09	Bot. Garten	VS Rum 2. Kl	3	2	6	Modul 3	2
15.06.09	Thaur	VS Thaur	1	1	1	Video, Beobachtungsprotokoll M 3, AB	0,5
15.06.09	Thaur	VS Thaur	1	1	1	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
16.06.09	Thaur	VS Thaur	1	1	0,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	0,5
19.06.09	Rum	VS Rum	0,75	1	1	Video, Beobachtungsprotokoll M 3, AB	0,5
19.06.09	Rum	VS Rum	0,75	1	1	Interview, Fragebogen Kinder	0,5
23.06.09	Neu-Arzt	VS Neu-Arzt	0,75	1	0,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	0,5
25.06.09	Rum	VS Rum	0,75	1	0,5	Interview, Fragebogen Lehrerin	0,5
01.07.09	Petttau	VS Petttau	4	1	1	Video, Beobachtungsprotokoll M 3, AB	1
01.07.09	Petttau	VS Petttau	3	1	2	Interview, Fragebogen Kinder, Lehrerin	1
28.05.08	Bot. Garten	Alle	1,75	3	9	Projektvorstellung	2
10.09.08	Zirl	VS Zirl	1,5	2	2	Interview, Fragebogen Lehrerin	1

1.5 Praktische Umsetzung

1.5.1 Module

Die Module sind klar strukturiert, die jeweiligen Einheiten bauen aufeinander auf. Wichtige Inhalte und Arbeitstechniken ziehen sich wie ein roter Faden durch alle Module. Ein Ziel ist es, fachliche Inhalte zu vermitteln, das Hauptaugenmerk liegt jedoch auf der Förderung von naturwissenschaftlichen Denk- und Handlungskompetenzen.

In 3 Modulen wurden nachfolgende Themen bearbeitet: Blattfall im Herbst „**Warum verlieren manche Bäume im Herbst die Blätter**“, Baumwachstum: „**Wie Bäume wachsen**“, Blütenökologie/Bestäuber: „**Warum besuchen Insekten die Blüten der Bäume?**“. Diese Module wurden über das Jahr verteilt, sowohl in der Schule als auch im Botanischen Garten der Universität Innsbruck durchgeführt.

Jedes Modul setzt sich aus 3 Unterrichtssequenzen zusammen:

1. Unterrichtssequenz in der Klasse (2 – 4 Unterrichtseinheiten bzw. Schulstunden)
2. Unterrichtssequenz im Botanischen Garten (2 – 3 Unterrichtseinheiten + Reisezeit)
3. Unterrichtssequenz in der Klasse (1 – 2 Unterrichtseinheiten bzw. Schulstunden)

Die Unterrichtssequenzen in der Schule wurden größtenteils von den Lehrerinnen ausgeführt, jene im Botanischen Garten von Mitarbeiterinnen der Grünen Schule. Unterrichtssequenzen in der Schule, in denen detailliertes Fachwissen erforderlich war, wurden ab dem dritten Durchgang auf Wunsch der Lehrerinnen von Mitarbeiterinnen der Grünen Schule ausgeführt (Teamteaching). Das benötigte Arbeits-Material für den Unterricht in der Schule wurde von der Grünen Schule in Klassenstärke bereitgestellt, ebenso ein Skriptum für die Lehrperson, in dem der genaue Unterrichtsverlauf, Hintergrundwissen sowie Arbeitsblätter enthalten sind. Vor jedem der 3 Module wurden die Lehrerinnen bei einer Fortbildung über die fachlichen Inhalte und Methoden des Forschenden Lernens informiert.

Nachbesprechungen mit den Lehrerinnen, Beobachtungen der Schüler/innen im Umgang mit den Materialien und Arbeitsblättern, sowie Teambesprechungen ermöglichten, dass der Ablauf als auch der Inhalt der Module bestmöglich an den Wissensstand, die Bedürfnisse und das Können der Kinder angepasst wurde.

Alle Forschungsaufträge wurden von den Kindern in homogenen Kleingruppen (2-4 Kinder) erledigt. Die Gruppen wurden von den Lehrerinnen nach sozialen oder leistungsbezogenen Aspekten eingeteilt.

Modul 1 „Warum verlieren manche Bäume im Herbst die Blätter?“

Als Einstieg in das Thema Blattfall wird ein **Concept Cartoon** „Warum fallen im Herbst die Blätter von den Bäumen?“ verwendet. Die Überlegungen der Schüler/innen werden nicht gewertet, sondern stellen eine **Hypothese** dar, die mit den nachfolgenden Modulen bestätigt oder widerlegt werden können. Das Modul Blattfall endet wieder mit der Arbeit am gleichen Concept Cartoon. So können die Schüler/innen ihre ursprüngliche Hypothese selbst ändern oder bestätigen, zugleich ist der Lernerfolg für die Lehrperson sichtbar. Die Arbeitsblätter

werden in eine Forschermappe, deren Gestaltung und Handhabung der Lehrperson frei steht, einsortiert. Das Modul ist in themenspezifische Einheiten unterteilt:

1 a) Aus welchen Teilen besteht ein Baum?

Die Grundlage für das Verstehen von Pflanzen sind die einzelnen **Pflanzenorgane** und deren **Funktionen**. Die Erarbeitung dieses Themas erfolgt durch ein **Pflanzenpuzzle**, das aus den verschiedenen Pflanzenorganen (Wurzel, Stamm, Äste, Blätter, Blüten und Früchte) besteht. Eine Abbildung eines Baumes in A3 Format ohne Beschriftung wird in der Klasse aufgehängt, in welche die Schüler/innen kontinuierlich die **gewonnenen Erkenntnisse einschreiben**. Ebenso kann in einem Arbeitsblatt, die ursprüngliche Überlegung immer wieder verändert oder ergänzt werden. Die Möglichkeit Überlegungen auch mehrmals zu ändern, soll den Kindern bewusst machen, dass ihre eigenen Vorstellungen bzw. Konzepte durch Erfahrungen und erlangtes Wissen **veränderbar** sind.

1 b) Warum hat ein Baum Blätter?

In dieser Einheit lernen die Schülerinnen den **Aufbau eines Blattes**, den **Wassertransport** in der Pflanze und die Bedeutung des **Blattgrüns** kennen. Jede Gruppe erhält ein Laubblatt, das mit Hilfe eines einfachen Bestimmungsschlüssels bestimmt wird (**Zuordnen nach Merkmalen, Verwendung von „Literatur“**). Durch **genaues Beobachten und Zeichnen** eines Laubblattes sollen die Blattstrukturen, die Farbe und die Form erfasst werden. Mit zwei **Versuchen nach Anleitung** (Tintenversuch, Versuch mit Nylonsack) wird die Wasserleitung von der Wurzel zu den Blattöffnungen sichtbar.

1 c) Warum sind die Blätter grün? (Botanischer Garten)

Im **Mikroskop** können die Kinder in Fadenalgen Chloroplasten erkennen, die den grünen Farbstoff Chlorophyll bzw. **Blattgrün** für die Absorption des Sonnenlichtes enthalten.

Papierchromatographische Trennung von Blattfarbstoffen

In einem Versuch nach Anleitung (Papierchromatographische Trennung von Blattfarbstoffen) werden die Schüler/innen mit **labortechnischen Arbeitsmethoden** vertraut gemacht. Sie stellen selbst eine Chlorophyll- (Blattgrün-) Lösung her, die anschließend in einer **Papierchromatographie** in die einzelnen Farbstoffe aufgetrennt wird. Die Ergebnisse werden gemeinsam besprochen und fehlende Informationen von der Gartenpädagogin eingebracht.



VS Neuarzl, Chromatographie, Botanischer Garten



Auftrennung der Blattfarbstoffe



VS Neuarzl, Chromatographie, Botanischer Garten



VS Neuarzl, Phänologiepuzzle

Die Kinder beobachten in einem **Versuch nach Anleitung**, dass die Zugabe einer Säure die Farbe der Chlorophylllösung verändert. Die nötige Hintergrundinformation wird von der Gartenpädagogin eingebracht.

Die Kinder lernen bei einer Baum Rallye 8 heimische Laubbäume (Blatt, Habitus, Frucht) kennen und sammeln die entsprechenden Blätter und Früchte, die in der Schule zu einer Collage verarbeitet werden können.

Beim **Transpirationsspiel „Verdunstung“** wird der Weg des Wassers von der Wurzel in die Blätter spielerisch nachgeahmt.



VS Neuarzl, Transpirationsexperiment

1 d) Welche Umweltbedingungen ändern sich im Winter?

In dieser Einheit wird geklärt, welche Rolle das Wasser beim Prozess des Laubfalls spielt.



VS Neuarzl, Präsentieren der Ergebnisse vor der Klasse



Modul 2 „Wie Bäume wachsen“

Zu Beginn dieses Moduls werden die **Teile eines Baumes** (Tafelbild) und der Vorgang der **Fotosynthese** (Concept Cartoon, Fotos Versuche aus Modul 1) **wiederholt**.

2 a) Wie der Baum in die Breite und die Länge wächst

Verschiedene Arbeitsaufträge wie das Anordnen von unterschiedlich großen Papierhütchen, das Zählen und untersuchen (Lupe) von Jahrringen oder ein Reibeabdruck eines Holzquerschnittes führt die Kinder Schritt für Schritt an das Thema Jahrringe bzw. Dickenwachstum heran.



VS Rum, anordnen der Papierhütchen



VS Rum, anordnen der Papierhütchen

Das Längenwachstum kann durch genaues **Untersuchen**, **Beobachten** (Lupe) und **Zeichnen** eines Buchenzweiges selbst herausgefunden werden.



VS Rum, Altersbestimmung



VS Rum, Baumscheibe

2 b) Sind alle Hölzer gleich?

In diesem **Experiment mit Variablen** (verschiedene Hölzer) können die Kinder ihrer Kreativität freien Raum lassen, die einzige Vorgabe ist, dass sie notieren welches Holz sie verwendet haben, welche Untersuchungsmethode (Was hast du gemacht) sie gewählt und welches Ergebnis (Was hast du herausgefunden) sie erhalten haben. Jede Gruppe stellt ein ihr wichtiges Ergebnis vor.

Im Anschluss wird in einer gemeinsamen Diskussion, die von der Lehrerin oder dem Lehrer bzw. der Gartenpädagogin geleitet wird, überlegt wozu solche Untersuchungen und Ergebnisse wichtig sind und wie und wo sie in der Wissenschaft oder auch in unserem täglichen Leben relevant sind.



VS Neuarzl, Holzeigenschaften



VS Neuarzl, Holzeigenschaften



VS Neuarzl, Wie Bäume wachsen, Botanischer Garten



VS Thaur, Musikinstrument

Als künstlerisch kreativen Abschluss fertigt jedes Kind ein Musikinstrument aus Fichtenleisten an.

2 c) Wie Bäume wachsen (Botanischer Garten)

Zur Wiederholung und Ergänzung des bereits Erlernten werden an Hand einer Baumscheibe die diversen Gewebe bzw. Schichten des Holzquerschnittes wiederholt bzw. erklärt. Um das Gelernte besser nachvollziehen zu können, nehmen die Kinder in einem Baumspiel die jeweilige Rolle eines Gewebes ein und sind je nach Jahreszeit aktiv oder ruhend.



VS Pettnau, Zuordnen von (Dingen Holz / nicht Holz)



Um die einzelnen Gewebe eines Baumes besser „be-greifen“ zu können, werden diese von den Kindern an Hand eines Weidenastes selbst freigelegt. Das Zuordnen von Gegenständen aus Holz und anderen Materialien das Färben mit Holz und die Baumsuche im Glashaus runden das Programm ab.



VS Pettnau, Baumsuche im Glashaus, botanischer Garten



VS Pettnau, Färben, Bot Garten



VS Pettnau, Mikroskopieren, Bot Garten

Modul 3 „Warum besuchen Insekten die Blüten der Bäume?“

3 a) Die Geschichte der Vanille

Anhand einer **historischen Geschichte** erfahren die Schüler/innen, dass sich aus den Blüten nur dann Früchte mit Samen entwickeln, wenn die Blüten bestäubt und befruchtet werden.



VS Neuarzl, die Geschichte der Vanille

3 b) Wie schaut eine Blüte aus

Diese Lerneinheit behandelt den Blütenaufbau. Das Gelernte wird anschließend mit einer echten Blüte verglichen.



VS Thaur, zerlegen und untersuchen von Blüten, Botanischer Garten

3 c) Blütenaufbau und Honigbiene (Botanischer Garten)

Die Schüler/innen erhalten ein Blütenset (Kelch, Krone, Stempel, Samenanlagen, Staubblätter, Pollenkörner, Stängel, Blütenboden), das sie in der Kleingruppe zu einer Blüte auflegen. Anschließend werden Pollen im Mikroskop untersucht. Im zweiten Teil des Programms erhalten die Kinder Informationen zu Bienen (Honigbiene, Wildbiene, Honig) und erstellen selbst ein Wildbienenhotel.



VS Neuarzl, Pollen, Botanischer Garten



VS Thaur, Bau Bienenhotel, Botanischer Garten



VS Thaur, Bau Bienenhotel, Botanischer Garten

3 d) Blüten und ihre Bestäuber

Um herauszufinden, welche Tiere die Blüten bestäuben, werden die Schüler/innen in den Garten entlassen, wo sie markierte Pflanzen und deren **Bestäuber beobachten**. Die in ein einfaches **Protokoll** notierten Ergebnisse werden präsentiert und gemeinsam besprochen.



VS Thaur, Erbsenzyklus, Bot. Garten



VS Thaur, Samenbildung, Bot. Garten



VS Thaur, Erbsenzyklus, Bot. Garten

3 e) Wir pflanzen einen Baum

Die Schüler/innen wählen sich einen Samen aus (Eichel, Buchecker, Erbsen, Sonnenblume), topfen diesen ein und beschriften den Blumentopf mit Pflanz-Etiketten. Die Schüler/innen nehmen die Töpfe mit in die Klasse und betreuen sie dort weiter.

1.5.2 Didaktische Methoden

Die Konzepterstellung der Unterrichtseinheiten und Materialien folgt dem didaktischen Prinzip des gemäßigten Konstruktivismus (Reich, 2006). Den Modulen liegen verschiedene Methoden des Forschenden Lernens (z.B. Concept Cartoon, Anchored Instruction, Experiment) zu Grunde, mit deren Hilfe Problemstellungen geschaffen werden, die in weiterer Folge von den Schüler/innen weitgehend selbstständig durch naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden, z.B. genaues Beobachten, Vergleichen, Zuordnen, Experimentieren, etc. schrittweise gelöst werden.

Der Unterrichtsverlauf ist so aufgebaut, dass der Erkenntnisprozess in mehreren, logisch aufeinander aufgebauten Schritten erreicht werden kann. „Der Ablauf und die Gestaltung sind auf die einzelnen Denkphasen (Fries-Rosenberger) in Verbindung mit den Vorkenntnissen, den gesteckten Lernzielen und den vorgesehenen Experimenten und Arbeitsaufträgen abgestimmt“ (Schmidkunz, 1992).

In einem ersten Schritt (Denkphase 1) wird das Problem definiert (Concept Cartoons, Puzzles, Zuordnen nach Merkmalen). In einem zweiten Schritt (Denkphase 2) wird, das Vorwissen der Schüler/innen sichtbar gemacht und Schritte zur Problemlösung werden überlegt bzw. vorgeschlagen. In der Denkphase 3 werden die Schritte zur Problemlösung ausgeführt (Experiment, Beobachtung, Untersuchung) und anschließend in Denkphase 4 die gewonnenen Erkenntnisse dargestellt (Präsentation, Arbeitsblätter, Concept Cartoon) und in Denkphase 5 diskutiert (Diskussion) (Schmidkunz, 1992) und mit wissenschaftlich anerkannten Vorstellungen verglichen.

Um gezielt arbeiten zu können, werden bestehende Konzepte des Schülers/der Schülerin bezüglich eines naturwissenschaftlichen Phänomens erfragt. Hierzu werden Methoden wie: Concept Cartoons, Puzzles, Zuordnen nach Merkmalen, Vorhersagen treffen und diese begründen, eingesetzt.

Diese Methoden regen dazu an, bestehende Ideen zu formulieren bzw. ins Bewusstsein zu rufen und die Argumentationsfähigkeit zu fördern. In Gruppendiskussionen formulieren Schüler/innen ihre Meinung und begründen diese. Weiters haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, ihre bestehenden Konzepte miteinander weiterzuentwickeln oder zu verändern.

Die Rolle des Lehrenden besteht darin, den Lern- und Forschungsprozess für den/die Schüler/in einzuleiten, zu strukturieren, zu erhalten und diesen Prozess zu steuern. „Die Lehrperson ist bestrebt, die Aktivitäten auf Seiten der Schüler/innen zu verlagern und selbst in den Hintergrund zu treten“ (Schmidkunz, 1992).

Die Lehrperson begleitet die Schüler/innen in Diskussionen beobachtend und ermutigt diese, nur bei Bedarf, ihre Meinung zu begründen bzw. die Meinung anderer wertfrei zu akzeptieren. Falsche Aussagen oder „etwas nicht Wissen“ werden nicht negativ bewertet, berichtigt oder ergänzt, sondern können als zu klärende Forschungsfrage der kommenden Einheiten formuliert werden. Das bewusste „sich an den Rand stellen“ der Lehrperson und nicht Einbringen in die Diskussion verdeutlicht den Lernenden, Aufgaben und Fragestellungen selbst lösen zu können, stärkt das Selbstbewusstsein dieser Aufgabe

gewachsen zu sein und befreit die Lernenden davon, nur angepasst bzw. gesellschaftskonform zu denken oder zu reagieren. In allen Prozessen begegnen sich Lehrende und Lernende auf gleicher Ebene, die eine Fragestellung mit Hilfe verschiedener Methoden klären wollen. Die Lehrperson kann so bestehende Konzepte der Schüler/innen erfragen und aufbauend auf diese, Forschungsfragen generieren.

Eine weitere Rolle der Lehrperson liegt in der Schaffung einer geeigneten bzw. angemessenen Lernumgebung, in der die Schüler/innen Erkenntnisse erlangen und/oder diese mit geeigneten Methoden umsetzen bzw. überprüfen können. Das gewählte Thema soll an die Erfahrungswelt der Schüler/innen anknüpfen als auch mit Phänomenen konfrontieren, die mit ihrem Vorwissen nicht erklärbar sind und so Neugierde und Motivation wecken.

Diese Art des Unterrichts erfordert eine eingehende Unterrichtsplanung und eine tiefgehende fachliche Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsthema.

Ausgewählte Beispiele : Concept Cartoon und Experiment

Der Concept Cartoon

Concept Cartoons (entwickelt von Brenda Keogh und Stuart Naylor 1991) werden u.a. eingesetzt, um das Verständnis von Schüler/innen bezüglich naturwissenschaftlicher Phänomene sichtbar zu machen, Probleme oder Fragestellungen aufzuwerfen und Diskussionen anzuregen (Keogh, Naylor, Wilson, 1998).

Die gezeichneten Figuren werden in Alltagssituationen dargestellt. Eine Gruppe von drei bis fünf Kindern äußert in einfach gehaltener Sprache individuelle Erklärungen zu einem Sachverhalt oder einem wissenschaftlichen Phänomen. Die jeweiligen Erklärungen geben unterschiedliche Vorstellungen wieder, die die Kinder anregen, sich mit diesen auseinanderzusetzen. Die Diskussion in der Gruppe ermöglicht es den Kindern Konzepte und Erklärungen anderer kennen zu lernen und fördert die Fähigkeit der Kinder anderen zuzuhören, eigene Argumente zu formulieren und diese zu begründen.

Für Modul 1 wurde der Concept Cartoon „Warum fallen im Herbst die Blätter von den Bäumen?“ gewählt.

Kind Anja sagt: „Die Blätter fallen ab, weil im Herbst und Winter das Wasser im Boden gefroren ist. Der Baum würde mit Blättern vertrocknen.“

Kind Christian sagt: „Die Blätter fallen ab, weil es im Herbst und Winter starke Stürme gibt.“

Kind Antonia sagt: „Die Blätter fallen ab, weil sonst bei Schneefall die Zweige schwer werden und abbrechen können.“

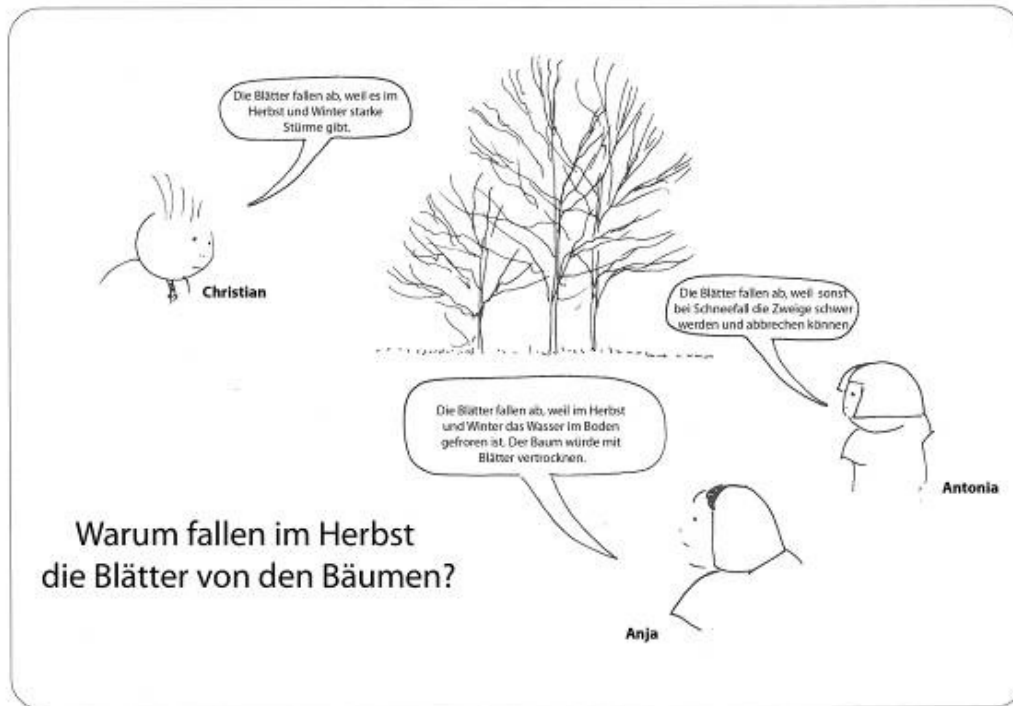


Abbildung 1: Concept Cartoon: Warum fallen im Herbst die Blätter von den Bäumen?

Das Experiment

Das Experiment ist eine wissenschaftliche Methode, die in den Naturwissenschaften zur Erkenntnisgewinnung herangezogen wird. Es ist ein auf eine bestimmte Fragestellung konzentriertes Verfahren, das eine Hypothese verifiziert oder falsifiziert. „Experimentieren beinhaltet zahlreiche wissenschaftliche Tätigkeiten, wie: beobachten, messen, vergleichen, beschreiben, protokollieren, zeichnen und ist ein Wechselspiel von wahrnehmen (sehen), denken (Informationen sammeln, verarbeiten, strukturieren) und handeln“ (Herzer et al 2009).

Ein Experiment ohne Einbindung in ein naturwissenschaftliches Phänomen schult nur die manuelle Geschicklichkeit durch den Umgang mit verschiedenen Arbeitsgeräten oder Versuchsanweisungen. Erst die Vernetzung von theoretischem Wissen und Erkenntnisgewinn aus dem hypothesengeleiteten Experiment, sowie die Einbindung in naturwissenschaftliches Argumentieren führt die Schüler/innen an naturwissenschaftliches Arbeiten heran. Experimente werden in den verschiedenen Unterrichtseinheiten gezielt zur Überprüfung von Problemlösungsvorschlägen (Wasserleitung, Transpiration) und zur Problemlösung (Eigenschaften von Holz) eingesetzt. Das Vernetzen von Denkvorgängen und manueller Tätigkeit fördert den aktiven selbständigen Wissenserwerb gefördert und macht Zusammenhänge durchschaubar (Schmidkunz, 1992). In diesem Rahmen werden Bestätigungsexperimente eingesetzt mit deren Hilfe die in Denkstufe 2 vorgeschlagenen Lösungsvorschläge von den Schüler/innen überprüft werden.

Beispiel:

Fragestellung: Welche Aufgabe haben die einzelnen Teile eines Baumes?

Hypothese: Das Wasser, das von den Wurzeln aufgenommen wird, gelangt über bestimmte Transportwege in die Blätter (Wassertransport).

Versuch: „Tintenversuch nach Anleitung“ Ein Selleriestängel mit Blättern wird in Tintenwasser gestellt. Simulierte Bedingungen für Fotosyntheseaktivität sorgen dafür, dass das gefärbte Wasser in den Leitungsbahnen bis zu den Blättern aufsteigt und so die Leitungsbahnen und Kapillaren sichtbar werden.

Ergebnis der Beobachtung: Wasser wird von der Basis der Pflanze in speziellen Strukturen zu den Blättern geleitet. Diese Strukturen können einfach aus dem Stängel herauspräpariert werden, in den Blättern sind diese Strukturen sichtbar, allerdings viel kleiner. Voraussetzung für diesen Versuch ist Sonnenlicht bzw. künstliches Licht. Die Ergebnisse werden protokolliert.

Diskussion: Was könnt ihr mit diesem Experiment beweisen? Die Ergebnisse werden zuerst in der Arbeitsgruppe besprochen und mit der Hypothese verglichen. Die Gruppenergebnisse werden unter der Leitung der/des Lehrer/in in der Klasse besprochen.

Rolle der Lehrperson: Als Beobachter/in begleitet die Lehrperson die Schüler/innen während des Versuches und greift nur ein, wenn die Schüler/innen die Anleitung bzw. die Aufgabe nicht verstehen. In der abschließenden Diskussion fokussiert sie/er die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen, streicht hervor, was die Schüler/innen mit diesem Versuch beweisen wollten und was sie beweisen konnten. Eine wichtige Aufgabe ist weiters, das Fachwissen einzubringen, das die Schüler/innen auf Grund ihres Vorwissens nicht haben. Im Falle des „Tintenversuches“, haben die Schüler/innen Wasserleitelemente als faserähnliche Struktur beobachtet, die Rolle der/des Lehrer/in ist es, diese Strukturen zu benennen und näher zu erklären.

1.6 Begleitforschung und Evaluierung

1.6.1 Abstract

An der vorliegenden Studie waren fünf Volksschulklassen mit insgesamt 99 Schüler/innen aus dem Bezirk Innsbruck Land beteiligt. 41% der Schüler/innen waren weiblich, 59% männlich.

96% der Schüler/innen sind in Österreich geboren, 78% gaben an, dass sie zu Hause vorwiegend deutsch sprechen.

Die Datenerhebung erfolgte mittels Pre- und Post Test Design und umfasste Fragebogen sowie Semi-Strukturierte Interviews. Zusätzlich wurden Concept Cartoons sowie Zuordnungsaufgaben eingesetzt. Alle Unterrichtssequenzen, sowohl in der Schule als auch im Botanischen Garten, wurden beobachtet.

Die Daten wurden im 1. Projektjahr (2008/2009) erhoben und im 2. Projektjahr 2009/2010 ausgewertet. Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden die unterschiedlichen Datensorten, qualitative und quantitative, trianguliert (FLICK, 2008).

Der Anteil derzeit ausgewerteter Ergebnisse spricht dafür, dass der außerschulische Lernort Botanischer Garten von den Schüler/innen aber auch von den beteiligten Lehrerinnen als hoch motivierend bewertet wird und Wissensinhalte, die in dieser außergewöhnlichen Lernumgebung erworben werden, nachhaltig in Erinnerung bleiben. Die Tatsache an sich, im Botanischen Garten lernen zu dürfen, motiviert die Schüler/innen sich auch für das als weniger attraktiv eingestufte Thema Pflanzen begeistern zu lassen. Im Zuge der drei angebotenen Unterrichtsmodule konnten die Schüler/innen naturwissenschaftliche Arbeitstechniken erlernen und nutzten Diskussionen in der Kleingruppe immer häufiger dazu, wirklich miteinander zum Thema zu sprechen. Naturwissenschaftlich methodische Fragestellungen werden nach dem Projekt deutlich häufiger richtig beantwortet und einige Schüler/innen lassen nach dem Projekt eine deutliche Weiterentwicklung ihrer vorwissenschaftlichen Konzepte erkennen.

1.6.2 Einleitung

Forschendes Lernen in der Schule und im Botanischen Garten der Universität Innsbruck – Überblick zur prozessbegleitenden Evaluation „Forschend Lernen“

Warum über Pflanzen lernen?

Betrachtet man das Interesse von 14 -17 jährigen deutschen und österreichischen Schülerinnen und Schülern an naturwissenschaftlichen Themenstellungen genauer, wird deutlich, dass neben den generell mittelmäßigen Bewertungen, botanische Themen, sowohl von Burschen als auch von Mädchen, als am wenigsten interessant eingestuft werden (ELSTER 2007). Der von WANDERSEE 1998 geprägte Begriff „*Plant blindness*“ umschreibt dieses, in der westlichen Zivilisation deutlich beobachtbare Phänomen, als „*failing to see, take notice of, or focus attention upon the plants in one's everyday life*“ (WANDERSEE & CLARY 2006). Dem gegenüber steht, dass Pflanzen ganz allgemein die Grundlage allen

Lebens auf der Erde sind, und dass die heutige Zusammensetzung unserer Atmosphäre ursächlich auf die Aktivität von Pflanzen zurückzuführen ist. Menschen, Tiere und eine große Zahl an Mikroorganismen könnten ohne Pflanzen gar nicht existieren. Wissen über die Rolle von Pflanzen im Ökosystem Erde sowie über deren Physiologie und Anatomie sind essentielle Aspekte naturwissenschaftlicher Grundbildung (Scientific Literacy). Komplexe Themenbereiche wie z.B. die aktuellen Diskussionen über den Klimawandel, den Rückgang der Biodiversität, die Welternährung oder Biotreibstoffe bauen auf dieses Wissen auf. Um diese Phänomene überhaupt verstehen und deren Tragweite einschätzen zu können, ist ein botanisches Basiswissen unumgänglich.

Botanische Gärten als Partner im „Forschenden Lernen“

Über 2000 Botanische Gärten gibt es derzeit weltweit. Obwohl meist in einem städtischen Umfeld gelegen und gut erreichbar für Schulen und Familien, wurde in Europa erst in den letzten Jahrzehnten damit begonnen, das großartige Potential dieser Einrichtungen, nicht nur für die Forschung, sondern auch für die Bildung zu nutzen. Botanische Gärten in New York, Brooklyn Botanical Garden und New York Botanical Garden, konnten sich schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts als Orte der Aus-, Fort- und Weiterbildung für die Bevölkerung etablieren. Heute ändert sich diese Situation zunehmend und Botanische Gärten weltweit engagieren sich vermehrt in der regionalen und internationalen Bildungslandschaft (SANDERS 2007). Die Grüne Schule an der Universität Innsbruck wurde im Jahre 2000 gegründet und hat in den letzten 10 Jahren ein vielschichtiges und von der Bevölkerung ausgezeichnet angenommenes Bildungsangebot entwickelt. Partnerschaftsprojekte mit Schulen, wie jenes, welches in diesem Evaluationsbericht nun präsentiert wird, ist eines unserer Angebote.

Gerade in Hinblick auf die europaweite Implementierung „Forschender“ Unterrichtsverfahren nimmt der Botanische Garten in Innsbruck einen besonderen Stellenwert ein. Das „Plant Science Gardens“ Projekt hat gezeigt, dass außerschulische Lernorte, Lehrerinnen und Lehrer effizient darin unterstützen können, sich auf Forschendes Lernen und auf naturwissenschaftliche Themen einzulassen. Den Rückhalt den Lehr/innen in der Zusammenarbeit mit Fachexpert/innen gerade im Hinblick auf naturwissenschaftliche Inhalte erfahren, das Angebot von materiellen Ressourcen inkl. vorbereiteter Unterrichtsmaterialien und das Lernen in der inspirierenden Umgebung eines Botanischen Gartens wurde von sehr vielen Lehrer/innen, die mit den Unterrichtsmaterialien bereits gearbeitet haben, als äußerst unterstützend gewertet (www.plantscape.net/evaluation).

Fachdidaktische Forschung in Botanischen Gärten

Während viele Jahre lang das fachdidaktische Forschungsinteresse vorwiegend dem Lernen in formalen Bildungssystemen galt, beginnt sich in den letzten Jahrzehnten auch die Forschung in außerschulischen Bildungseinrichtungen zu etablieren (DILLON 2007).

Lehr- und Lernforschung an Botanischen Gärten steckt allerdings derzeit immer noch in den Kinderschuhen, aber speziell in der internationalen Forschungsszene wird nun vermehrt darauf geachtet, Lernen in Botanischen Gärten theoriegeleitet zu hinterfragen und so die einzigartige Rolle dieser Einrichtungen in der Bildungslandschaft deutlicher zu positionieren

(SANDERS 2007). Der Botanische Garten in Innsbruck hat schon 2004 damit begonnen, engagiert die eigene Lehrtätigkeit zu erforschen. Das internationale Projekt „Plant Science Gardens“ zur Entwicklung und Implementierung von „Forschend-Entwickelnden Unterrichtsmethoden in der Volksschule“, wurde hier konzipiert und von der Europäischen Union im sechsten Rahmenprogramm als eines der Pilotprojekte zum „Inquiry Based Learning“ von 2005 - 2007 finanziert (Forschungsergebnisse siehe BERTSCH 2008, www.plantscape.net/evaluation).

Das Potential dieser Einrichtung in Hinblick auf naturwissenschaftliches Lernen nun weiter genauer zu untersuchen, ist Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes. Es geht darum, einen Beitrag zu leisten und den Stellenwert außerschulischen Lernens in Botanischen Gärten zu dokumentieren.

Weil es das Volumen dieses Evaluationsberichtes sprengen würde, können die einzelnen Forschungsaspekte, die im Botanischen Garten in Innsbruck analysiert wurden, nur angeschnitten werden. Es soll aber ein Überblick über die vielfältigen Tätigkeiten und das enorme Potential unserer Forschungsarbeit gegeben werden. So wird deutlich, welche Beiträge in Hinblick auf die internationale Forschungsdiskussion aus diesem Projekt erwachsen können.

Forschungsinteresse (Rational)

Im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie ist „Lernen“ ein aktiver, problemorientierter, konstruktiver, situierter, selbstgesteuerter und sozialer Prozess (Weber 2004).

Als einer der Faktoren, die speziell die individuelle Steuerung durch den Lernenden (selbstgesteuerter Prozess) beeinflussen, wird dem Interesse bzw. der Motivation des Lernenden essentieller Einfluss zugesprochen. Die Weiterentwicklung der Interessenstheorie steht im Focus intensiver, internationaler Forschungsarbeit (Wilde 2007). Im Rahmen unserer Forschung haben wir versucht, diesen Aspekt speziell aus Sicht des Lernens in Bildungspartnerschaften näher zu beleuchten.

Um Eigenschaften des Lernens im Sinne des „konstruktiven“ Arbeitens von Lernenden besser verstehen zu können, wurde die Theorie des „Conceptual Change“ entwickelt (POSNER et al. 1982, STRIKE & POSNER 1992). Seit Ende der 1970iger Jahre befassen sich Forschungsarbeiten mit dem Entstehen, den Merkmalen und Veränderungsmöglichkeiten von Schüler/innenvorstellungen. Die Ergebnisse zeigen die vielfältigen Schwierigkeiten, denen Lernende bei der Konstruktion von Wissen gegenüber stehen und kommen vermehrt zur Erkenntnis, dass ein „Conceptual Change“ im engsten Sinn des Sprachgebrauchs, selten stattfindet, sondern, dass die Entwicklung von begrifflichem Verständnis ein kontinuierlicher Prozess ist, der besser durch den Begriff „Conceptual Reconstruction“ oder „Conceptual Development“ zu umschreiben ist (KRÜGER 2007). Die Entwicklung konzeptuellen Verständnisses im Rahmen von Forschenden-Lernprogrammen, die in der Schule und im Botanischen Garten durchgeführt werden, galt ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeit.

Der dritte Forschungsfokus beschäftigte sich mit der Entwicklung von Kompetenzen. Parallel zu wissenschaftlichen Diskussionen darüber „wie Lehren und Lernen funktioniert“ wird auf

wissenschaftlicher Ebene aber auch in der Öffentlichkeit darüber diskutiert „was gelernt werden soll“. Die Diskussion führte und führt zu einem Paradigmenwechsel, der Bildung nicht allein als Ansammlung kognitiver Wissensinhalte definiert, sondern der Entwicklung und Entfaltung einer Reihe von Fähigkeiten und Kompetenzen einen höheren Stellenwert einräumt (ROHLFS et al. 2008). In Hinblick auf die Naturwissenschaften bedeutet das, dass neben dem „Fachwissen“ auch ein Verständnis dafür entwickelt werden soll, wie Naturwissenschaft funktioniert, wie diese Erkenntnisse generiert werden und welchen Stellenwert diese, gerade in Hinblick auf Qualitäten wie Verlässlichkeit bzw. Veränderbarkeit haben (LEDERMAN, 2007). Unser dritter Forschungsfokus lag deshalb auf der Entwicklung naturwissenschaftlicher Methodenkompetenz und dem Phänomen, wie die Profession des „Naturwissenschaftlers bzw. der Naturwissenschaftlerin“ bei Volksschulkindern wahrgenommen wird.

Wie entwickeln sich ausgewählte Aspekte von Schüler/innen-Interessen im Verlauf des Projekts?

Unter dem Begriff „Interesse“ wird ganz allgemein eine selektive Vorliebe für einen bestimmten Lerninhalt oder die besondere Aufmerksamkeit in einer bestimmten Lernsituation (HIDI 2001) verstanden. Generell ist unumstritten, dass das Interesse an dem was gelernt wird, den Lernerfolg positiv beeinflusst (KNAPP 1998).

In ihrer Forschungsarbeit fassen Pintrich und Schunk (1996) die Rolle des Interesses in Lernprozessen wie folgt zusammen: *“interest is related to increased memory, greater comprehension, deeper cognitive engagement and thinking.”*

Zwei Arten von Interesse werden unterschieden. Das individuelle/persönliche Interesse, das sich graduell entwickelt, sich in einer längerfristigen Vorliebe für bestimmte Dinge oder Aktivitäten äußert und Fachwissen genauso wie persönliche Wertschätzung umfasst. Dem gegenüber steht das „situative“ also situationsbezogene Interesse, das durch einen bestimmten Stimulus ausgelöst wird und meist nur von kurzer Dauer ist (HIDI 1990).

David H. PALMER (2009) kommt allerdings zum Schluss, dass die Akkumulation von situativem Interessensmomenten langfristig zur Entwicklung persönlichen Interesses beitragen kann und führt „Forschendes Lernen“ im Unterricht als eine Methode an, die erfolgreich gewünschte Stimuli setzen kann. Wenig ist allerdings bekannt darüber, ob die Auswahl der eingesetzten Lehr- und Lernmethoden und die Umgebung, in der Forschendes Lernen stattfindet, einen Einfluss auf das situative Interesse von Lernenden hat.

Die Erfahrung zeigt, dass der Einsatz spezifischer Lernmethoden, die Schüler und Schülerinnen bevorzugen und der Umstand, dass im botanischen Garten gelernt wird, den Lernprozess positiv beeinflussen kann. Im Rahmen des oben erwähnten „Plant Science Gardens Projektes“ (KAPELARI et al. 2006) wurde deutlich, dass die Rolle des Botanischen Gartens als Lernort von Seiten der Lehrer/innen als sehr positiv für den Lernprozess gewertet wurde. Deshalb wollten wir nun auch herausfinden, was den Schüler/innen aus dem Projekt besonders in Erinnerung geblieben war und welchen Stellenwert Aktivitäten im Botanischen Garten hier einnehmen.

Folgenden Forschungsfragen wurde nachgegangen:

- Welche Lehr- und Lernmethoden bevorzugen Schülerinnen und Schüler in Forschenden Unterrichtsprogrammen?
- Welche Lerninhalte sind den Schüler/innen nach Abschluss des Projektjahres besonders im Gedächtnis geblieben und in welchem Verhältnis stehen sie zu Aktivitäten, die im Botanischen Garten angeboten wurden?

Wissen über Pflanzen:

Um die in der Einleitung erwähnte „Scientific Literacy“ entwickeln zu können, ist es unumgänglich, dass Schülerinnen und Schüler entsprechende botanische Wissensinhalte tatsächlich verstehen.

Beeinflusst durch die Erkenntnis-Philosophen Dewey, Piaget, Bruner, Glaserfeld, Vygotski und andere geht man heute davon aus, dass Lernende eine individuelle und aktive Rolle im Lernprozess spielen und durch Akkommodation und Assimilation eine innere Welt durch das Erzeugen von individuellen Wahrnehmungsschemata schaffen. Diese Schemata werden durch das Hinzufügen neuer Wahrnehmungen weiterentwickelt.

Die Autoren Posner et al. 1982 bzw. Strike & Posner 1992 nennen Unzufriedenheit mit der existierenden Vorstellung, Verständlichkeit der neuen Vorstellung, Plausibilität der neuen Vorstellung und Ausbaufähigkeit, d.h. Fruchtbarkeit der neuen Vorstellung als charakteristische Bedingungen, die gegeben sein müssen, damit Lernende eigene Vorstellungen rekonstruieren bzw. weiter entwickeln (Conceptual Development), d.h. aktiv Lernen können. Laut Pintrich 1999; Sinatra & Pintrich 2003 und Zymbylas 2005 wird Lernen aber nicht nur als rein kognitiver Prozess verstanden, sondern steht im ursächlichen Zusammenhang zu motivationspsychologischen Aspekten (s. oben).

Die nun schon mehrere Jahrzehnte andauernde Forschung zu „Conceptual Change/Development - Prozessen“ hat gezeigt, dass die Weiterentwicklung bestehender Vorstellungen nur sehr zögerlich voran schreitet. Die „Conceptual Change Theorie“ erklärt dieses Phänomen damit, dass der Lerndurchgangssituation ein „Emotionale Filter“ und ein „Kognitive Filter“ vorangestellt wird (Krüger 2007). Als emotionaler Filter wird die individuelle Bereitschaft des Lernenden gesehen, sich überhaupt auf die Lernsituation einlassen zu wollen. Der Kognitive Filter wiederum stellt das allgemeine Gerüst an Vorstellungen und Wissen über z.B. das Wesen von Naturwissenschaften im Allgemeinen dar. Er beeinflusst in weiterer Folge den Wechsel einzelner inhaltlicher Aspekte mit (Vosniadou 1994). Nach Vosniadou & Brewer 1992 werden kognitiv-psychologische Perspektiven vor dem Hintergrund einer Gesamtperspektive eingeschätzt und zur Erhaltung einer persönlichen Ordnung mit der Welt auch hinsichtlich allgemeiner Rahmentheorien und inhaltspezifischer Theorien hinterfragt. Dieser kognitive Filter (ontologische, epistemologische und metaphysische Überzeugungen) wird für die Persistenz alter Vorstellungen verantwortlich gemacht. Je nach Perspektive auf „Conceptual Development“ ergeben sich unterschiedliche Konsequenzen, wie die Weiterentwicklung von Verständnis praktisch unterstützt werden kann (Schnotz 2006). Inkohärentes Alltagswissen bedingt die Unterstützung von mentaler

Kohärenzbildung (Di Sessa 1988). Wenn Lernende aber nicht zwischen Beobachtung und theoretischer Annahme differenzieren können, schlagen Chinn und Brewer 1993 vor, den Lernenden dazu anzuregen, zwischen theoretischer Annahme und empirischer Beobachtung zu differenzieren. Im Rahmen der didaktischen Strukturierung des Unterrichtsprogramms, haben wir auf letzteres mehrfach Wert gelegt.

Um „Conceptual Development“ beschreiben zu können, werden im Vorfeld bestehende Vorstellungen der Lernenden erhoben, mit Vorstellungen die nach dem Lernprozess formuliert werden, verglichen und analysiert.

Dabei wurde folgender Forschungsfrage nachgegangen:

- Wie entwickeln sich bereits vor dem Unterricht bestehende Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in Hinblick auf die angebotenen Lerninhalte (Conceptual Development).

Entwicklung von Kompetenzen in den Naturwissenschaften (Scientific Literacy):

Horst Bayrhuber (2007) schreibt: *„Beim Unterricht in den unteren Klassen der Sekundarstufe I bzw. bereits in der Grundschule, muss künftig vielmehr als bisher bedacht werden, welche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I erworben sein sollen und wie der Unterricht darauf zu beziehen ist“.*

Im Zuge ihrer Geschichte hat sich die Naturwissenschaft von einer Wissenschaft, die sich vornämlich mit der Beobachtung in der Natur auftretender Phänomen beschäftigt, hin zu einer Forschung entwickelt, deren Erkenntnisgewinn sich zu einem überwiegenden Teil auf die Arbeit mit Modellen bezieht und die, in induktiver Weise, vom modellhaften Einzelfall auf allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten schließt. Das Experiment spielt hier eine große Rolle, sodass es häufig als Charakteristikum naturwissenschaftlicher Forschung betrachtet wird.

Im Sinn der oben erwähnten „Conceptual Change Theorie“ ist das Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften als kognitiver Filter zu verstehen, der einen Einfluss auf die Weiterentwicklung spezifischer, bereits bestehender Vorstellungen der Lernenden haben kann (Krüger 2007).

Forschendes Lernen, wie wir es verstehen, beinhaltet unter anderem auch, dass Lernende durch praktisches Tun und begleitende Erklärungen Methodenkompetenz entwickeln, charakteristische Elemente naturwissenschaftlicher Experimente kennen lernen und diese als solche auch ansprechen können. In diesem Sinne soll ein grundlegendes Verständnis dafür entwickelt werden, welche Aspekte naturwissenschaftliche Forschung charakterisieren. Dabei ist uns sehr bewusst, dass gerade in Hinblick auf das „Experiment“ dieses in seinem Aufbau sehr heterogen sein kann, so dass wir uns nur auf grundlegende Charakteristika beschränken, deren Verständnis aber Ausdruck dafür sein kann, in wieweit die Lernenden die Grundprinzipien naturwissenschaftlicher Forschung erkannt haben (TIMSS 2007).

Erlangen die Schüler/innen die Fähigkeit, eine Fragestellung wissenschaftlich zu lösen?

1.6.3 Methoden

Schüler/innen

Im 1. Projektjahr 2008/2009 wurde der Unterrichtsverlauf konzipiert und die Unterrichtsmaterialien erstellt und mit 97 Schüler/innen der 3. und 4. Schulstufe getestet und weiterentwickelt.

41% der Schüler/innen waren weiblich, 59% männlich.

78% der Schüler/innen gaben an, dass sie zu Hause vorwiegend deutsch sprechen, 23% gaben eine andere Sprache an.

Zum Zeitpunkt des Projektbeginns lag das Alter der Kinder zwischen 8 und 11 Jahren.

Während aller Unterrichtssequenzen arbeiteten die Schüler/innen in Kleingruppen bestehend aus 4-5 Kindern. Die Gruppeneinteilung blieb während des gesamten Projekts gleich, nur in der VS Pettnau wurden die Gruppen nach dem 2. Modul neu eingeteilt.

Datenaufnahme

Die Daten wurden im 1. Projektjahr (2008/2009) erhoben und im 2. Projektjahr 2009/2010 ausgewertet. Die Evaluation der erstellten Unterrichtsmaterialien und die Erfassung der Daten wurde im Sinne der methodischen Triangulation (FLICK 2008) mittels Fragebogen inkl. Concept Cartoons und Zuordnungsaufgaben, Interviews (Pre,- Post) und Beobachtungen durchgeführt.

Der Fragebogen, inkl. Concept Cartoons und Zuordnungsaufgaben wurden mit allen Schüler/innen durchgeführt.

In jeder Klasse wurden jeweils 3 Fokusgruppen zu je 3 - 4 Schüler/innen interviewt.

Die deskriptive Analyse erfolgte mit EXCEL. Die unterschiedlichen Datensorten, qualitative als auch quantitative, wurden trianguliert (FLICK 2008).

Die Ergebnisse des „Formative Assessment“ flossen teilweise direkt in die Entwicklung der Unterrichtsmaterialien und die Optimierung des Unterrichtsverlaufes ein (FRIEDMAN 2008).

Fragebogen (Pre- und Post) Schüler/innen

Die Fragebögen sind in verschiedene Themen bzw. Kategorien gegliedert (Fragebogen modifiziert nach Bertsch 2008).

Die Antwortformate sind sowohl offen als auch geschlossen. Wenn die Antwortkategorie eine Rangordnung darstellt, wird eine 4-teilige bipolare Ratingskala verwendet (stimmt genau, stimmt, stimmt weniger, stimmt nicht) (Raab-Steiner, Benesch 2008) oder Multiple Choice Fragen mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten, verwendet. Die Fragen wurden mit den Lehrer/innen besprochen und etwaige Anpassungen an den „Sprachgebrauch in der Klasse“ durchgeführt (z.B. Etwas über Frühe Geschichte lernen“ = „Etwas über Ötzi lernen“) Die Schüler/innen wurden insgesamt zwei Mal befragt: vor Projektbeginn (September 2008) und nach Abschluss des Projektes in der Schule (Juni 2009). Die Fragebögen wurden im Beisein einer Gartenpädagogin und der Lehrerin in der Schule ausgefüllt.

Der Fragebogen 1 (vor Projektbeginn) umfasst folgende Kategorien:

1. Statistische Erhebung bzw. Merkmale zur Person
2. Schüler/innenvorstellung zu Berufsbild eines/einer Wissenschaftler/in sowie zu Experimenten
3. Knobelfragen (Wissen über Naturwissenschaftliche Charakteristika: Messbarkeit, Kontrollgruppe, Isolieren eines Faktors)
4. Inhaltliche Fragen zum Thema herbstlicher Blattfall, Baumwachstum und Vermehrung von Bäumen.
5. Interesse an den Naturwissenschaften
6. Bevorzugte Lernmethoden (Gruppenarbeit, Lernspiel am Computer,...)

Der Fragebogen 2 (nach Ablauf des Projektes) umfasst die Kategorien: 1), 2), 3), 4), 6), sowie 7) Fragen zum Projekt.

Ergänzungen zum Fragebogen:

Concept Cartoons (Modul 1)

In der ersten Einheit des Moduls Blattfall erhielten die Schüler/innen einen Concept Cartoon zum Thema „Warum verlieren manche Bäume im Herbst die Blätter?“. Derselbe Concept Cartoon wurde in der letzten Unterrichtssequenz des Moduls 1 in der Klasse noch einmal durchgeführt. So konnte das bestehende Konzept vor und nach dem Modul als auch eine Konzeptänderung ermittelt werden.

Zuordnungsaufgaben (Modul 1,2 und 3)

Mithilfe von Zuordnungsaufgaben wurde in der jeweiligen letzten Unterrichtssequenz jedes Moduls die erworbene Fachkompetenz überprüft. Diese Methode wurde gewählt, weil die mangelnde Schreibkompetenz gerade bei jungen Schüler/innen das Ergebnis verfälschen kann.

Semistrukturierte Interviews

Aus jeder Klasse wurden 3 Gruppen zu je 3 - 4 Schüler/innen (n=52) zufällig ausgewählt und im Rahmen eines semi-strukturierten Interviews wurden ihnen drei Fragen betreffend Blattfall, Baumwachstum und Blütenökologie gestellt. Diese Interviews ermöglichen es uns, Alltagskonzepte der Befragten zu den ausgewählten Themen vorher und nachher sichtbar zu machen

Beobachtungsprotokoll

Für die Erstellung des Beobachtungsprotokolls wurde einerseits die Beobachtung als auch die teilnehmende Beobachtung nach MAYRING (2002) gewählt. Im Sinne der formativen Projektbegleitung (SCHMIDKUNZ/LINDEMANN 2003) wurde während des Unterrichts in der Schule besonderes Augenmerk darauf gelegt, wie die Schüler/innen mit den Materialien arbeiten, ob die Aufgabenstellungen klar formuliert sind, ob die Zusammenarbeit in der Gruppe funktioniert und ob Diskussionen und Gespräche in der Gruppe statt finden.

1.6.4 Ergebnisse

Schüler/innen Interessen:

Die Erwartungen der Schüler/innen waren zu Projektbeginn sehr hoch, 94% der Schüler/innen gaben ihre Erwartung mit „total spannend“ und „eher spannend“ an. Am Ende des Projekts antworteten 79% der Schüler/innen mit „total spannend“ und „eher spannend“.

Auf die Frage „**Möchtest du noch einmal bei so einem Projekt mitmachen?**“ antworteten **78%** der Schüler/innen mit ja.

Lerninhalte:

Welche Lerninhalte interessieren die Schüler/innen vor dem Projekt?

Die „Wie gerne lernst du im Sachunterricht etwas zu folgenden Themen“ bestand aus 23 geschlossenen Antworten, die über eine 4-teilige bipolare Ratingskala zu bewerten waren.

In ansteigender Folge wurde der Bewertung „nicht gerne“ der Wert 1, der Bewertung „sehr gerne“ der Wert 4 zugeordnet. Themeninhalte entsprechen jenen des ROSE – Survey (ELSTER 2007) und wurden in Hinblick auf die Formulierung der Antworten dem Sprachgebrauch von 6-8 Jährigen angepasst. Die Antworten bezogen sich auf 3 Themengruppen: Fächerübergreifende Themen (z.B. Herstellung von Lebensmittel, Mülltrennung, Bauernhof etc), geschichtliche Themen (z.B. Ritter und Burgen, Römer, Ötzi etc.) und naturwissenschaftliche Themen (Pflanzen, Tiere, Pflanzen etc.).

Der durchschnittliche Summenscore aus den entsprechenden Fragengruppen ergab, dass die Schüler/innen naturwissenschaftliche Themen generell am höchsten bewerten (3,39), gefolgt von geschichtlichen (3,34) und fächerübergreifenden Themen (3,17).

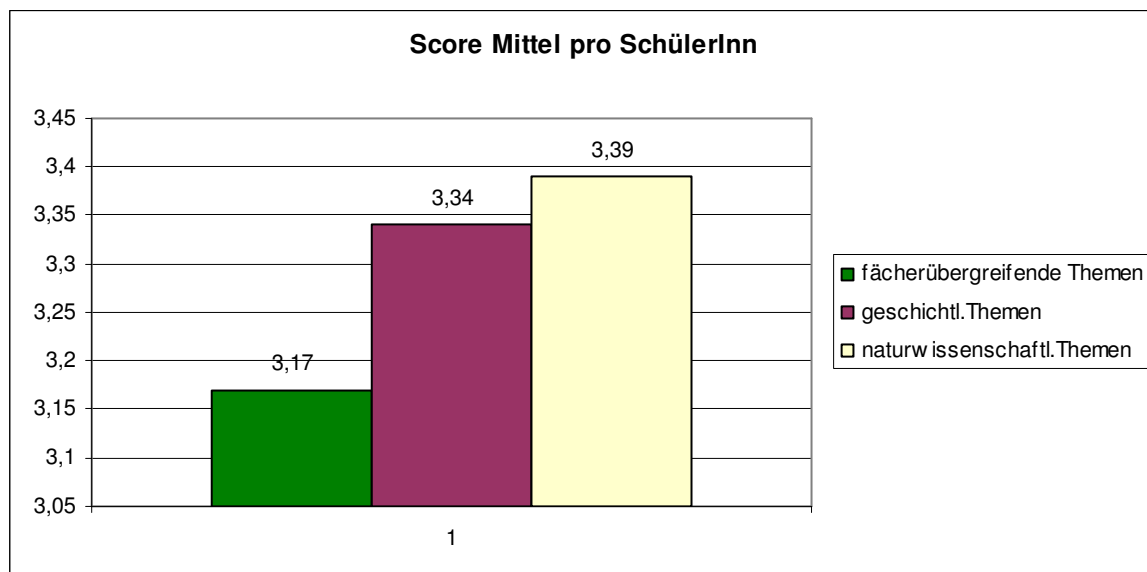


Abbildung 2: Welche Lerninhalte interessieren die Schüler/innen vor dem Projekt?

Die Analyse in Hinblick auf einzelne naturwissenschaftliche Themen ergab, dass die Schüler/innen durchschnittlich den Themenbereich Tiere am höchsten bewerten (3,77) und den Themenbereich „Über den menschlichen Körper“ am wenigsten hoch bewerten (3,03). Der Themenbereich Pflanzen wird mit 3,1 bewertet.

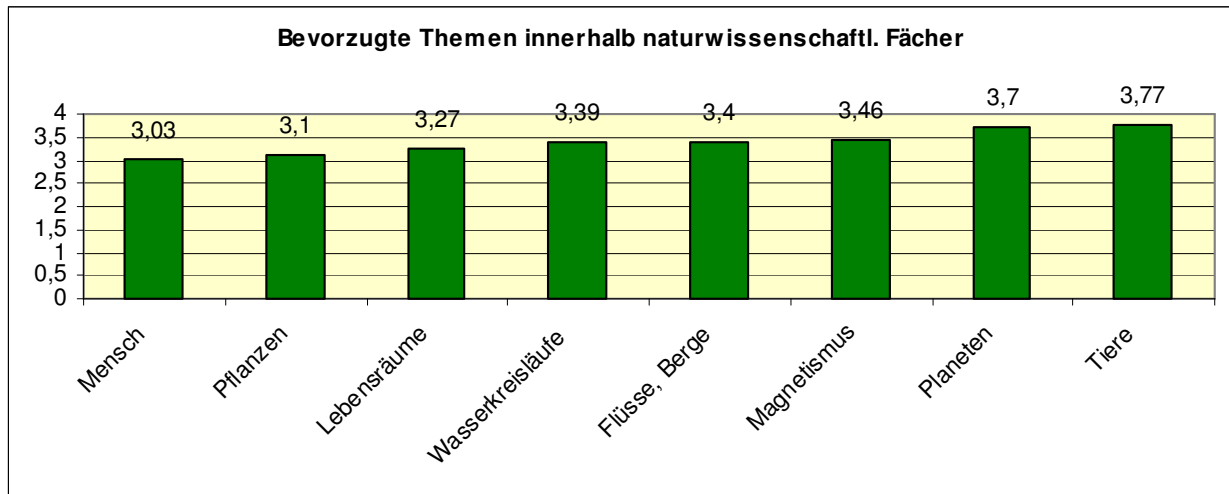


Abbildung 3: Bevorzugte Themen innerhalb naturwissenschaftlicher Fächer

Welche Lerninhalte aus dem Projekt bleiben in Erinnerung?

Fragebogen:

Auf die offene Frage „Was hat dir am besten gefallen?“ werden am häufigsten Tätigkeiten genannt, bei denen die Kinder experimentieren bzw. selbstständig Aufgaben lösen können:

„Mit den Lupen die Pflanzen genauer anschauen“, „Die Blüte und ihre Bestäuber haben mir am besten gefallen“, „Holz abwiegen, den Klang anhören, schauen ob es taucht oder ob es nicht taucht“, „Den Namen von Blättern mit Hilfe von Bestimmungskarten finden“, „Der Versuch mit der Tinte und der Blume“, „Blattgrün selbst herstellen“, „Die Experimente und die Baumsuche“.

Interview:

Am Ende des Projektjahres wurde 50 Schüler/innen in einem Interview die Frage „Was hast du aus dem Projekt für dich gelernt?“ gestellt.

Nachfolgende Zitate geben einen Einblick, was Kinder speziell in außerschulischen Lernorten an Wissen, Erfahrungen oder Schlüsselerlebnissen für sich persönlich mitnehmen.

Kind25m: *„Wie man die Blumen bestäubt. Ich habe vorher nicht gewusst, dass auch Menschen die Blumen bestäuben und warum die Blätter im Herbst von den Bäumen fallen....Im Botanischen Garten das Bienenhotel, wo sie verschieden Kästen bauen für die Bienen um Babies zu kriegen.“*

Kind77f: *„Mir gefällt auch alles und es ist auch fein, wenn man was dazu lernt, weil dann kann man manchmal, wenn man eine Blume sieht, kurz nachdenken und dann sagen, dass war ja die, über die wir was gelernt haben.“*

Kind119f: „Ich habe gelernt, dass man, wenn man eine Pflanze in farbiges Wasser tut, dass sie farbiges Wasser saugt. Dass in die Blätter Blattgrün drinnen ist und dadurch kann sie das Sonnenlicht einfangen. Die Teile vom Baum habe ich genauer gelernt und die Bestäubung der Blumen. Und...Wir haben gelernt, welches Holz schwimmt und welchen Ton das Holz ergibt und die Biene.. die Pflanzen zu schwitzen beginnen, wenn man sie in ein Plastiksackerl gibt...Die Teile von der Blüte. Im Botanischen Garten waren wir und haben uns den Regenwald angeschaut.....Und wir haben gelernt von den besonderen Bienen und das einer versucht hat, die zu stehlen und es aber nicht geschafft hat.“

Lehr- und Lernmethoden

Selbständig Denken:

Um die Vorlieben der Schüler/innen in Hinblick auf unterschiedliche Lernmethoden, die im Sachunterricht eingesetzt werden, zu erfragen, wurde den Schüler/innen die Frage gestellt, wie gerne sie ausgewählte Dinge im Sachunterricht machten. Diese Frage war an 13 geschlossene Antworten gekoppelt, die über eine 4-teilige bipolare Ratingskala zu bewerten waren. In ansteigender Folge wurde der Bewertung „nicht gerne“ der Wert 1, der Bewertung „sehr gerne“ der Wert 4 zugeordnet. Aus diesen 13 Fragen wurden eine Summenscore aus 3 Antworten gemittelt, die sich auf Lernmethoden bezogen, die selbständiges Denken fördern und 3 Antworten die darauf abzielen, Fachinhalte vorwiegend zu reproduzieren.

Hier wird deutlich, dass schon vor dem Projekt selbständige Arbeitsmethoden unselbständigen vorgezogen werden. Nach dem Projekt bewerten die Schüler/innen beide, selbständige und unselbständige Arbeitsmethoden durchschnittlich schlechter, als vor dem Projekt, wobei die unselbständigen Lernmethoden im Vergleich zum Pretest deutlich schlechter bewertet werden.

Lernen im Projekt:

Um herauszufinden, welche Aktivitäten bzw. Methoden die Kinder in den Modulen besonders angesprochen bzw. gefallen haben, wurde die Frage „Was hat dir beim Projekt gut, was weniger gut gefallen?“ gestellt. In einer Tabelle waren 25 geschlossenen Antworten über eine 4-teilige bipolare Ratingskala zu bewerten.

Die Einzelanalyse zeigte, dass folgende drei Themenbereiche mit „das hat mir sehr gut gefallen“ am höchsten bewertet wurden:

- (1) die Geschichte über die Vanille (88%)
- (2) mit Labormaterial wie Lupe, Pipette oder Mikroskop arbeiten (79%)
- (3) Bäume oder Pflanzen im Glashaus oder im Park suchen (78%)

Akzeptanz für Gruppendiskussionen:

Wir beobachteten, dass die Schüler/innen anfangs in den Gruppen, besonders in jenen Klassen, die weniger an Gruppenarbeit gewöhnt waren, eher zögerlich miteinander redeten und Bedenken hatten, dass jemand ihre Meinung oder Begründung „abschreiben könnte“. Im

Laufe des Jahres diskutierten die Schüler/innen immer mehr miteinander und konnten sich auch auf eine gemeinsame Meinung oder Begründung in ihrer Gruppe einigen.

Wissen über Pflanzen:

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurden offene Fragen zu komplexen bzw. übergeordnetem konzeptuellen Verständnis als auch Detailfragen zu gezielten Inhalten gestellt.

Detailwissen:

Warum sind die meisten Blätter grün?“.

Ein Beispiel für erlangtes und überprüfbares **Detailwissen** (Pre- und Postfragebogen) zeigt die geschlossene Frage „Warum sind die meisten Blätter grün?“

Konnten vor Projektbeginn 40% der Kinder diese Frage richtig beantworten, waren es nach Projektbeginn (7 Monate nach Modul 1 Blattfall) 72%.

Kennst du die Teile einer Baumscheibe?

Nach Beendigung des Moduls 2 (Baumwachstum) beschrifteten die Kinder zur Wissensüberprüfung ein Arbeitsblatt mit unbeschrifteten **Strukturen einer Baumscheibe** (Borke, Bast, Kambium, Spätholz, Frühholz, Kernholz, Splintholz).

35% der SchülerInnen beschrifteten einen Großteil der möglichen Strukturen richtig (mehr als 6 von 8 Strukturen)

Übergeordnete offene Frage:

Warum verlieren Laubbäume im Herbst die Blätter?

Um die bestehenden Konzepte und das Wissen der Schüler/innen zum Thema Blattfall zu erfragen, wurde im Pre- und Postfragebogen die offene Frage „Warum glaubst du, verlieren die meisten Laubbäume bei uns im Herbst die Blätter?“ gestellt.

Im Prefragebogen beantworteten 8% der Schüler/innen diese offene Frage sinngemäß richtig. 7% sahen in der Überlegung „weil die Wasserversorgung im Winter nicht möglich ist“, 1% in „weil der Boden (das Wasser) gefroren ist“ die Ursache und 1% stellte den Zusammenhang mit dem Abbau des Blattgrüns her.

Im Postfragebogen, 7 Monate nach Abschluss des Moduls Blattfall, antworteten 26% der Schüler/innen sinngemäß richtig: 20 % der Schüler/innen gaben als Ursache die nicht mögliche Wasserversorgung an, 9% dass der Boden oder das Wasser gefroren ist, je 3% dass das Blattgrün abgebaut wird bzw. die Blätter sich verfärben oder weil der Baum sich vor Austrocknung schützt.

Ein Vergleich der einzelnen Schüler/innen zeigte, dass 35% der Kinder ihr vor dem Projektstart bestehendes Konzept weiterentwickelt haben, d.h. sie haben einen Grund für den herbstlichen Blattfall verstanden oder ihr bestehendes Konzept im Sinne der wissenschaftlich anerkannten Meinung erweitern können.

Kind 21 f: Weil der Baum keine Nahrung den Blättern mehr gibt (2008) >> Weil im Winter das Wasser gefriert und der Baum das Wasser nicht mehr aufsaugen kann (2009)

Kind 29 m: Ich glaube, weil es zu kalt wird und sie keinen Halt mehr finden (2008) >> Weil das Wasser in der Erde einfriert und er dann kein Wasser trinken kann (2009)

Kind 68 f: weil so ein starker Wind geht (2008) >> Weil der Boden einfriert (2009)

Wie, glaubst du, „vermehrten“ sich Bäume, also was muss passieren, dass neue junge Bäume entstehen?“

Um die bestehenden Konzepte und das Wissen der Schüler/innen zur Vermehrung von Bäumen zu erfragen, stellten wir ihnen im Pre- und Postfragebogen die Frage „Wie, glaubst du, „vermehrten“ sich Bäume, also was muss passieren, dass neue junge Bäume entstehen?“

Vergleicht man die individuellen Aussagen der Schüler/innen des Pre- mit denen des Posttestes kann bei 63% eine Weiterentwicklung ihres bestehenden Konzeptes festgestellt werden.

Kind 117m: weiß ich nicht (2008) >> Ein Samen muss vom Baum in die Erde fallen, oder es fällt eine Frucht hinunter und verrottet, dann ist der Samen im Gras (2009)

Wie wachsen Bäume?

Um zu erfragen, wie sich die Schüler/innen das **Wachstum** der Bäume vorstellen, stellten wir die Frage: „Wenn du eine Jacke auf den Ast eines Baumes in 1m Höhe aufhängst und 5 Jahre lang diese Jacke dort hängen lässt, in welcher Höhe wird sie deiner Meinung nach dann sein?“

Diese sehr komplexe Frage sollte zeigen, ob die Schüler/innen das Längen- und Dickenwachstum von Bäumen nachhaltig verstanden haben.

Auf die Frage, wo die Jacke nach 5 Jahren hängt, gaben 20% der insgesamt 97 Schüler und Schülerinnen „sie hängt ein Stück niedriger“, 66% „Sie hängt ein Stück höher“ und 14% „sie hängt auf der gleichen Höhe“ an.

Ein Schuljahr später, im Juli 2009 gaben 8% der 95 Mädchen und Jungen an, dass die Jacke etwas niedriger, 79% ein Stück höher und 8%, dass sie auf der gleichen Höhe hängt. Insgesamt 4% gaben entweder keine (3%) oder keine eindeutige Antwort (1%).

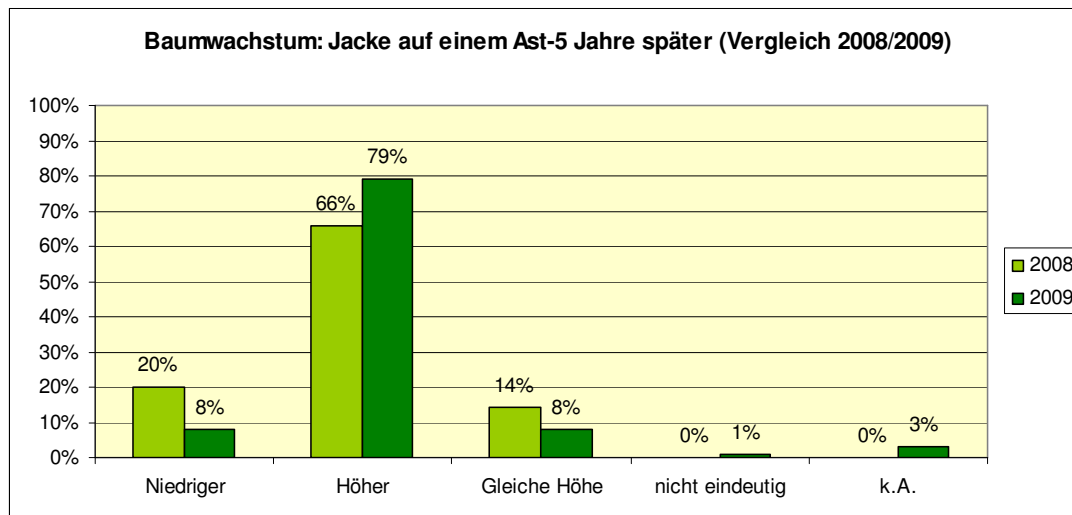


Abbildung 4: Baumwachstum: Jacke auf einem Ast – 5 Jahre später; Vergleich 2008/2009, 3 Antwortmöglichkeiten: niedriger, höher, gleiche Höhe (richtige Antwort).

Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen

Welche Glühbirne leuchtet am hellsten?“ (Messbarkeit, angelehnt an Fragen der TIMSS Studie 1997) Vor Projektbeginn beantworten 42% der Schüler/innen diese Frage nach der Messbarkeit richtig, zu Projektende 64%.

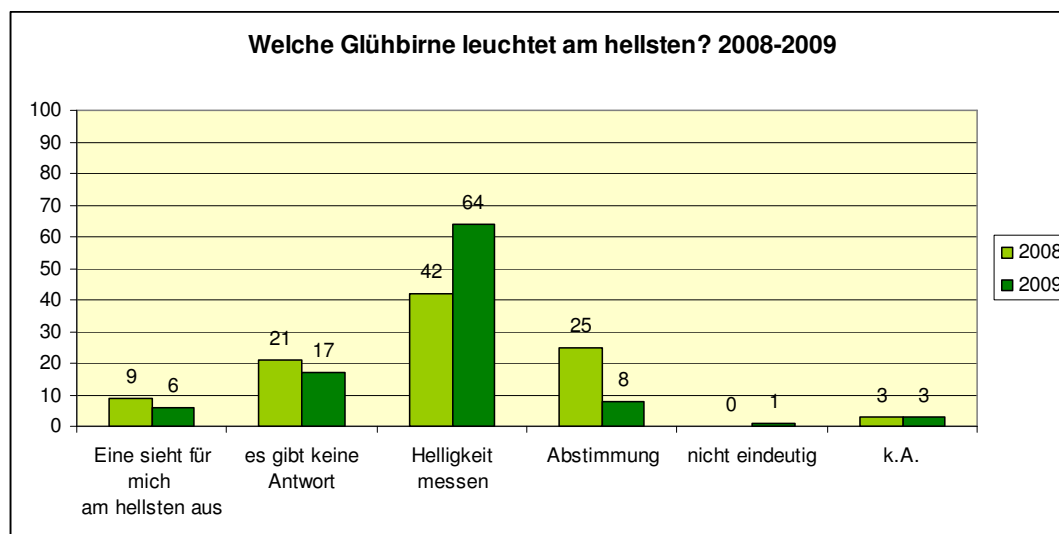


Abbildung 5: Welche Glühbirne leuchtet am hellsten? 2008-2009

Das Einbeziehen einer Kontrollgruppe berücksichtigten vor Projektbeginn 67%, nach Projektende 85% der Schüler/innen.

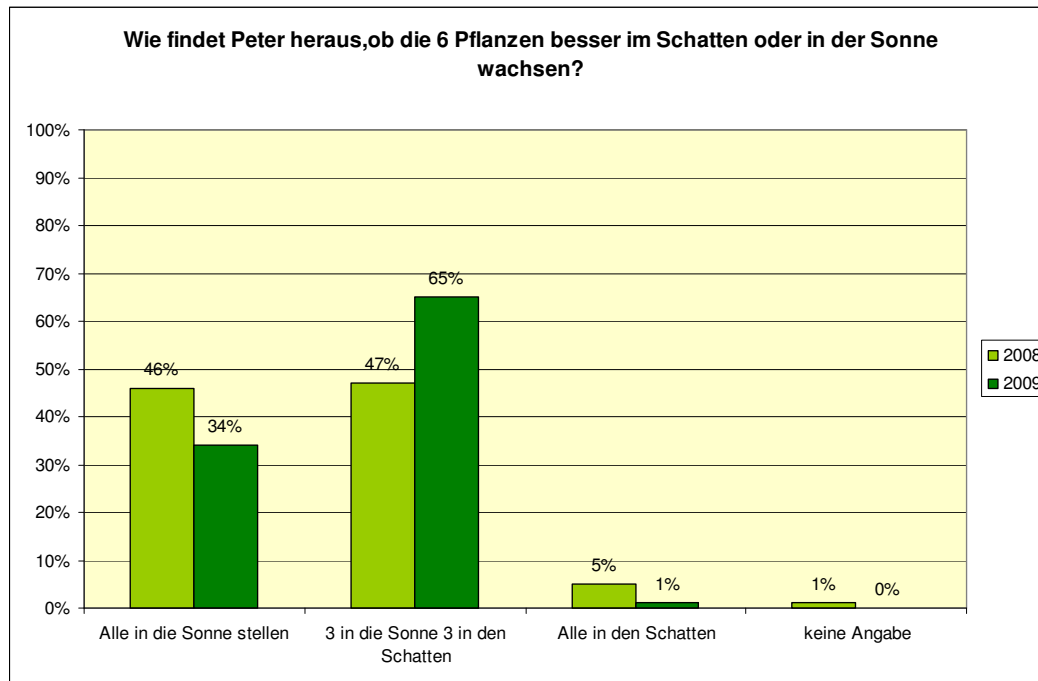


Abbildung 6: Wie findet Peter heraus, ob die Pflanzen besser im Schatten oder in der Sonne wachsen?

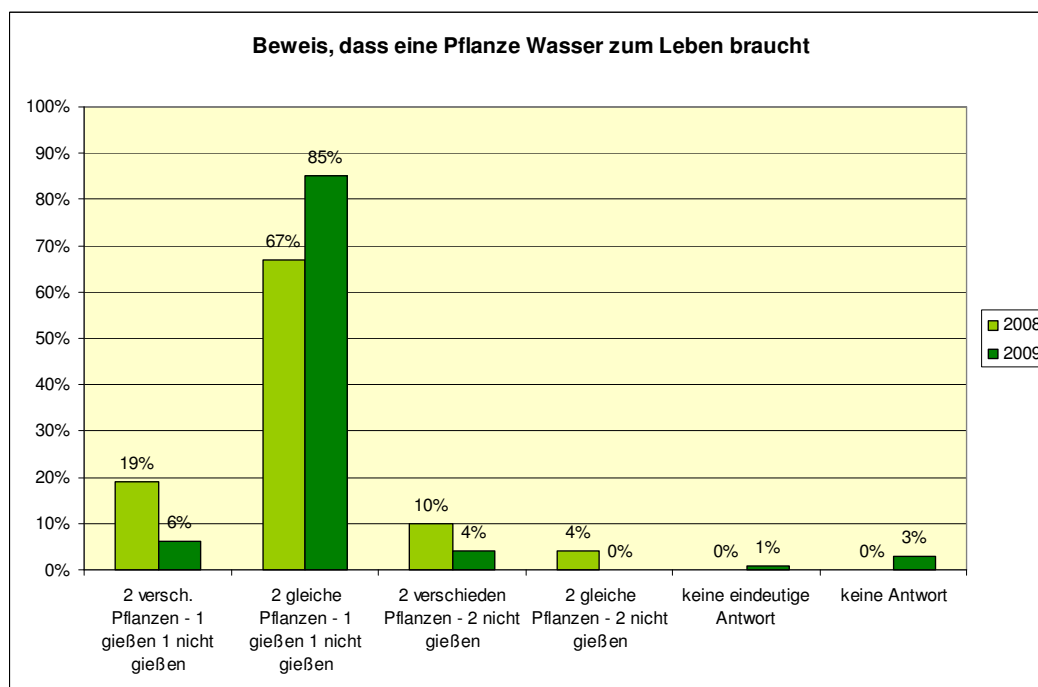


Abbildung 7: Beweis, dass eine Pflanze Wasser zum Leben braucht.

Im Prefragebogen beantworteten 67% der Schüler/innen die Frage nach dem Isolieren eines Faktors richtig, nach Projektende 85% (Ändern nur einer Variable, Angelehnt an Fragen der TIMSS Studie 1997).

Richtige Antwort der 3 TMSS Fragen im Mittel

Mittelt man die 3 TMSS Fragen so ergibt sich, dass vor Projektbeginn 18% der Schüler/innen 3 Fragen, 40% 2 Fragen, 25% 1 Frage und 17% keine der Fragen richtig beantworten. Nach Projektende beantworten 43% der Schüler/innen 3 Fragen richtig, 28% 2 Fragen, 19% 1 Frage und 6% keine Frage richtig.

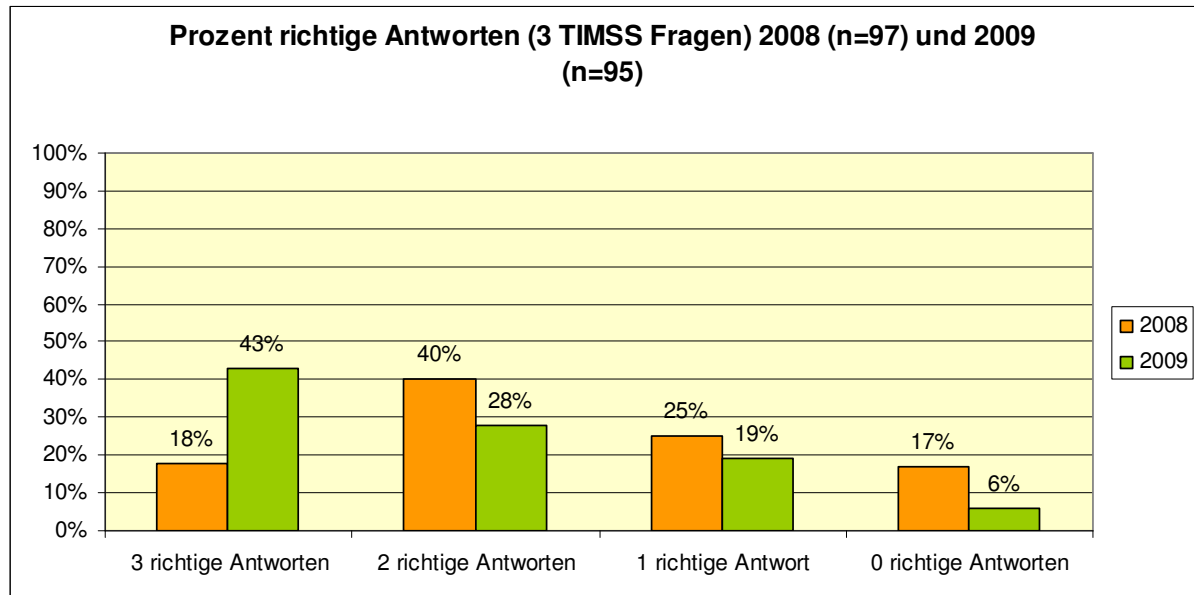


Abbildung 8: Prozent richtige Fragen (3 TIMSS Fragen) 2008/2009

Ergänzende Ergebnisse aus den Interviews am Projektende

Im Postinterview wurde 52 Schüler/innen (n=52) folgende Frage gestellt:

„Eine Wissenschaftlerin reiste vor 3 Wochen nach Costa Rica Sie nahm 20 kleine Pflanzen mit. Als sie wieder zu Hause in Innsbruck war, wusste sie allerdings nicht, wie viel Dünger = Nährstoffe die Pflanzen brauchen, um zu überleben. Sie überlegte, wie sie mithilfe eines Versuches herausfinden könnte, wie viel Nährstoffe ihre Lieblingspflanze braucht. Habt ihr einen Vorschlag, welchen Versuch sie machen könnte?“ 71% der befragten Schüler/innen isolierten bei ihren Überlegungen die Variable Dünger, von diesen 71% wiederum überlegten sich 40% der Schüler/innen einen Versuch mit unterschiedlich viel Dünger.

Kind 30 m: „Ich würde 5 nehmen und jede verschieden düngen und dann schauen, welche es total gut überstanden hat und welche nicht so gut.“

Kind 34 m: „Ich würde bei jeder gleichen Pflanze unterschiedlichen Dünger verwenden und schauen, was am besten funktioniert.“

1.6.5 Diskussion

Lernen generell und in außerschulischen Einrichtungen im Speziellen ist ein hoch komplexer und vielschichtiger Prozess, in dem jede einzelne Ebene von unzähligen Faktoren beeinflusst werden kann.

Deshalb helfen uns Lerntheorien bestimmte Rahmenbedingungen schon im Vorfeld zu definieren, um so Interpretationen zu beobachtbaren Phänomen formulieren zu können. Als

Basis für diese Forschungsarbeit dient die Lerntheorie des moderaten Konstruktivismus, die Lernen als aktiven, konstruktiven, selbstgesteuerten, situativen, problemorientierten und sozialen Prozess beschreibt (RIEMEIER 2007). D.h. alle diese Prozesse beeinflussen Lernen immer mehr oder weniger intensiv. Die Interpretation von Detailspekten, die im Zuge dieser Diskussion stattfindet, ist deshalb immer im Kontext dieses hochkomplexen Zusammenspiels zu verstehen, in dem sich verschiedene Prozesse ergänzen, überlagern oder auch gegenseitig behindern können. Die Fokussierung auf wenige ausgewählte Teilaspekte dient der Vereinfachung und der Präzisierung von Beobachtungen. Wie einzelne Puzzlesteine sollen sie einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Gesamtbildes leisten. Wir sind uns aber sehr bewusst, dass die Interpretation dieser Phänomene nur in der Zusammenschau aller Einflussfaktoren aussagekräftig sein kann.

Durch das Zusammentragen vieler Einzelbeobachtungen, hoffen wir aber, einen Beitrag zum Gesamtbild leisten zu können und Erheben in keinem Fall den Anspruch, eine erschöpfende Erklärung für ein Phänomen liefern zu können. Vielmehr wollen wir Anregungen für weitere Diskussionen bieten.

Wie entwickeln sich ausgewählte Aspekte von Schüler/innen-Interessen im Verlauf des Projektes?

Mit welchen Erwartungen Schüler und Schülerinnen in eine „neue“ Lernsituation eintreten, welche Lernmethoden sie bevorzugen und welche Lerninhalte ihnen nach Abschluss des Projektes in Erinnerung bleiben, trägt dazu bei, projektspezifische Rahmenbedingungen sichtbar zu machen.

Wie SCHMIDKUNZ & LINDEMANN (2003) es ausdrücken, ist *„Das Erzeugen einer Lernbereitschaft, aber auch das Erhalten der Lernbereitschaft und das Wecken des Interesses für das Fach und auch für jede neue Situation, sind für das Einleiten und den Ablauf eines Lernprozesses von hoher Bedeutung.* „Interesse“ selbst wird ganz allgemein als eine selektive Vorliebe für einen bestimmten Lerninhalt oder als besondere Aufmerksamkeit in einer bestimmten Lernsituation (HIDI 2001) verstanden. Generell ist unumstritten, dass das Interesse an dem was gelernt wird, den Lernerfolg positiv beeinflusst (KNAPP 1998). Umfassende Studien wie die ROSE (ELSTER 2007) oder die PISA (2007)– Studie zeigen, dass Schüler/innen am Ende der Sekundarstufe 1 naturwissenschaftliche Themenbereiche als weniger interessant bewerten.

Im Vergleich dazu zeigen die Volksschüler/innen, die an diesem Projekt beteiligt waren, ein sehr hohes Interesse an naturwissenschaftlichen Themen. Diese entspricht Bernd Lowe´s (1987) Erkenntnissen aus seiner Studie mit über 2400 Schüler/innen zw. 8- 16 Jahren. Er stellte fest, dass mit dem Eintritt in die Sekundarstufe I, das Interesse von Schüler und Schülerinnen speziell an biologisch, naturwissenschaftlichen Wissensinhalten stetig abnimmt. Aus der Sicht außerschulischer Lernorte bedeutet das, dass die Zielgruppe der Volksschüler/innen in höchstem Maß motiviert ist, sich auf naturwissenschaftliche Themen einzulassen, und Vermittlungsprogramme, die diese Altersgruppe ansprechen, sehr gute Ausgangsbedingungen vorfinden.

Unsere Daten sprechen weiters dafür, dass außerschulische Lernorte per se das Potential haben, Schüler und Schülerinnen an Themeninhalte heranzuführen, die von den Lernenden vorab als weniger interessant eingestuft werden. So zeigt die Detailanalyse der angebotenen Themenbereiche, dass sich die Vorlieben der Schüler/innen zwar auf höherem Niveau, doch sehr ähnlich wie jene der 13-15 jährigen österreichischen und deutschen Schüler/innen (ELSTER 2007) verteilen. Der Themenbereich Pflanzen wird, entsprechend Wandersees Theorie der „*plant blindness*“ (WANDERSEES&CLARY 2006) als weniger interessant gewertet, als Wissensinhalte über Tiere oder Planeten. Obwohl dies der Fall ist, ist die Bereitschaft sich auf Lernen über Pflanzen im Botanischen Garten einzulassen, vor Projektbeginn ausgesprochen hoch und kann über den gesamte Projektverlauf zu einem hohen Maß aufrecht erhalten werden, was darauf hindeutet, dass dem Faktum „außerhalb der Schule“ lernen zu dürfen, von den Schüler/innen ein höherer Stellenwert beigemessen wird, als dem Interesse für das Thema an sich.

Die beteiligten Lehrerinnen sprechen dem Lernen im Botanischen Garten durchwegs positive Attribute zu. Der Ortswechsel, neue Sichtweisen und Lernmethoden wirken sich aus Sicht der Lehrpersonen positiv auf die Motivation der Kinder aus:

„Klassenzimmer haben etwas an sich, was zur Routine wird und jeder Ort der außerhalb des Klassenzimmers ist, verändert automatisch die Kinder oder auch die Blickwinkel der Lehrer und es ist jeder Ort, der außerhalb des Schulgebäudes ist, geeignet, inspirierend, motivierend für neue Sichtweisen, Lernmethoden, vor allem auch räumlich ist es für Kinder ideal, wenn man sich mehr bewegen kann.“ (Zitat einer Lehrerin)

Schüler und Schülerinnen aber auch Lehrende selbst treten demnach mit hoher Motivation in die Lernsituation ein. Außerschulische Bildungseinrichtungen sollten diesem Phänomen im Rahmen ihre Bildungsangebote aber auch in ihrer Öffentlichkeitsarbeit explizit Rechnung tragen (Learning Outside the Classroom Manifesto 2007).

Welche Lerninhalte sind den Schüler/innen nach Abschluss des Projektjahres besonders im Gedächtnis geblieben und in welchem Verhältnis stehen sie zu Aktivitäten, die im Botanischen Garten angeboten wurden?

Dierking und Falk konnten 1997 zeigen das 96% der 128 befragten Kinder und Erwachsenen sich noch an Lehrausgänge in außerschulische Bildungseinrichtungen, die sie in früheren Jahren gemacht hatten, erinnern konnten. Lernen in außerschulischen Bildungseinrichtungen erzeugt demnach nachhaltige Erinnerungen. Die qualitative Analyse der Schüler/innen Interviews scheint dieses Phänomen zu bestätigen. Die befragten Schüler/innen erwähnen deutlich häufiger Informationsinhalte und Aktivitäten, die sie im Botanischen Garten als solche, die sie in der Schule erfahren und erlebt haben.

Auf die Frage „Was hast du aus dem Projekt für dich gelernt?“ geben die Schüler/innen unterschiedliche, teils unerwartete Wissensinhalte wieder. Dies macht deutlich, dass Kinder ausgehend von ihren eigenen Konzepten und Erfahrungen auf unterschiedlichen Ebenen Informationen aufnehmen und in ihre eigenen Vorstellungen integrieren. Der Botanische Garten, direkter Kontakt mit lebenden Pflanzen, andere Bezugspersonen und vieles mehr können diese Schlüsselmomente auslösen.

Eine beteiligte Lehrerin bringt es wie folgt auf den Punkt:

„Die Kinder haben eine andere Umgebung, eine spannende, interessante Umgebung und haben dort auch – gerade bei dem Projekt – 3 Tage sehr viel gelernt und sehr gerne gelernt und es war für sie eine tolle Bereicherung des Unterrichts. Ich glaube, da kann man viel mehr lernen als im Klassenzimmer, wenn man auch beobachten kann.“

Welche Lehr- und Lernmethoden bevorzugen Schülerinnen und Schüler in Forschenden Unterrichtsprogrammen?

Im Sinne des oben erwähnten Moderaten Konstruktivismus ist lernen ein aktiver und selbstgesteuerter Prozess, dem durch eine entsprechende Didaktik Rechnung zu tragen ist (REICH 2006). Den beteiligten Schüler/innen scheint das auch schon vor dem Projekt bewusst zu sein. Die Ergebnisse aus dem Fragebogen sprechen dafür, dass schon 8-10 jährige Kinder selbständige Arbeitsmethoden unselbständigen vorziehen. Nach dem Projekt bewerten die Schüler/innen beide, selbständige und unselbständige Arbeitsmethoden, durchschnittlich schlechter als vor dem Projekt, wobei aber unselbständige Lernmethoden im Vergleich zum Pretest deutlich schlechter bewertet werden.

In der Detailanalyse wird deutlich, dass die Schüler/innen besonders von Aufgaben angesprochen werden, die eigenständiges und kreatives Arbeiten verlangen, sowie wissenschaftliches Arbeiten beinhalten. Weniger angesprochen haben Aufgabestellungen, bei denen eine hohe Schreib- und Lesekompetenz erforderlich war.

Wie entwickeln sich bereits vor dem Unterricht bestehende Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in Hinblick auf die angebotenen Lerninhalte (Conceptual Development)?

Bezug nehmend auf Dierking und Falks (1997) Erkenntnis, dass sich Schüler/innen an Besuche in Außerschulische Lernorte gut erinnern können, stellen Dillon et al (2006) fest, dass *„simply recalling a visit does not mean that it was an effective learning experience“*.

Im Rahmen dieses Projektes wurden die Schüler/innen mit drei „Forschungsfragen“ konfrontiert. Das Lösen unterschiedlicher Aufgaben und das strukturierte Zusammentragen verschiedenster Information sollte die Kinder nach Abschluss jedes Moduls dazu befähigen, die jeweilige Frage für sich selbst schlüssig aber auch aus wissenschaftlicher Sicht richtig zu beantworten.

Im Sinne der Conceptual Development Theorie (KRÜGER 2007) wurde, basierend auf die im Vorfeld erhobenen Alltagsvorstellungen der Kinder, ein Unterrichtsprogramm entwickelt, das eine schrittweise Weiterentwicklung bestehender Konzepte unterstützen sollte.

Die übergeordneten Fragen „Warum verlieren Laubbäume im Herbst ihre Blätter“, „Wie wachsen Bäume“ und „Wie vermehren sich Bäume“ sind, so einfach sie auch klingen mögen, aus wissenschaftlicher Sicht komplexe Phänomene und umfassen eine Reihe von botanischen, physiologischen und anatomischen Wissenskomponenten, die für 8-10 jährige Kinder verständlich aufzubereiten waren.

Die Auswertung der Interviews, der Beobachtungsprotokolle und sowie der entsprechenden offenen Fragen der Fragebögen haben gezeigt, dass die Schüler/innen vor Projektbeginn noch wenig konkrete Vorstellungen zu Blattfall, Baumwachstum und Baumvermehrung entwickelt hatten. Die Module Blattfall und Baumvermehrung scheinen aber deutlich zur Weiterentwicklung bestehender Vorstellungen beigetragen zu haben, während das Modul Baumwachstum keine Weiterentwicklung konzeptuellen Verständnisses erkennen lässt. In Hinblick auf die Theorie des Conceptual Developments könnte neben der didaktischen Strukturierung auch der kognitive Filter, der sich wie so häufig auch hier aus der Komplexität der Fragestellungen ergibt, merklich für diese nur zögerlich voranschreitende Konzept-Entwicklung verantwortlich sein.

Die Ergebnisse hier gehen mit jenen aus dem bereits mehrfach erwähnten „Plant Science Garden Projekt“ konform (Bertsch 2008). Einzelne Inhalte der Unterrichtssequenzen werden von einem Großteil der Kinder sehr gut bis gut verstanden, das erlangte Detailwissen wird allerdings nur von einigen Kinder dazu genutzt, ein übergeordnetes, wissenschaftliche anerkanntes Konzept zu entwickeln. In Hinblick auf die Arbeit von Science Center sprechen unsere Daten dafür, dass der tatsächliche Entwicklung „Conceptuellen Verständnisses“ im Verlauf von Unterrichtsprogrammen große Aufmerksamkeit zu schenken ist. Die derzeit beobachtbare Tendenz immer früher, immer komplexere Sachverhalte Schüler und Schülerinnen durch anschauliche Science Centerangebote näher bringen zu wollen, muss kritisch hinterfragt werden.

Eine Konsequenz aus diesen Ergebnissen ist, künftig nur eine dieser drei Fragestellungen pro Unterrichtsjahr mit Volksschulkindern zu erarbeiten und so mehr Zeit für die Weiterentwicklung des Konzeptverständnisses einzuräumen. Ein weiterer Schritt wird sein, die derzeit bestehenden Module im Detail zu analysieren und die Effizienz einzelner Teilschritte systematisch zu überprüfen.

Erlangen die Schüler/innen die Fähigkeit eine Fragestellung wissenschaftlich zu lösen?

Ein Grundprinzip wissenschaftlichen Arbeitens ist die Diskussion von neuen Daten und Ergebnissen unter Fachleuten (Lederman 2008). Unsere Beobachtungen haben gezeigt, dass Schüler/innen der untersuchten Altersgruppe zu Beginn des Projektes jene Zeit, die für Gruppendiskussionen vorgesehen war, selten dazu nutzten, wirklich miteinander zu reden. Häufig beschränkte sich die Unterhaltung auf gegenseitiges Erklären, wie bestimmte Aussagen am Merkblatt zu notieren seien. Im weiteren Verlauf des Projektes konnten wir beobachten, dass die Schüler/innen länger und intensiver miteinander redeten. Studien haben gezeigt, dass überlegtes Diskutieren und Argumentieren nicht nur als charakteristische Vorgehensweise im Prozess der naturwissenschaftlichen Wissensentwicklung von Schülern und Schülerinnen verstanden werden soll, sondern dass strukturiertes Diskutieren und Argumentieren die Entwicklung wissenschaftlich anerkannter Vorstellungen positiv beeinflussen kann (von Aufschneiter et al 2008). In Zukunft wird es spannend sein, diesen Gruppendiskussionen explizit Aufmerksamkeit zu schenken und Rahmenbedingungen zu identifizieren, die deren Effizienz in Hinblick auf die Weiterentwicklung bestehender Vorstellungen steigern können.

Um den Prozess naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns „begreifbar“ zu machen, wurden die Schüler/innen in allen Unterrichtssequenzen, sowohl in der Schule als auch im Botanischen Garten mit naturwissenschaftlichen Methoden konfrontiert.

Der Umgang mit einfachen wissenschaftlichen Geräten (Pipette, Mikroskop, Messgerät) sowie naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (Experimente, Experimente nach Anleitung), betten alle Tätigkeiten und Aufgaben in einen naturwissenschaftlichen Kontext ein.

Während die Bestätigungsexperimente (Transpiration, Chromatographie, etc.) einen klaren Versuchsaufbau, Ablauf und die Variable vorgaben, änderten die Schüler/innen im Experiment „Sind alle Hölzer gleich“ die selbst gewählte Variable. Untersuchungsparameter wie Länge, Gewicht, Dichte, Klang sind in diesem Experiment nur durch die Bereitstellung von Messinstrumenten vorgegeben, weitere Messgrößen wie Farbe, Geruch, Porengröße, etc. wurden von den Kindern selbst eingebracht.

Gerade in Hinblick auf Naturwissenschaftliche Arbeitstechniken sprechen einige Studien (Mayer 2004, Kirschner et al 2006) dafür, dass das Durchführen naturwissenschaftlicher Experimente allein nicht effizient dazu beitragen kann, naturwissenschaftliche Prozesse zu verstehen. Vielmehr plädieren die Autoren dafür, Handlungsschritte explizit anzusprechen und so für die Lernenden sichtbar zu machen (Krüger 2007). Im Rahmen dieses Projektes wurden die Schüler/innen in den einzelnen Experimentierphasen immer wieder explizit darauf hingewiesen, wie ein Naturwissenschaftler oder eine Naturwissenschaftlerin diesem Problem begegnen würde. Die vorbereiteten Materialien wie z.B. Protokoll-Listen oder Experimentieranleitungen erinnern die Schüler/innen immer wieder daran, Handlungsabläufe einzuhalten. Anhand der Analyse der drei Multiple Choice Fragen zur Charakterisierung naturwissenschaftlicher Experimente wird deutlich, dass die Schüler/innen nach dem Projekt die gestellten Fragen deutlich häufiger richtig beantworten. Während nur eine geringfügige Weiterentwicklung des Verständnisses für den Begriff „Experiment“ bei den Schüler/innen vor und nach dem Projekt erkennbar ist, zeigt die qualitative Analyse der Interviews, dass die Kinder im Zuge der verbalen Planung eines Experimentes bestimmte charakteristische Eigenschaften eines Experimentes sehr wohl artikulieren und berücksichtigen können. Sie zeigen Verständnis dafür, dass ein Experiment dazu dienen kann, verschiedene Annahmen (Variablen) zu testen.

1.7 Ausblick, Perspektiven

Im Rahmen der regionalen Modellpartnerschaft von „Forschen Lernen“ wurde ein umfangreicher Datensatz erhoben, deren systematische Auswertung den Budget- sowie den Projektrahmen von zwei Jahren sprengen würde. Deshalb wurden in diesem Evaluationsbericht nur ausgewählte Daten und erste Ergebnisse präsentiert.

Im Sinne der Grounded Theorie (Strauss & Corbin 1996) wurden in der voran stehenden Diskussion erste beobachtbare Phänomene vorgestellt. Die diesen Erkenntnissen zugrunde liegenden Daten müssen nun noch weiter systematisch analysiert werden, um in weiterer Folge auch gegenstandsverankerte Theorien über die beschriebenen Phänomene entwickeln zu können.

Bereits jetzt zeichnet sich ab, dass Botanische Gärten, wie auch in der Literatur schon vereinzelt betont, ein hohes Potential haben, das situative Interesse von Schülern und Schülerinnen für verschiedenste Pflanzenthemen zu wecken und auch längerfristig (hier über den Zeitraum von einem Jahr) aufrecht zu erhalten. Derzeit ist noch sehr wenig darüber bekannt, welche Rolle Botanische Gärten aber auch andere außerschulische Lernorte in Hinblick auf den nachhaltigen Erwerb naturwissenschaftlicher Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie die Entwicklung von konzeptuellem Verständnis spielen können. Eine systematische Effizienzanalyse der bereits entwickelten Unterrichtsprogramme in allen Partnerorganisationen wäre hier auch für die internationale Forschungsgemeinschaft von höchstem Interesse.

Es ist deshalb äußerst wichtig, diese Projekte nicht jetzt nach zwei Jahren zu beenden, sondern weiter Budgetmittel zur Verfügung zu stellen, die es dieser Generation Innovation Leuchtturmprojekt ermöglichen, den aktuellen Kenntnisstand über Lehren und Lernen in außerschulischen Bildungseinrichtungen speziell im mitteleuropäischen Raum weiterzuentwickeln.

Interviews mit den Lehrerinnen und die Projekt überspannende Begeleitstudie zum „Wissensmanagement im Projekt Forschend Lernen“ zeigen deutlich, dass außerschulische Lernorte einen essentiellen Beitrag zur flächendeckenden Integration „Forschend-entwickelnder Unterrichtsmethoden“ in Österreich leisten können. Sie bieten den Partner-Schulen und Lehrer/innen jene Ressourcen an, die sie darin unterstützen, sich auf diese wenig traditionelle Form des Lehrens und Lernens einzulassen. Zukünftig wird der Botanische Garten besonders die Öffentlichkeit und im Speziellen Lehrer/innen darüber informieren, wie gewinnbringend längerfristige Partnerschaften zwischen Schule und Botanischem Garten sein können. Schulpartnerschaften sollen bewusst forciert und Angebote, die Unterrichtssequenzen sowohl in der Schule als auch im Garten, beinhalten, werden vermehrt beworben. Neben Lehrer/innen-Fortbildungsseminaren wird dieses „praktische Arbeiten mit Experten“ eine weitere Fortbildungsschiene für Lehrende aller Schulstufen im Botanischen Garten sein.

1.8 Literatur

Bayrhuber, H. (2007) Einführung - Beitrag der Fachdidaktiken zur Qualitätsverbesserung im Bildungssystem. In: Bayerhuber H., Elster D., Krüger D., Vollmer H.J (Eds): Kompetenzentwicklung und Assessment. Studien Verlag, Innsbruck, Wien Bozen.

Bertsch, C. (2008) Forschend-begründendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Wege zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung am Übergang Primar/Sekundarstufe am Beispiel von Unterrichtsmaterialien zum Thema Fotosynthese. Dissertation zur Erlangung des Doktorat der Geisteswissenschaften an der Fakultät für Bildungswissenschaften, an der Universität Innsbruck, Austria.

BGCI website: <http://www.bgci.org/education/>

Cerini, B., Murray, I. & Reiss, M.J. (2003) Students Review of the Science Curriculum. Major Findings. London: Plant Science; Institute of education, University of London; Science Museum.

Chinn, C.A., Malhotra, B.A. (2002) Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. Science Education, Wiley Periodicals, Inc. UK.

Chinn, C.A. & Brewer, W.F. (1993) The Role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instructions. Review of Educational Research 63(1):1-49.

Cox-Petersen, A., Marsh, D.D., Kisiel, J., & Melber, L.M. (2003) An investigation of guided school tours, student learning, and science reform: Recommendations at a Museum of Natural History. Journal of Research in Science Teaching, 40, 200–218.

Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Young Choi, M.Y., Sanders, D. & Benefield, P. (2006) The value outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. School Science Review, 87 (320).

Dillon, J. (2007) Researching science learning outside the classroom. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 27(6), 519-528.

Dierking, L.D. & Falk, J.H. (1997) School field trips: assessing their long term impact. Curator, 40 (3), 211-218.

Di Sessa, A. (1988) Knowledge in pieces. In: Forman G. and Pufall P.B. Constructivism in the computer age. Erlbaum, Hillsdale NJ, pp 49-70.

Duit, R. (1995) Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. Zeitschrift für Pädagogik 41, 6: S.905-923.

Duschl, R.A. & Grandy, R.E. (2008) Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates. In: Duschl, R.A. and Grandy, R.E. (Ed.) Teaching Science Inquiry: recommendations for Research and Implementation, SensePublisher, Netherlands

- Edgeworth, R.L. & Edgeworth, M. (1811) Essays on Practical Education. Johnson, London UK.
- Ekici, F., Ekici, E., Aydin & F. (2007) Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2 (4): 111 – 124.
- Elster, D. (2007) Student interest. The German and Austrian ROSE survey. *Journal of Biological Education*, Vol 42, 1.
- Fibonacci (2009) The Fibonacci Project, Disseminating Inquiry Based Science and Mathematics Education in Europe. <http://www.idwonline.de/pages/de/news357203> (Letzter Zugriff 25.02.2010)
- Flick, U. (2008) An Introduction to qualitative Research Third edition. SAGE Publications, Los Angeles, London, New Delhi, Singapore.
- Friedman, A. (Ed) (2008) Framework for Evaluating Impacts of informal Science Education Project. Available at: http://insci.org/resources/Eval_Framwork.pdf
- Generation Innovation: Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) und des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Kultur (bm:ukk), Österreich; <http://www.generationinnovation.at/> (letzter Zugriff: 25.02.2010).
- Harlen, W. (1999) Effective teaching in Science. SCRE Publication 142 available at <http://www.scre.ac.uk/pdf/science.pdf>, accessed March 2006.
- Hazen, R.M. (2002) Why Should You Be Scientifically Literate? American Institute of Biological Sciences, <http://www.actionbioscience.org/newfrontiers/hazen.html#primer>
- Hidi, S. (1990) Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549–571.
- Hidi, S. (2001) Interest, reading, and learning: Theoretical and practical considerations. *Educational Psychology Review*, 13, 191–209.
- Hmelo-Silver, C.E, Duncan, R.G. & Chinn, C.A. (2007) Scaffolding and Achievement in Problem-based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Netherlands.
- Kapelari, S., Bertsch, C., Kossev, K., Johnson, S., Bromley, G., & Bonomi, C. (2006): Plant Science Gardens - A model for improving plant science education at primary school level by creating cooperations between schools and their local botanic gardens. Paper presented at 4th Balkan Botanical Congress, Sofia, Bulgaria.
- Kapeari, S. Bertsch C., Johnson, S., Bonomi, C, Bromley, G., & Kossev K. (2007) Flower Power – The Potency of Botanic Gardens in Primary School's Plant Science Teaching. Paper presented at ESERA (European Science Education Research Association) Conference, Malmö, Sweden.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999) Concept Cartoons, Teaching and Learning in Science: An Evaluation. *International Journal of Science Education*, v21, n4, p. 431-46.

- Kirschner P., Sweller J., & Clark R.E. (2006) Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the failure of Constructivist, Discovery, Problem Based, Experimental and Inquiry based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2),75-86, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Netherlands.
- Krapp, A (1998). Psychologische Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens: Untersuchungsansätze und Befunde zur Motivation und zum Interesse. In R. Duit et al. (Ed) *Lernen in den Naturwissenschaften*. Kiel: IPN.
- Krüger, D. (2007) Die Conceptual Change Theorie. In Krüger, D. & Vogt, H. (Eds.), *Theorien in der biolgieididaktischen Forschung* (pp. 93-104) Springer Verlag Berlin, Heidelberg.
- Lederman, N.G. (2008) Nature of Science: Past, Present, and Future. In: Abell S.K. & Lederman N.G. (Eds) *Handbook of Research on Science Education*. Routledge, Taylor & Francis Group, New York, London.
- Learning Outside the Classroom Manifesto* (2006) Department for Education and Skills, DfES Publications, Nottingham, UK.
- Lena, P. (2009) Europe Rethinks Education. *Science*, Vol. 326, p501
- Loewe, Bernd: Interessenverfall im Biologieunterricht. *Ergebnisse empirischer, Forschung*. In: *Unterricht Biologie* (0341-5260) - 11 (1987) 124, S. 62-65.
- UNO, G.E. (2009) Botanical Literacy: What and How should students learn about plants? *American Journal of Botany* 96(10): 1753–1759. 2009.
- Lunetta, V.N. (1998) The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Centres for Contemporary Teaching. In Fensham, P. (Ed.), *Designing for Science: Implications from Everyday, Classroom, and Professional Settings*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, USA.
- Mayer, R.E. (2004) Should there be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, Vol. 59, No. 1, 14-19. The American Psychological Association, USA.
- Mayring, P. (2002) *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Naylor, S., Keogh, B. & Goldsworthy, A. (2004) *Active Assessment: thinking, learning and assessment in science*. Sandbach: Millgate House Publishers.
- Naylor, S. & Keogh, B. (1999) Constructivism in the classroom: Theory into Practice. *Journal of Science Teacher Education* 10 (2): 93-106.
- OECD (2006) *Evolution of student Interest in Science and Technology Studies*. Policy Report. Verfügbar unter <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>
- Palmer, D.H. (2009) Student Interest Generated During an Inquiry Skills Lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, VOL. 46, NO. 2, PP. 147–165, Wiley Periodicals, Inc.
- Palmer, S. (2002) Enquiry-based learning can maximise a student's potential, *IPsychology Learning and Teaching*, 2(2), 82-86.

- Pintrich, P.R. & Schunk, D.H. (1996) Motivation in education: Theory, research and applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- PISA (2007). Schulleistungen im internationalen Vergleich, Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von Morgen. OECD, W. Bertelsmannverlag, Germany.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66, 21 1-227.
- Raab-Steiner, E. & Benesch, M. (2008) Der Fragebogen. UTB GmbH, Wien Basel.
- Reich, K. (1996) Systematisch-konstruktivistische Pädagogik: Einführungen in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Pädagogik. Neuwied; Kriftel: Luchterhand.
- Reich, K. (2006) Konstruktivistische Didaktik, Beltz Verlag, Weinheim, Basel.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamy, K., Morris, M., Mee Young, C., Sanders, D. & Benefield, P. (2004). A Review of Research in Outdoor Learning, National Foundation for Educational Research and Kings College, London, UK.
- Riemeier, T. (2007) Moderater Konstruktivismus. In Krüger, D. & Vogt, H. (Eds.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung (pp. 93-104) Springer Verlag Berlin, Heidelberg.
- Rocard, M. Ed. (2007) Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe, Report EU22-845, Brussels.
- Rohlf C. Harring, M & Palentien, C. (2008) Bildung, Kompetenzen, kompetenz-Bildung – eine Einführung in die Thematik. In: Rohlf C. Harring, M & Palentien, C. (Hrsg) Kompetenz-Bildung Soziale, emotionale und kummulative Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen, VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- S-Team (2009) Science-Teacher Education Advanced Methods <https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/science-teacher+education+advanced+methods>
- Sanders, D.L. (2007) Making Public the Private Life of Plants: The contribution of informal learning environments. International Journal of Science Education Vol. 29, No. 10, 6 August 2007, pp. 1209–1228.
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (1992) Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren- Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Didaktik der Naturwissenschaften Band 2. Westrap Wissenschaften, Hohenwarsleben.
- Schmidkunz, H & Lindemann, H. (1976) Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Paul List Verlag KG, München
- Schmidkunz, H & Lindemann, H. (2003) Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im Naturwissenschaftlichen Unterricht Westrap Wissenschaften, Hohenwarsleben.
- Schnotz, W.(2006) Conceptual Change. In: Rost D.(Hrsg) Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, BeltzPVU, Weinheim Basel Berlin, S 77-82.

Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2007) Science education and youth's identity construction – two incompatible projects? In Corrigan, D., Dillon J. & Gunstone, R.(Eds) The Re-emergence of values in the science curriculum, (pp.231-247). Rotterdam: Sense Publishers.

Sparkling Science (2010) <http://www.sparklingsscience.at/> (letzter Zugriff 25.02.2010).

Strauss, A. & Corbin, J. (1996) Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. Beltz PsychologieVerlagsUnion. Weinheim.

Strike, K.A. & Posner, G.J. (1992) A revisionist theory of conceptual change. In R.A. Duschl & R.J. Hamilton (Eds.), Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice. Albany, NY: State University of New York Press.

TIMSS (2007) Improving Mathematics and Science Education <http://timss.bc.edu/TIMSS2007/index.html>

Von Aufschnaiter, C., Erduran S., Osborne J & Simon, S.(2008) Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to their Scientific Knowledge. Journal of Research in Science Teaching, Vol.45, 101-131.

Vosniadou, S. (Ed.) (1994) Capturing and Modeling the Process of Conceptual Change. In Vosniadou S.(Guest Editor), Special Issue on Conceptual Change, Learning and Instruction, 4, 45-69.

Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992) Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. Cognitive Psychology, 24, 535-585.

Vygotsky, L.S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.

Wandersees, J.H. and Clary, R.M. (2006) Advances in research towards a theory of plant blindness. Presented at the BGCI's 6th International Congress on Education in Botanic Gardens, The Nature of success, Success for Nature. Oxford, UK

Wandersee, J.H. and Schussler, E.E. (1999) Preventing plant blindness, American Biology teacher 61:84-86

Weber, A. (2004) Problem-Based Learning. Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe 2 und auf der Tertiärstufe. HEP-Verlag, Bern

Wilde, M. (2007) das Contextual Model of Learning – ein Theorierahmen zur Erfassung von Lernprozessen in Museen. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung (pp. 93-104) Springer Verlag Berlin, Heidelberg.

2 Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“

2.1 Abstract

Durch die systematische Zusammenarbeit von Repräsentant/innen des Bildungssystems und dem Team des Schulbiologiezentrums NaturErlebnisPark konnten in einem kontinuierlichen, partnerschaftlichen Prozess zukunftsweisende Grundsätze für eine regionale Modellpartnerschaft aufgebaut werden. In der Partnerschaft wurde ein Weg gesucht, um schulisches und außerschulisches Lernen wirksam zu einem Ganzen zu verknüpfen. Ziel war es, die speziellen Ressourcen des Schulbiologiezentrums möglichst effizient zu nutzen und die außerschulischen Angebote bestmöglich in das Unterrichtsgeschehen zu integrieren.

Dafür wurde das Unterrichtsmodell des Schulbiologiezentrums „Fridolins Naturgeschichten“ adaptiert und ergänzt. Dieses Modell stellt ein Grundmodell für problemlösendes Vorgehen dar und ist durch einen wiederholten strukturierten Ablauf aufeinander abgestimmter Erkenntnisschritte gekennzeichnet. Die Unterrichtspraxis im Projektjahr 2008/09 gestaltete sich dementsprechend als inhaltlich und methodisch zusammenhängender Prozess, in dem ein Wechsel zwischen außerschulischen Aktivitäten und durch Ressourcen des Schulbiologiezentrums unterstütztem Unterrichtsgeschehen im Klassenzimmer stattfand. Die Abläufe boten einen altersgerechten Rahmen, um naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen bei den Schüler/innen zu fördern und die individuelle Entfaltung von naturwissenschaftlichen Dispositionen zu unterstützen.

Begleitstudien belegen eine hohe Akzeptanz unter den Lehrkräften für die hier entwickelte Form der Kooperation und geben wertvolle Impulse zur zukünftigen Positionierung von Science Center Einrichtungen im Bildungssystem. Sie zeigen auch erfreuliche Trends hinsichtlich der Entwicklung von Interessen und Kompetenzen der Kinder auf.

2.2 Beschreibung der Science Center Einrichtung

Mission Statement

Das Schulbiologiezentrum unterstützt im Sinne einer umfassenden „Science Education“ die Naturwissenschaftsbildung in Schulen und Kindergärten und ist auf verschiedenen Ebenen des Bildungssystems begleitend und entwickelnd tätig. Unsere Aktivitäten werden evaluiert und erforscht. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen sowohl in die Programme als auch in nationale und internationale Diskurse ein.

Das Grazer Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ dient seit 1998 als außerschulischer Lernort für die steirischen Schulen und Kindergärten. Im über 5 ha großen Unterrichtsareal und im Seminargebäude werden teils durch permanente Exhibits, teils durch temporäre Inszenierungen phantasievolle Lernumgebungen geschaffen und für den Unterricht genutzt.

Das lehrplanorientierte Angebotsspektrum umfasst Forschungsabenteuer, Lernwerkstätten und Unterrichtsbesuche für alle Schulstufen sowie Workshops für Lehrer/innen und Studierende.

Das interdisziplinäre Team aus Pädagog/innen und Naturwissenschaftler/innen weist langjährige Erfahrung in der Entwicklung und Gestaltung forschend-entdeckender Lernprozesse und im Aufbau situierter problemorientierter Lernszenarien auf.

Seit zehn Jahren dienen regelmäßige Begleitstudien der Qualitätssicherung und Weiterentwicklung von Unterrichtsansätzen zum **Forschenden Lernen**. Diese werden teils als interne Praxisforschung, teils als externe Evaluation durch renommierte universitäre Forschungseinrichtungen ausgeführt. Die Rolle als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Schulsystem wird auch in der Forschungs- und Entwicklungsarbeit zur Verbesserung des Naturwissenschaftsunterrichts genutzt, seit dem Jahr 2001 ist das Schulbiologiezentrum am bundesweiten IMST Projekt des BM:BWK beteiligt.

Philosophie

In einer von Naturwissenschaften geprägten Welt stellt naturwissenschaftliche Grundbildung eine wichtige Voraussetzung dar, um begründete Entscheidungen zu treffen und am gesellschaftlichen Diskurs teilhaben zu können. Wir sehen Science Education als Synthese von Denk- und Arbeitsweisen, Konzeptwissen, Werten und Haltungen sowie Basiskompetenzen. Naturwissenschaftliches Arbeiten stellt für uns einen Prototyp einer wirksamen Problemlösungsstrategie dar. Science Education kann somit einen wichtigen Beitrag zur Persönlichkeitsbildung leisten.

Am effektivsten sind Lernprozesse, wenn Kinder die Möglichkeit haben den Lerninhalt aktiv mitzugestalten und sich diese Aktivitäten an entdeckend-forschenden Methoden orientieren. Selbständig Dinge zu entdecken und auszuprobieren, trägt zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt bei. Ein spielerischer Zugang zu naturwissenschaftlichen Themen soll aber nicht nur Wissen vermitteln sondern auch Kompetenzen schulen. Mit speziell adaptierten Lernumgebungen und inszenierten Situationen gelingt es, dass die Kinder ihre eigenen naturwissenschaftlichen Konzepte weiterentwickeln und modifizieren können. Die Gelegenheit eigene, neue und oft auch kreative Lösungswege für ein Problem zu finden, fördert nicht nur die Problemlösungskompetenz sondern auch die Fähigkeit Aufgabenstellungen aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten.

Prinzipien

Wir orientieren uns an den aktuellen Erkenntnissen der Erziehungswissenschaft und der Naturwissenschaftsdidaktik. Als wichtigstes Prinzip unserer Arbeit sehen wir die Entwicklung und Beforschung von innovativen Unterrichtsansätzen, Unterrichtsmaterialien und die Gestaltung von lehrplanorientierten und wissenschaftlich fundierten Unterrichtsaktivitäten an. Wichtige Kennzeichen unserer Unterrichtsaktivitäten sind: Authentischer Naturkontakt, Problemorientiertes Arbeiten, Selbständige, aktive Erkenntnisgewinnung und Kommunikative Prozesse.

Die altersentsprechend gestalteten Unterrichtsprogramme im Schulbiologiezentrum verfolgen im Sinne eines didaktischen Konstruktivismus einen problemorientierten Ansatz. Weiters werden zahlreiche "hands-on" Aktivitäten und Tätigkeiten mit Alltagsbezug in unseren Programmen angeboten. Eine besondere Rolle spielt hierbei das Experimentieren.

Experimente eignen sich besonders gut dazu, den Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu verdeutlichen und Kinder mit Arbeits- und Denkweisen von Naturwissenschaftler/innen vertraut zu machen. Darüber hinaus werden dadurch das logische Denken sowie die Fähigkeiten zum strukturierten Arbeiten und schlüssigen Argumentieren gefördert.



Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark – Graz Andritz

2.3 Ziele

Ziele des regionalen Kooperationsmodells

- Ein praktikables Modell der Partnerschaft zwischen Schulen und dem Schulbiologiezentrum soll entwickelt und erprobt werden, bei dem in einem kooperativen und gleichberechtigten Rahmen unter Nutzung der jeweiligen Expertise gemeinsam eine bestmögliche Unterstützung des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts erfolgen kann.
- Erfahrungen mit gemeinsam entwickeltem Unterrichtsmodell für Schüler/innen sammeln.
- Erkenntnisse zu Rahmenbedingungen, Funktionsweisen, Erwartungen der Schulen an Science Center Einrichtungen gewinnen.

Ziele für die Arbeit mit Schüler/innen

- Forschend entdeckendes Lernen für Schüler/innen ermöglichen.
- Die Entfaltung von naturwissenschaftlichen Dispositionen bei Schüler/innen durch positiven Zugang zu Naturwissenschaften unterstützen und nachhaltiges Interesse an Konzepten und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften wecken.
- Die Schüler/innen sollen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen kennen lernen und anhand von naturwissenschaftlichem Arbeiten wichtige, persönlichkeitsbildende Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben. Insbesondere die zum Experimentieren erforderlichen Teilkompetenzen, die auch im Alltag kritisches Denken und bewusste Entscheidungsfindung unterstützen, sollen gefördert werden.

Ziele für das Schulbiologiezentrum

- Kontakt zwischen dem Schulbiologiezentrum und Institutionen der formalen Bildungseinrichtungen (Landesschulrat, Schulen) intensivieren.
- Gemeinsam innovative Unterrichtsmodelle entwickeln, die im Schulbiologiezentrum weiter verwendet werden können.
- Didaktische Begleitstudien durchführen, um die Qualität unserer Arbeit zu sichern.
- Kontakte zu potentiellen Partnern knüpfen, um weiterführende Projekte zu entwickeln.

2.4 Partnerschaft zwischen Schulen und Science Center Einrichtung

Idee und Aufbau der Modellpartnerschaft in der Steiermark

Die Idee war es eine Modellpartnerschaft zu entwickeln, um das vorhandene Potential aller beteiligten Akteure für Innovationen im naturwissenschaftlich technisch orientierten Sachunterrichtes zu nutzen und Prinzipien des „Forschend Lernen“ zu implementieren.

Bereits im Vorfeld versuchte das Team des Schulbiologiezentrums „NaturErlebnisPark“ alle formalen Bedingungen abzuklären, daher wurden zuerst vorbereitende Gespräche mit Vertreter/innen des Landesschulrats Steiermark geführt. Mit großer Begeisterung wurde diese Projektidee aufgegriffen und von der für Grundschulen zuständigen Landesschulinspektorin unterstützt und genehmigt. Nach ihrer Empfehlung wurden im Juni 2008 drei Projektschulen ausgewählt. Dabei wurde auf größtmögliche Heterogenität geachtet, um im Projekt auch die unterschiedlichen Bedürfnisse von Grundschulen zu erfassen. Die ausgewählten Schulen waren eine Schule aus dem ländlichen Raum, eine städtische Schule an einem sozialen Brennpunkt mit hohem Anteil an Migrant/innen sowie die Praxisvolksschule der Pädagogischen Hochschule. In Gesprächen mit den Direktor/innen der Volksschulen wurde beschlossen, dass aus jeder Schule zwei Klassen der dritten Schulstufe in das Projekt einbezogen werden sollten. Mit den betroffenen Lehrerinnen wurden Ende des Sommersemesters 2008 Vorbereitungsgespräche geführt, in deren Rahmen die Entscheidung für das Jahresthema „Wasser“ gefällt wurde.

Im Aufbau der Modellpartnerschaft legte das Team des Schulbiologiezentrums „NaturErlebnisPark“ sehr viel Wert auf eine für alle gewinnbringende Zusammenarbeit und auf die Erzielung einer möglichst zufrieden stellenden Effizienz. Es war daher eine große Herausforderung unter Berücksichtigung von zeitlichen Faktoren und personellen Ressourcen Rahmenbedingungen und Strukturen zu schaffen, die eine zweckmäßige Einbindung aller beteiligten Akteur/innen ermöglichte. Das Kernteam setzte sich aus Lehrer/innen der beteiligten Volksschulen und den Mitarbeiter/innen des Schulbiologiezentrums NaturErlebnisPark zusammen. Darüber hinaus waren auch noch Personen aus dem formalen Bildungssystem (Direktor/innen, Landesschulinspektorin) und aus fachlich relevanten Institutionen (z.B.: Personen des Instituts für Erziehungswissenschaften) in das Projektgeschehen involviert, um eine transdisziplinäre

Bewertung des komplexen Projektgeschehens auf unterschiedlichen Ebenen zu gewährleisten.

Die Arbeit in der Modellpartnerschaft

Im Laufe der Zeit stellte sich die Modellpartnerschaft als ein sehr intensives Beziehungsgeflecht dar, in dem die beteiligten Personen mit großer Motivation ihre vielfältigen Kompetenzen und Wünsche einbringen wollten. Charakteristisch für die Abwicklung des Gesamtprojektes war es, dass die Zusammenarbeit generell auf einen respektvollen Umgang und eine zielgerichtete Kommunikation beruhte, sodass eine klare Entscheidungsfindung, verbindliche Vereinbarungen und definierte Handlungsspielräume von gleichberechtigten Partner/innen getroffen wurden. Zur Bewältigung der komplexen Aufgabenstellung war es notwendig die Entwicklungs- und Umsetzungsschritte in einer zirkulären zeitlichen Abfolge durchzuführen, so dass die Implementierung des Konzeptes von „Forschend Lernen“ gleichermaßen von allen Partner/innen realisiert werden konnte.

Zirkuläre Entwicklungs- und Umsetzungsphasen im Modell Steiermark

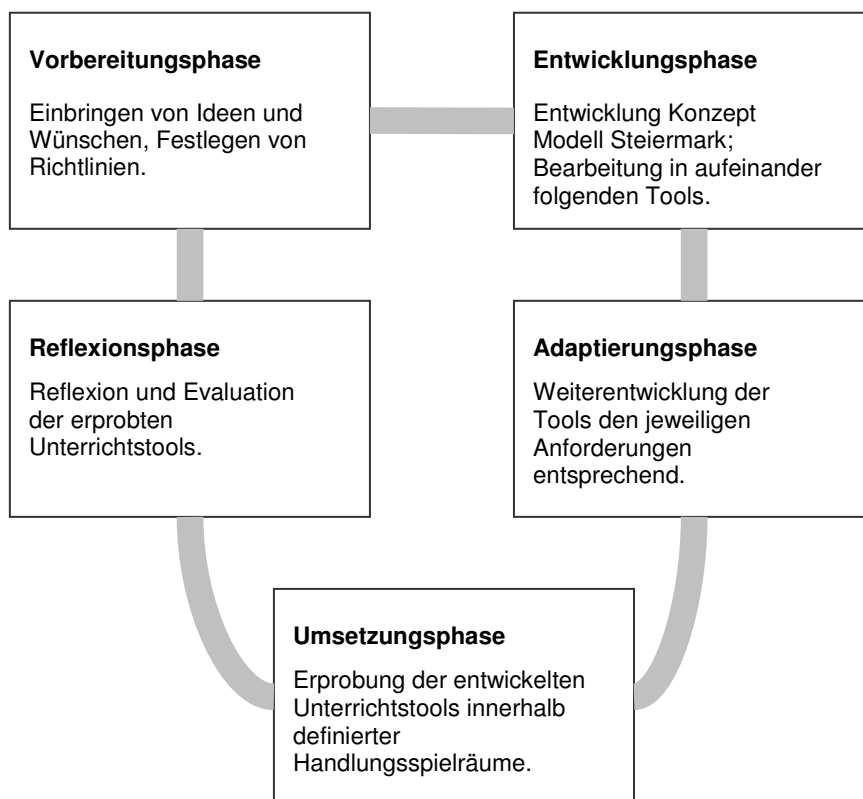


Abbildung 9: Zirkuläre Entwicklungs- und Umsetzungsphasen im Modell Steiermark

Als Promotor der Modellpartnerschaft fungierte das Team des Schulbiologiezentrums, das das Konzept des „**Forschenden Lernens**“ auf Basis von langjährigen praktischen Erfahrungen, Erkenntnissen von bereits zuvor durchgeführten Studien, didaktischen Theorien und festgelegten Richtlinien entwickelte. In Form von verschiedenen Workshops erhielten die Lehrer/innen eine fachliche Einführung und erprobten die für den Unterricht vorgesehenen Materialien. Innerhalb der Modellpartnerschaft wurden diese Ideen aufgegriffen, anhand der schulischen und organisatorischen Anforderungen adaptiert sowie nach inhaltlichen Schwerpunkten in einem kontinuierlichen kreativen Prozess weiterentwickelt und erprobt. Der Informationsaustausch und Beratungsleistungen in der praktischen Umsetzung erfolgten auf einer gleichberechtigten Ebene und bewirkten einen ausgeglichenen Kompetenztransfer.

Leistungsspektrum des Schulbiologiezentrums „NaturErlebnisPark“ in der Modellpartnerschaft

Das Team des Schulbiologiezentrums brachte als regionale Koordinationsstelle eine Reihe von Leistungen in die Modellpartnerschaft ein:

- Entwicklung des regionalen Projektkonzeptes von „**Forschend Lernen**“:

Ausgehend vom Unterrichtsmodell des Schulbiologiezentrums „NaturErlebnisPark“, welches das Resultat von langjährigen Erfahrungen, Praxisforschung und didaktischen Theorien ist, wurden Umfang und Struktur eines ganzjährigen Unterrichtsprojektes erarbeitet. Kernidee war es, schulisches und außerschulisches Lernen wirksam zu einem Ganzen zu verknüpfen. Die Erarbeitung erfolgte in einem zirkulären Prozess, in dem laufend Vorschläge aus der Modellpartnerschaft in die Konzeption einbezogen wurden.

- Detailplanung der Unterrichtseinheiten und Herstellung der Unterrichtsmaterialien:

Anhand der gemeinsam in den Workshops vereinbarten Richtlinien entwickelte das Team des Schulbiologiezentrums die detaillierten Unterrichtsabläufe. Alle Unterrichtsmaterialien wurden vom Schulbiologiezentrum angefertigt bzw. besorgt und den Schulen zugestellt.

- Begleitforschung:

Das Konzept einer Begleitstudie zur Evaluation der Modellpartnerschaft wurde vom Schulbiologiezentrum entwickelt. Zielsetzungen und Richtlinien für externe Erhebungen wurden festgelegt und mit den internen Begleiterhebungen koordiniert. Darüber hinaus wurden assoziierte Projekte in die Wege geleitet, die die Wirksamkeit der gesetzten Maßnahmen hinsichtlich Interessens- und Kompetenzentwicklung der Schüler/innen untersuchen werden.

- Durchführung von Unterrichtseinheiten im Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark:

Insgesamt fanden 12 Unterrichtseinheiten im Schulbiologiezentrum statt. Die Infrastruktur wurde optimal eingesetzt, indem vorhandene Naturräume wie der unter Naturschutz stehende Rielteich, der Mühlgang und der Andritzbach sowie Räume und Einrichtung des Seminargebäudes für attraktive Unterrichtsaktivitäten genutzt wurden. Darüber hinaus kamen besondere Exhibits (z.B. Amphibienrad), technische Geräte (z.B.: Flexcam,

Mikroskope, ...) und aufwendig konstruierte Tools (z.B. Flusslandschaften) zum Einsatz, die den Klassen sonst nicht zur Verfügung stehen. Die Betreuung der Schüler/innen erfolgte überwiegend in Kleingruppen (4-6 Schüler/innen pro Gruppe) durch fachlich qualifizierte und pädagogisch geschulte Mitarbeiter/innen, so dass in hohem Maß auf individuelle Bedürfnisse eingegangen werden konnte.

- Durchführung von Unterrichtseinheiten in den Klassen:

Das Team des Schulbiologiezentrums führte 18 Unterrichtseinheiten direkt im Klassenzimmer aus und zwar Unterrichtsaktivitäten, die methodisch aufwendig sind und spezifische Fachkenntnisse erfordern. Für jeweils 5 weitere Unterrichtseinheiten (insgesamt 30) wurden Unterrichtstools entwickelt, hergestellt und den Lehrer/innen zur Vertiefung und Weiterführung des strukturierten forschenden Lernens unter Vereinbarung klar definierter Handlungsspielräume für den Unterricht zur Verfügung gestellt. Zur Beratung der Lehrerinnen wurde eine „Hotline“ eingerichtet, um auf Fragen, individuelle Wünsche (z.B. Erweiterung der Angebote) und aktuelle Situationen (z.B. Nachbestückung des Aquariums) eingehen zu können.

- Koordination und Organisation:

Neben schulübergreifenden Koordinationsmaßnahmen unterstützte das Team des Schulbiologiezentrums die Lehrer/innen auch bei weiterführenden Veranstaltungen (z.B. Erstellung einer Power Point Präsentation). Während des gesamten Projektverlaufs bestand ein regelmäßiger Kontakt zwischen den Schulen und dem SBZ (Telefonkontakte bei Fragen und Problemstellungen, Schulbesuche zur Auslieferung der Unterrichtsmaterialien, Brief- und e-mailverkehr zwischen Kindern und „Fridolin“, Klassenbesuche zur Erhebung von Daten).

Effekte und Trends in der Modellpartnerschaft

Im Spannungsfeld zwischen den Erwartungen von Repräsentant/innen des Schulsystems und den Auftraggeber/innen sowie den Erwartungen des Teams des Schulbiologiezentrums „NaturErlebnisPark“ gelang es, zufrieden stellende Strukturen und Rahmenbedingungen für ein funktionierendes regionales Modell der Zusammenarbeit zu schaffen. Dies bestätigten verschiedene Instrumente der Qualitätssicherung, die während des gesamten Projektgeschehens laufend eingesetzt wurden. Die Berücksichtigung dieser aus den Studien gewonnenen Indikatoren (wie Zufriedenheit, Praktikabilität der didaktischen Materialien) stellte einen wesentlichen Faktor für das erfolgreiche Gelingen der Netzwerkarbeit dar.

Die intensive Zusammenarbeit in der Modellpartnerschaft erhöhte die Motivation aller beteiligten Partner, erzielte Synergieeffekte in der komplexen Aufgabenbewältigung (z.B. Problemlösung, Kompetenztransfer) und setzte Impulse für die Erstellung neu kombinierter, attraktiver Lernangebote. Darüber hinaus wurden Ideen, die aus dem Innovationspotential des Projektgeschehens entwickelt wurden, aufgegriffen und neue Kontakte zu weiterführenden Projekten (z.B. Fridolin goes online) geknüpft.

2.4.1 Regionale Modellpartnerschaft

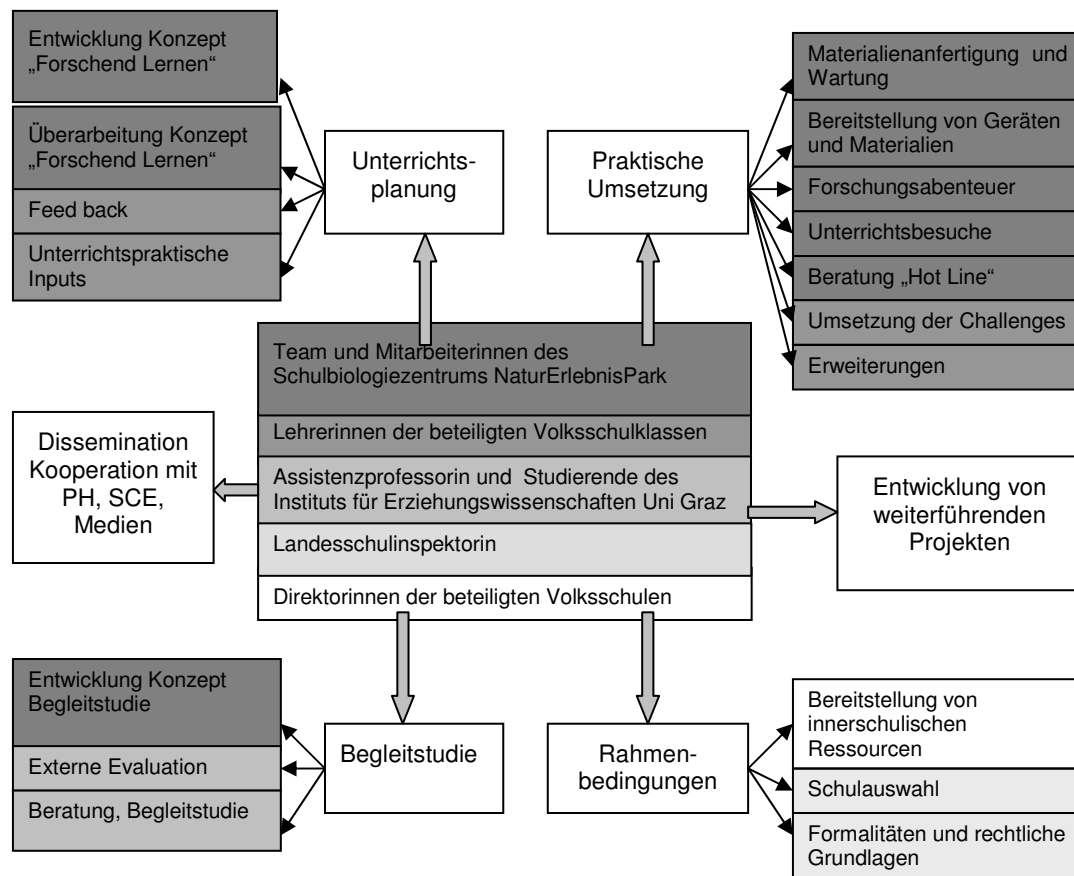


Abbildung 10: Regionale Modellpartnerschaft

2.4.2 Ablauf der Modellpartnerschaft, Zeittafel

Wann?	Wer?	Was?
Mai 2008	Team des Schulbiologie-zentrums, Landesschulinspektorin, Assistenzprofessorin Institut für Erziehungswissenschaft	Gespräch mit der Landesschulinspektorin, Planungsgespräch Begleitevaluierung Uni Graz
Juni 2008	Direktorinnen und Lehrerinnen der Projektschulen	Vorbereitungsphase: Gespräche über Inhalte, Richtlinien, sowie organisatorische und zeitliche Abläufe
Juni bis September 2008	Team des Schulbiologie-zentrums	Entwicklungsphase: Konzept Forschend Lernen und Begleitstudien
September 2008	Team des Schulbiologie-zentrums Mitarbeiterin AECC Wien, Studierende der Universität Graz	Beratungsgespräch Begleitevaluierung Uni Wien, Gespräche mit externer Evaluatorin für formative Begleitstudie
Oktober 2008	Team des Schulbiologie-zentrums, Lehrerinnen	Workshop zur fachliche Einführung und Erprobung der Materialien, Einbringen von schulischen und organisatorischen Anforderungen, sowie Entwicklungsstand der Schüler/innen
Oktober bis November 2008	Team des Schulbiologie-zentrums	Adaptierungsphase: Weiterentwicklung der Unterrichtstools
November bis Dezember 2008	Team des Schulbiologie-zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen, Studierende der Universität Graz	Umsetzungsphase/Besuch von Fridolin: Erstkontakte und Vorerhebungen in jeder Projektklasse Fridolins Forscherlabor mit Forschungsabenteuern im Schulbiologiezentrum für jede Projektklasse Ausführen der Unterrichtsmaterialien in jede Klasse
Dezember 2008 bis Feber 2009	Team des Schulbiologie-zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen	Umsetzungsphase/Fridolins Briefe, inhaltliche Festigung: Einsatz der bereitgestellten Unterrichtsmaterialien in den Klassen, laufende Betreuung und Beratung durch Team SBZ
Feber 2009	Team des Schulbiologie-zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen	Umsetzungsphase /Besuch von Fridolin: Unterrichtsbesuche in den Projektklassen
November 2008 bis Feber 2009	Team des Schulbiologie-zentrums, Lehrer/innen, Direktorinnen, SchülerInnen, Assistenzprofessorin Institut für Erziehungswissenschaft, Studierende der Universität Graz	Reflexionsphase: Einsatz verschiedener Instrumente für laufende Evaluation, Auswertung der Daten für Qualitätssicherung, erheben von Daten für die Begleitforschung
Feber 2009	Team des Schulbiologie-zentrums, Lehrer/innen,	Vorbereitungsphase: Sammeln von weiterführenden Ideen und Wünsche, Festlegen von Richtlinien, Einbinden

	Direktorinnen, Schüler/innen, Assistenzprofessorin Institut für Erziehungswissenschaft, Studierende der Universität Graz	von Erkenntnissen aus der Evaluation
Feber bis März 2009	Team des Schulbiologie- zentrums	Entwicklungsphase: Konzept Forschend Lernen mit weiterführenden Tools
März 2009	Team des Schulbiologie- zentrums, Lehrerinnen	Workshop zur fachliche Einführung und Erprobung der Materialien, Einbringen von schulischen und organisatorischen Anforderungen, sowie Entwicklungsstand der Schüler/innen
März 2009	Team des Schulbiologie- zentrums	Adaptierungsphase: Weiterentwicklung der Unterrichtstools
März 2009	Team des Schulbiologie- zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen	Umsetzungsphase /Besuch von Fridolin: Unterrichtsbesuche in den Projektklassen
April 2009	Team des Schulbiologie- zentrums	Ausführen der Unterrichtsmaterialien in jede Klasse
April bis Mai 2009	Team des Schulbiologie- zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen	Umsetzungsphase/Fridolins Briefe, inhaltliche Festigung: Einsatz der bereitgestellten Unterrichtsmaterialien in den Klassen, laufende Betreuung und Beratung durch Team SBZ
Juni 2009	Team des Schulbiologie- zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen	Umsetzungsphase /Fridolins Wasserwelt, Forschungsabenteuer im Schulbiologiezentrum für jede Klasse
März bis November 2009	Team des Schulbiologie- zentrums, Lehrerinnen, Schüler/innen, Assistenzprofessorin Institut für Erziehungswissenschaft, Studierende der Universität Graz	Reflexionsphase: Einsatz verschiedener Instrumente für laufende Evaluation, Auswertung der Daten für Qualitätssicherung, erheben und auswerten von Daten für die Begleitforschung, Gespräche mit externen Evaluatorinnen
Dezember 2009 bis April 2010		Dokumentation

2.5 Praktische Umsetzung

In der Partnerschaft wurde ein Weg gesucht, um **schulisches und außerschulisches Lernen wirksam zu einem Ganzen zu verknüpfen**. Ziel war es, die speziellen Ressourcen des Schulbiologiezentrums möglichst effizient zu nutzen und die außerschulischen Angebote bestmöglich in das Unterrichtsgeschehen zu integrieren.

Besonders folgende **Ressourcen des Schulbiologiezentrums** wurden als wesentliche Beiträge zur Gestaltung eines anspruchsvollen Unterrichts erachtet und gezielt eingesetzt:

- Die Gestaltung von ansprechenden Lernszenarien mit speziellen Exhibits, narrativem Kontext und entsprechender Inszenierung
- Die Möglichkeit, aufwendigere Unterrichtsmaterialien herzustellen und an die Schulen zu verleihen
- Spezielles naturwissenschaftliches Fachwissen als Basis für die Entwicklung von Unterrichtsprogrammen und Materialien
- Personelle Ressourcen für betreuungsintensive Unterrichtsformen

Die **didaktische Grundlage** des Projektgeschehens bildete das im Schulbiologiezentrum vorherrschende Verständnis von „Forschend Lernen“:

Forschend Lernen ist ein Weg, die eigenen Konzepte durch forschendes Vorgehen zu erweitern und zu verändern. Die dabei eingesetzte Grundstruktur forschenden Arbeitens (Fragestellung - systematischer Einsatz adäquater Methoden zur Informationsgewinnung - begründende logische Schlussfolgerungen) stellt ein **Grundmodell für problemlösendes Vorgehen** dar, das auch in andere Lebensbereiche übertragbar ist.

Die daraus resultierenden **Haltungen** und Herangehensweisen, die so erworbenen **Basiskompetenzen** und das erfahrene Selbstvertrauen, eigene Lösungen zu finden stellen wichtige Voraussetzungen für engagiertes Teilhaben an gesellschaftlichen Prozessen und den flexiblen, kompetenten Umgang mit wechselnden Herausforderungen dar.

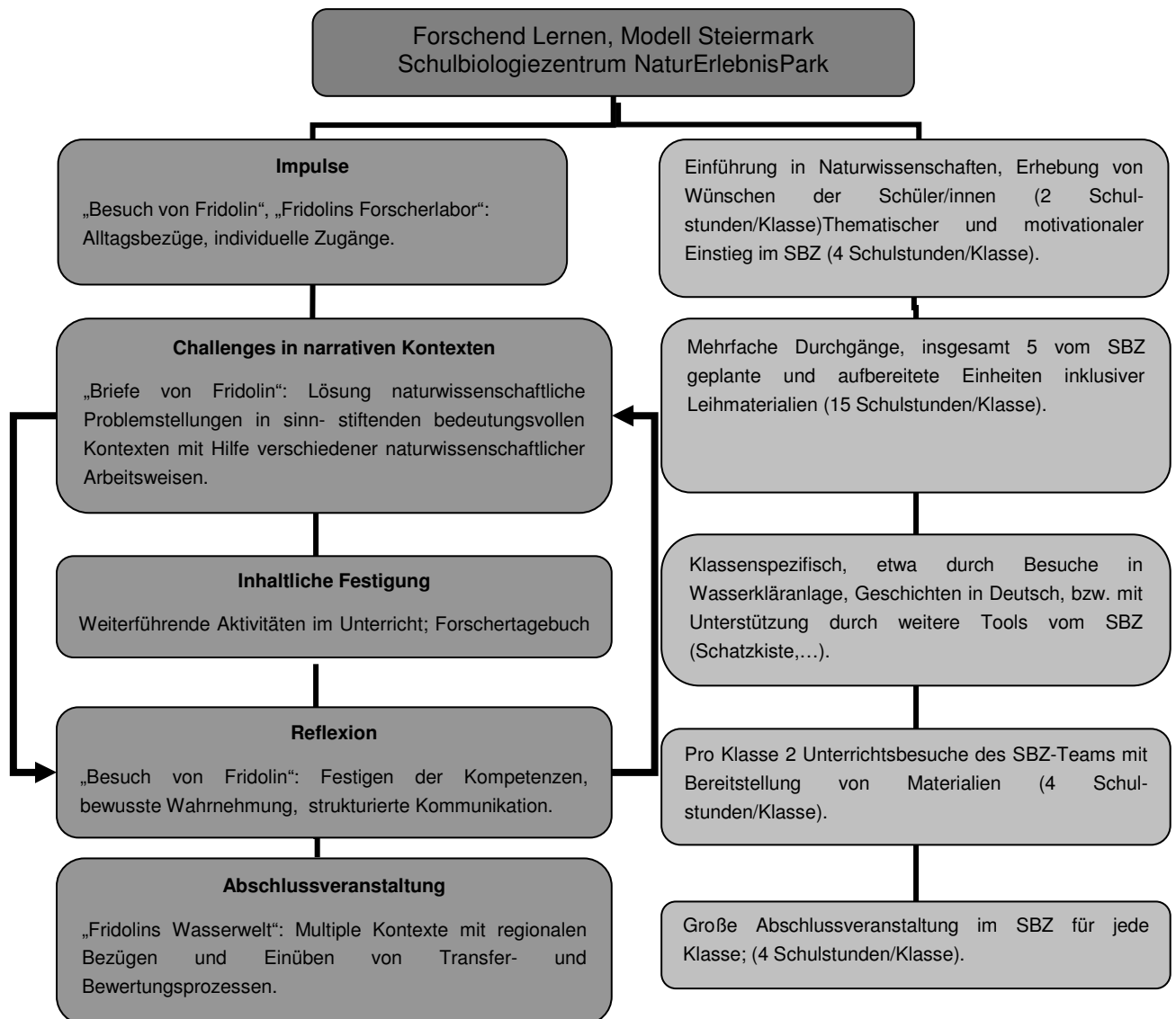
Kennzeichnend für „Forschendes Lernen“ ist für uns nicht die Einzelaktivität, sondern deren Eingebundensein in einen gesamten Problemlöseprozess. Daher haben für uns die Gestaltung entsprechender Kontexte sowie ein **strukturierter Ablauf aufeinander abgestimmter Erkenntnisschritte**.

Die Unterrichtspraxis im Projektjahr gestaltete sich dementsprechend **als inhaltlich und methodisch zusammenhängender Prozess**, in dem ein Wechsel zwischen außerschulischen Aktivitäten und durch Ressourcen des Schulbiologiezentrums unterstütztem Unterrichtsgeschehen im Klassenzimmer stattfand.

2.5.1 Module

Grundkonzeption:

Als „Module“ werden im vorliegenden Projekt die einzelnen thematisch zusammenhängenden Unterrichtseinheiten bezeichnet. Diese sind als **aufeinander aufbauende Stufen im Erwerb von Problemlösekompetenz** zu verstehen und inhaltlich und methodisch entsprechend konzipiert. Die Grundstruktur des Problemlöseprozesses wurde aus „**Fridolins Naturgeschichten**“, dem seit Jahren bewährten Unterrichtsprogramm des Schulbiologiezentrums entnommen. Dieses Modell wurde dahingehend adaptiert und erweitert, dass die bei den Forschungsabenteuern im Schulbiologiezentrum gesetzten inhaltlichen, methodischen und motivationalen Impulse für weiterführende nachhaltige Lernprozesse genutzt werden konnten. Rund um jedes Forschungsabenteuer wurde ein **dichtes Netz an ergänzenden Aktivitäten** verschiedenster Art aufgebaut, so dass sich ein kontinuierlicher Bezug zum Unterrichtsthema sowie zur forschend- entdeckenden Arbeitsweise entwickeln konnte.



Die zentralen Interventionen durch das Schulbiologiezentrum waren:

Forschungsabenteuer:

Puppenunterstützte Forschungsabenteuer mit naturwissenschaftlichen Problemlösungsverfahren zählen zum Standardangebot des Schulbiologiezentrums (vgl. Frantz-Pittner, Grabner et al. 2004). Für das vorliegende Projekt wurde dieses Format durch entsprechende Rahmengeschichten und Aktivitäten dahingehend adaptiert, dass es als Einstieg bzw. Abrundung eines längerfristigen Lernprozesses nutzbar war. Forschungsabenteuer im Schulbiologiezentrum bieten eine Reihe von Ansatzpunkten, die im herkömmlichen Unterricht nicht gegeben sind und die deshalb besonderen Anreiz sowie eine Erweiterung des Methodenspektrums darstellen. Das hier aufgebaute Szenario mit einer Handpuppe als Identifikationsfigur wurde als Rahmen und Bezugspunkt für den Ablauf des Schuljahres herangezogen. Mit der im Schulbiologiezentrum vorhandenen naturräumlichen und technischen Infrastruktur waren multiple Kontexte für die Lerninhalte sowie authentische Zugänge zu naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen herstellbar. Mit den Forschungsabenteuern wurden so die Grundlagen gelegt, auf denen alle weiteren Unterrichtsaktivitäten aufbauten.

Unterrichtsbesuche:

In den Unterrichtsbesuchen der Mitarbeiter/innen des Schulbiologiezentrums wurde durch den Einsatz der Handpuppe das Ankerszenario aus der Rahmengeschichte fortgeführt und so der Anstoß für weiterführendes Arbeiten am Thema gegeben. Die bei den Forschungsabenteuern eingeführten naturwissenschaftlichen Herangehensweisen wurden in verschiedenen Kontexten wiederholt und vertieft. Alle dafür nötigen Utensilien wurden vom Schulbiologiezentrum bereitgestellt. Durch ausreichenden Personaleinsatz waren betreuungsintensive Unterrichtsformen möglich. Die direkte Betreuung der Aktivitäten durch das Team des Schulbiologiezentrums ermöglichte auch den Einsatz spezifischer Geräte und Arbeitsschritte, die naturwissenschaftliche Fachkenntnisse erfordern (z.B. Mikroskopieren, Miniaturkamera)

Challenges in narrativem Kontext:

Mittels fiktiven, von der Handpuppe verfassten Briefen wurde ein laufender Kontakt zu den Klassen gehalten und die Rahmengeschichte fortgeführt. Die Briefe beinhalteten jeweils Bezüge zu den Erlebnissen im Schulbiologiezentrum, ein positives Feed back zu bereits erledigten Aufgaben sowie die Schilderung einer neuen Herausforderung, einer „Challenge“. Diese Aufgabe konnte mit Hilfe bereitgestellter Materialien aus dem Schulbiologiezentrum und anhand der bei den Forschungsabenteuern erlernten Vorgangsweisen gelöst werden.

Leihmaterialien für den Einsatz im Unterricht:

Die Bereitstellung von Materialien stellt einen entscheidenden Faktor dafür dar, ob im Grundschulalltag handlungsorientierter Naturwissenschaftsunterricht tatsächlich stattfindet. (vgl. Pokorny 2003). An Ideen, Bauanleitungen und Unterrichtsvorschlägen mangelt es den Lehrer/innen selten, die einschlägige Fachliteratur und das Internet bieten hier ein breites Spektrum an Anregungen. Vielfach scheitert die Umsetzung von an sich guten Anregungen

und Materialvorschlägen allerdings daran, dass damit ein hoher Aufwand an Zeit und auch Geld verbunden ist.

Die zentrale Beschaffung und Herstellung von Unterrichtsmaterialien bot hier mehrfach Vorteile:

- Die im Schulbiologiezentrum vorhandenen handwerklichen Möglichkeiten (eigene Werkstatt, Tischler) konnten zur Herstellung anspruchsvoller Unterrichtsmaterialien genutzt werden.
- Verbrauchsmaterialien wurden in großer Stückzahl für alle Klassen beschafft, wodurch Zeit und Geld gespart wurden
- Die Mehrfachnutzung durch zahlreiche Klassen bietet mehr Effizienz und stellt ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen her.



Themenwahl:

Die Wahl des Unterrichtsthemas erfolgte in Absprache zwischen den beteiligten Lehrer/innen und dem Team des Schulbiologiezentrums. Dabei waren folgende Auswahlkriterien ausschlaggebend:

- Das Thema sollte im Lehrplan der betreffenden Schulstufe eine bedeutende Rolle spielen, damit eine sinnvolle Integration des Projekts in das Unterrichtsgeschehen ermöglicht wird und eine Vernetzung mit anderen Unterrichtsinhalten erfolgen kann.
- Die Wahl soll so erfolgen, dass die im Schulbiologie vorhandenen infrastrukturellen Ressourcen bestmöglich wirksam werden.
- Das Thema sollte dem fachlichen Schwerpunkt des Schulbiologiezentrums entsprechen damit die fachwissenschaftliche Kompetenz der Mitarbeiter/innen effizient genutzt werden kann.
- Das Thema sollte der Lebenswelt der Kinder entsprechen und für sie bedeutsam sein.
- Am Thema sollte die exemplarische Behandlung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen in verschiedenen Kontexten möglich sein.

Aufgrund dieser Vorgaben fiel die Entscheidung für das Rahmenthema „**Wasser**“.

- Das Thema Wasser wird im Unterrichtsgeschehen der dritten Schulstufe mehrfach angesprochen und stellt somit einen besonderen thematischen Schwerpunkt im Sachunterricht dar.
- Die **naturräumlichen Gegebenheiten** im Schulbiologiezentrums bieten umfassende authentische Bezüge dafür: Das Areal beinhaltet unterschiedliche Gewässern (Teich, Bach, Mühlgang), die durch bauliche Maßnahmen (z.B. Beobachtungssteg) speziell für die Unterrichtsnutzung adaptiert sind. Zudem ist im Schulbiologiezentrum ein **Fundus an wasserbezogenen Exhibits** vorhanden (Amphibienkalender, Wasserraketen, Flussmodelle,..) die Anknüpfungspunkte und Impulse liefern.
- Mit der Wahl dieses Themas konnte optimal das einschlägige Fachwissen von Physikern, Pflanzenphysiolog/innen und Gewässerökolog/innen im **interdisziplinären Team** des Schulbiologiezentrums genutzt werden
- Eine Betrachtung des Themas „Wasser“ ist aus Sicht der unterschiedlichsten Fachrichtungen möglich (Physik, Chemie, Ökologie, Medizin, Städtebau,..). So kann eine Vielfalt der Zugänge mit einem durchgängigen inhaltlichen „roten Faden“ vereinbart werden. Die globalen Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung können anhand eines konkreten Inhalts in verschiedenen Kontexten erlebt werden.

Lehrplanbezug: Sowohl inhaltlich als auch bezüglich der Arbeitstechniken berührten die Unterrichtsaktivitäten in diesem Projekt mehrfach die im Lehrplan der Volksschule (2008) für die dritte Schulstufe angeführten Vorgaben:

Begegnung mit der Natur und dabeispezifische Arbeitsweisen und Fertigkeiten erweitern	• In der unmittelbaren Auseinandersetzung mit der Natur die bisher erlernten Arbeitsweisen Untersuchen, Beobachten, Betrachten) anwenden und erweitern • Einfache Experimente planen, durchführen und auswerten
Einsichten über Lebensvorgänge und biologische Zusammenhänge gewinnen	• Einige Entwicklungsvorgänge bei Pflanzen und Tieren erfassen • Veränderungen in der Pflanzen- und Tierwelt erkennen • Einrichtungen für bestimmte Lebensweisen bzw. Lebensräume verstehen
Begegnung mit der Natur, dabei spezifische Arbeitsweisen und Fertigkeiten erweitern	• Die bisher erlernten Arbeitsweisen (Sammeln, Suchen und Betrachten) vertiefen und durch solche wie Ordnen, Vergleichen und Zuordnen nach gemeinsamen Formen und Merkmalen erweitern • Naturobjekte durch Vergleichen von Objekt und Bild (Vorgänge zur Tier- und Pflanzenbestimmung) bestimmen • Die erlernten Arbeitsweisen beim Anlegen einfachster Sammlungen (z.B. Blätter, Früchte, Rinden, Steine, Federn etc.) anwenden
Formenkenntnis über Pflanzen und Tiere erweitern	• Ausgewählte Pflanzen und Tiere der näheren Umgebung kennen und benennen; auch einige geschützte Pflanzen und Tiere • Weitere Formenkenntnisse über Pflanzen und Tiere gewinnen im Hinblick auf: - jahreszeitliche Gegebenheiten - Nutzbarkeit • Das Wissen über den Bau von Pflanzen und Tieren erweitern
Kenntnisse über technische Gegebenheiten in der Umwelt des Kindes erwerben	• Im Zusammenhang mit der Werkerziehung die Funktion von Geräten und einfachen Maschinen kennen lernen, erproben und verstehen • An einem Beispiel aus der Umwelt eine aus mehreren Teilen zusammengesetzte technische Einrichtung kennen lernen, wesentliche Teile und deren Funktion erkennen
Spezifische Arbeitsweisen erweitern: Experimentieren	• Im Rahmen der Werkerziehung durch probierendes und konstruierendes Tun neben elementaren Handlungserfahrungen und grundlegenden Einsichten auch die Arbeitsweise des Experimentierens erwerben.
Sachgemäßes und verantwortungsbewusstes Handeln beim Gebrauch der Technik entwickeln	• Sachgemäßen Umgang mit Werkzeugen lernen; dabei wichtige Fertigkeiten einüben und Vorsichtsmaßnahmen beachten.
Erste Erkenntnisse über Kräfte und ihre Wirkungen erwerben	• Weitere Kenntnisse über Kräfte und ihre Wirkungen erwerben • Wettererscheinungen beobachten
Spezifische Arbeitsweisen erlernen	• Langzeitbeobachtungen (des Wetters) durchführen und Tabellen anlegen
Kenntnisse über Stoffe und ihre Veränderungen erwerben	• Kenntnisse über Stoffe und ihre Veränderungen erweitern • Die Erscheinungsformen verschiedener Stoffe kennen und benennen (fest, flüssig, gasförmig) • Die Bedingungen für die Zustandsänderungen des Wassers kennen lernen (z.B. Erhitzen, Abkühlen) • Wasserlösliche und nichtwasserlösliche Stoffe unterscheiden
Spezifische Arbeitsweisen erweitern: Experimentieren	• Experimente mit Wasser durchführen • Ergebnisse von Experimenten • Einfache Versuchsarbeiten ausführen • Sachgemäßes und verantwortungsbewusstes Handeln im Umgang mit Stoffen erkennen • Die Gefahren der Wasserverschmutzung kennen und sich um die Reinhaltung des Wassers bemühen

Prägende Aspekte im Projektgeschehen:

- Aufbau der grundlegenden Arbeitsstruktur

Das erste Ziel war es, die grundlegende Struktur des Arbeitsjahres zu implementieren. Diese setzte sich aus folgenden Komponenten zusammen:

Rahmengeschichte

Ritualisierte Vorgangsweise naturwissenschaftlichen Problemlösens

Naturwissenschaftliche Arbeitstechniken

Rahmenthema

Diese Komponenten wurden während des ersten Forschungsabenteuers im Schulbiologiezentrum eingeführt. Die Arbeitsstruktur wurde in allen weiteren Aktivitäten während des gesamten Projektjahres konstant beibehalten und lediglich auf den jeweiligen Kontext abgestimmt.

- Etablierung von Rahmengeschichte und „Challenges“

Die ersten Aktivitäten „Besuch von Fridolin“ und „Forschungsabenteuer im Schulbiologiezentrum“ wurden dafür genutzt, die Beziehung zwischen den Kindern und dem Schulbiologiezentrum über eine als Anker genutzte Rahmengeschichte aufzubauen. In diesen narrativen Kontext konnten anschließend das ganze Schuljahr über neue Episoden mit „Challenges“ eingebaut werden.

- Einübung, Vertiefung und Reflexion der Arbeitsschritte zur Problemlösung

Anhand der Bewältigung dieser Challenges konnte in ritualisierter Form die Struktur naturwissenschaftlichen Arbeitens eingeübt werden, wobei alle relevanten Schritte eines naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses in kindgerechter Form enthalten waren. Diese Schritte von der Problemstellung über die zentralen Wege wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bis hin zur Interpretation von Ergebnissen wurden anhand konkreter Aufgaben erarbeitet und dienten als Matrix für alle weiteren Aufgabenstellungen im Projektjahr.

Die grundlegende Arbeitsstruktur wurde in verschiedenen Kontexten mehrfach wiederholt, indem jeweils neue, aufeinander aufbauende Challenges nach demselben Grundmuster zu bewältigen waren. In begleitenden Gesprächen – ebenfalls unter Einsatz der Handpuppe – wurden bei den Unterrichtsbesuchen zentrale Eckpunkte naturwissenschaftlichen Arbeitens, Hypothesen bilden, Experimente planen und durchführen und Schlussfolgerungen ziehen, diskutiert. Zunehmend wurde dabei mehr Entscheidungskompetenz für den Ablauf der Experimente an die Kinder übertragen. In den Begleitgesprächen wurden das Begründen eigener Entscheidungen, das Abwägen von Alternativen und die Auseinandersetzung mit konträren Standpunkten forciert.

- Einführung in Arbeitstechniken

Den Kindern wurde in den Challenges die Gelegenheit geboten, zur Erkenntnisgewinnung authentische Methoden und Instrumente aus dem Arbeitsfeld der Biologie einzusetzen. So

konnte ein Erstkontakt mit optischen Geräten (Lupen, Mikroskopen), verschiedenen Messgeräten, Werkzeugen (Pipetten, Pinzetten, Kescher,...) erfolgen und schrittweise das Arbeiten mit Bestimmungsliteratur aufgebaut werden. So konnten die Kinder zunehmend mit der Handhabung dieser Techniken vertraut werden und Sicherheit in der Auswahl geeigneter Instrumente erlangen.

Die einzelnen Module

Den inhaltlichen Rahmen für den Erwerb und die Festigung der genannten Kompetenzen bildeten im Wintersemester die **physikalischen Zugänge zum Thema Wasser**, im Sommersemester die **biologisch-ökologischen Aspekte von Wasser**.

Die Challenges wurden in folgenden Modulen behandelt:

Wintersemester:

- Wundersame Wasserwelt
- Wasser reinigen
- Wasser leiten
- Löslichkeit von Stoffen im Wasser
- Wasser und Farben

Sommersemester:

- Das Leben im Wassertropfen
- Lebensgemeinschaft Aquarium
- Wasserhaushalt von Pflanzen
- Wir erforschen Bach und Teich

2.5.2 Didaktische Methoden

Der Unterrichtsansatz des Schulbiologiezentrums

Die Unterrichtsmethodik des Schulbiologiezentrums „NaturErlebnisPark“ ist der eigens entwickelte Ansatz „Fridolins Naturgeschichten“. In einer Kombination verschiedener konstruktivistischer Unterrichtsmodelle wie Anchored Instruction, problemorientiertes Lernen, Puppet Science (vgl. Ollerenshaw 2000, Kohler 2001, Naylor et al. 2007) – wird ein komplexes erlebnisorientiertes Lernszenarium geschaffen und durch narrative, dramaturgische Elemente unterstützt.

Der Lernprozess gestaltet sich so als Problemlöseverfahren, in dessen Verlauf die Kinder in strukturierter Weise, durch weitgehendes selbständiges Arbeiten mit angemessenen naturwissenschaftlichen Methoden (Arbeitstechniken, Einsatz von Geräten) Schritt für Schritt neue Erkenntnisse und Kompetenzen gewinnen. Die naturräumliche Struktur des Schulbiologiezentrums, spezielle Exhibits sowie die methodische Unterstützung der Denk- und Kommunikationsprozesse (z.B.: Logikspiele) sind weitere prägende Kennzeichen.

Die zentralen Elemente dieses Ansatzes sind:

Die Handpuppe Fridolin

Fridolin, das Maskottchen des Schulbiologiezentrums weist unter den Kindern aus Grazer Kindergärten und Schulen einen hohen Bekanntheitsgrad auf. Als Identifikationsfigur gelingt es Fridolin rasch, die Kinder emotional anzusprechen und die Aufmerksamkeit zu wecken.

In unterschiedlichen Rahmengeschichten erlebt Fridolin Forschungsabenteuer und steht vor Problemsituationen, die nur mit Hilfe der Kinder gelöst werden können.

Mittels Fridolin gelingt es auch, ansonsten zurückhaltende Kinder in Gespräche zu verwickeln und an den Aktivitäten zu beteiligen.



Rahmengeschichten in fantasievoller Inszenierung

Den Impuls für problemorientierte Lernprozesse bilden Abenteuergeschichten, in deren Verlauf Herausforderungen auftreten. Diese so genannten „Challenges“ können nur auf forschende Weise, also durch strukturierte Erkenntnisgewinnung und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen gelöst werden. Auf diese Weise erhalten alle Aktivitäten und erarbeiteten Inhalte einen sinnvollen Kontext und eine übergeordnete Bedeutung. Die Geschichten sind so konzipiert, dass mehrere Wege zur Zielerreichung möglich sind. Dekorationen und Requisiten unterstützen die Identifikation mit dem narrativen Szenario.

Die zentralen Wege wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung

In kindgerechter Form werden die vier wichtigsten Zugänge eingesetzt, die auch Wissenschaftler/innen zur Erkenntnisgewinnung nutzen:

- Wissenschaftlicher Diskurs: „Plauderei mit Fridolin“
- Literaturstudien: „Fridolins schlaues Buch“
- Phänomene hervorrufen, wahrnehmen, dokumentieren: „Beobachten und Ausprobieren“
- Hypothesengeleitetes Experimentieren: „Fridolins Experiment“



Erweiterung für „Forschend Lernen“

Um diesen Unterrichtsansatz in ein längerfristiges Format zu transferieren, wurde ein weiteres Element hinzugefügt:

Briefe von Fridolin

Der Briefwechsel zwischen Schulbiologiezentrum und den einzelnen Klassen ermöglichte es, die Rahmengeschichte auch über die einzelnen Direktkontakte hinaus fortzuführen und laufend neue Challenges als Impulse für forschend-entdeckende Lernprozesse einzubringen.

Die dafür nötigen Materialien wurden vom Schulbiologiezentrum entwickelt, hergestellt bzw. beschafft und den Schulen zur Verfügung gestellt.



Unterrichtsmethoden

Alle Aktivitäten waren in den oben genannten Unterrichtsansatz eingebettet. Durch die Einbindung in einen zusammenhängenden Kontext mit Hilfe der Rahmengeschichte konnte jedem einzelnen Arbeitsschritt Sinn verliehen werden. Es wurde nicht um des Lernens willen gelernt, sondern jede gewonnene Erkenntnis war ein Beitrag zur Lösung eines übergeordneten Problems. Schrittweise wurden die Kinder zu strukturierter, hypothesengeleiteter Erkenntnisgewinnung durch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen hingeführt. Kreative und spielerische Elemente, Philosophieren und sensorisches Wahrnehmen – ebenfalls eingebettet in die Rahmengeschichte - rundeten das Unterrichtsgeschehen ab. Bei den Organisationsformen erfolgte ein Wechsel zwischen Großgruppe, Kleingruppe, Einzel und Paararbeit, wobei in manchen Aktivitäten die Arbeitsform für die Kinder frei wählbar war.

Folgende Unterrichtsmethoden wurden dabei kombiniert:

- Inszenierung mit Handpuppe
- Aktives Beobachten
- Bewusstes sensorisches Wahrnehmen
- Sammeln, sortieren, bestimmen
- Selbständige Durchführung einer Versuchsanordnung nach Anleitung
- Variation einzelner Größen
- Fragen formulieren – Hypothesen aufstellen
- Abläufe planen
- Selbständiges, hypothesengeleitetes Experimentieren

- Ergebnisse benennen und dokumentieren
- Dialog/Diskussion, Philosophieren
- Spiel/ Lernspiel, Rätsel, Lied
- Arbeit mit wissenschaftlichen Geräten
- Interpretation von Ergebnissen
- Bastelarbeit/Praktisches Gestalten
- Internet- bzw. Literaturrecherche
- Meinungsäußerung, Präsentation

Überblick über die Unterrichtsaktivitäten

Wintersemester:

Modul „Wundersame Wasserwelt“	
Aktivitäten	Ziele
Fridolins Geschichte	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben;
Wir entdecken Fridolins Labor	Neugier wecken, Interesse am naturwissenschaftlichen Arbeiten fördern: Bedeutung von „Forschen“ erfahren; Vielfalt von Themenfeldern und Arbeitstechniken kennen lernen;
Was Forscherkindern Freude macht	Reflexion; Bewusstmachen von Interessensempfindungen
Fridolins Denkfabrik	Erhebung von Daten; Logisches Denken im Experimentierprozess
Modul „Wasser reinigen“	
Fridolin und der König von Belutschistan: Das erste Problem	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Forscherkinder finden Lösungen	Training von Experimentierkompetenzen: Variablenkonstanz, Schlussfolgern; Problemlösung durch selbständige Informationsbeschaffung; Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern
Brief an Fridolin	Reflexion
Modul „Wasser leiten“	
Fridolin und der König von Belutschistan: Das zweite Problem	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Forscherkinder finden Lösungen	Training von Experimentierkompetenzen: Variablenkonstanz, Schlussfolgern; Problemlösung durch selbständige Informationsbeschaffung; Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern
Brief an Fridolin	Reflexion
Modul „Stoffe im Wasser lösen“	
Fridolin und der König von Belutschistan: Das dritte Problem	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Forscherkinder finden Lösungen	Training von Experimentierkompetenzen: Variablenkonstanz, Schlussfolgern; Problemlösung durch selbständige Informationsbeschaffung; Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern
Brief an Fridolin	Reflexion
Modul „Wasser und Farben“	
Dank vom König	Erfolgserlebnis, Motivation, Reflexion
Plauderei mit Fridolin	Förderung logischer Denkprozesse
Forschersong	Motivation
Die verschwommene Schrift	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben; Einführung in die Hypothesenbildung
Wir überprüfen eine Vermutung	Festigung hypothesengeleiteter strukturierter Erkenntnisgewinnung
Schatzkiste	Bewusstmachen der erworbenen Fähigkeiten und Arbeitstechniken; Selbstkonzept stärken, Interesse festigen

Sommersemester:

Modul „Das Leben im Wassertropfen“	
Fridolin und die Akademie der Wissenschaften	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Der erste Auftrag: Winzige Dinge entdecken	Interesse am Beobachten als wissenschaftliche Arbeitstechnik wecken
Der zweite Auftrag: Ein kleines Lebewesen finden und benennen	Interesse für naturwissenschaftliche Arbeitstechniken wecken: Das Mikroskop als besonderes spannendes Hilfsmittel zur Beobachtung kennen lernen. Neugier am Bestimmen wecken
Der dritte Auftrag: Ein Forschungsprojekt planen	Abläufe hypothesengeleiteten Experimentierens erfassen, Fragen formulieren, Hypothesen bilden, Verbindung Hypothese-Versuchsansatz
Forschersong	Motivation
Schatzkiste: Was weiß ich jetzt, was kann ich jetzt, was hat mir Freude gemacht	Bewusstmachen der erworbenen Fähigkeiten und Arbeitstechniken; Selbstkonzept stärken, Interesse festigen
Aquarium einrichten	Interesse fördern, Motivation
Modul „Lebensgemeinschaft Aquarium“	
Was die Königin von Belutschistan sich wünscht	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Forscherkinder finden Lösungen	Training von Experimentierkompetenzen: Variablen, Schlussfolgern; Problemlösung durch selbständige Informationsbeschaffung; Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern; Interesse an Kreisläufen und Systemen wecken
Fridolins Wunderkiste	Motivation
Brief an Fridolin	Reflexion
Modul „Wasserhaushalt von Pflanzen“	
Der Garten der Königin	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Forscherkinder finden Lösungen	Training von Experimentierkompetenzen: Variablenkonstanz, Schlussfolgern; Problemlösung durch selbständige Informationsbeschaffung; Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern; Interesse an physiologischen Fragestellungen und ökologischen Anpassungen wecken
Brief an Fridolin	Reflexion
Modul „Wir erforschen Bach und Teich“	
Ein Zuhause für Fridolins Gäste	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Bachkartierung	Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern: Kartieren
Fließgeschwindigkeit	Training von Experimentierkompetenzen: Variablenkonstanz, Schlussfolgern;
Die Rettung der Bachflohkrebse	Erfolgserlebnis, Motivation
Fridolins Denkfabrik	Erhebung von Daten; Logisches Denken im Experimentierprozess
Rettet den Rielteich	Problemstellung als Challenge; den Inhalten einen Rahmen und Bedeutung geben
Wer im Teich lebt	Interesse an Arbeitstechniken und Themenfeldern fördern: Bestimmen; Interesse an Entwicklungsprozessen wecken
Die Entscheidung	Reflexion, Erfolgserlebnis, Motivation

2.6 Begleitforschung und Evaluierung

2.6.1 Abstract

Vorrangiges Projektziel war es, ein praktikables Modell einer Bildungspartnerschaft zu entwickeln und wirksame Unterstützung des Sachunterrichts zu leisten. Für die Kinder sollte so durch die Kombination von schulischem und außerschulischem Lernen ein ansprechender Unterricht entwickelt werden, der die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen und Dispositionen unterstützt.

In der Evaluation und Begleitforschung konnten Faktoren identifiziert werden, die für ein Gelingen derartiger Partnerschaften entscheidend sind:

Die wichtigsten Beiträge, die außerschulische Bildungsanbieter in Partnerschaften beitragen können, sind Materialien und Inszenierungen sowie fachlich und didaktisch kompetentes Personal. Dadurch werden Unterrichtsformen möglich, die im Schulalltag nicht umsetzbar wären. Die Partnerschaft selbst erfordert ausreichend Zeit und entsprechende Strukturen für eine intensive und kontinuierliche Kommunikation. Gleichberechtigtes Arbeiten, gemeinsame Planung und eine Kommunikation auf Augenhöhe ermöglichen ein Bündeln der vorhandenen Expertise.

Dem vorliegenden Projekt wird seitens der Lehrerinnen ein hoher Erreichungsgrad dieser Anforderungen bestätigt, es sind eine Reihe wünschenswerter Effekte bei den Kindern zu beobachten. Es besteht seitens aller Beteiligten große Akzeptanz für die inhaltliche und organisatorische Gestaltung. Darüber hinaus kristallisierten sich Ansatzpunkte für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeit heraus:

Die sprachliche Heterogenität der Kindergruppen stellt die außerschulischen Bildungspartner einerseits vor große Herausforderungen, andererseits scheint kontextorientiertes Forschendes Lernen im Sachunterricht besondere Chancen für die Inklusion und Sprachförderung zu bieten.

Daraus ergeben sich viel versprechende Perspektiven, um das Schulbiologiezentrum als außerschulische Lernorte wirksam in das Unterrichtsgeschehen zu integrieren und Synergien zwischen schulischem und außerschulischem Lernen bildungswirksam werden zu lassen.

2.6.2 Einleitung

Die Begleiterhebungen sollen für uns die Grundlagen liefern, um die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung unserer Arbeit auf Basis empirischer Daten kurz- mittel und langfristig sicherzustellen. Dementsprechend wurden von uns drei Formen von Untersuchungen in das Projekt integriert:

Die **formative Evaluation** lieferte während des Projektverlaufs blitzlichtartig regelmäßig Einblick über Akzeptanz und Praktikabilität der getätigten Maßnahmen. Auf diese Weise konnte kurzfristig gegebenenfalls Korrekturmaßnahmen vorgenommen werden, um auf die vorhandenen Bedürfnisse adäquat einzugehen. Die zentralen Fragestellungen dafür waren:

- Sind die bereitgestellten Materialien und Methoden praktisch einsetzbar?
- Werden die Aktivitäten von den Kindern gut angenommen?
- Sind die behandelten Inhalte verständlich?
- Sind Organisation und Rahmenbedingungen in Ordnung?

In der **summativen Evaluation** wurde das Maß der Erreichung unserer eingangs definierten Ziele erfasst. (Siehe 2.3 Ziele). Die so gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, die im Projekt entwickelte Form der Bildungspartnerschaft für den Routinebetrieb unserer Institution aufzubereiten und gezielt einzusetzen. Die zentralen Fragestellungen dafür waren:

- Konnten mit dieser Form der Partnerschaft die Bedürfnisse der Lehrer/innen abgedeckt werden?
- War die gewählte Arbeitsform geeignet, um forschendes Lernen in den Klassen zu unterstützen?
- Sind Effekte auf die Kinder erkennbar?
- Entsprach die Rollen- und Aufgabenverteilung den Wünschen aller Beteiligten?

Die **Begleitforschung** dient dazu, über das Projekt hinausgehend Erkenntnisse zu Bildungs Kooperationen im Sachunterricht zu gewinnen, um darauf aufbauend Strategien und Konzepte für die Positionierung des Schulbiologiezentrums in Bildungspartnerschaften zu erarbeiten und entsprechende Angebote zu entwickeln. Die zentralen Fragestellungen dafür waren:

- Was erwarten sich Lehrer/innen generell von der Einbeziehung des Schulbiologiezentrums in den Unterricht?
- Was sind die wichtigsten Unterstützungsleistungen, die das Schulbiologiezentrum zum Unterricht beitragen sollte
- Wie sollte in Kooperationen die Rollenverteilung aussehen?
- Welche Rahmenbedingungen sind generell bei Bildungspartnerschaften zu beachten?

Über den Projektumfang hinausreichende Forschungsinteressen werden assoziierte Projekte (z.B. in Form von weiteren Bakkalaureats- und Diplomarbeiten) initiiert. So wird in weiterer Folge insbesondere untersucht werden, welche Auswirkungen derartige Partnerschaften auf das Lernen von Kindern haben. „**Forschend Lernen**“ kann so auch in den Bereich der didaktischen Forschung hineinwirken und weiterführende Erkenntnisse und Entwicklungen anregen.

2.6.3 Methoden

Für einen umfassenden Blick auf das Geschehen wurden im Sinne einer Triangulation mehrere Erhebungsmethoden kombiniert. Besonders wichtig war es uns, aus Gründen der Objektivität auch eine Außensicht einzubeziehen. Diese erhielten wir durch externe

Erhebungen durch das Institut für Erziehungswissenschaften, die im Rahmen von Seminar- und Bakkalaureatsarbeiten erfolgten.

Aus Gründen der Praktikabilität und Effizienz wurden in den einzelnen Erhebungen Fragen zu mehreren Erhebungsinteressen kombiniert. So beinhalteten beispielsweise die Fokusgruppengespräche sowohl Aspekte der formativen Evaluation („funktionieren die Materialien?“), als auch für die Begleitforschung relevante globalere Fragestellungen („welche Rahmenbedingungen sind generell für Bildungspartnerschaften wichtig?“). Folgende Erhebungsinstrumente wurden eingesetzt:

1) Fokusgruppengespräche mit Interviewleitfaden:

Mit allen beteiligten Lehrerinnen wurde anhand eines Interviewleitfadens eine Diskussion geführt. Diese wurde aufgezeichnet, transkribiert und einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen (vgl. MAYRING...). Es wurden 2 Fokusgruppengespräche durchgeführt.

2) Reflexionsgespräche mit einzelnen Lehrerinnen:

Mit jeder beteiligten Lehrerin wurde an markanten Punkten im Projektverlauf Reflexionsgespräche geführt. Die Gespräche wurden protokolliert. Die Zeitpunkte für die Gespräche waren:

- Nach den Forschungsabenteuern im Schulbiologiezentrum
- Jeweils bei Auslieferung der Materialien
- Nach Durchführung der Unterrichtsbesuche.

3) Kinderdiskussionen:

Bei Kindern im Grundschulalter ist es wichtig, entsprechende Erhebungsmethoden einzusetzen, die nicht an die Beherrschung des Schreibens gebunden sind (Frantz-Pittner & Grabner 2007). Bewährt haben sich puppenunterstützte Reflexionsgespräche anhand eines Gesprächsleitfadens nach den einzelnen Aktivitäten. Insgesamt wurden mit jeder Klasse 4 ausführliche Reflexionsgespräche geführt. Diese wurden aufgezeichnet, transkribiert und ausgewertet.

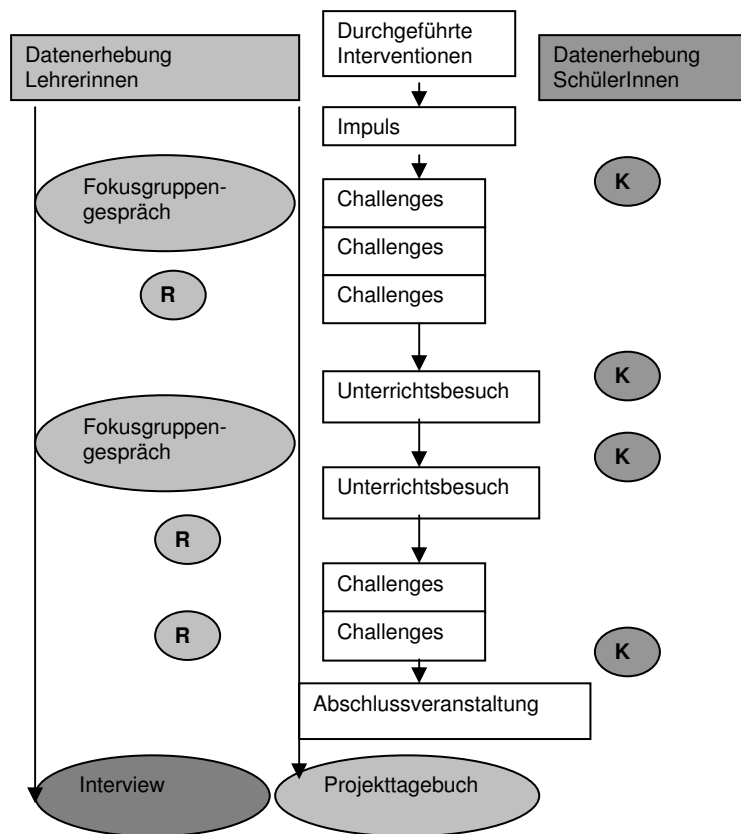
4) Projekttagebuch:

In einem Projekttagebuch wurden die Erfahrungen des Projektteams dokumentiert. Diese umfassten:

- Aussagen und Anliegen von Lehrerinnen, die per mail oder Telefonhotline mitgeteilt wurden
- Eindrücke der Betreuer/innen bei der Durchführung der Unterrichtsaktivitäten

5) Externe Interviewstudie:

Vom Institut für Erziehungswissenschaften wurde eine umfassende Interviewstudie mit den beteiligten Lehrerinnen durchgeführt. Die Grundlage dafür bildete ein gemeinsam mit dem Projektteam entwickelter Interviewleitfaden (siehe Anhang).



R Reflexionsgespräche

K Kinderdiskussionen

Abbildung 11: Überblick Untersuchungsdesign

2.6.4 Ergebnisse

Formative Evaluation – Akzeptanz, Funktionalität und organisatorische Angemessenheit während des Projektverlaufs:

Während des gesamten Projektverlaufs wird die Partnerschaft durchwegs als sehr positiv eingeschätzt. Die Materialien und Abläufe sind großteils funktionell und stoßen bei Lehrerinnen und Kindern auf hohe Akzeptanz.

„An und für sich haben sie bei allen Versuchen mit voller Begeisterung mitgemacht und das ist das Tolle an dieser Sache. Das Tolle an der Sache war, dass die Integrationskinder nicht wo anders sein haben müssen, sie haben da einfach mitmachen können und sie haben dabei auch viel dazu gelernt“ (Fokusgruppe)

„Es hat den Kindern Spaß gemacht das Material, die Boxen und auch die Unterlagen, die wir bekommen haben, waren optimal. Es hat alles wunderbar geklappt. Wirklich perfekt. Es war toll damit zu arbeiten.“ (Fokusgruppe)

„Es war alles hervorragend vorbereitet, bis ins kleinste Detail geplant. Es war ganz toll.“ (Fokusgruppe)

„Das Material war sauber bei einander, da hat man es nur so hernehmen müssen. Es war herrlich.“ (Fokusgruppe)

„Für die Kinder war es problemlos und extrem lustig. Wir haben oft in den Pausen z.B.: das mit den Wasserleitungen weiter gemacht.“ (Fokusgruppe)

„Für mich war eine spannende Frage, ähm nicht nur spannend sondern sogar toll, weil da hat man selber ausprobieren dürfen, da hat der Fridolin gefragt, ob man zum Filtern von Tinte wirklich Aktivkohle braucht“ (Kinderdiskussion)

„Ich habe es meiner Mama, erzählt dass der Tag sehr schön war“ (Kinderdiskussion)

„Es war sehr, sehr, sehr, sehr lustig und am besten hat mir die Lavalampe gefallen“ (Kinderdiskussion)

„Das mit den Geräten – es war einfach alles sehr lustig und es war interessant und man hat auch etwas gelernt dabei“ (Kinderdiskussion)

„...also es war ganz normal und lustig, wir haben immer gewechselt und jede Station war ganz anders, es waren alle immer anders als die, die vorher war und es war auch ganz schön lang lustig, es war sehr lustig“ (Kinderdiskussion)

„mir hat das Dingsda gefallen, da hat man gut erforschen können, was im Wasser schwimmt. Da hat man nachdenken müssen und ich habe dann mit meinen Freunden darüber gesprochen und wir haben noch viele Ideen dazu gehabt“ (Kinderdiskussion)

„Das Leseblatt mit den Konfetti war auch nicht ohne“ (Kinderdiskussion)

Von den Lehrerinnen werden nach den ersten Aktivitäten Anregungen gegeben, wie die Projektarbeit noch besser in das Unterrichtsgeschehen integriert werden kann. Besonders wichtig sind hierbei Merksätze, Zusammenfassungen und Arbeitsblätter. Diese Anregung wird im weiteren Projektverlauf berücksichtigt.

„Ich habe auch zusätzlich, also zu verschiedensten Stationen, Arbeitsblätter angefertigt, weil es mir auch wichtig ist, dass die Kinder etwas in der Hand haben. Was haben wir heute insgesamt gelernt. Das haben wir dann auch in die Forschermappe gegeben.“ (Reflexionsgespräch)

„Und so kleine Anregungen haben wir ja schon besprochen, waren zum Beispiel beim ersten Paket, dass wir ein zusätzliches Arbeitsblatt für die eine Station gemacht haben. Damit die Kinder zusätzlich etwas in der Hand haben.“ (Fokusgruppe)

Praktische Probleme wurden vor allem über die Hotline artikuliert, so war rasches Eingreifen möglich. Die Probleme betrafen vor allem die Unterrichtsmaterialien.

„Wir haben da eine Krise. Die Fische schwimmen so komisch und zwei sind schon tot“ (Hotline)

„Die Lampe beim Aquarium funktioniert nicht“ (Hotline)

„Das mit der Wasserleitung war super, da hätten wir dann noch mehr Materialien gebraucht. Ab und zu ist etwas porös geworden.“ (Gespräch Hotline)

Als ein wichtiges Kriterium stellte sich der Zeitfaktor heraus. Hier entsprachen die Einschätzungen des Schulbiologiezentrums nicht den im Unterricht vorhandenen Rahmenbedingungen. Der Umfang der im Klassenzimmer durchgeführten Aktivitäten musste daher korrigiert werden.

„Also beim dritten Paket sind wir mit der Zeit nicht zusammengekommen, das war viel länger als wir erwartet haben. Können wir das Material noch ein bisschen behalten?“ (Hotline)

„Wenn man so viele Stationen hat und die sind alle so kurz, dann kann man nichts richtig machen, nicht so lang. Man hat zuwenig Zeit“ (Kinderdiskussion)

„Wenn man grad mit etwas anfängt und dann ist es schon wieder aus und ich muss zur nächsten Station“ (Kinderdiskussion)

„Wenn man hetzen muss, wenn wir gerade arbeiten und dann sagt einer:“ Mach jetzt schnell, sonst ist es vorbei“, dann kann man sich auch nicht mehr konzentrieren“ (Kinderdiskussion)

Das Sprachlevel der beteiligten Klassen war sehr unterschiedlich. Die vom Schulbiologiezentrum bereitgestellten Texte waren für manche Kinder zu anspruchsvoll, andere wiederum hätten mehr und tiefergehende Informationen benötigt. Im weiteren Projektverlauf wurde daher versucht, die schriftlichen Unterlagen zu den jeweiligen Themen so bereitzustellen, dass der unterschiedliche Entwicklungsstand der Schüler/innen besser einbezogen werden konnte.

„Da wir ja eine Integrationsklasse haben, war es für die Kinder ganz spannend, wie die Integrationskinder da mitmachen. Es war dann wirklich so, dass sie alles mitgemacht haben. Wir mussten da gar nicht so differenzieren, nur bei den Arbeitsblättern, wenn wir dann was geschrieben haben, haben wir es dann ein bisschen einfacher formuliert, da sind wir in einer Gruppe zusammen gesessen.“(Fokusgruppe)

„Schwierigkeiten gibt es insofern, speziell in diesem Projekt, dass halt manches mal die Sprache für unsere Schüler zu hoch ist. Dass sie viele Ausdrücke nicht kennen“. (Interviewstudie)

„Das eine Arbeitsblatt ist für die Kinder so unklar formuliert. Könnte man das anders schreiben, nicht so wissenschaftlich, das verstehen sie nicht?“ (Hotline)

„Könnten wir da nicht ein bisschen mehr Texte haben. Das eine Blatt ist viel zu simpel für unsere Kinder“ (Reflexionsgespräch)

Summative Evaluation – waren diese Form der Partnerschaft und des Unterrichts zielführend?

Auch nach den Projektaktivitäten wird dieser Form der Partnerschaft viel Anerkennung gezollt. Besonders hervorgehoben werden die materielle und personelle Unterstützung.

„Es war ganz toll, phänomenal, ich hätte es nie so genau und so toll vorbereiten können. Weil es ist fast unmöglich die ganzen Sachen herbeizuschaffen, nur mit einem Lehrer alleine ist es nicht zu bewerkstelligen. Man muss sich das so einteilen, dass man dann dazu eine Hilfe hat. Ich hätte es als einziger Lehrer nie so geschafft, alleine ist es nicht zu bewerkstelligen.“(Fokusgruppe)

„Um mit dem ganzen Material arbeiten zu können braucht man einfach Hilfe, damit nichts untergeht. Jedes Material war eine Kostbarkeit da drinnen. Wirklich.“ (Fokusgruppe)

Als besonders bedeutender Gelingensfaktor werden die Kooperation auf Augenhöhe und wertschätzende Kommunikation im Projektteam genannt.

„So konnten wir auch Dinge aus der Sicht des Lehrers sagen. Wo stehen die Kinder und was brauchen die Kinder? Das wurde eingebaut und es wurde alles genau abgestimmt auch auf den Lehrplan“. (Interviewstudie)

„Dass sie so offen sind. Die Teamfähigkeit von denen. Sie sind nicht so: Wir sind die Biologen oder Chemiker. Sie fragen nach. Wie seht ihr das? Was braucht ihr in der Klasse?“. (Interviewstudie)

„sehr angenehm und wirklich sehr zielführend“.

„dass sie einen so gut vorbereiten, dass sie einen das selbst auch ausprobieren lassen, dass sie auch uns Lehrer mitbestimmen lassen bei den ersten Treffen, ob das alles wirklich so passend ist für unsere Kinder. Wie wir das sehen und dass wir uns genauso einbringen können“. (Interviewstudie)

„Ja, einerseits einmal der Umgang, so zu sagen mit uns oder der gegenseitige Umgang war sehr kooperativ. Auch was die Termine und das Ganze betrifft, was bei unseren Terminen ja doch recht schwierig ist und sie versuchen, das immer so zu regeln, dass es für uns auch sehr gut passt. Und dann natürlich das Fachwissen, das sie einbringen. Das sie aber auch so einbringen, dass es wirklich für die Kinder passt und für uns auch“. (Interviewstudie)

„... weil wir eben dort waren und unsere Bedenken haben einbringen können. Beim einen oder anderen haben wir gesagt, das würden wir ein bisschen anders machen. Zum Beispiel die Aktivkohlefilter. Da wollten sie, dass jedes Kind das macht, aber wenn du das nicht richtig stoppst, dann rinnt das daneben herunter und dann gelingt das Projekt nicht. Und da sind sie auch nicht gleich beleidigt. Da haben sie dann gesagt: OK, die machen wir und die Kinder machen die anderen Filter“. (Interviewstudie)

„Ich hab das Gefühl, wir sind da ganz eingebunden und mitinvolviert in das ganze Geschehen“. (Interviewstudie)

Die Mitarbeiterinnen des Schulbiologiezentrums wurden als fachlich und pädagogisch kompetent erlebt.

„Total wertschätzend. Sie gehen ein auf die Kinder, der Umgang ist eigentlich perfekt. Es wird alles mit Ruhe gemacht und den Kindern erklärt. Sie dürfen wirklich Ausprobieren. Es war auch nie irgendwie so, dass man das Gefühl hat, die Kinder sind unerwünscht, wenn sie noch irgendwelche Fragen haben“. (Interviewstudie)

„Ja, dass sie so auf die Kinder eingehen können. Auf die Bedürfnisse und Ansprüche eingehen können und keine Fragen offen lassen“. (Interviewstudie)

„Dass sie halt sehr kompetent sind und dass sie das alles den Kindern auch kindgerecht vermitteln“. (Interviewstudie)

„Auch äußerst gut. Nein, sie waren sehr kompetent und auch sehr nett, also im Umgang mit uns und mit den Kindern“. (Interviewstudie)

Die Lehrerinnen geben an, im Projektverlauf zunehmend an Sicherheit gewonnen und Neues gelernt zu haben.

„Beim ersten Mal habe ich nachdenken müssen, wie war das mit dem Filter? Hätten wir es zusammen mischen müssen oder wie war das?“

Ich habe mir beim ersten Mal dann schon gedacht, da war doch etwas, was wir besprochen haben, aber ich habe mich nicht mehr so erinnern können. Ich hätte es mir besser merken oder aufschreiben sollen. Da war ich mir dann ein bisschen unsicher, aber wir haben es dann gemeinsam in Absprache doch geschafft.“ (Fokusgruppe)

„Ja, ich hab viel dazu gelernt. Vor allem auch wie man mit einfachen Mitteln doch einiges an Versuchen starten kann. Und auch an Erkenntnissen in den Experimenten muss ich ganz ehrlich sagen“.

„Ja, ich habe gelernt welche Dinge man überhaupt zusammentragen muss, um so etwas zu machen. Wo man eben diese kleinen Mikroskope kriegt. Also viele Informationen über die Materialien haben wir natürlich mitbekommen. Dass es gar nicht so schwer ist, diese zu beziehen und natürlich Stoffliches übers Wasser auch. Man lernt nie aus, auch als Lehrer nicht“.

Als durchgängige Schwierigkeit während des ganzen Projekts wird die Personalsituation empfunden. Handlungsorientiertes forschendes Lernen bedarf eines entsprechenden Betreuer/innenschlüssels.

„Ich habe die Parallelklasse von den beiden. Ich musste das aber so planen, dass ich Student/innen gehabt habe. Ich habe 26 Kinder in der Klasse und alleine ist es nicht durchführbar.“ (Fokusgruppe)

„Ich habe halt die Student/innen mit eingebaut, aber ich denk mir, es gibt auch Lehrer die alleine sind. Da wüsste ich nicht, weil die Kinder brauchen dann doch jemanden“ (Reflexionsgespräch)

Die Lehrerinnen hatten übereinstimmende Vorstellungen und Erwartungen zu „Forschendem Lernen“ und schätzen die gewählte Unterrichtsform als zielführend und lernwirksam ein.

„Ich denke mir, dass es einfach besser haften bleibt durch das handelnde Experimentieren. Manche Kinder lernen sicher so auch, aber für andere ist das, was man angreifen kann und selbst macht, sicher besser.“ (Interviewstudie)

„Ja, gerade durch dieses Handeln und Selbsttun. Eine Kanalisation des Sehens, Hörens, Riechens, Schmeckens... Das ist das einzige, glaube ich, was den Kindern wirklich verinnerlicht wird. Es ist nicht nur reine Wissensvermittlung sondern dieses handelnde Arbeiten. Der Lernstoff wird, würde ich sagen, nachhaltig vertieft.“ (Interviewstudie)

„Für die Kinder ist es interessanter, sie werden neugieriger und trauen sich auch aus Fehlern etwas zu lernen, das Ganze ist auch lösungsorientierter und es ist nicht nur ein vorgegebener Weg, so dass jeder den gleichen geht, sondern sie können ausprobieren und merken, dass es viele Wege gibt und man dann erst wieder ans Ziel hinkommt.“ (Interviewstudie)

„... Das Arbeitstempo wird auf die Kinder individuell abgestimmt. Auf die Unterschiedlichkeit der Ergebnisse kann näher eingegangen werden. Die unterschiedlichen Blickwinkel, die sich dabei ergeben. Jeder findet etwas anderes ...“. (Interviewstudie)

„Ich glaube, die Theorie in der Volksschule, die sollte eher eine untergeordnete Rolle spielen. Und die hat sie auch gespielt, absolut“. (Interviewstudie)

Das Unterrichtskonzept „Fridolins Naturgeschichten“ wird von Lehrerinnen und Kindern als zentral erachtet.

„Den Kindern hat das mit den Aufträgen sehr gut gefallen. Vor allem, das mit dem Fridolin, das alles in eine Geschichte verpackt war, der rote Faden.“ (Fokusgruppe)

„Die Kinder merken jetzt, das kann Spaß machen und sie fragen schon immer, wann kommt denn wieder etwas vom Fridolin.“ (Fokusgruppe)

„Ja der Fridolin kommt sehr gut an. Vor allem die Geschichten, wenn sie sie weiter verfolgen. Wenn ich sage, der Fridolin hat wieder geschrieben, dann sagen die Kinder: „Was will er denn jetzt schon wieder?“ (Fokusgruppe)

„Ich finde Experimente vom Wasser sind besonders lustig wenn sie vom Fridolin kommen und man selbst etwas ausprobieren kann“ (Kinderdiskussion)

Die Lehrerinnen beobachten nachhaltige Auswirkungen der Projektaktivitäten auf Interesse und Kompetenzen der Kinder.

„Meine Kinder haben noch tagelang mit ihren Pipetten das mit Farben und ihren Filzstiften ausprobiert. Tagelang. Mit rosa und im Schulhaus war es überall verteilt. Ich habe eigene Servietten mitbringen müssen, mit Taschentüchern haben sie es auch daheim probiert“ (Fokusgruppe)

„Ich weiß von einem Mädchen, einem Integrationsmädchen, das jetzt zu Hause immer wieder mit dem Opa auch etwas ausprobiert. Sie hat gesagt, das eine oder andere probiert sie jetzt zu Hause aus. (ich weiß nicht, wie erfreut der Opa darüber ist). Da ist schon was da, sonst macht man es ja nicht zu Hause.“ (Fokusgruppe)

„Bei uns hat vor allem das Teesackerl die Kinder fasziniert. Das hat sie wahnsinnig angesprochen. Die Kinder haben davon noch lange geredet. Sie haben erzählt, dass, wenn sie jetzt zu Hause Tee machen, das sie genau beobachten, wie das geht. Das war ihnen vorher, glaube ich, gar nicht so bewusst. Da trinken sie sonst so einfach den Tee und sie schauen nicht so genau hin.“ (Fokusgruppe)

„Das genaue Beobachten, wie irgendetwas geht, haben sie auch gelernt.“ (Fokusgruppe)

„Jetzt haben sie es schon voll drauf mit dem Experimentieren. Ich brauch gar nichts mehr sagen, sie fangen bei den Fragestellungen schon von selber an: was will ich wissen, was darf ich verändern, welche Dinge müssen gleich bleiben“ (Reflexionsgespräch)

„Das habe ich jetzt mit jedem Versuch gemerkt, weil ja auch immer die Fragestellung gleich war. Der Fridolin möchte wissen....du musst das verändern, was er jetzt beweisen möchte....und zum Schluss haben sie dann gewusst, genau und das muss ich jetzt verändern.

....und alles andere muss gleich bleiben“ (Fokusgruppe)

Die Unterrichtsform hat sich auf das Sozialverhalten der Kinder ausgewirkt.

„Es war schon auffällig, dass es in der Gruppe eigentlich nie Reibereien gegeben hat. Sonst hingegen passiert das schon öfter einmal, wenn wir in einem Team oder in einer Gruppe arbeiten. Wenn man mit jemandem zusammenarbeiten soll, den man nicht so mag. (Manchmal möchten sie nicht so gerne mit irgendjemandem zusammen arbeiten.) Aber das war da überhaupt kein Thema, weil die Sache an und für sich war so spannend, dass alle derartig gefesselt waren. Es hat eigentlich wunderbar funktioniert. (Fokusgruppe)

„Jedes Kind hat jede Position einnehmen können, ob es schüttet oder aufbaut oder ob es die Leitung haltet. Jedes Kind hat alles machen können. Auch Kinder, die sonst irgendwo schwächer sind, haben alles machen können. Das war einzigartig.“ (Fokusgruppe)

„Es war auch so, dass wirklich jeder etwas machen konnte. Manche Dinge, da hat jeder seine Pipette und sein Becherl gehabt, das macht schon viel aus. Das hat man im Normalfall sonst nicht. Wenn jeder irgendetwas tun kann, dann kann er vielleicht auch bei einem anderem Versuch, wo er nicht unmittelbar sofort etwas tun kann, aufmerksamer sein und ein bisschen warten, weil er dann für etwas anderes, später dran kommt.“ (Fokusgruppe)

Auffällige Auswirkungen des Projekts sehen die Lehrerinnen beim Sprachverständnis sowie für lernschwächere Kinder.

„Was mir auffällt, ist, dass sich auch die Sprache irgendwie ändert. Viele Worte haben sie bis dorthin gar nicht gekannt oder sie verwenden das dann auch bewusster. Zum Beispiel Löslichkeit“ (Fokusgruppe)

„Ja ich glaube schon, wenn man das über eine bestimmte längere Zeit macht, dass sich der Wortschatz der Kinder wesentlich erweitert. Pipette oder Benetzen...das sind Begriffe, die sind dann kein Problem mehr.“ (Fokusgruppe)

„Zuerst haben sie gesagt: „Ich tu das hinein“. Jetzt sagen sie: „ Ich schütte das hinein.“ Das ist der normale Begriff jetzt für die Kinder. Zumindest bei unseren Kindern ist das schon ein Fortschritt weil die tun sich ja generell schwer mit der Sprache.“ (Fokusgruppe)

„Also ich nutz das Projekt auch ganz bewusst für den Deutschunterricht. Statt Bildgeschichten lasse ich jetzt Forschungsberichte schreiben. Und das geht viel leichter weil die Struktur ja durch das Experiment schon da ist und sie viel leichter über etwas schreiben können was sie tun und angreifen „ (Reflexionsgespräch)

„Ich glaube, dass auch schwächere Kinder oder die von daheim nicht so die Möglichkeit des Erforschens haben, dadurch angeregt werden, Sachen auszuprobieren“. (Interviewstudie)

Begleitforschung – welche Funktion kann das Schulbiologiezentrum generell übernehmen?

Die im Projekt übernommene Funktion des Schulbiologiezentrums wird als hilfreich für Schulen generell empfunden. So etwas sollte fortgesetzt werden.

„Ich würde empfehlen, dass das ganz viele Schulen kriegen, weil es ist super ist. Wirklich. Es ist spitze. Schade darum, dass nur drei Schulen in der Steiermark das Projekt haben. Weil, ich denke mir, so eine Möglichkeit haben Kinder sonst nicht. Die ganze Geschichte mit dem Fridolin ist entzückend“. (Interviewstudie)

„Ja, ich denke mir, wir sind so die Vorläufer und wenn das gut funktioniert, wird das nächstes Jahr in verschiedenen Schulen angeboten“.

Die generellen Erwartungen an das Schulbiologiezentrum entsprechen ebenfalls den Erfahrungen, die die Lehrerinnen konkret im Projekt gemacht haben.

„Das was sie auch wirklich machen: fachwissenschaftliche Unterstützung durch das Material, kindgerechte Aufbereitung, ja“.

Auch für weitere Projekte sehen die Lehrerinnen die bereitgestellten Materialien für den Unterricht und die Ausstattung am außerschulischen Lernort in Andritz als wichtige Faktoren an.

„Ja, das Material und dass alles aufgeteilt ist. Manchmal ist bei uns etwas und manchmal ist es oben in Andritz“. (Interviewstudie)

„Das ist natürlich eine ganz tolle Methode, die der NaturErlebnisPark anbietet, weil wir eben das ganze Material zur Verfügung gestellt kriegen. Das ist schön, weil ich glaube, in diesem Umfang, in dieser Intensität, würden wir das sonst nicht machen können“. (Interviewstudie)

Als besonders wichtige Voraussetzung für das Gelingen wird aber Bereitstellung von Personal erachtet.

„Mit dem schönsten Material kann ich nicht arbeiten, wenn du alleine bist als Lehrer,...“ (Fokusgruppe)

„Ja, ich würde also sagen, das einzig Schwierige ist, wenn du alleine bist und mehrere Stationen eben deine Hilfe benötigen“ (Interviewstudie)

Darüber hinaus sind auch allgemeine Rahmenbedingungen zu beachten.

„weiten Anreiseweg, viel Aufwand, viel Zeit. Das ist natürlich auch mit großen Kosten verbunden für die Schule“. (Interviewstudie)

2.6.5 Diskussion

„Es gehen alle Pädagoginnen darin konform, dass das Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark eine Form der Wissensvermittlung bietet, die im herkömmlichen Unterricht nicht möglich ist. Gerade auch durch die zur Verfügungstellung des Materials für die Versuche in den Klassen und ähnliches, wird den Lehrerinnen sehr viel an Arbeit abgenommen und die Vermittlung des Wissens an die Kinder erleichtert. Dieser Punkt erscheint besonders bedeutsam da jene Form der Unterstützung von allen Befragten als sehr positiv empfunden und darin anscheinend auf ihre diesbezüglichen Bedürfnisse mehr als ausreichend eingegangen wurde.“ (Prettenthaler 2009)

Die Autorin der Interviewstudie bestätigt das Bild, das sich auch in den übrigen Erhebungen darstellt:

Durch die Partnerschaft zwischen Schule und Schulbiologiezentrum konnte eine besondere Form des Unterrichts ermöglicht werden. Diese stößt auf hohe Akzeptanz und scheint nachhaltige Wirkung zu zeigen. Zwei wesentliche Gelingensfaktoren kristallisieren sich dabei heraus, die für handlungsorientiertes Forschendes Lernen zu naturwissenschaftlichen Themen ausschlaggebend sind:

- **Entsprechende Materialien**, die funktionell, kindgerecht, fachlich fundiert und attraktiv sind und die in ausreichender Menge vorhanden sind. Diese zu beschaffen stellt für eine/n einzelne/n Klassenlehrer/in einen oft nicht zu bewältigenden Aufwand dar.
- **Ausreichend kompetentes Betreuungspersonal**: Selbst bei guter materieller Ausstattung ist Forschendes Lernen nur dann möglich, wenn auch eine entsprechende Betreuungssituation gegeben ist.

Diese Beobachtungen entsprechen auch den Erkenntnissen von Pokorny (2002), die in umfassenden Interviews die Bedürfnisse von Lehrer/innen für einen forschend-entdeckenden Sachunterricht erhoben hat: Viele Lehrkräfte möchten sehr gerne in dieser Form unterrichten, scheitern aber häufig an den praktischen Rahmenbedingungen. Beide Punkte konnten in der vorliegenden Partnerschaft zufrieden stellend gelöst werden. Die infrastrukturellen, personellen und fachlichen Ressourcen des Schulbiologiezentrums wurden gezielt für jene Anforderungen eingebracht, die die Schule selbst nicht abdecken kann.

Um aber außerschulische Ressourcen wirksam zu nutzen und langfristige Effekte zu erzielen ist es unerlässlich, die Kooperation zwischen Schule und außerschulischen Angeboten gezielt zu koordinieren. Neben der didaktischen Qualität der Angebote ist vor allem entscheidend, inwieweit eine Integration außerschulischen Lernens in den Unterricht gelingt. Klaes (2008) fordert daher eine vertiefte Zusammenarbeit und einen Austausch zwischen Schule und außerschulischem Lernort.

Was in der Gestaltung derartiger Bildungspartnerschaften zu beachten ist, lässt sich den Aussagen der Lehrerinnen und den Erfahrungen aus diesem Projekt recht deutlich entnehmen:

Die Lehrerinnen schätzen es, in die Planung der Aktivitäten eingebunden zu sein. Aber auch für die Anbieter externer Aktivitäten ist dieser Austausch unerlässlich, da sich Fragen der Klassenraumorganisation nur auf diesem Weg zufriedenstellend lösen lassen. Beide Bildungssysteme können ihre Expertise einbringen und so Synergieeffekte erzielen.

Der Erfolg gemeinsamer Ziele und Schritte in Netzwerkkooperationen ist in sehr hohem Ausmaß davon abhängig, wie die Kommunikationsbeziehungen innerhalb des Netzwerks gestaltet sind (vgl. Czerwanski 2003). Eine Kommunikation auf Augenhöhe wie im vorliegenden Projekt wird von den Lehrerinnen als Voraussetzung partnerschaftlicher Zusammenarbeit gesehen.

Die intensive Interaktion erfordert aber auch entsprechende Ressourcen. Gemeinsame Workshops, Gespräche und Treffen stellen sicher, dass kongruent gearbeitet wird.

Auch diesen Anforderungen scheint das Vorhaben gut entsprochen zu haben, die hier gewählten Strukturen und Abläufe können auch für zukünftige Bildungspartnerschaften in Erwägung gezogen werden.

Die Daten der Erhebungen zeigen aber auch auf, in welchen Bereichen noch Entwicklungsbedarf besteht und welche Fragestellungen Inhalt weiterführender Forschungsarbeiten sein können. Besonders auffallend ist hier die Thematik der Sprache:

In der praktischen Durchführung war es eine Herausforderung, in Arbeitsunterlagen und Aktivitäten das Sprachlevel der jeweiligen Klasse zu treffen. Bisweilen war die gewählte Ausdrucksweise zu anspruchsvoll, in anderen Fällen wurden die bewusst einfach formulierten Texte als zu simpel empfunden. Für außerschulische Bildungsinstitutionen wäre es hilfreich, hier nähere Anhaltspunkte und Praxisvorschläge für den Umgang mit sehr heterogenen sprachlichen Voraussetzungen in Kindergruppen zu erarbeiten.

Der Aspekt der Sprache scheint aber nicht nur Schwierigkeiten, sondern auch weit reichende Chancen zu bieten. Die Beobachtungen der Lehrerinnen hinsichtlich der sprachlichen Förderung durch das Projekt, insbesondere von Kindern mit Migrationshintergrund, lassen ein bisher noch wenig beachtetes Potential im Forschenden Lernen erkennen. Ähnlich ist es mit den Erfahrungen, die die Lehrerinnen mit leistungsschwächeren Kindern und im Sozialverhalten gemacht haben. Die tiefer gehende Betrachtung von Bildungspartnerschaften zum „Forschenden Lernen“ im Kontext von Inklusion und Sprachförderung dürfte ein viel versprechendes Feld der didaktischen Forschung und Entwicklung sein.

Für das Schulbiologiezentrum liefern diese Erkenntnisse wertvolle Impulse und Richtlinien für den weiteren Ausbau von Bildungspartnerschaften zum „Forschenden Lernen“ im Sachunterricht. Sie geben Hinweise darauf, in welchen Funktionen und Bereichen des Bildungssystems sich das Schulbiologiezentrum bedarfsgerecht positionieren sollte und motivieren dazu, die in diesem Projekt begonnene Entwicklung fortzusetzen und zu vertiefen.

2.7 Ausblick, Perspektiven

„Forschend Lernen“ war auch für das Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ ein einzigartiges Pilotprojekt. Es war uns möglich, in bisher noch nie da gewesener Intensität Schulklassen fachlich, didaktisch und organisatorisch über ein ganzes Schuljahr zu begleiten.

Dabei wurde ersichtlich, welche Chancen für den Unterricht sich durch eine durchdachte Kombination schulischen und außerschulischen Lernens ergeben. Lernchancen boten sich aber nicht nur für die Kinder: die intensive Vernetzung auf unterschiedlichen Ebenen – zwischen Lehrer/innen, Schulbiologiezentrum und den anderen beteiligten Science Center Einrichtungen ermöglichte vielfältige Einblicke und Erkenntnisse, die für alle Beteiligten zu einer Erweiterung des Horizonts führte.

Die umfassenden Begleiterhebungen bestätigten den Bedarf an derartigen Partnerschaften und ermutigten uns, das Schulbiologiezentrum weiterhin offensiv im Bildungssystem zu positionieren.

Als direkte Konsequenz aus dem Projekt wurden weitere Möglichkeiten gesucht, um eine Verbindung zwischen den außerschulischen Forschungsabenteuern und dem Unterricht im Klassenzimmer herzustellen.

Ein „Forschungsscheck“ – Projekt (finanziert durch BMVIT und BMWA) ist bereits im Laufen: Gemeinsam mit der FH Joanneum (Informationstechnologie) wird derzeit eine Lernspiel-CD zu Fridolins Naturgeschichten entwickelt.

Darüber hinaus sind wir auf der Suche nach weitergehenden Vernetzungen schulischen und außerschulischen Lernens. Projekte, die auch Einrichtungen der Forschung und Wirtschaft inkludieren sind derzeit in der Konzeptionsphase.

Ein besonderes Anliegen ist es uns, das Augenmerk verstärkt auf die besondere Didaktik der Science Center Einrichtungen zu lenken und die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich zu forcieren. Die in Science Center Einrichtungen vorhandenen Ressourcen und Methoden ermöglichen Formen der Bildung, die zur Förderung von Kreativität, Problemlösefähigkeit und Innovationskompetenz der Bevölkerung wichtige Beiträge leisten können. Die im Projekt erfahrene Bündelung von Kompetenzen kann hier richtungsweisend für die weitere Entwicklung sein.

Inhaltlich halten wir die Frage des Umgangs mit Heterogenität und die gezielte Forcierung von Inklusion durch Forschendes Lernen für die interessanteste Herausforderung für unsere Institution. Auch hier sind dementsprechende Folgeprojekte angedacht.

Insgesamt stellt „Forschend Lernen“ für uns einen Meilenstein für die Synthese von Science Center Einrichtungen und dem schulischen Bildungswesen dar. Das hier aufgezeigte Potential und die im Projekt aufgezeigten Gelingensfaktoren bilden den Ausgangspunkt für eine Entwicklung, die nachhaltige Auswirkungen auf die Bildung und damit das gesamte Innovationssystem haben kann.

2.8 Literatur

BACHMANN, G., PRETTENTHALER, E. (2009). Forschend lernen im Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz. Eine Interviewbegleitstudie bei steirischen Grundschullehrer/innen. Begleitstudie I. Graz.

CZERWANSKI, A. (2003): Schulentwicklung durch Netzwerkarbeit. Verlag Bertelsmann Stiftung, Gütersloh 2003.

DEUTSCHER BILDUNGSRAT (Hrsg.) (1974). Gutachten und Studien der Bildungskommission. Band 38: Die Bedeutung verschiedener Lernorte in der Beruflichen Bildung. Stuttgart: Klett Verlag.

FRANTZ-PITTMER, A., GRABNER, S. et al. (2003): „Was mich zum Fragen bringt“ Methoden zur Forcierung von Schülerfragen als Ausgangspunkt problemorientierter Lernprozesse. IMST² - Online im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2003/s4_i_andritz_lang_151203.pdf

FRANTZ-PITTMER A., GRABNER S. et al. (2004): „Ein Kompass für die Forschungsreise“ - Methoden und Werkzeuge zum zielgerichteten freien Forschen in der Grundschule. IMST² - Online im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2005/78_s4_i_naturerlebnispark_graz_lang_121204.pdf

FRANTZ-PITTMER A., GRABNER S. et al. (2005): „MOON – Materialien zur Organisation eines offenen Naturwissenschaftsunterrichtes.“ – IMST³ - Online im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2004/435_endbericht_frantz-pittner.pdf

FRANTZ-PITTMER A., GRABNER S. et al. (2006): „SUN:ST - Sachunterrichtsnetzwerk Steiermark. IMST³ - Online im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2006/1413_348_Langfassung_Frantz.pdf

FRANTZ-PITTMER A. & GRABNER S (2006): Was Kleine interessiert – Erfahrungen mit Evaluation im Grundschulalter. In: IMST Newsletter, Jahrgang 5, Ausgabe 18. IUS, Klagenfurt.

HEINZEL F.(Hrsg.) (2000): Methoden der Kindheitsforschung. Ein Überblick über Forschungszugänge zur kindlichen Perspektive. Kindheiten. Juventa Verlag., Weinheim und München.

KLAES, E., (2008). Stand der Forschung zum Lehren und Lernen an außerschulischen Lernorten. In: D. Höttecke (Hrsg.). Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. Essen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik

KOHLER, B. (2001). Problemorientiert lehren und lernen. In H. Schwetz (Hrsg.), Konstruktives Lernen mit neuen Medien. Beiträge zu einer konstruktivistischen Mediendidaktik. (S. 100 - 118) Innsbruck: StudienVerlag.

LEHRPLAN DER VOLKSSCHULE (2008) : Online im Internet:

http://www.bmukk.gv.at/medienpool/14055/lp_vs_komplett.pdf (2010-01-20)

- MANDL H., FRIEDRICH H. F. (2006): Handbuch Lernstrategien. Hogrefe Verlag GmbH & Co KG, Göttingen/Bern/Wien/Toronto/Seattle/Oxford/Prag.
- MAYRING P. (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.
- MAYRING P. (2003): Qualitative Inhaltsanalyse. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.
- NAYLOR S., KEOGH B., DOWNING, B., MALONEY, J. and SIMON, S. (2007). The Puppets Project: using puppets to promote engagement and talk in science. In R. Pinto and D. Couso (Eds) Contributions from Science Education Research, p.289-296. Springer.
- NUISSL, E., (2006). Ort und Netze lebenslangen Lernens. In R. Fatke, & H. Merken, (Hrsg.). Bildung über die Lebenszeit (S. 69-84). Wiesbaden: VS Verlag.
- OLLERENSHAW, C. (2000). Kinder forschen. Wien: öbv u. hpt.
- OTTERZENTRUM (Hrsg.) (2008). Ziele, Strategien und Perspektiven für außerschulische Lernorte. Online im Internet: http://cms.otterzentrum.de/cms/front_content.php?idart=989 (18.01.2010).
- POKORNY, B. (2003): Science for Fun. IMST² (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching)-Endbericht. Online im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2003/s4_i_paedag_erzdioezese_wien_lang_151203.pdf (2010-01-20)
- SCHMIDKUNZ H., LINDEMANN H. (1992): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben.
- SPRECKELSEN K., MÖLLER K., HARTINGER A. (HRSG.) (2002): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- SALZMANN, C. (2007). Lehren und lernen in außerschulischen Lernorten. In J. Kahlert et al. (Hrsg.). Handbuch des Sachunterrichts (S. 433-439). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.
- VOGT H., UPMEIER A. (2007): Bildungsstandards - Kompetenzerwerb. Shaker Verlag, Aachen.
- WELLENREUTHER M. (2005): Lehren und Lernen – aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht. Grundlagen der Schulpädagogik, Bd 50, Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler.

3 Haus der Natur, Salzburg

3.1 Abstract

Die Museumspädagogik Haus der Natur Salzburg hat unter der Mitarbeit ihrer sechs Partnerlehrerinnen Unterrichtsmaterialien zu den Themen **„Unsere Sinnesorgane – Einstieg in das Thema Sinne und Sinnesorgane“**, **„Das Auge – Sehen, Licht und Farben“**, **„Das Ohr - Schall und Hören“** und **„Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team“** entwickelt.

Die erarbeiteten Materialien wurden von den Lehrerinnen und Schüler/innen im Sachunterricht erprobt. Weitgehend selbständig beantworteten die Schüler/innen mit Experimenten in Gruppen Fragen rund ums Sehen und Hören und das Zusammenspiel von Gehirn und Sinnesorganen. Der Projektunterricht wurde mit einem bzw. zwei Besuch/en im neuen Science Center abgerundet, wobei sich die Schüler/innen dort auf die Spur des Schalls begaben und das Zusammenwirken von Gehirn und Sinnesorganen erforschten.

Der Verlauf des gesamten Projektes musste aufgrund der umfassenden und lange andauernden Umbauarbeiten im Haus der Natur Salzburg grundlegend modifiziert werden. Bis auf zwei („Dem Schall auf der Spur“ und „Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team“) wurden alle Unterrichtsblöcke an der Schule durchgeführt.

Die Ziele, die mit der Durchführung des Projektunterrichts bei den teilnehmenden Schüler/innen erreicht werden sollten, sind: Förderung des Interesses an naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht. Zugewinn an Kompetenzen im Wissens- und Fertigkeitsbereich. Positive Beeinflussung des Selbstkonzeptes im Bereich Naturwissenschaften.

Vor Beginn des Projektunterrichts wurden mit einem Viertel der Schüler/innen Interviews durchgeführt, um die Alltagskonzepte dieser zu ausgewählten Themen erfassen zu können. Um etwaige Veränderungen messen zu können, füllten die Schüler/innen vor und nach der Durchführung des Projektunterrichts Fragebögen mit Items zu den oben angegebenen Fragekomplexen aus.

Die Evaluation hat ergeben, dass die Schüler/innen keine signifikanten Interessensunterschiede zwischen naturwissenschaftlichen und nicht naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht zeigen. Der Vergleich der Daten aus der Vorher- und der Nachherbefragung weist auf einen Zugewinn an fachlichem Wissen und im Verständnis für naturwissenschaftliche Arbeitsweisen auf. Das Selbstkonzept der Schüler/innen im Bereich der Naturwissenschaften und Technik hat sich leicht positiv verändert.

Die Materialien wurden von den Lehrerinnen und Schüler/innen sehr positiv aufgenommen. Den Rückmeldungen der Lehrerinnen folgend, haben die Schüler/innen vom Unterricht im forschend entwickelnden Unterrichtsstil stark profitiert und sehr motiviert gearbeitet. Die Unterrichtsmaterialien werden von den Partnerlehrerinnen positiv bewertet und als sehr empfehlenswert eingeschätzt.

3.2 Beschreibung der Science Center Einrichtung

Das Haus der Natur ist sowohl Schau-Museum als auch vielseitiges Natur-Kompetenzzentrum für Stadt und Land Salzburg. Daher gehören sowohl die naturwissenschaftliche Forschung als auch die Vermittlung der Ergebnisse zu seinen Aufgaben. Neben Führungen zu über 35 Ausstellungen gibt es eine Vielzahl von attraktiven Vermittlungsprogrammen für Schulen, in denen das selbständige Lernen eine zentrale Rolle spielt. Durch das am 26. 6. 2009 eröffnete „Science Center Haus der Natur“ hat das Lernen durch interaktive Hands-on-Aktivitäten weiter an Bedeutung gewonnen. Gemeinsam mit den Volksschulen wurden die Module „Unsere Sinnesorgane – Einstieg in das Thema Sinne und Sinnesorgane“, „Das Auge, Licht und Sehen“, „Das Ohr, Schall und Hören“ und „Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team“ entwickelt und erprobt.



Haus der Natur, Salzburg



Science Center Haus der Natur

3.3 Ziele

Im Rahmen des Projekts sollen vor allem die **Kompetenzbereiche Fachwissen und Erkenntnisgewinnung** bei den Schüler/innen gefördert werden. Daher wird auch in der Begleitforschung das Augenmerk vor allem auf die folgenden Bereiche gelegt: Welche Auswirkungen hat das Projekt „Forschend lernen“ auf die Schüler/innen? Welche Kompetenzen entwickeln die Schüler/innen im Rahmen der Kooperation zwischen Science Center Einrichtung und Volksschulen? Welche Veränderungen im Bereich des Fachwissens und der Erkenntnisgewinnung (Experimentieren nach Anleitung, Schlussfolgerungen aus den Versuchen ziehen, einfache Experimente planen, durchführen und auswerten) sind zu beobachten? Wird das naturwissenschaftliche Selbstkonzept der Kinder beeinflusst?

3.4 Partnerschaft

3.4.1 Regionale Modellpartnerschaft

Haus der Natur Salzburg; Museumspädagogik

LSR Salzburg: Amtsführender Präsident Prof. Mag. Herbert Gimpl; LSI Prof. Mag. Josef Thurner

BSR: Frau BSI Ursula Moser

Universität Salzburg: Ao. Univ. Prof. Dr. Ulrike Unterbruner; Interfakultärer Fachbereich Fachdidaktik – Lehrer/innenbildung

6 Volksschulen

VS Schallmoos; 3r Frau Dipl.-Päd. Irmtraud Ratzer, 3h Frau Dipl.-Päd. Regina Zwinger-Haberl

VS Mülln; 3b Frau Dipl.-Päd. Herta Simmerstatter

VS Aigen; 4a Frau Dipl.-Päd.Mag. Elfriede Gruber-Bliem

VS Gnigl; 4b Frau Dipl.-Päd. Nicole Yahia-Absenger

VS Parsch; Frau 3a Dipl.-Päd. Margot Grosser

3.4.2 Prozess und Ablauf, Zeittafeln, Tabellen

17. April 2008 – Treffen mit dem LSI Prof. Mag. Josef Thurner

April/Mai 2008 – Kontakt mit Frau BSI Ursula Moser (Auswahl der teilnehmenden Klassen)

17. Mai 2008 – Erstes Treffen mit Direktor/innen und Lehrerinnen der Partnerklassen -

Themenfindung

2. Oktober 2008 – Zweites Lehrerinnentreffen (Besprechung der Unterrichtsmaterialien und der Fragebögen)

August bis Oktober 2008: individuelle Lehrerinnengespräche

November 2008: Erste Fragebogenerhebung in den 6 Partnerklassen

Dezember 2008: Interviews mit 38 Schüler/innen

19. Jänner 2009 – Drittes Lehrerinnentreffen

Jänner bis März – Durchführung des ersten Moduls in den Klassen

3. März 2009 – Viertes Lehrerinnentreffen

März bis April – Durchführung des zweiten Moduls in den Klassen

20. April 2009 – Fünftes Lehrerinnentreffen

April bis Mai – Durchführung des zweiten und dritten Moduls in den Klassen

12. Mai 2009 – Pressekonferenz in der VS Aigen (drittes Modul)

3. Juni 2009 – Sechstes Lehrerinnentreffen

Juni bis Juli – Durchführung des dritten Moduls in den Klassen

22. Juni 2009 bis 25. Juni 2009 – Besuch des Science Centers, Haus der Natur (zwei 4. Klassen und eine dritte Klasse) Modul: Dem Schall auf der Spur

30. Juni bis 7. Juli 2009 – Museumspädagogin besucht die Klassen zur Wiederholung und Zusammenfassung

30. Juni bis 6. Juli – Zweite Fragebogenerhebung in den Partnerklassen

3. Juli – Präsentation des Projektes „Forschend lernen“ im Haus der Natur

10. Juli 2009 – Materialien und Fragebögen werden von der Museumspädagogin eingesammelt

12. bis 20. Oktober 2009 – Besuch des Science Centers, Haus der Natur (die restlichen drei Klassen) Modul: Dem Schall auf der Spur

November bis Dezember – Durchführung des vierten Moduls in den Schulen

5. November 2009 – im Rahmen einer Lehrer/innenfortbildung (AHS und BHS) werden die drei Programme („Optik – das Auge, Licht und Sehen“, „Akustik – dem Schall auf der Spur“ und „Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team“) vorgestellt

Dezember 2009 bis März 2010: Besuch des Science Centers, Haus der Natur (VS Mülln und VS Parsch) Modul: Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team

18. Februar 2010 – im Rahmen einer Lehrer/innenfortbildung (Pflichtschulen) werden die drei Programme („Optik – das Auge, Licht und Sehen“, „Akustik – dem Schall auf der Spur“ und „Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team“) vorgestellt

April 2010 – siebtes Lehrerinnentreffen – Reflexion und Bericht zu den Ergebnissen der Evaluation

Nach den ersten Kontakten mit dem LSI (Prof. Mag. Josef Thurner) und der BSI (Ursula Moser) wurden die Partnerdirektor/innen und Partnerlehrerinnen zum ersten Informationstreffen im Haus der Natur eingeladen. Bei diesem Treffen wurde den Direktor/innen und Lehrerinnen das Projekt vorgestellt und gemeinsam wurde das Thema Sinne und Sinnesorgane festgelegt.

Während der Sommermonate wurden die Fragebögen erarbeitet und die ersten Unterrichtsblöcke entwickelt.

Beim zweiten Lehrerinnentreffen im Oktober 2008 wurden der Fragebogen und die ersten Unterrichtsmaterialien den Lehrerinnen vorgelegt und gemeinsam auf deren Tauglichkeit geprüft.

Nachdem mit jeder Lehrerin ein individuelles Lehrerinnengespräch stattgefunden hatte, wurde im November die erste Fragebogenerhebung in den Klassen durchgeführt. Darauf folgten Schüler/inneninterviews.

Ende Jänner 2009 fand das dritte Lehrerinnentreffen statt, wobei alle Methoden aus dem ersten Modul gemeinsam besprochen und die Experimente gemeinsam durchgeführt und reflektiert wurden. In den Wochen darauf wurde das erste Modul in den Klassen durchgeführt. Beim vierten Lehrerinnentreffen im März berichteten die Lehrerinnen von ihren Erfahrungen und gaben auch schriftliche Rückmeldungen zum ersten durchgeführten Modul ab.

Die weiteren Unterrichtsblöcke wurden im Zeitraum von März bis Dezember 2009 von den Lehrerinnen mit den Schüler/innen im Rahmen des Sachunterrichts ausgeführt. Dazwischen fanden regelmäßig Lehrerinnentreffen im Haus der Natur statt, wobei jedes Mal die

Unterrichtsmaterialien gemeinsam besprochen und die Methoden gemeinsam erprobt wurden. In den beiden vierten Klassen hospitierte Mag. Christine Molnar beim Unterrichtsblock „Schall ist wackelnde Luft“. Da sich der Umbau des Museums Haus der Natur und die Eröffnung des Science Centers um drei Monate verschoben haben, musste der Ablauf des Projekts mehrmals angepasst werden. Der Großteil der Unterrichtsblöcke wurde daher in der Schule abgehalten. Lediglich einmal besucht/e jede Klasse das neue Science Center. Zwei Klassen besuchten das Science Center ein zweites Mal.

Die beiden vierten Klassen (VS Aigen und VS Gnigl) und eine dritte Klasse (VS Parsch) besuchten das Science Center Ende Juni 2009 (kurz vor dessen Eröffnung). Alle anderen Klassen besuchten das Experimentarium im Oktober 2009. Der Unterrichtsblock im Science Center wurde von drei Museumspädagog/innen angeleitet.

Anfang Juli besuchte die Museumspädagogin Mag. Christine Molnar alle Klassen und war hielt den Unterrichtsblock „Alles noch mal kurz“ ab. Bei diesem Termin fertigten die Schüler/innen Concept Maps an. Dabei wurden in der Klasse Fotos aufgelegt, auf denen die Schüler/innen beim Experimentieren abgebildet waren. Die Schüler/innen sollten nun einzelne Fotos auswählen und auf ein Plakat kleben. Daneben sollten sie schreiben, um welches Experiment es sich dabei handelte und was sie dabei herausgefunden hatten. Auf diese Art und Weise wurde genau wiederholt, was die Schüler/innen wann wie herausgefunden hatten. Die fertigen Concept Maps wurden in einer Gruppenpräsentation den Mitschüler/innen vorgestellt.

Darstellung der Module und Zeitrahmen der Durchführung in den Schulen

Modul 1

Monat	Unterrichtsblock	Dauer in UE/Ort
Jänner	Wahrnehmungs- und Gedächtnisübungen	2/Schule
Jänner	Unsere Sinnesorgane	1/Schule
Jänner/Febr.	Steckbrief zu den Lieblingsempfindungen	1/Schule

Modul 2

Monat	Unterrichtsblock	Dauer in UE/ Ort
Februar	Das Auge besteht aus verschiedenen Teilen	2/Schule
Februar	Ich habe zwei Augen – Warum?	2/Schule
Februar	Wie entsteht im Auge ein Bild?	2/Schule
März	Vertiefung zum Unterrichtsblock: Wie entsteht im Auge ein Bild?	1/Schule
März	Farben kann man mischen	1/Schule
März	Farben kann man trennen	1/Schule
März/April	Vertiefung zum Unterrichtsblock: Farben kann man mischen	1/Schule

April	Licht kann man trennen	1/Schule
April	Licht kann man mischen	1/Schule
April	Farben und Geschichten	1/Schule

Modul 3

Monat	Unterrichtsblock	Dauer in UE/Ort
Mai	Schall ist wackelnde Luft	3/Schule
Mai	Wie breitet sich Schall aus?	2/Schule
Mai	Vertiefung zu: Wie breitet sich Schall aus?	1-2/Schule
Mai/Juni	Wie kann ich die Leistung meiner Ohren verbessern?	2/Schule
Mai/Juni	So sind deine Ohren gebaut.	2/Schule
Juni	Im Tonstudio: Vertonung einer Geschichte	2/Schule
Mai/Juni	Geräuschebilder	1/Schule
Juni	„Dem Schall auf der Spur“ Besuch im Science Center Salzburg des Hauses der Natur	3/Haus d. Natur, Science Center

Wiederholung und Zusammenfassung

Monat	Unterrichtsblock	Dauer in UE/Ort
Juni/Juli	Alles noch mal kurz	2/Schule
Anfang Juli	Fragebogenerhebung II;	1/Schule

Modul 4

Monat	Unterrichtsblock	Dauer in UE/Ort
Dezember	Fantasiereise	1/Schule
12/09 - 03/10	Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team; Besuch im Science Center Wie die Sinnesorgane mit dem Gehirn sprechen Woher weiß ich, was ich empfinde? Alles Gleichzeitig Das Gehirn kann sich auch täuschen	4/Science Center Haus der Natur
12/09 - 03/10	Anwendung von optischen Effekten Bastelarbeit	1/Schule
12/09 - 03/10	Sonnen-Regen- Massage	½ /Schule
12/09 - 03/10	Wenn ich noch ein Sinnesorgan hätte....	1/Schule

3.5 Praktische Umsetzung

3.5.1 Module

Im Rahmen des Projekts Forschend lernen wurden folgende Module entwickelt und erprobt:

Modul 1: Unsere Sinnesorgane – Einstieg in das Thema Sinne und Sinnesorgane.

Modul 2: Das Auge – Sehen, Licht und Farben.

Modul 3: Das Ohr – Schall und Hören.

Modul 4: Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team.

Jedes Modul besteht aus mehreren Unterrichtsblöcken.

Das Modul 1: Unsere Sinnesorgane – Einstieg in das Thema Sinne und Sinnesorgane umfasst **vier Unterrichtseinheiten**. Im Rahmen von Wahrnehmungs- und Gedächtnisübungen wird ein spielerischer Zugang zum Thema ermöglicht. Zudem erhalten die Schüler/innen einen Überblick über die Sinnesorgane des Menschen. Zu jedem Sinnesorgan wird eine Station aufgebaut. Die Schüler/innen werden in fünf Gruppen aufgeteilt und wandern gemeinsam von Station zu Station.

Im weiteren Verlauf des Moduls füllen die Schüler/innen in Gruppen eine Tabelle aus, in der sie angeben, wofür die einzelnen Sinnesorgane zuständig sind und auf welche Reizmodalitäten diese reagieren.

Die Schüler/innen formulieren an dieser Stelle Fragen zum Thema Sinnesorgane bzw. formulieren Themen, für die sie sich besonders interessieren.

Einen Beitrag zum Sozialen Lernen liefert das Verfassen eines Steckbriefes zu den Lieblingsempfindungen, der dann in einer Klassengalerie präsentiert wird. Da die Steckbriefe ohne Angabe des Namens aufgehängt werden, können nun die Kinder raten, von wem welcher Steckbrief stammt.



Die Zunge – der Geschmackssinn

Kann Juzef erkennen, welche Geschmacksprobe Karim ihm gerade auf die Zunge geträufelt hat?



Das Ohr – der Gehörsinn

Mit verbundenen Ohren müssen Monica, Helena und Sara erkennen, womit Gabriela ein Geräusch erzeugt.

Das zweite Modul: Das Auge – Sehen, Licht und Farben umfasst 13 Unterrichtseinheiten.

Zu Beginn wird der Bau des Auges außen und innen erarbeitet und die richtigen Fachbegriffe erlernt. Die Schüler/innen führen eine Reihe von Versuchen durch, mit denen sie nachvollziehen können, wie sich das Auge schützt. Bei zwei Versuchen stellen die Schüler/innen erst Vermutungen an und überprüfen diese jeweils in Bestätigungsexperimenten. Zur Erarbeitung der Hell-Dunkeladaption wird das naturwissenschaftliche Prinzip von Vorhersagen - Beobachten - Erklären angewandt. Die Schüler/innen sollen den Ausgang des Versuchs voraussagen und in Kleingruppen diskutieren. Danach werden die wichtigsten Inhalte gemeinsam wiederholt und zusammengefasst. Anschließend erfahren die Schüler/innen etwas über die Kennzeichen eines wissenschaftlichen Experiments.

Weiters wird die Frage „Warum habe ich zwei Augen?“ beantwortet: In zwei Versuchen werden den Schüler/innen Phänomene bewusst, die durch die Zweiäugigkeit begründet sind. In Gruppenarbeit entwickeln die Schüler/innen einen Versuch mit Hilfe dessen bewiesen werden kann, dass für das räumliche Sehen zwei Augen notwendig sind.

Im Unterrichtsblock mit dem Titel „Wie entsteht im Auge ein Bild?“ sehen die Schüler/innen in einem Modell, wie eine Lupe ein Bild von zwei Kerzen auf ein Blatt Papier wirft. Anhand dieses Modells wird erarbeitet, wie das Auge gebaut ist und wie in diesem ein Bild entsteht. Zur Vertiefung führen die Schüler/innen einen Versuch zur Erkennung des „blinden Flecks“ und einen Sehschärfetest durch.

In den Unterrichtsblöcken zum Themenbereich „Licht und Farben“ lernen die Schüler/innen Verfahren kennen, mit deren Hilfe Licht und Farben jeweils gemischt und auch getrennt werden können. Zum Beispiel bekommen die Schüler/innen ausgehend von einer Geschichte den Auftrag, aus drei Ausgangsfarben bestimmte Farben zu mischen. Durch das schnelle Drehen eines Farbkreisels lernen die Schüler/innen eine weitere Methode kennen, wie man Farben mischen kann. Dies geschieht im forschend entwickelnden Unterrichtsstil. In einem Unterrichtsblock zu diesem Modul lernen die Schüler/innen das Verfahren der Papierchromatographie kennen.

Im Unterrichtsblock mit dem Titel „Licht kann man trennen“ wird abermals das naturwissenschaftliche Prinzip Vorhersagen – Beobachten - Erklären verwendet. Die Schüler/innen beobachten, wie weißes Licht mit Hilfe eines Glasprismas in seine Spektralfarben zerlegt wird. Anhand des Versuchs nach Isaac Newton wird ein historisches Experiment nachvollzogen. Dieses wird im Klassenverband diskutiert.

Das Fertig-Schreiben der Geschichte „Rot ist eine schöne Farbe“ von Rudolf Gigler bildet den kreativen Abschluss dieser Thematik.



Kann Clara mit einem Auge genau so gut zielen wie mit beiden Augen?



Martin und David erkennen auf dem Transparentpapier, wie das Bild aussieht, das von der Linse auf die Netzhaut geworfen wird.



Die Ergebnisse notieren die Schüler/innen in ihren Forschungsmappen.



Aus den Farben rot, gelb und blau mischen Selma und Marina unterschiedlichste Farben.

Das dritte Modul: Das Ohr – Schall und Hören“ umfasst 17 Unterrichtseinheiten.

Eingangs untersuchen die Schüler/innen im Rahmen eines Stationenbetriebs mit 15 Musikinstrumenten, wie Schall entsteht. Dabei lernen sie verschiedene Arten von Schallquellen kennen. Danach beschäftigen sich die Schüler/innen mit der Frage, wie sich Schall ausbreitet. Die Schüler/innen erfahren in einem Versuch zur Knochenleitung und beim Ausprobieren eines Bechertelefons, dass sich Schall nicht nur in der Luft sondern auch in Festkörpern und Flüssigkeiten ausbreitet. Durch intensive und wiederholte Auseinandersetzung mit einem Text erarbeiten die Schüler/innen den Bau des Ohrs.

Im Science Center des Hauses der Natur begeben sich die Schüler/innen auf die Spur des Schalls. Im Bereich Akustik suchen die Schüler/innen in Kleingruppen die einzelnen Exhibits

auf und probieren diese aus. Während dieser „Erforschungsphase“ sind 3 Museumspädagog/innen zugegen.

In einem Gesprächskreis erzählen die Schüler/innen, welche Stationen sie sich angesehen haben und was sie dabei entdeckt haben bzw. was ihnen besonders gut gefallen hat. Dann werden die Schüler/innen in drei Gruppen geteilt und die Museumspädagog/innen beantworten mit je einer Gruppe drei Fragen: Wie kann ich eine Kerze löschen ohne diese selbst auszupusten? Kann sich Schall auch im luftleeren Raum ausbreiten? Wie laut ist zu laut?

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen werden anschließend in der Klasse vorgestellt. Ausgehend von einer Abenteuergeschichte überlegen die Schüler/innen, wie man die Leistung der Ohren verbessern kann, zudem erfahren die Kinder, weshalb manche Tiere große Ohren haben.

Auch in diesem Modul werden zwei kreative Zugänge zum Thema geschaffen. Die Schüler/innen vertonen gemeinsam eine Fantasiegeschichte und zeichnen Geräuschbilder.



Wann wird der Ton höher, wenn viel Wasser im Glas ist oder wenn wenig Wasser im Glas ist?



Welcher Frosch klingt höher, der kleine oder der große?



Wie kann Doris mit der Kalimba einen möglichst hohen und lauten Ton erzeugen?



Was muss Thomas tun, um die Musik des Handkurbelwerkes lauter erklingen lassen zu können?



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Geräuschedetektive: wenn Mara mit den Fingern über die gemalten Schafe streicht, beginnen diese zu blöken.



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Vakuumpumpe: Warum hört man die Glocke unter der Plastikkuppel nicht mehr, obwohl der Schlägel daraufhämmer?



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Jedermannkontest: Wie laut können Samuel, Martin und Jakob brüllen?



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Eric lauscht gerade, was Jakob ihm durch des „Kaisers Telefon“ zuflüstert.



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Zielsingen: Anja versucht beim Nachsingen eines Tons „ins Schwarze“ zu treffen.



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Feel Mozart: Carina und Maria hören und fühlen Musik im Spezialsitz.



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Druckluftwelle: David spürt die Druckluftwelle, die aus der großen Trommel gedrückt wird, wenn jemand auf das Trommelfell schlägt.



Besuch im Science Center – Dem Schall auf der Spur

Wie laut ist zu laut? Die Buben ordnen die Geräusche der Lautstärke nach.

Das vierte Modul: Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team umfasst 7 Unterrichtseinheiten.

Den Einstieg in dieses Modul bildet eine Fantasiereise, mit der deutlich wird, dass unser Gehirn alle gemachten Erfahrungen und Eindrücke speichert und diese meist wieder abrufbar sind. Nachdem die Fantasiereise fertig durchgeführt worden ist, zeichnen die Kinder entweder ein Bild, das während der Reise in ihrem Geist entstanden ist oder sie beschreiben ihre Empfindungen in einem Text. Eine Sonnen-Regen-Massage dient zur Entspannung bzw. zur Einleitung der nächsten Unterrichtsphase.

Dann folgt ein Besuch im Science Center. Dort werden das Gehirn und die Sinnesorgane in Überlebensgröße betrachtet und erarbeitete Inhalte wiederholt, ein Reaktionstest durchgeführt und in einem Reaktionsspiel verdeutlicht, wie die Nervenzellen untereinander verbunden sind und wie diese mit dem Gehirn kommunizieren. Versuche zu Sinnestäuschungen und optische Illusionen führen weiter zum Thema „das Gehirn kann sich auch täuschen“. Dazu folgt in der Schule eine Bastelarbeit. Den Abschluss des Themas bildet ein Unterrichtsblock mit dem Titel „Wenn ich noch ein Sinnesorgan hätte“. Darin werden eingangs Sinnesorgane aus dem Tierreich dargestellt. Anschließend sollen sich die Kinder überlegen, welches Sinnesorgan sie selbst gerne hätten, wenn sie noch eines haben könnten. Sie sollen einen Text dazu verfassen, wie dieses Sinnesorgan aussieht, was es kann und wobei es den Kindern hilft.

3.5.2 Didaktische Methoden

Der Methodik im Projekt „Forschend lernen“ liegen die Annahmen des gemäßigten Konstruktivismus zugrunde. Dieser beschreibt Lernen als einen aktiven, sozialen, selbst organisierten, konstruktiven und situativen Prozess (Siebert 2008). In der Gestaltung der Module wird dieser Erkenntnis Rechnung getragen. Durch den gezielten Einsatz kooperativer Lernformen soll gesichert werden, dass neben dem Erlangen fachwissenschaftlicher Kompetenzen auch das soziale Lernen gefördert wird (Biermann/Fink/Hänze u. a. 2008). Die Schüler/innen arbeiteten im Rahmen des Projekts

grundsätzlich in Gruppen zu 4 bis 5 Personen. In 5 Klassen wurden die Kinder in leistungshomogene Gruppen eingeteilt, wobei die Schüler/innen vor der Einteilung angeben konnten, mit wem sie gerne in einer Gruppe arbeiten wollen. Die Wünsche der Kinder wurden bei der Einteilung der Gruppen berücksichtigt. Eine Lehrerin hatte schon vor Beginn des Projekts Gruppen eingeteilt, um die Schüler/innen an das Arbeiten in der Gruppe zu gewöhnen. Diese Gruppen wurden dann für die Zeitdauer des Projekts beibehalten. Durch diese Zusammenstellung der Gruppen sollte gesichert werden, dass sich alle Kinder gleichermaßen an der Bearbeitung der Fragestellungen beteiligen und sich leistungsschwächere Kinder nicht zurückziehen.

Den Schüler/innen wird die Möglichkeit geboten, in Paaren bzw. Kleingruppen selbständig verschiedene Forschungsfragen zu den einzelnen Sinnesorganen zu beantworten. Der Austausch und die Kontrolle der Ergebnisse im Plenum fördern die kommunikativen Fähigkeiten und sichern, dass alle Kinder Zugang zur Sichtweise anderer und zu wichtigen Informationen bekommen.

Das Verfahren des forschend-entwickelnden Unterrichts steht als methodisches Prinzip hinter den didaktischen Überlegungen (Schmidkunz/Lindemann 2003). Die Schüler/innen begegnen in den Modulen praktischen Problemen, die es zu lösen gilt. Dabei spielt das Durchführen von Experimenten eine ganz zentrale Rolle. Je nach Wissensstand der Kinder und Schwierigkeitsgrad der Aufgabe kann beim Experimentieren der induktive oder der deduktive Weg beschritten werden. Daneben werden noch weitere Zugänge zu den Themen ermöglicht (z.B. Lehrer/innen- Vortrag, Wahrnehmungsübungen, Phantasiereisen, Lernspiele...). Das „Lernen mit allen Sinnen“ steht bei dieser Auswahl an Themenbereichen naturgemäß im Mittelpunkt.

3.6 Begleitforschung und Evaluierung

3.6.1 Abstract

Um die Zusammenarbeit zwischen Science Center und Lehrerinnen und die Unterrichtsmaterialien optimal zu gestalten, wurde Aktionsforschung betrieben. In den regelmäßig stattfindenden Lehrerinnentreffen wurden die vorbereiteten Unterrichtsmaterialien gemeinsam besprochen und genau an die Bedürfnisse der Lehrerinnen und Schüler/innen angepasst.

Die Fachdidaktische Forschung konzentrierte sich auf die Interessen, den Kompetenzerwerb und das Selbstkonzept der Schüler/innen.

Zur Erhebung der Interessen der Schüler/innen wurden Fragebögen eingesetzt (prä - post).

Zur Kompetenzüberprüfung wurden folgende Methoden eingesetzt:

- Hauptsächlich Fragebögen (prä - post)
- Unterstützend: Interviews mit Schüler/innen (prä)

Zur Überprüfung der Auswirkungen auf das Selbstverständnis und die Freude an Naturwissenschaften:

- Fragebögen (prä - post)
- Forschungsmappe (Lernblätter, Zeichnungen und Texte der Kinder)

Die erste Fragebogenerhebung fand in allen sechs Klassen im November 2008 statt. Zu diesem Zweck besuchte die Museumspädagogin Mag. Christine Molnar jede Klasse, stellte sich den Schüler/innen vor und erklärte ihnen, worum es im Projekt „Forschend lernen“ geht und zu welchem Zweck der Fragebogen ausgefüllt werden soll. Für das Ausfüllen der Fragebögen benötigten die Schüler/innen etwa eine Unterrichtseinheit.

Im Dezember 2008 führte Christine Molnar mit 19 Paaren (19 Mädchen und 19 Buben) Interviews durch, um die Präkonzepte der Schüler/innen zum Thema Sinne und Sinnesorgane zu erheben. Aufbauend auf die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen wurden die Unterrichtsmodule geplant.

Anfang Juli 2009 erfolgte in den sechs Klassen nach Abschluss des Projektunterrichts die zweite Fragebogenerhebung. Dabei muss berücksichtigt werden, dass drei der Klassen das Science Center bereits besucht hatten und drei Klassen erst zu Beginn des Schuljahres 2009/2010 das Science Center besuchten (also erst nach der Post-Fragebogenerhebung). Dies hat sich durch die lange andauernde Schließung des Hauses der Natur (Umbau) ergeben.

Die Erhebung der Interessen hat ergeben, dass die Schüler/innen eine sehr positive Einstellung zu naturwissenschaftlichen Themen haben. Die Mehrzahl der Schüler/innen mag Sachunterricht sehr bzw. eher gerne. Das Durchführen von Experimenten im Sachunterricht ist bei den Schüler/innen sehr beliebt. Dabei wird der handlungsorientierte Hands-on-Aspekt dem reflektierenden Minds-on-Aspekt vorgezogen.

Sowohl im Bereich des Fachwissens als auch im Bereich des epistemologischen Verständnisses lässt sich nach dem Projektunterricht ein Zugewinn an Kompetenzen nachweisen.

In der Beantwortung von offenen Fragen fiel auf, dass nach dem Projektunterricht die Anzahl der Schüler/innen, die keine oder eine „falsche“ Antwort gaben stark sank, während der Anteil an adäquaten Antworten deutlich anstieg.

Das Selbstkonzept der Schüler/innen im Bereich Natur, Technik und Experimentieren stellt sich als sehr stabil heraus. Insgesamt zeigt sich ein Zuwachs an positivem Selbstkonzept bei den untersuchten Schüler/innen, vor allem bei den Mädchen.

Lehrerinnen

Für die Erhebung von Erwartungen und Einstellung der Lehrerinnen zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht wurden von August bis Oktober 2008 individuelle Lehrerinnengespräche geführt. Die Erkenntnisse aus diesen Gesprächen fanden Eingang in die Planung der Module.

Nach der Durchführung jedes Moduls erhielten die Lehrerinnen Reflexionsbögen, in denen sie ihre Eindrücke zu den abgehaltenen Unterrichtsblöcken mitteilten. Unterstützend dazu wurden persönliche Gespräche geführt.

Die Erkenntnisse aus diesen schriftlichen Rückmeldungen und Gesprächen wurden sogleich in die bereits erstellten und erprobten Materialien eingearbeitet (die Materialien wurden überarbeitet, z.B. wurde die Schrift und Schriftgröße auf den Lernblättern angepasst und manche Unterrichtsblöcke wurden methodisch und inhaltlich adaptiert) und flossen in die weitere Entwicklung der Unterrichtsmaterialien ein.

Die vom Haus der Natur erarbeiteten Unterrichtsmaterialien wurden von den teilnehmenden Lehrerinnen als sehr hilfreich beurteilt. Dass die gesamten für den Unterricht nötigen Materialien in Boxen an die Lehrerinnen verliehen wurden, stieß auf gute Resonanz. Vor allem der Besuch im Science Center und die dortige Betreuung der Schüler/innen durch die Museumspädagog/innen wurden als besonders positiv empfunden.

Die Lehrerinnen erhielten zu jedem Modul Reflexionsbögen, in denen sie die Unterrichtsmaterialien nach der Durchführung beurteilen sollten.

Es wurden Fragen zum allgemeinen Ablauf des Moduls, zur Mitarbeit der Schüler/innen, zu den Hintergrundinformationen für Lehrerinnen und zu den Lernblättern gestellt. Die Ergebnisse der Befragung finden sich im Kapitel „Ergebnisse“. Die Reflexionsbögen wurden nach dem Vorbild der Projektgruppe aus Innsbruck – Grüne Schule, Botanischer Garten gestaltet.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse:

Interessen der Schüler/innen

- Die untersuchten Schüler/innen haben eine durchaus positive Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht. Das zeigt sich darin, dass die Schüler/innen Themen aus dem naturwissenschaftlichen Bereich im Vergleich zu anderen Themen aus dem Sachunterricht sehr positiv beurteilen. Insgesamt gibt die Mehrzahl der Schüler/innen an, dass sie Sachunterricht sehr gerne bzw. eher gerne mögen.
- Das Experimentieren ist als Aktivität im Sachunterricht bei den Schüler/innen sehr beliebt. Dabei beurteilen die Schüler/innen Schüler/innenzentrierte Experimentiertätigkeiten durchwegs positiver als Lehrer/innenzentrierte Experimentiertätigkeiten. Dies zeigt sich in der Nachher-Befragung noch deutlicher. Beim selbständigen Experimentieren wird wiederum der handlungsorientierte hands-on-Aspekt dem reflektierenden minds-on-Aspekt vorgezogen.
- Bei den befragten Schüler/innen sind (leichte) geschlechtsspezifische Interessensunterschiede bezüglich naturwissenschaftlicher Themen im Sachunterricht erkennbar. Die Buben beurteilen naturwissenschaftliche Themen gegenüber anderen Themen als deutlich interessanter. Auch die Mädchen beurteilen naturwissenschaftliche Themen als interessanter, jedoch ist bei ihnen der Unterschied nicht so deutlich.
- Auch in der Auswahl des Lieblingsfaches gibt es in der untersuchten Schüler/innengruppe geschlechterspezifische Unterschiede. Während die Buben hauptsächlich die Unterrichtsgegenstände Turnen und Mathematik als ihre Lieblingsfächer angeben, sind bei den Mädchen die Interessen etwas weiter gestreut. Die meisten Nennungen erfahren die Fächer Turnen, Werken, Deutsch und Mathematik.

Fachwissen und epistemologisches Verständnis

- Sowohl im Bereich des Fachwissens als auch im Bereich des epistemologischen Verständnisses lässt sich ein Zugewinn nachweisen. Das heißt: die Schüler/innen erreichen bei der Beantwortung der Knobelaufgaben im Posttest deutlich mehr Punkte als im Prätest. Im Durchschnitt erreichen die Schüler/innen im Prätest 8 Punkte. Im Posttest erreichen sie im Mittel rund 1,3 Punkte mehr. Sowohl bei der Gruppe, die zum Zeitpunkt der Postbefragung bereits alle Module durchgeführt hatte, als auch bei der Gruppe, der noch ein halbes Modul fehlte, lässt sich ein Zugewinn an Punkten im Posttest erkennen.
- Im Test wurden auch offene Fragen gestellt, wobei Folgendes auffiel. Die Anzahl der Schüler/innen, die keine Antwort auf die gestellten Fragen gaben bzw. eine „falsche“ Antwort (also keine adäquaten Erklärungen lieferten), ging stark zurück, während der Anteil an richtigen Antworten deutlich anstieg (Frage zum Auge richtig: von 32% auf 69%; Frage zum Ohr: ein Anstieg um 48% bei Schutzmaßnahmen). Bei der Frage

zum Schutz des Gehörs konnten die Schüler/innen nach der Durchführung des Projektunterrichts mehr adäquate Schutzmöglichkeiten angeben als vorher.

Selbstkonzept der Schüler/innen

- Das Selbstkonzept der Schüler/innen im Bereich Natur, Technik und Experimentieren stellt sich als sehr stabil heraus. Insgesamt zeigt sich ein Zuwachs an positivem Selbstkonzept.
- Wenn man die Daten zum Selbstkonzept genauer betrachtet und in drei Bereiche gliedert:
 1. Items, die mit den im Projekt behandelten Themen in Zusammenhang stehen,
 2. Items, die nicht mit den im Projekt behandelten Themen in Zusammenhang stehen und
 3. Items, die den Bereich Experimentieren betreffen,dann zeigt sich, dass das Selbstkonzept in Bereich 1 sehrwohl positiv beeinflusst worden ist. In Bereich 2 erreichen die Schüler/innen im Mittel weniger Punkte als vorher und in Bereich 3 ergeben sich geringfügige Änderungen sowohl in positiver als auch in negativer Richtung. Nach dem Projektunterricht empfinden die Schüler/innen das Experimentieren weniger schwierig als vor dem Projektunterricht.

3.6.2 Einleitung

Um zu erheben, ob die Ziele, die durch den Einsatz der Unterrichtsmaterialien angestrebt worden waren, erreicht wurden, wurden diese in sechs Volksschulklassen prozessbegleitend getestet und evaluiert.

Forschungsleitende Fragen

Fragen zu den Interessen der Kinder im Bereich des Sachunterrichtes

Um das Interesse der Kinder an naturwissenschaftlichen Inhalten im Vergleich zu anderen Inhalten einschätzen zu können, wurden die Kinder vor dem Projektunterricht zu ihren Interessen befragt.

Die Forschungsfragen bzw. der Fragebogen wurden nach Bertsch (2008) modifiziert.

Forschungsfrage 1: Lässt sich schon im Volksschulalter mangelndes Interesse an naturwissenschaftlichen Inhalten feststellen?

Forschungsfrage 2: Sind bereits im Volksschulalter geschlechtsspezifische Interessensunterschiede bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte festzustellen?

Sachkompetenz

Das Ziel der Unterrichtsmaterialien ist, dass die Schüler/innen ein weitgehendes Verständnis zum Thema „Sinne und Sinnesorgane“ entwickeln. Dabei war es von grundlegender Bedeutung, welche Kenntnisse zum Thema die Schüler/innen vor dem Projektunterricht haben und wie sich diese im Lauf des Projektunterrichts ändern.

Forschungsfrage 3: Welche Kenntnisse über die behandelten Themenbereiche haben die teilnehmenden Schüler/innen vor dem Projektunterricht?

Forschungsfrage 4: Welche Kenntnisse über die behandelten Themenbereiche haben die teilnehmenden Schüler/innen nach dem Projektunterricht?

Methodenkompetenz

Forschungsfrage 5: Welches Verständnis zu ausgewählten Prozessmerkmalen wissenschaftlichen Arbeitens haben die Schüler/innen vor dem Projektunterricht?

Forschungsfrage 6: Welches Verständnis zu ausgewählten Prozessmerkmalen wissenschaftlichen Arbeitens haben die Schüler/innen nach dem Projekt?

Selbstkonzept der Schüler/innen

Forschungsfrage 7: Welches Selbstkonzept im Bereich der Natur, Technik und Experimentieren haben die Schüler/innen vor dem Projektunterricht?

Forschungsfrage 8: Welches Selbstkonzept im Bereich der Natur, Technik und Experimentieren haben die Schüler/innen nach dem Projektunterricht?

Forschungsfrage 9: Gibt es im Volksschulalter geschlechtsspezifische Unterschiede im Selbstkonzept bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte?

Sample

Die erarbeiteten Unterrichtsmaterialien wurden von Jänner bis Dezember 2009 an sechs Salzburger Volksschulen getestet. Der Unterricht in der Schule wurde von den Klassenlehrerinnen durchgeführt, der Unterricht im Haus der Natur von Mitarbeiter/innen der Museumspädagogik Haus der Natur.

Schüler/innen

Die Unterrichtsmaterialien wurden mit 137 Schüler/innen (67 Mädchen und 70 Buben) der dritten und vierten Klasse Volksschule getestet.

Zur Auswertung wurden nur die Fragebögen der Kinder herangezogen, die bei der Vorher- und bei der Nachherbefragung teilgenommen hatten. Somit blieb eine Stichprobe von 126 Schüler/innen (66 Buben und 60 Mädchen).

36 Kinder (rund 29%) gaben an, zu Hause hauptsächlich eine andere Sprache als Deutsch zu sprechen.

3.6.3 Methoden

Die der Evaluation zu Grunde liegenden Daten wurden zwischen November 2008 und Juli 2009 erhoben. In allen Klassen wurden Fragebogeninterviews (Vortest) und semi-strukturierte Interviews vor dem Projektunterricht durchgeführt. Direkt nach dem Projektunterricht (Nachtest) wurden abermals Fragebogeninterviews durchgeführt.

Die Daten wurden mit Hilfe der Software Excel analysiert. In Folge werden die verwendeten Methoden zur Datenerhebung und -auswertung genauer beschrieben.

Datenerhebung

Mit den verwendeten Fragebögen wurden Aspekte zu Fragen folgender Kategorien erhoben:

Kategorie 1: Fragen zur Einstellung gegenüber Sachunterricht im Allgemeinen und zum selbständigen Experimentieren im Sachunterricht im Speziellen.

Kategorie 2: Allgemeine Fragen zu den im Projekt behandelten Inhalten und zum Verständnis ausgewählter Kriterien eines wissenschaftlichen Experiments.

Kategorie 3: Fragen zum Selbstkonzept der Schüler/innen im Bereich Natur und Technik.

Kategorie 4: Vertiefende Fragen zu den im Projekt behandelten Inhalten (modifiziert nach Bertsch 2008).

Die Fragen der Kategorien 1,2 und 3 wurden vor dem Projektunterricht (Vortest) gestellt und unmittelbar nach dem Projektunterricht (Posttest) bzw. während des Projektunterrichts (drei Klassen besuchten das Science Center erst nach der Durchführung der Postbefragung). So sollten eventuell auftretende Veränderungen in diesen Bereichen festgestellt werden können.

Die Fragen der Kategorie 3 wurden unmittelbar nach dem Projektunterricht gestellt. In einer Follow-Up-Befragung werden diese etwa 6 Monate nach Abschluss des Projektunterrichts (Juni 2010) nochmals gestellt, um die Nachhaltigkeit des Wissenszuwachses festzustellen.

Die Fragen der Kategorie 4 wurden erst nach Durchführung des Projektunterrichts eingesetzt, da zur Beantwortung dieser der Transfer des im Projektunterricht erlangten Wissens nötig ist. Diese Untersuchung kann aus organisatorischen Gründen nicht mehr im Rahmen dieses Projektes geschehen. Das Untersuchungsdesign ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

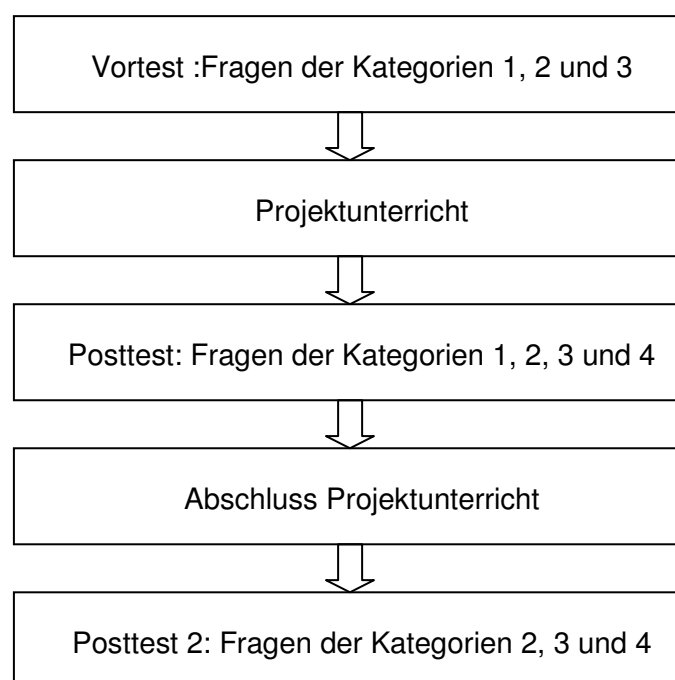


Abbildung 12: Untersuchungsdesign

3.6.4 Ergebnisse

Interessen der Kinder

Im Rahmen der ersten Fragebogenerhebung wollte ich feststellen, welchen Stellenwert einzelne Unterrichtsgegenstände bei den Schüler/innen haben. Dazu habe ich sie nach ihrem Lieblingsfach befragt.

47% der 126 Kinder konnten offenbar kein einzelnes Lieblingsfach identifizieren und haben somit eine Kombination aus Lieblingsfächern angegeben. Sachunterricht wurde von 2% der Kinder als einziges Lieblingsfach angegeben. In Kombination mit anderen Unterrichtsgegenständen wurde es von insgesamt 10% genannt. Turnen wird von 18% der Schüler/innen und Mathematik von 14% als Lieblingsfach angegeben, gefolgt von Deutsch mit 8%. 6% der Schüler/innen geben an, dass Werken ihr Lieblingsfach ist. BE, Musik und Religion liegen gleich auf und werden von jeweils 2 % als Lieblingsfach genannt. 10% der Kinder geben eine andere Kombination von Lieblingsfächern an.

In Grafik 1 wird auf einem Blick gezeigt, wie viele Nennungen die einzelnen Unterrichtsfächer von den Kindern insgesamt erhalten haben.

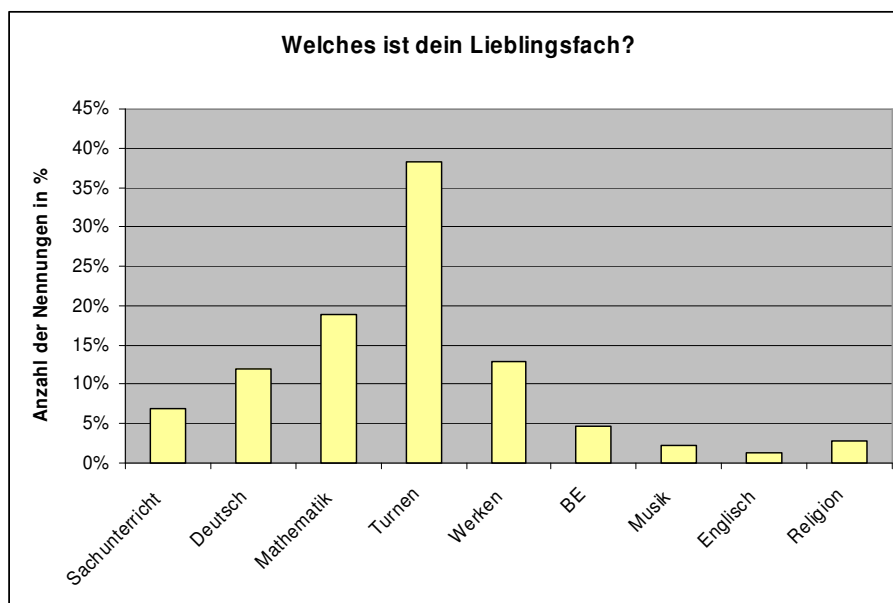


Abbildung 13: Was ist dein Lieblingsfach?

Sachunterricht erhielt 7% der Nennungen (100% entsprechen 217 Nennungen). Turnen erhält 38% der Nennungen), Mathematik 19%, Werken 13% und Deutsch 12% der Nennungen. Dann folgen BE mit 5%, Religion mit 3%, Musik mit 2% und Englisch mit 1% der Nennungen. Damit liegt Sachunterricht insgesamt im Mittelfeld hinter Turnen, Mathematik, Werken und Deutsch und vor BE, Religion, Musik und Englisch.

Geschlechterspezifische Interessensunterschiede

Wenn man die Antworten der Buben betrachtet, ergibt sich folgendes Bild: 23% der Buben geben Turnen als ihr Lieblingsfach an, 17% geben Mathematik an und 14% geben an, dass Mathematik und Turnen ihre Lieblingsfächer sind. 2% der Buben geben an, dass

Sachunterricht ihr Lieblingsfach ist. Insgesamt wird Sachunterricht von 12% der Buben als Lieblingsfach genannt.

Die Ergebnisse der Mädchen für sich genommen ergibt folgendes Bild: Die Interessen scheinen bei den Mädchen breiter verteilt zu sein. Die meisten Nennungen erhält das Fach Turnen. 13% der Mädchen geben diesen Unterrichtsgegenstand als ihr Lieblingsfach an. Dann folgen mit jeweils 12% die Unterrichtsgegenstände Deutsch, Mathematik und Werken. 3% der Mädchen geben an, dass Sachunterricht allein ihr Lieblingsfach ist. Insgesamt wird Sachunterricht von 12% der Mädchen zu deren Lieblingsfächern gezählt.

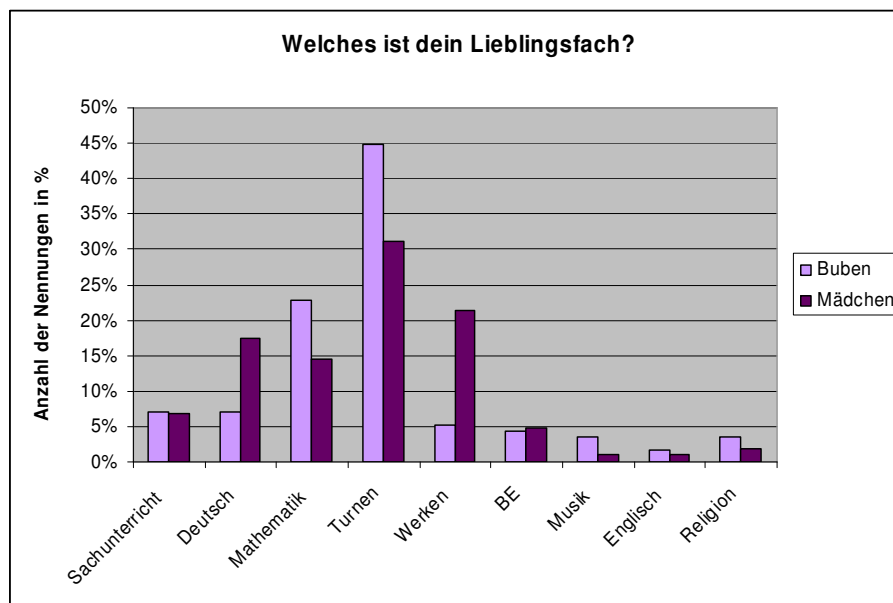


Abbildung 14: Was ist dein Lieblingsfach?

Wenn man die Antworten der 126 Schüler/innen auf die Frage nach dem Gender-Aspekt betrachtet, fällt auf, dass sich das Lieblingsfach bei den Buben fast ausschließlich auf Turnen (45% der Nennungen) und Mathematik (23%) beschränkt. 100% der Nennungen entsprechen 217 Nennungen. Bei den Mädchen ist das Spektrum etwas weiter gestreut. Die meisten Nennungen erhält ebenfalls der Unterrichtsgegenstand Turnen (31%). Dann folgen Werken mit 21%, Deutsch mit 17% und Mathematik mit 15%. Sachunterricht liegt bei den Buben gemeinsam mit Deutsch an 3. Stelle (8%) und bei den Mädchen an 5. Stelle (7% der Nennungen).

Um dann genauer auf die Einstellung der Kinder zum Unterrichtsgegenstand Sachunterricht einzugehen, habe ich die Schüler/innen auf einer 4-Stufigen Likert-Skala bewerten lassen, wie gerne sie Sachunterricht haben. Die Frage lautete: Wie sehr magst du Sachunterricht? Die Schüler/innen hatten folgende Möglichkeiten anzukreuzen:

Sehr gern (4 Punkte), eher gern (3 Punkte), eher nicht gern (2 Punkte), nicht gern (1 Punkt). Der errechnete Mittelwert ergibt 3,5. Das bedeutet, dass die Kinder Sachunterricht sehr gern bzw. eher gern haben.

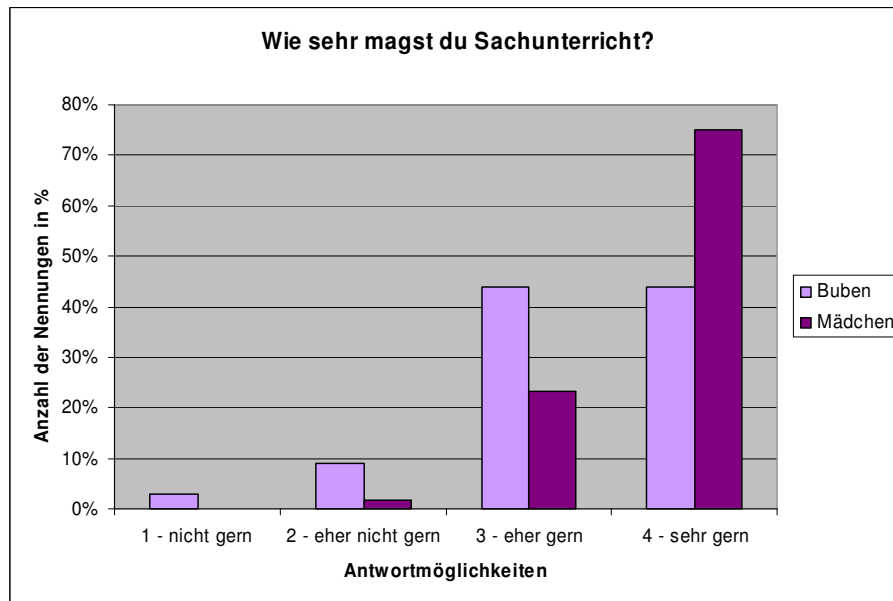


Abbildung 15: Wie sehr magst du Sachunterricht?

3% der Buben geben an, dass sie Sachunterricht nicht gerne mögen, dem gegenüber gibt es keine Mädchen, die diese Antwortmöglichkeit wählten.

9% der Buben und 2% der Mädchen geben an, dass sie Sachunterricht eher nicht gern mögen. Eher gern mögen 44% der Buben und 23% der Mädchen diesen Unterrichtsgegenstand. 44% der Buben und 75% der Mädchen geben an, dass sie Sachunterricht sehr gerne mögen.

Dem zufolge scheint es, dass Sachunterricht bei den Mädchen beliebter ist als bei den Buben.

In einem nächsten Schritt sollten die Schüler/innen ebenfalls in einer 4-stufigen Likert-Skala angeben, wie gerne sie im Sachunterricht etwas über bestimmte Themen lernen. Zur Auswertung wurden den Aussagen Punkte zugeteilt (1 Punkt für „nicht gern“, 4 Punkte für „sehr gern“). Dabei wurden 10 Themen genannt, die dem Bereich Natur und Technik (z.B. Pflanzen, Tiere, Magnetismus, Elektrischer Strom, Planeten, Erde, Sonne,...) zuzurechnen sind und 10 Themen aus anderen Bereichen (z.B. Freundschaft und Liebe, Familie und Gemeinschaft, Geld, Arbeit und Berufe, Ritter und Burgen,...). Die Themen wurden dem Österreichischen Lehrplan für Volksschulen entnommen. Dabei war für mich von Interesse, ob die Schüler/innen den Themen zum Bereich Natur und Technik mehr oder weniger Interessenspunkte als den anderen Themen zuschreiben.

Die Schüler/innen schrieben den Themen aus dem Bereich Natur und Technik (Summe 3923; Mittelwert 31,13 Punkte) mehr Punkte als den anderen Themen (3862; Mittelwert 30,65 Punkte) zu. Es kann also keine Rede davon sein, dass sich die Schüler/innen weniger für naturwissenschaftliche Themen interessieren als etwa für Themen aus dem Bereich Zeit, Gemeinschaft oder Raum.

Geschlechterspezifische Unterschiede

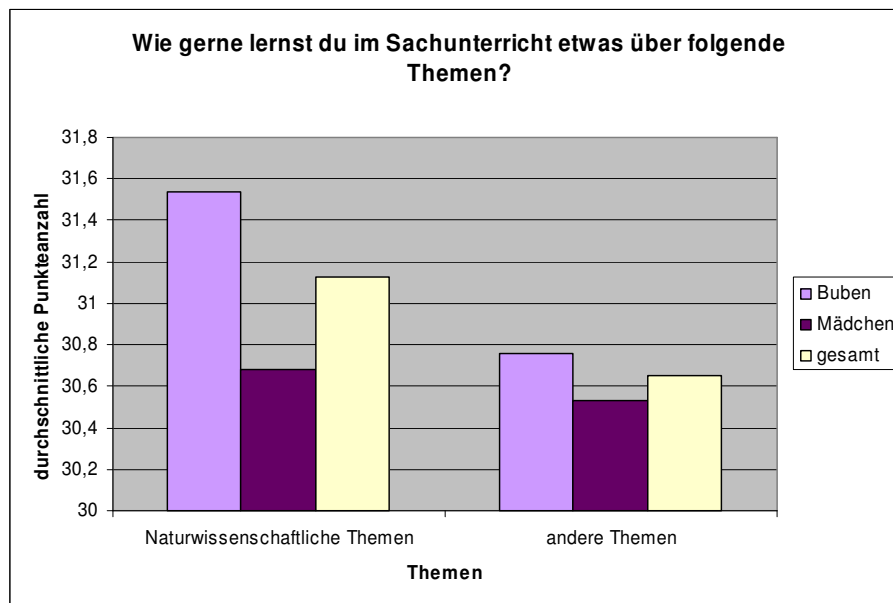


Abbildung 16: Themenverteilung

Durchschnittlich geben die Buben (n=66) den naturwissenschaftlichen Themen 31,54 Punkte, die anderen Themen erhalten als Mittelwert 30,76 Punkte. Die Mädchen (n=60) geben den naturwissenschaftlichen Themen durchschnittlich 30,68 Punkte, den anderen Themen dem entsprechend 30,53 Punkte.

Die Buben liegen mit ihren Interessenspunkten somit leicht über dem Gesamtdurchschnitt (naturwissenschaftliche Themen: um 0,51 Punkte; andere Themen: um 0,11 Punkte), die Mädchen hingegen leicht unter dem Gesamtdurchschnitt (naturwissenschaftliche Themen: um 0,45 Punkte; andere Themen: um 0,12 Punkte).

Zusammenfassend bewerten die Mädchen die genannten Themen aus dem Sachunterricht generell etwas weniger interessant als die Buben. Die naturwissenschaftlichen Themen erhalten sowohl bei den Mädchen als auch bei den Buben mehr Punkte als die anderen Themen.

Vorliebe für bestimmte Arbeitsweisen im Sachunterricht

In einer weiteren Likert-Skala sollten die Schüler/innen angeben, mit welchen Methoden sie im Sachunterricht am liebsten arbeiten.

Die Ergebnisse des Prätests zeigten, dass die Schüler/innen besonders gerne selbst Experimente durchführen (3,78 von 4 Punkten). Die Methoden „Am Computer ein Lernspiel machen“ (3,67) und „ein Projekt planen und durchführen“ (3,62) wurden ebenfalls sehr positiv bewertet.

Es lässt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Interesse an „Alleine arbeiten“ (2,54) und „Mit meinen Mitschüler/innen arbeiten“ (3,68) feststellen.

Selbst herauszufinden, wie ein Experiment funktioniert (3,57) finden die Schüler/innen offenbar interessanter als sich von der Lehrerin erklären zu lassen, wie ein Experiment funktioniert (3,45).

Geschlechterspezifische Differenzen

Die beliebteste Methode bei den Buben ist „selbst Experimente machen“ (3,79), am wenigsten mögen die Buben „von der Tafel abschreiben“ (2,56).

Die Mädchen bewerten „mit meinen Mitschüler/innen arbeiten“ am höchsten (3,84), „alleine arbeiten“ erhält die geringste Punktzahl (2,43).

Einstellung der Schüler/innen zum Experimentieren

Buben wie Mädchen bewerten alle Aktivitäten im Unterricht, die das Schüler/innenzentrierte (die Items „selbst Experimente machen“ und „selbst herausfinden, wie ein Experiment geht“ werden zusammengefasst; im Mittel 3,68) oder Lehrer/innenzentrierte (die Items „der Lehrerin zuschauen, wenn sie ein Experiment macht“ und „der Lehrerin zuhören wenn sie erklärt, wie ein Experiment geht“ werden zusammengefasst; im Mittel 3,48) Experimentieren betreffen sehr positiv.

Selbst Experimente durchzuführen finden die Schüler/innen offenbar am spannendsten (3,78), dabei scheint es ihnen auch zu gefallen, selbst herauszufinden, wie ein Experiment funktioniert (3,57).

Die Schüler/innen schauen auch gerne zu, wenn die Lehrerin ein Experiment durchführt (3,51). Die Erklärungen dazu scheinen nicht ebenso interessant für die Schüler/innen zu sein (3,45).

Interesse an im Projekt durchgeführten Aktivitäten

Ausgewählte Aktivitäten, die im Rahmen des Projekts durchgeführt worden sind, wurden nach dem Projektunterricht von den Schüler/innen in einer 4-Stufigen Likertskala beurteilt. Die Ergebnisse zeigen, dass das selbständige Durchführen von Experimenten am höchsten eingestuft wurde (3,76), dann folgt der Besuch im Science Center (3,72), Selbst herausfinden, wie ein Experiment geht (3,57) und mit meinen Mitschüler/innen arbeiten (3,51).

Nach dem Projektunterricht wird „der Lehrerin zuschauen, wenn sie ein Experiment macht“ mit 3,24 und „der Lehrerin zuhören, wenn sie erklärt, wie ein Experiment geht“ durchschnittlich mit 3,19 bewertet.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass den Schüler/innen das selbständige Durchführen von Experimenten und der Besuch im Science Center im Rahmen des Projekts am meisten Freude bereitet haben.

Sachkompetenz

Das Ziel der Unterrichtsmaterialien ist, dass die Schüler/innen ein weitgehendes Verständnis zum Thema „Sinne und Sinnesorgane“ entwickeln und Einblick in wissenschaftliche Arbeitsweisen erhalten. Dabei war es von grundlegender Bedeutung, welche Vorstellungen

zum Thema die Schüler/innen vor dem Projektunterricht haben und wie sich diese Vorstellungen im Lauf des Projektunterrichts ändern.

Auswertung der geschlossenen Fragen

Um das Fachwissen und die Methodenkompetenz der Schüler/innen vor dem Projektunterricht zu erheben, stellte ich im Rahmen der ersten Fragebogenerhebung 6 Knobelaufgaben.

Die Schüler/innen konnten dabei im Rahmen von Multiple Choice Aufgaben maximal 9 Punkte im Bereich des Fachwissens und maximal 2 Punkte im Bereich des epistemologischen Verständnisses (also maximal 11 Punkte) erreichen.

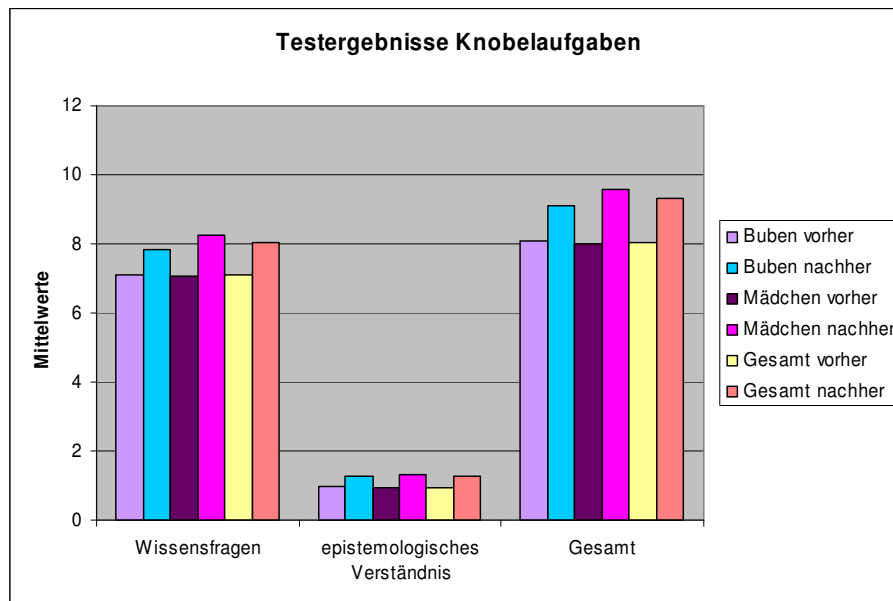


Abbildung 17: Knobelaufgaben

Fachwissen

Vor dem Projektunterricht erreichen die Schüler/innen im Bereich des Fachwissens durchschnittlich 7 Punkte. Nach dem Projektunterricht erreichen diese im Durchschnitt um einen Punkt mehr. Das bedeutet einen Zugewinn von 12,5 Prozent.

Sowohl bei den Wissensfragen als auch bei den Aufgaben zum epistemologischen Verständnis schneiden die Mädchen im Prätest etwas schwächer ab als die Buben und überholen diese dann in der Postbefragung.

Epistemologisches Verständnis

Im Bereich des epistemologischen Verständnisses erreichen die Schüler/innen im Prätest im Mittel etwas weniger als einen Punkt (0,95 Punkte = die Hälfte der maximal erreichbaren Punkteanzahl).

Im Posttest erreichen die Schüler/innen im Mittel um 0,34 Punkte mehr, das bedeutet einen Zugewinn von rund 35%.

Zum Zeitpunkt der Postbefragung hatten drei Klassen (zwei 4. Klassen und eine 3. Klasse) das Projekt bereits abgeschlossen und drei Klassen (drei 3. Klassen) bearbeiteten gerade

das Modul „Das Ohr, Schall und Hören“ und hatten auch noch den Besuch im Science Center vor sich.

Wenn man die Daten der drei Klassen, die das Projekt schon zur Gänze durchgeführt hatten, mit denen der Gesamtgruppe vergleicht, dann wird deutlich, dass diese Gruppe von Schüler/innen alleine bei beiden Tests besser abschneidet als die Gesamtgruppe. Im Mittel erreichen die Schüler/innen dieser Gruppe im Prätest 8,84 Punkte und im Posttest 9,89 Punkte. Besonders die Mädchen liefern sehr gute Ergebnisse.

Auswertung der Fragen zur Erhebung des Fachwissens

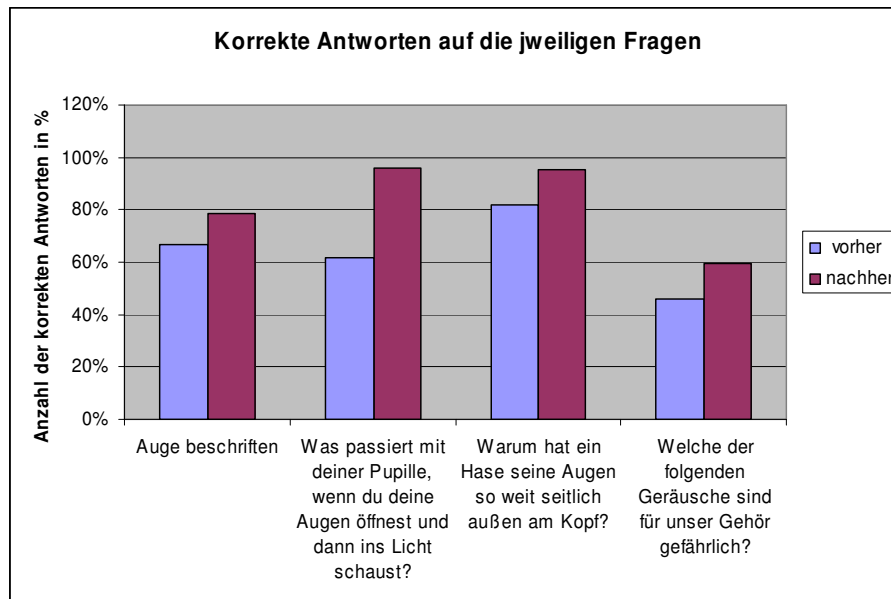


Abbildung 18: Korrekte Antworten auf die jeweiligen Fragen

Grafik 6 zeigt, wie viele Prozent der Schüler/innen die im Fragebogen gestellten Fragen vor bzw. nach dem Projektunterricht richtig beantwortet haben.

Die erste Aufgabe bestand darin, die zeichnerische Darstellung eines Auges zu beschriften. Neben den einzelnen Teilen des Auges wurden Ziffern angegeben, diese Ziffern sollten die Schüler/innen nun in Kreise neben den betreffenden Augenteilen schreiben.

Vor dem Projektunterricht konnten 67% der Schüler/innen das Auge vollständig richtig beschriften, nach dem Projektunterricht schafften es 79% der Schüler/innen.

Im Mittel erreichen bei dieser Aufgabe die Schüler/innen vor dem Projektunterricht 4,27 Punkte, nach dem Projektunterricht 4,50 von 5 Punkten.

Die Multiple-Choice-Frage, was mit der Pupille passiert, wenn man die Augen öffnet und dann ins Licht schaut, beantworteten vor dem Projektunterricht 62% der Schüler/innen richtig, nach dem Projektunterricht 96%.

Die Multiple-Choice-Frage danach, warum ein Hase seine Augen so weit seitlich außen am Kopf hat, wurde vor dem Projektunterricht von 82% der Schüler/innen richtig beantwortet, nach dem Projektunterricht beantworteten 95% der Schüler/innen die Frage richtig.

In einer weiteren Multiple-Choice-Frage sollten die Schüler/innen in einer Auswahl von Geräuschen ankreuzen, welche davon für das Gehör gefährlich sind. Um die Frage vollständig richtig zu beantworten, mussten die Schüler/innen zwei Geräusche, nämlich „laute Musik aus Kopfhörern“ und „das laute Knallen eines Feuerwerkskörpers“ ankreuzen. Vor dem Projektunterricht kreuzten 46% der Schüler/innen die richtigen Beispiele an, nach dem Projektunterricht 60%.

Vor dem Projektunterricht erreichten die Schüler/innen bei dieser Aufgabe im Mittel 1,38 von zwei Punkten, nach dem Projektunterricht 1,59 von 2 Punkten.

Auswertung der Fragen zur Erhebung des epistemologischen Verständnisses

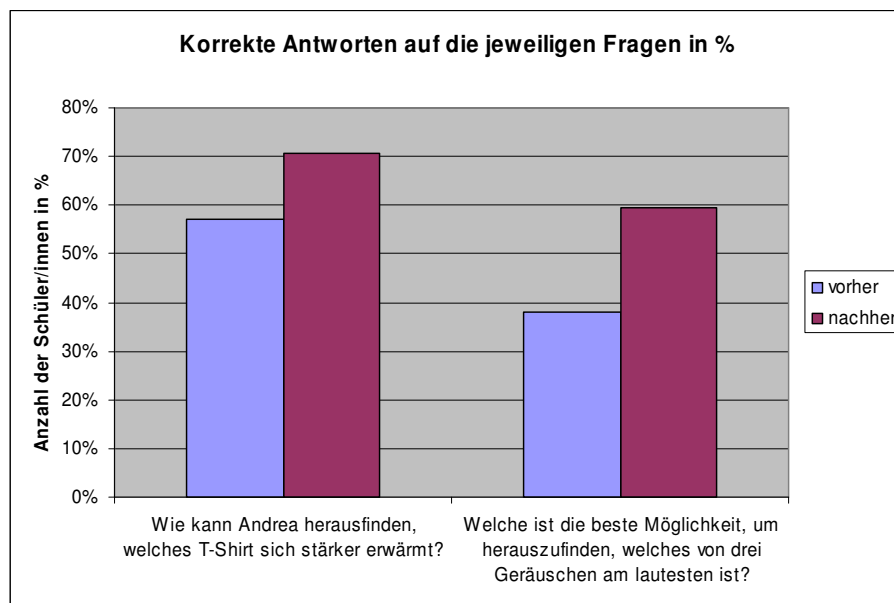


Abbildung 19: Korrekte Antworten auf die jeweiligen Fragen in %

Um das epistemologische Verständnis der Schüler/innen vor und nach dem Projektunterricht zu erheben, sollten diese sowohl im Prätest als auch im Posttest zwei Fragen zu ausgewählten Prozessmerkmalen wissenschaftlichen Arbeitens beantworten.

Die Frage, wie Andrea herausfinden kann, ob sich ein weißes oder ein schwarzes T-Shirt in der Sonne stärker aufwärmt, beantworteten vor dem Projektunterricht 57% der Schüler/innen richtig, nach dem Projektunterricht sind es 71%.

Die Frage, welche die beste Möglichkeit ist, um herauszufinden, welches von drei Geräuschen am lautesten ist, wurde vor dem Projektunterricht von 38% richtig beantwortet, nach dem Projektunterricht von 60%.

Zusätzlich habe ich die Anzahl der korrekten Antworten auf die beiden Fragen zum epistemologischen Verständnis im Lauf des Projekts verglichen. Vor dem Projektunterricht haben die meisten Schüler/innen keine (28%) oder eine (49%) Frage richtig beantwortet. 23% der Schüler/innen konnten schon vor dem Projektunterricht beide Fragen richtig beantworten.

Nach dem Projekt beantworten die meisten Schüler/innen eine (40%) oder beide (44%) Fragen richtig. Nur noch 15% konnten keine der beiden Fragen richtig beantworten.

Auswertung der offenen Fragen

Wie schon oben beschrieben wurden im Fragebogen auch offene Fragen gestellt. Nun soll gezeigt werden, welche Antworten die Schüler/innen vor bzw. nach dem Projekt auf die Fragen gegeben haben.

In der ersten offenen Frage sollten die Schüler/innen erklären, wozu es gut sein könnte, dass sich die Größe der Pupille verändert.

Wozu könnte es gut sein, dass sich die Größe der Pupille verändert? Was meinst du?

10% der Schüler/innen geben an, dass man durch das Kleiner Werden der Pupille besser sehen kann. 6% erklären, dass die Pupille im Licht kleiner wird, in der Dunkelheit hingegen größer (wiederholen somit die vorher gestellte Frage). 28% der Schüler/innen geben keine Antwort auf die Frage. 8% der Schüler/innen geben an, dass sie die Antwort nicht wüssten, 25% geben eine andere Antwort an. 21% der Schüler/innen sind der Meinung, dass das Auge vor zu viel Licht geschützt wird, wenn sich die Größe der Pupille verändert. 1% gibt an, dass sich das Auge so schützt (ohne Angabe wovon) und 2% meinen, dass sich die Größe der Pupille verändert, weil das Auge bzw. die Pupille erschrickt, wenn man ins Licht schaut.

In der Postbefragung geben die Schüler/innen folgende Antworten:

In der Postbefragung geben 13% der Schüler/innen an, dass sich die Größe der Pupille verändert, damit man besser sehen kann. 6% wiederholen nochmals, dass die Pupille im Licht klein wird und im Dunkel groß, 7% der Schüler/innen geben keine Antwort auf die gestellte Frage. 1% der Schüler/innen gibt an, dass es die Antwort nicht wisse, während 21% eine andere Erklärung abgeben. 40% sind der Meinung, dass das Auge vor zu viel Licht geschützt wird, wenn sich die Größe der Pupille verändert und 16% geben an, dass das Auge geschützt wird ohne anzugeben, wovon das Auge geschützt wird. 2% der Schüler/innen geben an, dass das Erschrecken der Pupille/des Auges für die Größenveränderung der Pupille verantwortlich ist.

Wenn man die Ergebnisse des Posttests mit denen des Prätests vergleicht, wird deutlich, dass nach der Durchführung des Projektunterrichts deutlich mehr Schüler/innen eine adäquate Erklärung für die Größenveränderung der Pupille nennen können als vor dem Projektunterricht. Im Projektunterricht wurden Versuche zur Funktion des Auges durchgeführt, woraus hervorging, dass die Pupille das Auge vor zu viel Licht schützt und dass sich die Pupille erweitert, wenn es dunkel ist, damit mehr Licht ins Auge gelangen kann und somit das Sehen in dunkler Umgebung leichter möglich ist. Damit sind folgende Antworten als adäquat gerechnet worden: „damit man besser sehen kann“ und „Schutz vor zu viel Licht“ (vorher 31%, nachher 43%). Die Antwort „zum Schutz“ kann im Grunde genommen auch als richtig gezählt werden, da durch die Fragestellung impliziert wurde, dass das Auge vor zu viel Licht geschützt werden muss. Im Prätest geben 28% der Schüler/innen keine Antwort, in der Postbefragung sind es nur noch 7% und während vor

dem Projektunterricht 8% der Schüler/innen angeben, sie wüssten die Antwort nicht, gibt nach dem Projekt nur noch 1 Prozent an, die Antwort nicht zu wissen.

In der zweiten offenen Frage sollten die Schüler/innen Möglichkeiten dafür angeben, wie man das Gehör schützen kann.

Wie kann man das Gehör schützen, was glaubst du?

In der Befragung vor dem Projektunterricht geben 17% der Schüler/innen an, dass man durch „leise Musik hören bzw. Musik ausschalten“ das Gehör schützen kann. Die Schüler/innen nennen auch unterschiedliche Hilfsmittel/Methoden zum Schutz des Gehörs zum Beispiel „Ohrenstöpsel“ (18%), „Ohrenschützer“ (23%) oder „Ohren zuhalten“ (13%). Von 2% wird „leise sein“ als eine Möglichkeit, das Gehör zu schützen, angesehen. 10% der Schüler/innen geben andere Antworten auf die gestellte Frage, während 19% der Schüler/innen keine Antwort geben. Weitere Möglichkeiten, die von den Schüler/innen genannt werden sind „Lärm ausweichen“ (6%), „Kopfhörer ausgeschaltet benutzen“ (6%), „keine Kopfhörer zum Musikhören benutzen“, „Watte ins Ohr stecken“ oder „eine Kopfbedeckung tragen“ (1%).

Insgesamt geben die Schüler/innen 106 adäquate Schutzmöglichkeiten an, das sind im Mittel 0,84 Möglichkeiten pro Schüler/in.

Ergebnisse Posttest

In der Postbefragung geben 33% der Schüler/innen an, dass man durch „leise Musik hören/ausschalten“ das Gehör schützen kann. 17% sind der Meinung, dass Ohrenstöpsel als Schutz dienen können, 24% empfehlen Ohrenschützer und 31% geben an, man könne das Gehör durch „Ohren zuhalten“ schützen. „Leise sein/leise Geräusche“ werden von 4% der Schüler/innen genannt. 1% der Schüler/innen gibt andere Antworten, 2% der Schüler/innen geben keine Antwort. Als weitere Methoden, das Gehör zu schützen, wird angegeben „Lärm ausweichen“ (12%), „Kopfhörer ausgeschaltet benutzen“ (5%), „keine Kopfhörer zum Musikhören benutzen“ (1%) und „Watte ins Ohr stecken“ (2%). Im Nachher-Test gibt kein/e Schüler/in mehr an, man könne das Gehör mittels Kopfbedeckung schützen.

Wenn man die Ergebnisse des Posttests mit denen des Prätests vergleicht, fällt auf, dass sich vor allem in den Antworten „leise Musik hören/ausschalten“, „Ohren zuhalten“, „andere Antworten“ und „keine Antwort“ Veränderungen ergeben haben.

„Leise Musik hören/ausschalten“ wird in der Vorher-Befragung von nur 17%, in der Nachher-Befragung von 33% Prozent der Schüler/innen als sinnvolle Strategie genannt. Bei „Ohren zuhalten“ verhält es sich ganz ähnlich, in der Vorher-Befragung von 13% genannt, geben in der Nachher-Befragung 31% diese Möglichkeit an. Im Prätest geben 10% der Schüler/innen „andere Antworten“, im Posttest ist es nur mehr 1%. Während im Prätest 19% keine Antwort gaben, ist dieser Anteil im Posttest auf nur 2% geschrumpft.

Insgesamt nennen die Schüler/innen 157 Schutzmöglichkeiten für das Gehör, das sind 1,25 Möglichkeiten pro Schüler/in.

Im Mittel hat ein/e Schüler/in in der Vorher-Befragung 0,84 Schutzmöglichkeiten angegeben, in der Nachherbefragung 1,25 Möglichkeiten. Dem zu Folge zeigt sich ein Anstieg um 48%.

Diese Veränderungen lassen sich durchaus mit den im Projekt behandelten Inhalten erklären. Beim Besuch des Science Centers wurde darauf eingegangen, wie wichtig es ist, Lärm zu verhindern und wie man sich vor zu viel Lärm schützen kann. Ohren zuhalten wenn man keine anderen Hilfsmittel hat und Verwenden von Gehörschutz in Form von Ohrstöpsel oder Ohrenschildern wurden explizit als Möglichkeiten besprochen.

Selbstkonzept der Schüler/innen

Forschungsfrage 5: Welches Selbstkonzept im Bereich der Naturwissenschaften haben die Schüler/innen vor dem Projektunterricht?

Forschungsfrage 6: Welches Selbstkonzept im Bereich der Naturwissenschaften haben die Schüler/innen nach dem Projektunterricht?

Forschungsfrage 7: Gibt es im Volksschulalter genderspezifische Unterschiede im Selbstkonzept bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte?

Um das Selbstkonzept der Schüler/innen zu erheben, sollten diese eine Einschätzung abgeben betreffend Ihrer Leistungsstärke. In einer 4-stufigen Likertskala sollten sie ankreuzen, in wiefern sie der Aussage „Ich bin in der Schule gut“ zustimmen.

Im Mittel erreichten die Schüler/innen eine Punkteanzahl von 3,48 (von maximal 4 möglichen Punkten). Dieser Wert liegt zwischen den Auswahlmöglichkeiten „stimmt eher“ und „stimmt sicher“.

Die Buben schätzen sich als leistungstärker ein. Im Mittel erreichen sie einen Wert von 3,56, die Mädchen geben im Mittel einen Wert von 3,38 an.

Selbstkonzept gesamt

Ein Ziel des Projektes bestand darin, die Schüler/innen in ihrem Selbstkonzept positiv zu beeinflussen. Kinder, die sich im Bereich Natur, Technik und Experimentieren als kompetent erleben, werden eher Interesse an einer weiteren Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und technischen Themen anstreben.

Um das Selbstkonzept zu erheben sollten die Schüler/innen in einer 4-stufigen Likert-Skala angeben, in wiefern sie mit gebotenen Aussagen übereinstimmen.

Der Fragebogen enthält Items, die sich auf Inhalte, die im Projekt behandelt wurden, beziehen, z.B. „Bei meinen Sinnesorganen kenne ich mich gut aus“ und solche, die im Projekt keine Beachtung fanden, z.B. „Über Maschinen, Magneten und Strom zu lernen fällt mir leicht“.

Die Schüler/innen hatten 4 Antwort-Möglichkeiten (von „stimmt sicher“, „stimmt eher“ über „stimmt eher nicht“ zu „stimmt nicht“.

Je nach Grad der Zustimmung wurden in der Auswertung 1 bis 4 Punkte vergeben.

Im folgenden Diagramm „Wie gut kennst du dich mit der Natur und Technik und beim Experimentieren aus?“ wurden nur die Aussagen berücksichtigt, die im Fragebogen positiv formuliert waren. Bei hoher Zustimmung wurden 4 Punkte vergeben, bei geringer Zustimmung 1 Punkt.

In den darauf folgenden Diagrammen werden die Ergebnisse zu den einzelnen Items dargestellt.

Zuerst wird auf die Items eingegangen, die in Bezug zu den im Projekt behandelten Themen stehen. Dann wird dargestellt, ob sich auch in den anderen Bereichen etwas in der Selbsteinschätzung der Schüler/innen verändert hat.

Zum Schluss wird die Selbsteinschätzung der Schüler/innen zu den Items rund um das Experimentieren vor und nach dem Projekt unter die Lupe genommen.

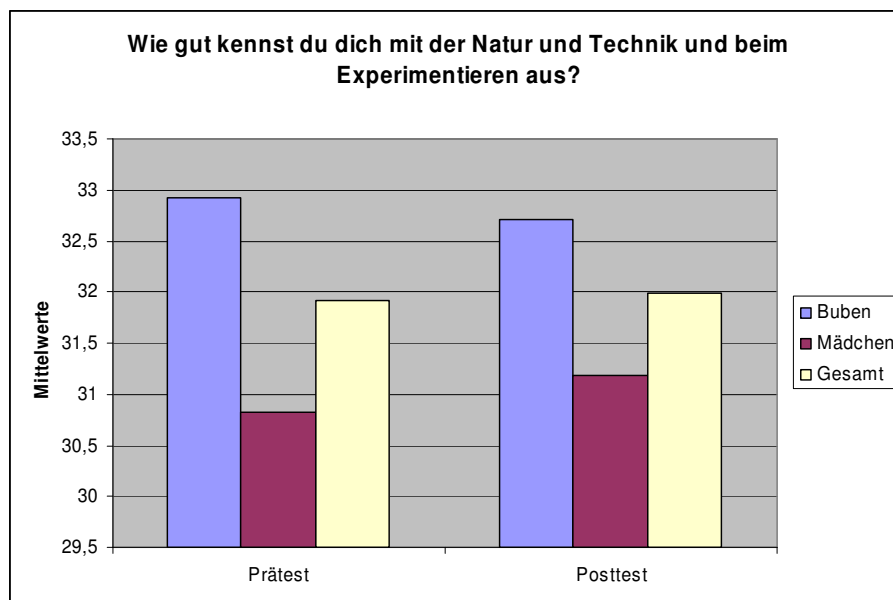


Abbildung 20: Wie gut kennst du dich mit Natur und Technik und beim Experimentieren aus?

Vor dem Projektunterricht erreichen die Schüler/innen im Mittel einen Wert von 31,92 Punkten von 40 möglichen Punkten. Dabei erreichen die Buben im Mittel eine Punkteanzahl von 33,92, die Mädchen 30,83. Die Buben schätzen sich also etwas leistungstärker im Bereich Natur, Technik und Experimentieren ein als die Mädchen.

Nach dem Projektunterricht erreichen die Schüler/innen durchschnittlich 31,99 Punkte im Bereich des Selbstkonzepts.

Die Buben erreichen nun 32,71 Punkte, die Mädchen 31,18 Punkte. Die Mädchen liegen damit noch immer hinter den Buben.

Wenn man die Ergebnisse des Prätests mit denen des Posttests vergleicht, kann man bei den Buben einen leichten Rückgang in den Werten für das positive Selbstkonzept erkennen

(von durchschnittlich 32,92 auf 32,71), bei den Mädchen hingegen einen deutlichen Anstieg (von 30,83 auf 31,80). Somit ergibt sich insgesamt ein ganz geringer Anstieg (von 31,92 auf 31,99).

Die Fragen zum Selbstkonzept enthielten wie schon oben beschrieben auch Items, die mit den Themen, die im Projekt behandelt wurden nichts zu tun hatten (z.B. Mit Pflanzen kenne ich mich gut aus, Infos über Tiere merke ich mir leicht, Über Maschinen, Magneten und Strom zu lernen fällt mir leicht). Nun war es für mich von Interesse, ob sich in den Bereichen, die im Projekt behandelt worden sind, etwas verändert hat und oder, ob es auch zu Veränderungen in den nicht betroffenen Bereichen gekommen ist.

Zuerst sollen die Items untersucht werden, die sich auf die im Projekt behandelten Themen beziehen, dann möchte ich die Ergebnisse des Prätests denen des Posttest für die anderen Items gegenüberstellen.

Items, die mit den im Projekt behandelten Themen in Zusammenhang stehen

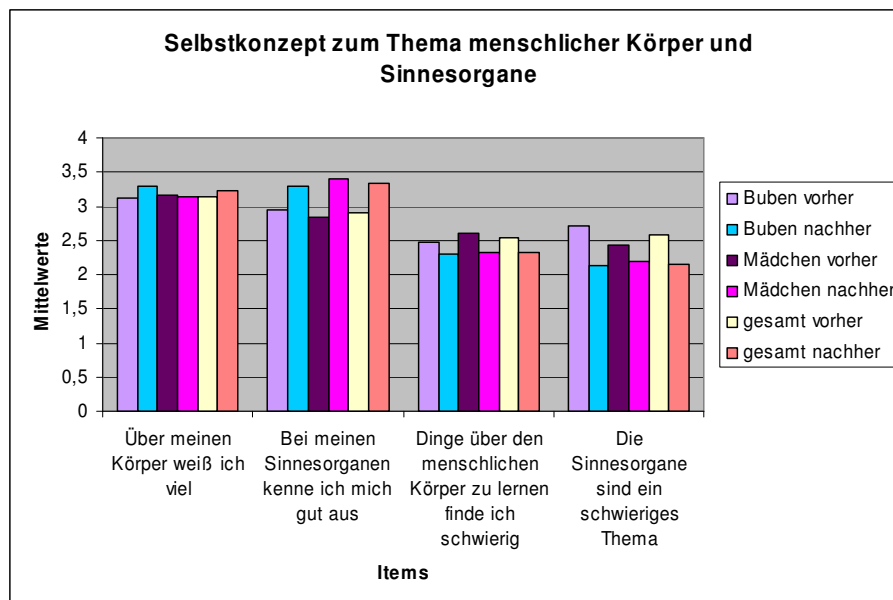


Abbildung 21: Selbstkonzept zum Thema menschlicher Körper und Sinnesorgane

Wenn man den Schüler/innen Aussagen zu den Themen beurteilen lässt, die im Projekt behandelt worden sind, werden die Veränderungen im Selbstkonzept deutlicher. Beim Item „Über meinen Körper weiß ich viel“ sind die Veränderungen nicht so stark (von 3,14 auf 3,22), doch beim Item „Bei meinen Sinnesorganen kenne ich mich gut aus“ geben die Schüler/innen in der Nachher-Befragung deutlich höhere Werte als in der Vorher-Befragung an (von 2,9 auf 3,34). Vor allem bei den Mädchen lässt sich ein starker Zugewinn an positivem Selbstkonzept erkennen (von 2,83 auf 3,41!).

Die Mittelwerte für die Items „Dinge über den menschlichen Körper zu lernen finde ich schwierig“ (von 2,54 auf 2,32) und „Die Sinnesorgane sind ein schwieriges Thema“ (von 2,57 auf 2,16!) sinken in der Nachher-Befragung gegenüber dem Prätest.

Die Schüler/innen schätzen das behandelte Thema nach Abschluss des Projekts somit als weniger schwierig ein.

Darauf lässt sich ableiten, dass das Selbstkonzept der Schüler/innen in diesem Bereich durch die Teilnahme am Projekt positiv beeinflusst wird.

Nun stellt sich die Frage, ob sich die Selbsteinschätzung der Schüler/innen auch in Bereichen verändert, die im Projekt nicht behandelt worden sind.

Auch dazu sollten die Schüler/innen Items vor und nach dem Projekt beurteilen.

Items, die nicht mit den im Projekt behandelten Themen in Zusammenhang stehen

Wenn man die Ergebnisse zu den weiteren Aussagen aus der Vorher- und der Nachherbefragung vergleicht ergibt sich folgendes Bild.

Durchschnittlich erreichen die Schüler/innen bei allen Aussagen im Vorher-Test mehr Punkte als in Nachher-Test.

Beim Item „ich bin gut in Sachunterricht“ erreichen die Schüler/innen in der Vorher-Befragung einen Wert von 3,39. Dieser Wert entspricht der Aussage „ich bin eher gut in Sachunterricht“. Die Mädchen schätzen sich höher ein als die Buben.

In der Nachher-Befragung erreichen die Schüler/innen im Mittel einen Wert von 3,37. Im Vergleich zur Vorher-Befragung schätzen sich nun die Buben als leistungsstärker als vorher ein, die Mädchen hingegen erreichen nun einen etwas geringeren Wert als vorher (3,37 anstatt vorher 3,42). Insgesamt liegt die Selbsteinschätzung im Mittel noch immer im Bereich „ich bin eher gut in Sachunterricht“.

Beim Item „Infos über Tiere merke ich mir leicht“ bietet sich ein ganz ähnliches Bild. Die Schüler/innen erreichen in der Präbefragung mehr Punkte als in der Postbefragung (von durchschnittlich 3,44 auf 3,39 Punkte). Die Buben erreichen in der Postbefragung mehr (3,48) Punkte als in der Präbefragung (3,45), bei den Mädchen ist es genau umgekehrt. Es zeigt sich ein Abfall von 3,43 Punkten auf 3,28 Punkte.

Auch die Ergebnisse zu den Items „Mit Pflanzen kenne ich mich gut aus“ und „über Maschinen, Magneten und Strom zu lernen fällt mir leicht“ lassen sich vergleichen.

Insgesamt erreichen die Schüler/innen in der Vorher-Befragung mehr Punkte als in der Nachher-Befragung (bei „Mit Pflanzen...“ von 2,94 auf 2,88 und bei „über Magneten...“ von 2,98 auf 2,92).

Dabei kommt es zu dieser Verringerung an Punkten ausschließlich bei den Buben (Pflanzen prä. 2,89, post 2,79; Magneten prä 3,3, post 3,2). Die Mädchen bleiben in ihrer Selbsteinschätzung im Mittel konstant (prä und post 2,98 bzw. 2,62 Punkte).

Daraus lässt sich ableiten, dass das Selbstkonzept in den Bereichen, die im Projekt nicht bearbeitet worden sind nun niedriger ist als vor dem Projekt.

Selbstkonzept im Bereich Experimentieren

Da im Projekt das Experimentieren eine so zentrale Rolle gespielt hat, ist es von besonderem Interesse, wie die Selbsteinschätzung in diesem Bereich beeinflusst worden ist.

Wenn man die Ergebnisse zu den das Experimentieren betreffenden Items betrachtet, wird erkennbar, dass sich in der Selbsteinschätzung zur Experimentierfähigkeit keine wesentlichen Veränderungen ergeben haben.

Die Antworten der Schüler/innen liegen bei den ersten 4 Items vorher und nachher allesamt im Bereich „stimmt eher“.

Während die Schüler/innen den Aussagen „Wenn die Lehrerin erklärt, wie ein Experiment geht, kenne ich mich gleich aus“ und „Ich kann einen Versuch nach Anleitung selbständig machen“ in der Vorher-Befragung (Lehrerin erklärt 3,32; Versuch selbständig 3,17) stärker zustimmen als in der Nachher-Befragung (Lehrerin erklärt 3,23; Versuch selbständig 3,13), schätzen sich die Schüler/innen bei den Items „Beim Experimentieren bin ich geschickt“ (von 3,34 auf 3,36) und „Ich kann eine Zeichnung von einem Versuch machen“ (von 3,13 auf 3,17) nach dem Projekt geringfügig positiver ein als vorher.

Einzig die Antworten auf das Item „Experimente sind mir immer zu schwierig“ unterscheiden sich im Vergleich der Vorher- mit den Nachher-Daten etwas deutlicher (im Mittel von 1,96 auf 1,76).

Die Buben bewerten dieses Item in der Vorher-Befragung durchschnittlich mit 1,94 und in der Nachher-Befragung mit 1,76. Die Mädchen erreichen bei diesem Item im Durchschnitt vorher 1,98 und nachher 1,77! Punkte. Diese Daten entsprechen der Antwortmöglichkeit „stimmt eher nicht“, das bedeutet, dass die Schüler/innen das Experimentieren vor dem Projekt für schwieriger halten als danach.

Um das Selbstkonzept der Schüler/innen betreffend ihrer Fähigkeiten beim Experimentieren explizit zu erheben, sollten diese die Frage beantworten: „Kannst du selbst Experimente planen und machen?“

Die Schüler/innen konnten zwischen den Antwortmöglichkeiten „ja“, „nein“ und „weiß nicht“ wählen.

Vor dem Projektunterricht beantworteten 43% der Schüler/innen diese Frage mit „ja“, 13% mit „nein“ und 41% mit „weiß nicht“. 2% der Schüler/innen geben keine Antwort auf die Frage und abermals 2% haben zwei Antwortmöglichkeiten angekreuzt.

Wenn man diese Antworten unter dem Genderaspekt betrachtet, werden deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede deutlich.

Von den Buben geben 53% an, sie könnten selbst Experimente planen und machen, bei den Mädchen sind es nur 32%. Mit „nein“ wird diese Frage von 6% der Buben und von 20% der Mädchen beantwortet. 38% der Buben wissen nicht, ob sie ein Experiment planen und machen können, bei den Mädchen sind es 45%. Keine Antwort wird von 3% der Buben gegeben, 3% der Mädchen kreuzen zwei Antwortmöglichkeiten an.

Nach dem Projektunterricht haben sich folgende Veränderungen ergeben.

Insgesamt geben jetzt 44% der Schüler/innen an, sie könnten selbst Experimente planen und machen, nur noch 3% der Schüler/innen meinen, sie könnten selbst keine Experimente planen und machen. 49% der Schüler/innen wissen es nach dem Projektunterricht nicht und 4% geben keine Antwort.

Wenn man nun die Antworten hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Unterschiede betrachtet, wird deutlich, dass sie bei der Antwortmöglichkeit „ja“ keine wesentlichen Veränderungen zeigen. Wieder 53% der Buben geben an, dass sie selbst Experimente planen und machen können, bei den Mädchen gibt nun 1% mehr (33%) die Antwort „ja“. Die Antwort „nein“ wird nun von 5% der Buben (1 Prozent weniger als vorher) gegeben und von 2% der Mädchen (18% weniger als vorher). „Ich weiß es nicht“ kreuzen nun 41% der Buben (vorher 38%) und 58% der Mädchen (vorher 45%) an. 2% der Buben und 7% der Mädchen geben nun keine Antwort an.

3.6.5 Diskussion

Die untersuchten Schüler/innen zeigen eine durchaus positive Einstellung zu naturwissenschaftlichen Inhalten und großes Interesse am Experimentieren als Methode im Unterricht. Da sich ein deutlicher Unterschied zwischen dem Interesse an Schüler/innenzentriertem und Lehrer/innenzentriertem Experimentieren zeigt, gilt es, gerade Schüler/innenzentriertes Experimentieren als fixen Bestandteil im naturwissenschaftlichen Unterricht zu implementieren. Um dieses Interesse auch über den Übertritt in die Sekundarstufe hinaus zu erhalten, sollte auch dort die Möglichkeit zum selbst Experimentieren gegeben werden. Tendenziell bevorzugen die Schüler/innen das Arbeiten mit den Mitschüler/innen dem alleine Arbeiten. Somit sollte auch im Regelunterricht oft die Möglichkeit zum kooperativen Lernen gegeben werden. Idealerweise wechseln sich Einzelarbeitsphasen mit Paar- und Gruppenarbeitsphasen ab. Wichtige Informationen sollten jedenfalls mit der ganzen Klasse wiederholt und zusammengefasst werden.

Im Hinblick auf die Veränderungen in den fachlichen Kompetenzen haben sich die entwickelten Unterrichtsmaterialien als erfolgreich herausgestellt. Die Schüler/innen erreichen im Posttest bessere Ergebnisse als im Prätest. Die Lehrer/innen haben es somit gut verstanden, mit den angebotenen Materialien den Unterricht zu gestalten.

Idealerweise hätte ich den Unterricht in den sechs Partnerklassen selbst durchgeführt, jedoch war das aus personellen Gründen nicht möglich. Während die Lehrer/innen gerade die Unterrichtsmaterialien mit ihren Schüler/innen erprobten, war ich schon mit der Ausarbeitung der folgenden Unterrichtsmodule beschäftigt. Somit legte ich den Fokus darauf, den Lehrerinnen bei den Treffen möglichst genau zu schildern, weshalb ich wann welche Methode gewählt habe und die einzelnen Versuche mit den Lehrerinnen durchzuführen, damit diese best möglich auf die Arbeit mit den Schüler/innen vorbereitet waren. Das funktionierte in den meisten Fällen recht gut.

Was mir besonders wichtig war, war, dass ich nach Abschluss des Projektunterrichts nochmals persönlich in jede Klasse kam und zugegen war, als die Schüler/innen Concept Maps erstellten und diese dann ihren Mitschüler/innen vorstellten. Somit erlangte ich zusätzlich zu den einzelnen Hospitationsstunden, die ich in einigen Klassen miterlebte einen weiteren kleinen Eindruck davon, wie der Projektunterricht in den Klassen verlaufen war.

Das Selbstkonzept der Schüler/innen hat sich als sehr stabil erwiesen. Dabei wurde deutlich, dass sich das Selbstkonzept in den Bereichen, die im Projektunterricht behandelt worden sind positiv verändert hat, in Bereichen, die nicht dort nicht thematisiert worden sind, erreichen die Schüler/innen im Posttest weniger Punkte als im Prätest. Das Zunehmen im positiven Selbstkonzept zum Thema menschlicher Körper und Sinnesorgane stimmt mit den Testergebnissen zu den Wissensfragen und den Fragen zum epistemologischen Verständnis überein.

Eine Erklärung für diese Ergebnisse könnte sein, dass die Schüler/innen durch die intensive Auseinandersetzung mit dem Thema „Sinne und Sinnesorgane“ das Gefühl bekommen haben „Jetzt haben wir so lange und so viel zum Thema Sinnesorgane gearbeitet, dass ich mich da wirklich gut auskenne. Wenn ich mich bei anderen Themen auch so gut auskennen möchte, brauch´ ich dafür auch ganz viel Zeit und Mühe.“ Bzw. wissen die Schüler/innen nach dem Projekt so viel mehr zum Thema als vorher, dass ihnen jetzt noch stärker bewusst geworden ist, wie viel ihnen in den restlichen Bereichen noch an Kenntnissen und Fähigkeiten fehlt. Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Schüler/innen in Bereichen, die sie dermaßen selbsttätig (hands on) erarbeiten, kompetent fühlen. Dieses Ergebnis unterstreicht wiederum wie begrüßenswert das forschende Lernen für den Unterricht ist.

Besonders erfreulich ist, dass bei den Mädchen ein Zugewinn an positivem Selbstkonzept zu verzeichnen ist. Diese schätzen sich vor und nach dem Projektunterricht im Mittel weniger kompetent als die Buben ein, obwohl sie beim Wissenstest im Mittel besser als die Buben abschneiden. Zumindest schrumpft der Abstand zwischen Mädchen und Buben im Bereich der Selbsteinschätzung. Gerade deshalb scheint es mir besonders wichtig, im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts Themen zu wählen, die für Mädchen besonders attraktiv sind und die diese zur Mitarbeit motivieren. Zu einem gewissen Grad scheint dies beim Thema „Sinne und Sinnesorgane“ gelungen zu sein.

Offensichtlich empfinden die Schüler/innen das Experimentieren vor dem Projektunterricht als schwieriger als nach dem Projektunterricht. Das lässt sich dadurch erklären, dass die Schüler/innen im Laufe des Projekts sehr viele Möglichkeiten zum Experimentieren vorgefunden haben und diese so gestaltet waren, dass Erfolgserlebnisse möglich waren.

Rückmeldungen der Lehrerinnen

Die Lehrerinnen erhielten zu jedem Modul Reflexionsbögen, in denen sie die Unterrichtsmaterialien nach der Durchführung beurteilen sollten.

Es wurden Fragen zum allgemeinen Ablauf des Moduls, zur Mitarbeit der Schüler/innen, zu den Hintergrundinformationen für Lehrerinnen und zu den Lernblättern gestellt.

Jede Lehrerin erhielt 5 (bzw. 7 Fragebögen wenn auch das Modul „das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team durchgeführt worden war) (also habe ich insgesamt 30 bzw. 32 Fragebögen ausgegeben; einen pro Modul und einen pro Besuch des Science Centers). Davon erhielt ich 21 ausgefüllt zurück.

Die Lehrerinnen beurteilen die Module in der Mehrzahl als „insgesamt rund und stimmig“. Die Schüler/innen waren überwiegend konzentriert bei der Arbeit und konnten selbständig mit den Materialien arbeiten. Alle Kinder hatten Freude an den Materialien und die Lehrerinnen gaben an dass jeweils alle bzw. die meisten Schüler/innen von der Auseinandersetzung mit den Modulen profitierten.

Die Experimente wurden durchwegs sehr positiv von den Lehrerinnen beurteilt. Die Schüler/innen führten diese mit großer Freude durch. Dabei wurden die Materialien als sehr ansprechend empfunden.

Sehr gut habe die praktische Arbeit in den Stationsbetrieben funktioniert, vor allem auch deshalb, weil die für die Experimente nötigen Materialien in den Materialboxen bereitgestellt und die Arbeitsanweisungen für die Schüler/innen mitgeliefert wurden. Eine Lehrerin berichtete, dass die Schüler/innen in den selbständigen Arbeitsphasen des Stationsbetriebes manchmal ratlos gewesen seien, weil sie „zu faul zum Lesen“ der Anleitungskärtchen gewesen seien.

Was manchen Schüler/innen Schwierigkeiten bereitete war das Formulieren von Vermutungen und das Ausfüllen der Lernblätter. Insgesamt wünschen sich die Lehrerinnen weniger Lernblätter, zum einen aufgrund der hohen Kopierkosten und zum anderen weil die Schüler/innen nicht so gerne schreiben.

Bei der Durchführung des Stationsbetriebes (Wahrnehmungs- und Gedächtnisübungen) dauerten einige Übungen sehr kurz (z.B. die Übung zum Geruchssinn), andere hingegen länger (z.B. die Übungen zum Geschmackssinn und zum Tastsinn). Dadurch entstand in manchen Klassen Unruhe. Um diesem Problem entgegenzuwirken kann man zusätzliche „Pufferstationen“ einbauen oder die Übung zum Geruchssinn erweitern.

Eine Lehrerin hat die Unterrichtsmaterialien zum Bau und zur Funktion des Ohres für ihre Schüler/innen modifiziert. Die Lernblätter enthielten laut Aussagen der Lehrerin zu viel Text und die Übung zur Beschriftung der Bauteile des Ohres sei zu schwierig für ihre Schüler/innen gewesen. Die von ihr somit neu erarbeitete Version wurde in die Materialienmappe übernommen. Jetzt stehen zwei Versionen zur Erarbeitung dieses Themas zur Verfügung.

Eine Lehrerin bemerkte, dass bei den Gruppenarbeiten zum Teil sehr viel Arbeitslärm entsteht (so zum Beispiel beim Unterrichtsblock „Schall ist wackelnde Luft“). Dem kann entgegengewirkt werden, indem die Übungen zu diesem Unterrichtsblock auf mehrere Räume aufgeteilt durchgeführt werden.

Insgesamt geben die Lehrerinnen an, mit der Mitarbeit der Schüler/innen bei den Modulen sehr zufrieden gewesen zu sein („Die Schüler/innen haben sehr engagiert mitgearbeitet.“; „Die Kinder hatten Spaß und haben gut mitgearbeitet.“).

Wenn man die Rückmeldungen der Lehrerinnen zu den einzelnen Modulen vergleicht wird deutlich, dass der Besuch im Science Center bei den Lehrerinnen und Schüler/innen am besten angekommen ist. Als sehr positiv wurden dabei die Auseinandersetzung mit den Exhibits, die Arbeit in Kleingruppen und die Betreuung durch die Musuemspädagog/innen hervorgehoben.

Die Hintergrundinformationen für die Lehrerinnen wurden als hilfreich, ausreichend und leicht verständlich beurteilt. Zum Teil wünschen sich die Lehrerinnen „genauere Beschreibungen“ zu den Versuchen. Eine Lehrerin fände ein Begleitheft wünschenswert, in dem sämtliche Inhalte ausführlich zusammengefasst vorliegen, damit bei Bedarf nachgeschlagen werden kann. Der von mir vorgeschlagene Unterrichtsverlauf wurde von den Lehrerinnen gerne übernommen. Ab und an wurde der Zeitrahmen für bestimmte Unterrichtsblöcke ausgeweitet.

Die Lehrerinnen wurden nach Gründen gefragt, aus denen sie die Unterrichtsmaterialien weiter empfehlen würden und nach Gründen, weshalb sie eben das nicht tun würden.

Als Gründe zum Weiterempfehlen gaben sie zum Beispiel an: „Weil sie (die Materialien) sehr durchdacht sind und das Handeln ansprechen und anleiten“, „Weil sie sehr abwechslungsreich und interessant für die Kinder sind“, „Guter Aufbau - genaue Anweisungen, langsamer Aufbau, daher keine Überforderung“,

„Anspruchsvoller, lebensnaher Unterricht“, „bestmögliche Anschauung, die in der Klasse nicht erreicht wird“,...

Gründe die gegen eine Weiterempfehlung sprechen sind laut den Rückmeldungen der Lehrerinnen:

„sehr hohe Kopierkosten“, „sehr (zeit)aufwändig“.

Die Beurteilung der Unterrichtsmaterialien durch die Lehrerinnen stimmt sehr positiv. Dabei müssen die Kritikpunkte als solche natürlich gesehen werden.

Um das Problem mit den hohen Kopierkosten zu lösen hat eine Lehrerin die Lernblätter im DIN-A5-Format ausgedruckt, wodurch sie die Kosten zumindest halbieren konnte.

Was den Zeitfaktor angeht, haben weitere Lehrerinnen, die mit den Materialien arbeiten werden natürlich die Möglichkeit, nur bestimmte Module auszuwählen und durchzuführen. Zudem enthalten einige Module Vertiefungsblöcke, die bei Zeitmangel einfach ausgelassen werden können. Auch im Lauf des Projekts haben die Lehrerinnen der 4. Klassen, die unter sehr großem Zeitdruck gelitten hatten auf einzelne Unterrichtsblöcke verzichtet.

3.7 Ausblick, Perspektiven

Um die in den Partnerklassen getesteten und evaluierten Unterrichtsmodule möglichst vielen Lehrer/innen und Schüler/innen zugänglich zu machen, werden seit Anfang dieses Jahres drei adaptierte Unterrichtsblöcke in Rahmen von Programmen am Haus der Natur für Schulen angeboten. Da durch die lange Schließung des Hauses zahlreiche Unterrichtsblöcke entwickelt worden sind, die auch an den Schulen selbst durchgeführt werden können, ist ein neues Angebot für Schulen in Diskussion. Ausgewählte Lernblätter

sollen auf der Homepage des Hauses der Natur online zur Verfügung stehen. Diese Lernblätter können von Lehrer/innen herunter geladen und für den Unterricht vervielfältigt werden.

Die Materialienboxen, die den Partnerlehrer/innen im Projekt zur Verfügung gestellt worden sind, können auch von Lehrer/innen entliehen werden. Dabei muss aber bedacht werden, dass nur 5 Boxen vorhanden sind. Wenn viele Lehrer/innen mit den Materialien arbeiten wollen, wird die Mehrzahl der Lehrer/innen selbst für die nötigen Materialien sorgen müssen.

Im Rahmen von zwei Lehrer/innenfortbildungen im November 2009 und im Februar 2010 wurden die drei Programme Salzburger Lehrer/innen vorgestellt. In Gesprächen mit den Lehrer/innen wurde deutlich, dass diese (vor allem Lehrer/innen aus dem Volksschulbereich) sich Angebote wünschen, die über das Austeilen von Materialienboxen hinausgehen. Aus diesem Grund wurde eine Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Salzburg angedacht. Somit sind Fortbildungsangebote denkbar, in denen die Pädagog/innen erfahren, wie die Materialien im Unterricht eingesetzt werden können und in denen alle Versuche in einem geschützten Rahmen im Voraus selbst durchgeführt werden können. Im Anschluss daran können die Lehrer/innen die Materialienboxen ausleihen und die Unterrichtsblöcke selbständig in der Schule durchführen.

3.8 Literatur

Altrichter, H; Posch, P. (2007): Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht, Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung (4. Auflage), Klinkhardt, Bad Heilbrunn

Bertsch, C. (2008): Forschend-begründendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht – Wege zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung am Übergang Primar/Sekundarstufe am Beispiel von Unterrichtsmaterialien zum Thema Fotosynthese; Dissertation, Universität Innsbruck

Biermann, C; Fink, M.; Hänze, M. ua. (Hrsg.) (2008):Friedrich Jahresheft XXVI 2008; individuell lernen – kooperativ arbeiten

Schmidkunz, H; Lindemann, H. (2003): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben

Siebert, H. (2008): Konstruktivistisch lehren und lernen, Zentrum für interdisziplinäres erfahrungsorientiertes Lernen GmbH, Augsburg

4 Technisches Museum, Wien

4.1 Abstract

Lernen als Konstruktionsprozess

Die Kooperation im Projekt „Forschend lernen – mit allen Sinnen“ des TMW und der Kirchliche Pädagogischen Hochschule Wien/Krems (KPH) wollte allen Teilnehmer/innen einen vielschichtigen Bildungsraum bieten, um Methoden des forschenden Lernens in die Denk- und Arbeitsweise der beteiligten Institutionen und Personen zu implementieren. Lernen an verschiedenen Orten, die durch rege Kommunikation im wissenschaftlich pädagogischen Diskurs miteinander vernetzt sind, war Herausforderung und Gewinn zugleich. So verstanden sich die Institutionen Museum - Schule – Pädagogische Hochschule selbst auch als lernende Institutionen, die einander durch gleichwertigen Austausch bei der Weiterentwicklung des Vorhabens konstruktiv unterstützten. Beratung der Lehrerinnen zur Umsetzung von Unterrichtsschwerpunkten nach Gesichtspunkten des forschenden Lernens durch die Sachunterrichtsdidaktik der KPH und durch Unterrichtsbesuche von Seiten des TMW stellen sich äußerst attraktiv für Professionalitätsentwicklung dar: Ein Ergebnis ist die deutliche Steigerung der sprachlichen Kompetenz und der Kombinationsfähigkeit der Kinder, was Lehrkräfte auch bestätigen. Dies mag wohl auch daran liegen, dass der Lernerfolg leichter abfragbar wird, wenn sich das Kind besser äußern kann. Bei vielen Schüler/innen ist eine bedeutende Motivationssteigerung feststellbar (was diese auch verbalisieren), was durch den Ortswechsel unterstützt wird.

Nach Ablauf des Projekts und der Erfahrung mit Schüler/innen aus 6 Volksschulklassen ergibt sich ein klares Bild des Erfolgs der Methode „Forschend Lernen“ am außerschulischen Lernort. Diese Orte können aufgrund ihrer Strukturierung, Organisation und inhaltlichen Schwerpunkte andere und meist für die Kinder neue und überraschende Anreize bieten, wie es eine Schule nicht imstande ist.

Die Einbindung der KPH ermöglichte durch einen Reflexions- und Kommunikationsprozess nicht nur Coaching und sachunterrichtsdidaktische Beratung, sondern auch die Einbettung der Aktionen in aktuelle, theoretische Ansätze naturwissenschaftlichen Lernens und den beteiligten Lehrerinnen eine Auseinandersetzung mit der eigenen Unterrichtspraxis. Vice versa profitiert die Science Center Einrichtung davon, da die im Projekt Involvierten sich mit einer Situation und einer Zielgruppe in völlig neuer Weise auseinandersetzen müssen, die sonst nicht im Vordergrund steht.

Nachhaltige Erfahrungen konnten die im Projekt eingebundenen Studierenden machen, die Ansatz und Methoden forschenden Lernens kennen lernten und somit einen engen Theorie-Praxisbezug herstellten. Die dazu notwendige theoretische Auseinandersetzung mit konkreten Anforderungen an Lehren und Lernen an unterschiedlichen Lernorten wird als Beitrag im aktuellen Diskurs um die Wirksamkeit von Lehrerinnenbildung gesehen. Die Begleitforschung erfolgte durch laufende Evaluation und Überdenken des Prozesses durch die Projektverantwortlichen, sowie dem Aufgreifen zentraler Fragen durch eine Bachelorarbeit an der KPH.

4.2 Beschreibung der Science Center Einrichtung

Das Technische Museum Wien (in der Folge: TMW) beschäftigt sich seit 1990 intensiv mit der Integration von Hands-on Aktivitäten in ein konventionelles Museum. Vor der Schließung des Hauses wegen Generalsanierung vorerst im Versuchsstadium, nach der Wiedereröffnung im Jahr 1999 ein fixer Bestandteil der Schausammlungen: es gibt einen eigenen Bereich („Phänomene und Experimente“), in dem ausschließlich mit dieser Methode gearbeitet wird und weiters eine konsequente Neuerung im Bereich der Technikmuseen, nämlich die Kombination der Ausstellung von historischen Objekten und erklärenden Additiven mit Hands-on Charakter. Eine Vielfalt historischer Objekte soll im kulturellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kontext dargestellt werden, wobei die Präsentation durch zeitgemäße Methoden zur Vermittlung ergänzt wird, um komplexe Zusammenhänge leichter erfassbar zu machen. Das Museum versteht sich als interdisziplinär ausgerichtet und als Plattform für kontroverse Diskurse. Durch unterschiedliche Vermittlungsstrategien erreicht das Museum verschiedene Rezeptionstypen.

Aus dieser Herangehensweise an Technik- und Naturwissenschaftsvermittlung ergab sich als logische Konsequenz die Mitarbeit am Projekt „Forschend lernen“, um einer heterogenen Zielgruppe vielfältige und individuelle Zugänge zur Technik zu ermöglichen. Aufgrund der engen Zusammenarbeit mit einer Pädagogischen Hochschule ergab sich ein interessanter Aspekt hinsichtlich unterschiedlicher Schülergruppen und eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Einbeziehung von auszubildenden JungLehrerinnen.



Abb. 1: Der Ausstellungsraum „Phänomene und Experimente“ im Museum



Abb. 2: Symbolfoto zum „Aha-Erlebnis“ aus einer Bildserie zur 100 Jahrfeier des Museums

4.3 Ziele

Generelle Ziele

Generelles Ziel war die Kompetenzsteigerung der Schüler/innen hinsichtlich:

- Experimentieren (Bilden von Hypothesen, Erproben von Variationen, Schlussfolgern)
- Erkenntnisgewinn
- Kommunikationsfähigkeit
- Orientierung im Alltag
- Wahrnehmungsfähigkeit
- selbständiges Denken
- naturwissenschaftliche Fragestellungen

Neben diesen forschungsbezogenen Aspekten in den einzelnen Modulen wurde auf die Entwicklung der Sprachkompetenz ein besonderer Schwerpunkt gelegt. Grund dafür ist, dass neben einem intuitiven Erfassen der Situation eine adäquate Formulierung der Schlussfolgerungen und die Auseinandersetzung mit anderen unverzichtbar ist. Einflüsse wie Migrationshintergrund oder Vorliegen von Beeinträchtigungen sollten berücksichtigt werden. Zusätzliches Ziel für die Lehrerinnen war das Kennenlernen einer neuen Methode und neuer Inhalte.

Ziel für die SCE war es, die Lehrerinnen dazu zu motivieren, Inhalte technisch/naturwissenschaftlicher Natur vermehrt in den Sachunterricht aufzunehmen und die Angebote der SCE als außerschulischen Lernort dazu zu nützen. Hilfestellungen waren u.a. die angebotenen Materialien und die Übungseinheiten in den Schulen.

Vorrangiges Gesamtziel war, die Methodik naturwissenschaftlicher Forschung an die Kinder heranzutragen. Diese seit dem 17. Jahrhundert konsequent entwickelte Methode, die sich bei Übernahme aus dem Bereich der Physik in die Chemie, die Medizin etc. als außerordentlich erfolgreich erwies, lässt sich an einfachen Beispielen demonstrieren:

- Isolation eines Vorgangs von störenden Einflüssen, Laborbedingungen
- Durchführen eines Experiments
- Aufstellen einer Hypothese zur Erklärung
- Überprüfung anhand weiterer Experimente
- Aufstellen einer Theorie
- Überprüfen, ob die Theorie weitere Vorhersagen möglich macht
- Interpretation der Störeinflüsse beim „realen“ Vorgang

Die Methode lässt sich an jedem noch so einfachen Beispiel demonstrieren. Dabei soll gelernt werden, dass naturwissenschaftliches Arbeit schlussfolgerndes Denken erfordert, dass aber Naturwissenschaft nicht mehr als ein vom Menschen gemachtes Werkzeug zur Beschreibung eines bestimmten Aspekts der Welt ist. *Ist die Scheu davor genommen, in dieser Art Fragen zu stellen, ist das Ziel des „Forschenden Lernens“ erreicht.*

Der Grundgedanke des Projektes verbindet TMW und KPH bereits in der ursprünglichen Idee, naturwissenschaftliches und hier besonders „Forschendes“ Lernen zu unterstützen

bzw. zu fördern. Schulisches und außerschulisches Lernen müssen einen unmittelbaren Bezug zueinander aufweisen und einander ergänzen¹.

Ziele der Kooperation TMW-KPH

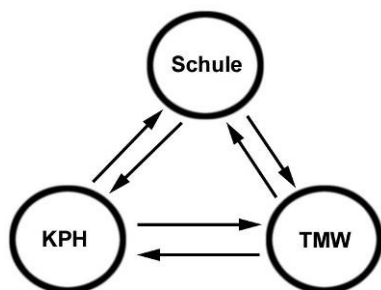
Im Wissen um die Herausforderungen im kommunikativen Bereich eines Kooperationsprojekts schulischer und außerschulischer Institutionen wurden vor Beginn folgende gemeinsame Ziele von TMW und KPH in einer Vereinbarung festgehalten.

- Erarbeitung, Erprobung und Evaluierung von Möglichkeiten der Partnerschaften zwischen Schulen, Science Center Einrichtungen und der KPH, um die besonderen Potentiale von außerschulischen Lernorten zu erforschen.
- Forcierung des naturwissenschaftlich orientierten Sachunterrichts in Verbindung mit dem TMW als außerschulischem Lernort.
- Erhebung und Dokumentation der Veränderung des Wissenschaftsverständnisses von Volksschüler/innen sowie deren Einstellung zum außerschulischen Lernort TMW.
- Untersuchung der Bedürfnisse und Erwartungen von Lehrerinnen in Bezug auf den außerschulischen Lernort TMW.
- Erweiterung von Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler durch „forschendes Lernen“ in Schule und Museum, anschlussfähiges Wissen zu erwerben.
- Erweiterung von Möglichkeiten der Realisierung von naturwissenschaftlichem Sachunterricht durch die Verbindung von museumspädagogischen und fachdidaktischen Sichtweisen.
- Nutzung und Erprobung von schulischer und musealer Lernumgebung.
- Entwicklung eigener Lernsettings für naturwissenschaftlich orientiertes Lernen durch Anpassung und Ergänzung der im TMW bereits vorhandenen Ressourcen.
- Kompetenzentwicklung für forschendes Lernen bei Schüler/innen, Studierenden der KPH Wien/Krems und den PraxisLehrerinnen.
- Sammlung, Auswertung, Präsentation und Publikation der Projektergebnisse sowie Evaluierung einzelner Teilaspekte.

¹ Nach Keck/Feige 2001, S.394: Teilbereiche der Lebenswirklichkeit und Phänomene außerhalb der Schule werden erst „durch den intentionalen Einbezug in den Unterricht zu Lernorten“

4.4 Partnerschaft

In der österreichischen Bildungslandschaft nimmt die KPH als eine ökumenisch ausgerichtete Anstalt, in der fünf christliche Konfessionen² ein gemeinsames Konzept der Aus-, Fort- und Weiterbildung für Lehrerinnen verfolgen und praktizieren, eine in Europa einzigartige Stellung ein. Die Ausrichtung einer aufgeklärten christlichen Perspektive spiegelt sich in den Leitgedanken, die durch grundlegende Offenheit für die Anderen bei gleichzeitiger Wahrung der jeweiligen eigenen Identität charakterisiert sind und auf der grundsätzlichen Wahrnehmung der Menschen in ihrer Freiheit und Individualität basieren.



Die Zusammenarbeit mit der KPH und den von der KPH vorgeschlagenen Praxisvolksschulklassen bzw. weiteren Regelvolksschulklassen und dem TMW stellt ein Netzwerk dar, das als modellhaft für die Einführung der Methode des forschenden Lernens an Schulen gelten kann. Der Vorteil liegt dabei auf der Chance, die Erfahrungen und Ressourcen der jeweils anderen Institution zu nützen und daraus zu lernen. Die KPH als Ausbildungsstätte für JungLehrerinnen ist einerseits dazu prädestiniert, als Multiplikator zu dienen. Das TMW andererseits kann durch seine vielfältigen Kontakte zu bereits etablierten Lehrern für deren Unterricht einen Impuls liefern. Gemeinsam mit 6 Volksschulklassen arbeiteten die beiden Kooperationspartner themenspezifisch-individuell an Lernsettings, um forschendes und „forschend begründendes hands-on/minds on Lernen“ umsetzen.

Naturwissenschaftliche Sachunterrichtsdidaktik am Zentrum für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik der Kirchlich Pädagogischen Hochschule Wien/Krems³

Die KPH sieht eines ihrer Ziele in der Förderung präzisen Denkens und intellektueller Neugier. Sie versteht Forschung als Auftrag an alle Lehrenden und zentrale Aufgabe und Grundhaltung aller Bereiche. Ein Ziel ist Aufbau einer neuen Lehr-, Lern- und Forschungskultur, Heterogenität wird an der KPH in Wien als Aufgabe und Herausforderung für Lehrende und Studierende gesehen. Die Hochschule unterstützt Studierende in der Entwicklung ihrer fachlichen und sozialen Kompetenzprofile.

„Dem Lernen Zeit, Raum und Sinn geben“

Das Zentrum für Grundschuldidaktik sieht neben der „systematischen Einbindung des Lernortes Praxis in die Konzeption frühpädagogischer Studiengänge und einzelner Module

² Katholische Kirche, Evangelische Kirche A.B. und H.B., Orthodoxe und Orientalisch-Orthodoxe Kirchen sowie Altkatholische Kirche

³ http://www.kphvie.at/fileadmin/neu/about/Leitbild_kphvie_v2007-11-25.pdf,
<http://www.kphvie.at/de/wir-ueber-uns/leitbild.html> (25.4.2010).

als notwendigen Bestandteil berufsfeldspezifischer Handlungskompetenzen“⁴ auch das Aufgreifen zentraler Themenbereiche als Aufgabe und sieht es als Herausforderung, „durch internationale Zusammenarbeit an der Profilierung der Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik in Österreich mitzuwirken.“⁵ Die Fokussierung auf spezifische Arbeitsschwerpunkte und die in langjähriger Arbeit entstandene Expertise ermöglichen eine engagierte Präsenz in der aktuellen Bildungsdiskussion in Österreich.

Die jeweiligen Aufgaben wurden wie folgt festgelegt:

TMW

- Einsatz von museumspädagogisch geschulten und an Entwicklung interessierten Mitarbeiter/innen für die Projektausarbeitung und -durchführung
- Coaching und Beratung der teilnehmenden Lehrenden im museumspädagogischen Bereich
- Organisation von Science Cafes (Feedbackrunden, Planung, Entwicklung, Coaching, Evaluierung)
- Realisierung individueller Programme und Angebote für die teilnehmenden Klassen nach jeweiligem Bedarf
- Weitergabe aller für die Kooperationspartnerin wichtigen Informationen
- Freie Eintritte für die teilnehmenden Schulklassen und Studierenden, reduzierte Kosten für Programmveranstaltungen und Führungen und für Tutor/innen
- Reduzierte/ freie Eintritte für Studierende, die sich in Übungen oder Seminaren oder bei Bachelorarbeiten näher mit den Projektthemen beschäftigen
- Übernahme von anfallenden Materialkosten (z. B. für Versuchsreihen und Experimente, Kopien von Arbeitsunterlagen etc. im Museum)
- Evaluation von Einzelaspekten des Kooperationsprojekts

KPH

- Einbringen schulbezogener fachdidaktischer Perspektiven und Beratung in die Konzeption und Durchführung des Kooperationsprojekts
- Fachdidaktische Beratung und Begleitung der teilnehmenden Klassenlehrerinnen, Student/innen und Kulturvermittler/innen an der Schnittstelle schulischer /außerschulischer Lernort
- Sensibilisierung für spezifische kindgerechte Zugänge zu naturwissenschaftlichen Themen
- Aufzeigen adäquater, lehrplanbezogener Umsetzungsmöglichkeiten
- Angebot von Treffen der teilnehmenden Lehrerinnen und der Projektkoordinatorinnen des TMW und der KPH in „Science Cafes“ vorwiegend im TMW und damit die Möglichkeit der zusätzlichen Beratung

⁴ <http://kompetenz.kphvie.at/de/grundschulpaedagogik.html> (25.4.2010)

⁵ Ebda.

- Weitergabe aller für die Kooperationspartnerin wichtigen Informationen (Veranstaltungstermine, Publikationsvorhaben)
- Entwicklung von Materialien und/oder Versuchsreihen zu naturwissenschaftlich orientierten Themen durch die beteiligten Klassen
- Entwicklung einer fachdidaktischen Fort- und Weiterbildungsreihe mit dem Fokus auf „forschendes Lernen“
- Evaluation von Einzelaspekten des Kooperationsprojekts.

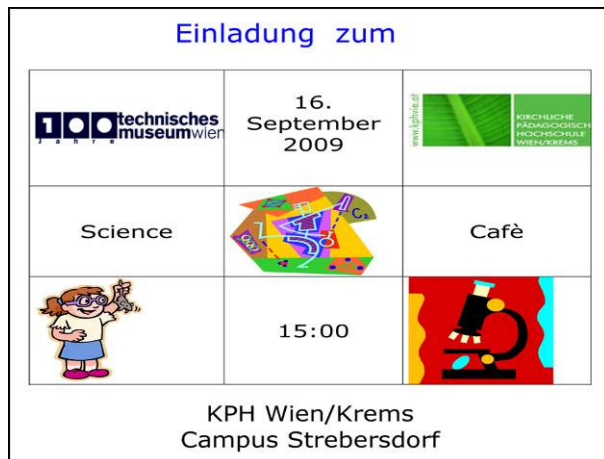


Abb. 3: Einladung zum Science Cafe

4.4.1 Regionale Modellpartnerschaft

Die Modellpartnerschaft bezog sich einerseits auf die KPH:

Partner	Stand September 2009	Personen
KPH Wien/Krems	Didaktik Sachunterricht	Mag. Brigitte Pokorny
	Bachelor-Arbeit	Christine Uher
	variierend:	2 betreuende Student/innen / Klasse
		10 Student/innen / Semester und Lehrveranstaltung

andererseits auf folgende Schulen:

Partner	Adresse	Klasse	Lehrerin
1 VS Lortzingg	1140, Lortzinggasse 2	2b	Evelyn Eiselt
2 VS	1230, Anton-Baumgartner-Str. 44	2b	Siegrid Steyskal
3 VBS 19	1190, Grinzinger Str. 88	3c	Barbara Selner-Schimek
4 GTVS 22	1220, Pastinakweg 10	3b	Ursula Dunkel
5 VBS 18	1180, Scheibenbergstr. 63	4a	Renate Plecher-Widhalm
6 VS	1210, Lavantg 35	3a	Andrea Drexler

Im Lauf des Projekts schied folgende Schule aus:

7	PraxisVS d. PH	1100, Ettenreichg. 45b	1-3 (mehrstufig)	Holub Barbara
---	----------------	------------------------	------------------	---------------

Die Partnerschaften wurden noch im Herbst 2009 fortgesetzt:

	Partner	Stand September 2009		
1	VS Lortzingg	1140, Lortzinggasse 2	3b	Regina Fellin
2	VS	1230, Anton-Baumgartner-Str. 44	3b	Siegrid Steyskal
3	VBS 19	1190, Grinzinger Str. 88	4c	Barbara Selner-Schimek
4	GTVS 22	1220, Pastinakweg 10	4b	Ursula Dunkel
6	VS	1210, Lavantg 35	4a	Andrea Drexler

Die sechs Volksschulklassen und ihre Lehrerinnen repräsentieren unterschiedliche Schwerpunkte, die sozusagen als „Hintergrundfolie“ den Klassenarbeiten eine besondere Färbung verliehen. Hier reicht das Spektrum von sprachlichen Schwerpunkten eines bilingualen Konzepts, ebenso wie, bis zu ästhetischen Ansätzen und bewegtem Lernen:

VOBL Dipl. Päd. Renate PLECHER	bilingual geführte Klasse
VOBL Dipl. Päd. Evelyn EISELT VOBL Dipl. Päd. FELLIN	„Qualitätsverbesserung von deutschem Spracherwerb durch Forschendes Lernen“, montessorientiert
VOBL Dipl. Päd. Andrea DREXLER	„Bewegtes Lernen“
VOBL Dipl. Päd. SELNER- SCHIMEK	Ästhetisch- kreativer – Schwerpunkt
VOBL Dipl. Päd. Ursula DUNKEL	reformpädagogischer Ansatz
VOBL Dipl. Päd. Siegrid STEYSKAL	montessorientiert, GEPS

Die Auseinandersetzung mit diesen Themen führte Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Studierende mehrmals auf unterschiedlichen Wegen durch die Institutionen und vernetzte produktiv die Bildungsorte. Somit standen immer zentrale Fragen am Beginn der Forschungstätigkeit der Schulklassen, und es entstanden sehr individuelle Themenstellungen und „Spuren im und durch das Museum“.

4.4.2 Prozess und Ablauf, Zeittafeln, Tabellen

Durch die Analyse der (Inter-) Aktionen sollten Bedingungen der Institutionen als dynamische Systeme sichtbar gemacht und als Konsequenz Kriterien zur Optimierung bildungsrelevanter Prozesse erarbeitet werden. Im Brennpunkt stand dabei die Optimierung von Bildungsprozessen mit dem Ziel, das Potential eines außerschulischen Lernorts zu nutzen

und gleichzeitig Lehrerinnen in Aus- und Fortbildung am Prozess dieser Entwicklung zu beteiligen.

Die beiden Kooperationspartner TMW und KPH versuchten, einander in alle Aktivitäten und deren Planungen früh genug einzubinden, um einerseits eine optimale Bündelung der Ressourcen im Hinblick auf die gemeinsamen Ziele zu gewährleisten, und andererseits gezielte und koordinierte Aktivitäten und Medienkooperationen ermöglichen zu können. Aus diesem gemeinsamen Grundverständnis der Kooperation und gegenseitigen Förderung resultierte eine offene, wertschätzende und interaktive Partnerschaft.

Ausgehend von einer Impulsveranstaltung im Museum und der Teilnahme an Startmodulen, arbeiteten die eingebundenen Klassen mit ihren Lehrerinnen und Studierenden der KPH an individuellen Fragestellungen, was das Entwickeln individueller Lernumgebungen und eine äußerst flexible, bedarfsorientierte Begleitung und Beratung erforderte. Die Kontaktaufnahme und Terminabstimmung mit den Volksschulklassen erfolgte dann laufend.

Folgende Arbeitstermine mit den Partnerschulen wurden abgehalten:

Ort	Datum	Zeit	Kl.	Anz.	Name	Schule	PLZ	Titel
TMW	19.1.	09:00-11:30	3c		Selner-Schimek	VBS	1190	Einstieg-Workshop
Schule	26.1.	10:00-12:00	2b	23	Eiselt	VS	1140	Schokolade
TMW	27.1.	09:00-11:30	4b	23	Plecher-Widhalm	VBS	1180	"Science" (Einführung)
TMW	28.1.	09:00-11:30	2b	23	Eiselt	VS		Schokolade (Fortsetzung)
TMW	10.2.	09:00-11:30	4b	23	Plecher-Widhalm	VBS		Glühbirne "Hintergrundwissen"
TMW	18.2.	09:00	1-3	17	Holub	PVS	1100	Einstieg-Workshop
TMW	18.2.	13:30-15:30	2b		Eiselt	VS		Workshop "Geschmack" (Forschen mit allen Sinnen)
TMW	19.2.	09:00-11:00	3c		Selner-Schimek	VBS		Workshop "Geschmack" (Forschen mit allen Sinnen)
TMW	16.3.	09:00	1-3	17	Holub	PVS		"Hast Du Töne" - Raum und Klänge hören
TMW	17.3.	09:00-11:30	4b	23	Plecher-Widhalm	VBS		Experimentieren "Magnetismus"
TMW	24.3.	09:30-11:30	2b	23	Steyskal	VS	1230	Einstieg-Worksh. und "Magnetismus"
TMW	22.4.	09:00-11:00	4b	23	Plecher-Widhalm	VBS		"Hands-on - Voice-on" (Forschen mit allen Sinnen)
TMW	22.4.	09:00-11:00	4b	23	Plecher-Widhalm	VBS		Vertiefung
Schule	30.4.	10:00-12:00	2b	23	Eiselt	VS		"Hast Du Töne" - Raum und Klänge hören
TMW	20.5.	09:00-11:30	2b	23	Eiselt	VS		"Haydn [er]lebt !"

TMW	26.5.	09:30-11:30	2b	23	Steyskal	VS		Workshop "Geschmack" (Forschen m. a. Sinnen)
TMW	8.6.	10:00-12:00	3a	27	Dunkel	GTVS	1220	Einstieg-Workshop, Wasser und vieles mehr
TMW	10.6.	Vormittag	4b		Plecher-Widhalm			Abschlusspräs: "Mir geht ein Licht auf"
TMW	15.6.	09:00-11:00	3a	27	Dunkel	GTVS		Wasser und vieles mehr (Vertiefung)
TMW	15.6.	13:00-15:00	3a	27	Dunkel	GTVS		Lebensquell Wasser (Hintergrundwissen Bruck)
Schule	7.10.	11:00-13:00	4c		Selner-Schimek	VBS	1190	Workshop "Oberflächen" - Materialzusammenh.
Schule	8.10.	09:00-11:00	4c	27	Drexler	VS	1230	Einstieg-Worksh. (M. Bruck)
TMW	12.10.	09:00-11:30	3b	23	Fellin	VS	1140	"Hast Du Töne" - Laservibrometrie
TMW	15.10.	09:30-11:30	4c	27	Drexler	VS		Alles was Flügel hat (Hintergrundw.) M. Bruck
TMW	16.10.	09:15-11:30	4c		Selner-Schimek	VBS		Workshop "Fliegen - Flugpioniere".u. Exp.
Schule	22.10.	12:00-13:00	4c	27	Drexler	VS		Alles was Flügel hat - Experimente
TMW	6.11.	10:00-12:00	4c		Selner-Schimek	VBS		Workshop "Fliegen - Flugpioniere".u. Exp. Forts.
Schule	13.11.	09:00-11:00	4c	27	Drexler	VS		Alles was Flügel hat - Experimente
TMW	6.11.	09:00-11:00	4c		Selner-Schimek	VBS		Workshop "Fliegen u. Flugpioniere" Raketen etc.
TMW	26.11.	09:30-11:30	4c	27	Drexler	VS		Fliegen und drehen - es bewegt sich doch!

IFAU

Exkursion

TMW	25.11.	10:00	Zintl / Vogl	VS	Aschach	"Von der Natur abgeschaut" , Bergwerkf.
TMW	12.11.	10:00	Hochpöcher	VS	Gaflenz	"Von der Natur abgeschaut"
TMW	7.11.	10:00	Faschinger	VS	Maria Neustift	"Von der Natur abgeschaut", Bergwerkf.
TMW	11.11.	10:00	Gruber	VS	Kleinreifling.	"Von der Natur abgeschaut"
TMW	19.11.	10:00	Stinglmeier	VS	Reichraming	"Von der Natur abgeschaut", Bergwerkf.
TMW	20.11.	10:00	Hanusch	VS	Weyer	"Von der Natur abgeschaut", Bergwerkf.

4.5 Praktische Umsetzung

4.5.1 Voraussetzungen und Strukturen

Ein Forschungs- und Arbeitsschwerpunkt der naturwissenschaftlich orientierten Sachunterrichtsdidaktik ist die Kooperation mit außerschulischen Lernorten. So zielt auch das Kooperationsprojekt der KPH/Sachunterrichtsdidaktik mit dem TMW auf eine gewinnbringende Vernetzung von Schule, Hochschule und Museum. Unter dem Aspekt des forschenden Lernens sollen Lernmöglichkeiten entfaltet werden, indem sich im Sinne einer „Komplementären Didaktik“ die Institutionen bei der Zusammenarbeit gegenseitig ergänzen und die jeweiligen Ressourcen nutzen.

Durch diesen Anspruch und durch die thematische und inhaltliche Breite des Sachunterrichts und seiner Umsetzung in den einzelnen Klassen sowie der Fülle an Exponaten des TMW begründet sich die Entscheidung der Kooperationsverantwortlichen, **von einem vorgegebenen Programm Abstand zu nehmen. Vielmehr lag der Fokus auf Unterstützung individueller Lehr- und Lernwege für jede Klasse.** So lag die herausfordernde Aufgabe darin, je nach Themenwahl Ressourcen und methodische Inhalte und Verfahren verfügbar zu machen. So konnte sichergestellt werden, dass zentrale Fragen den Ausgangspunkt für die jeweiligen Forschungsvorhaben und die damit verbundenen Prozesse bildeten.

Spuren zu ziehen und zu begehen bedeutet auch offen zu sein für Lernwege, die eingeschlagen werden. So wurde diese Kooperation auch als Eingehen auf individuelle Bedürfnisse und individuelle Unterstützung aller Beteiligten verstanden. Wir verweisen auch hier auf einen vielperspektivischen Ansatz. Begleitung wollte flexibel, bedarfsorientiert, themenzentriert, praxisnah und dennoch theoretisch fundiert den hohen Ansprüchen komplexer Bildungsprozesse gerecht werden. Dazu wurden für die Umsetzung die folgenden Strukturen implementiert:

Die Besuche des TM in den Klassen:

Von Seiten des Museums erfolgten Besuche in den Klassen, mit dem Ziel, schwerpunktmäßig thematische Beiträge zu liefern und „Forschungsbedürfnisse“ aufzugreifen.

Science Cafés:

Als Forum für alle Akteur/innen gedacht, um ohne institutionelle Schranken „auf einer Ebene“ zu kommunizieren, ermöglichten diese in regelmäßigen Abständen stattfindenden Treffen eine kollegiale, ungezwungene Kommunikation aller Beteiligten aus Museum, Schule und Hochschule. Vorgangsweisen, Ideen, Inhalte wurden diskutiert, Schwerpunkte, Wünsche und Bedürfnisse formuliert und Programme, Termine und Abläufe besprochen. Außerdem erfolgte laufend ein kritisch-konstruktiver Austausch und gegenseitiges Feedback.

Veranstaltungen an der KPH

Veranstaltungen an der KPH zur Theorie des Forschenden Lernens, zu didaktischen und fachlichen Inhalten für alle Lehrerinnen und Studierende ergänzten und begleiteten diesen Prozess in den Bereichen Fortbildung, Ausbildung.

Ausbildung:

Die Studierenden erhielten die Möglichkeit, Ansatz und Methoden forschenden Lernens in für Schülerinnen und Schüler bedeutsamen Kontexten zu realisieren und somit einen engen Theorie - Praxisbezug herzustellen. Somit konnte nachhaltiges Professionswissen aufgebaut werden.

Fortbildung:

Mit Veranstaltungen zu Ansatz und Methoden forschenden Lernens sowie zu sachunterrichtlichen Themenschwerpunkten wurden laufend relevante Interessens- und Problemfelder aufgegriffen. Die Herangehensweise, welche die jeweils eigene Unterrichtspraxis reflektierte, ermöglichte eine äußerst intensive Auseinandersetzung.

Coaching:

Projektberatung, das Klären fachlicher und fachdidaktischer Fragestellungen vor Ort und somit das Herstellen aktiver Zugänge sowohl zum forschenden Lernen wie auch zum außerschulischen Lernort.

Events:

Lehrerinnen und Studierende der KPH erhielten die Möglichkeit, spezielle Sammlungen und deren Besonderheiten sowie aktuelle Ausstellungsschwerpunkte kennen zu lernen.

Materialien

Im Laufe des Projekts zeigte sich zum Teil großer Bedarf nach geeigneten Unterrichtsmaterialien, die nicht mehr durch Eigenleistungen der Lehrerinnen erstellt werden konnten. Als Reaktion startete das TMW den Verleih von Unterrichtsmaterial. So konnte die Unterrichtsarbeit der Lehrerinnen unterstützt werden.

4.5.2 Module

Jedes Modul setzte sich aus mehreren Unterrichtseinheiten zusammen, die größtenteils im TMW abliefen. Wie aus der obigen Tabelle abzulesen, wurden einige Einheiten auch in der Schule abgehalten. Weiters wurden von den Studenten/innen der KPH bzw. den Klassenlehrerinnen Unterrichtseinheiten zum Modulthema im Sachunterricht bzw. fächerübergreifend gestaltet.

Modul 1: Musik liegt in der Luft.

Warum hören wir Stimmen, Töne und Geräusche? Was ist der Unterschied zwischen einem Geräusch und einem Ton? Wie fühlt sich ein Ton an? Kann ich Töne verändern und wodurch?

Übungseinheiten: Einstieg-Workshop
 "Hast Du Töne" - Raum und Klänge hören
 "Hands-on - Voice-on" (Forschen mit allen Sinnen)
 "Haydn [er]lebt!"
 "Hast Du Töne" - Laservibrometrie



Abb. 4: „Hast Du Töne“: Mit dem Phonographen.

Modul 2: Schmeckt Erdbeerjoghurt nach Erdbeeren?

Innerhalb der ehemaligen Sonderausstellung „Geschmacksache“ wurde anhand von Erdbeerjoghurt die Vernetzung des Geschmacks- Geruchs- und Sehsinns aufgearbeitet. Ein Sensorikworkshop konnte je nach Schwerpunktsetzung als eine Einheit oder in zwei Unterrichtsblöcken absolviert werden. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Kompetenzsteigerung in der Beobachtung von Sinnesreizen und Sinnestäuschungen (z.B. Zusammenhang Farbe - Geschmack) gelegt.

Übungseinheiten: Einstieg-Workshop
 Workshop „Geschmack“ (Forschen m. allen Sinnen)
 Schokolade (mehrere Einheiten)
 Sensorik-Workshop (2 Blöcke)



Abb. 5: Kinder beim Workshop „Geschmack“

Modul 3: Abenteuer Forschung – Forschen mit allen Sinnen!

Die Neugierde ist Basis jeder Forschungstätigkeit. Anhand von Fragestellungen, Versuchsreihen, Forscher/innengesprächen und dem Besuch der Sonderausstellung zur Grundlagenforschung im TMW soll das Interesse, die Freude und das Verständnis für Naturwissenschaft geweckt bzw. gefördert werden.

Übungseinheiten: Einstieg-Workshop „Strom“
Glühbirne „Hintergrundwissen [Rendl]“
Experimentieren „Magnetismus“
Abschlusspräsentation „Mir geht ein Licht auf“

Übungseinheiten: Einstieg-Workshop „Wasser und vieles mehr“
Lebensquell Wasser (Hintergrundwissen Bruck)
Wasser und vieles mehr (Vertiefung)

Übungseinheiten: Einstieg-Workshop „Fliegen“
Workshop „Oberflächen“ – Materialzusammenhang
Workshop „Fliegen – Flugpioniere“ und Experimente
Alles was Flügel hat (Experimente)
Fliegen und drehen - es bewegt sich doch!



Abb. 6: Wie fliegt ein Hubschrauber? Erklärung anhand einer Abbildung.



Abb. 7: Experiment mit einem einfachen Hubschrauber-Modell (Rotor aus Plastik)

Einige Klassen absolvierten nur ein Modul, andere entschieden sich, auch Teile anderer Module dazuzunehmen.

4.5.3 Didaktische Methoden

Die Motivation, sich als außerschulischer Lernort am Projekt „Forschend Lernen“ zu beteiligen, beruht vor allem darauf, Kinder aller sozialer Schichten und mit

Migrationshintergrund für „selbständig erworbenen Wissensgewinn“ zu interessieren. Die Vorteile des Unterrichtskonzeptes „Forschend Lernen“ sind gerade bei sprachlich unterschiedlich strukturierten Klassen nicht von der Hand zu weisen, da hier durch vorgegebene Minimalstrukturierungen eine große Selbstwert–Steigerung erzielt werden kann, siehe dazu auch Kapitel Begleitforschung. Die hier gezeigten Beispiele können jeweils als Einzelmodule (z.B. Einstiegs-Workshop) eingesetzt werden, oder sollen den „selbstständig erworbenen Wissensgewinn“ unterstützen.

⇒ Beim **hypothesegeleiteten Lernen**

wird grundsätzlich die folgende Reihenfolge eingehalten:

1. Vermuten
2. Beobachten
3. Argumentieren
4. Hypothese bilden
5. Überprüfen

Es ist aber auch (abhängig vom speziellen Fall) möglich, nur wenige der oberen Schritte durchzuführen.

Bei einem Einstiegs-Workshop wird das Thema (oder das Projekt) vorgestellt. Dabei sollen die Schüler/innen ihre ersten Vermutungen zum kommenden Prozess äußern. Hilfreich ist das Anlegen einer Forscher/innen-Mappe, in der das im Lauf des Projekts gesammelte Material von den Kindern abgelegt werden soll. Siehe dazu die Bastelanleitung „Forscher/innen-Mappe“.

Bei Bedarf kann auch in dieser ersten Einheit mittels Fragebogen eine Evaluierung begonnen werden, indem in einer pre-Phase der status-quo erhoben wird, um mit den Ergebnissen der post-Phase vergleichen zu können (siehe Anhang Fragebögen). Am folgenden Beispiel wird demonstriert, wie ein Experiment in seinen Phasen bestimmte Lernvorgänge unterstützt.

„Wie hoch springt ein Ball?“ – Hypothesegeleitetes Experimentieren

Was geschieht: Fällt ein Ball aus einer bestimmten Höhe auf den Boden, so springt er zwar zurück, erreicht aber niemals dieselbe Höhe. Liegt jedoch auf dem Ball ein kleinerer, so springt dieser nach dem Aufprall wesentlich höher als die Stelle, von der beide losgelassen wurden.

Welche Denkschritte sind erforderlich?

1. Schritt des Experiments:

Annahmen treffen:

1. Frage: Was passiert, wenn der Ball den Boden berührt?

2. Frage: Wie hoch springt er zurück?

Beobachten:

wie hoch springt er zurück.

Hypothese formulieren:

1. Frage: Was ist die Ursache, dass er zurückspringt?

2. Frage: Warum kehrt er nicht in seine ursprüngliche Ausgangsposition zurück?

2. Schritt des Experiments:

Annahme treffen:

1. Frage: Was passiert mit dem zweiten kleinen Ball, wenn der erste den Boden berührt?

2. Frage: springt auch er zurück und wie hoch?

Beobachten:

Was passiert wirklich mit dem zweiten Ball? Funktioniert das Experiment immer gleich? Was muss man beachten?

Hypothese formulieren:

1. Frage: Warum springt er sehr hoch?

2. Frage: Wo kommt die zusätzliche Antriebskraft her?

3. Schritt: Überprüfung

Wie hoch springt der große Ball beim ersten und beim zweiten Teil des Experiments zurück?

Was passiert, wenn man einen unelastischen Ball verwendet? Geht es auch mit einem dritten Ball?



Abb. 8: Der Versuch mit drei Bällen. Eine Person hält den großen Ball, auf dem ein kleiner liegt. Die Kinder versuchen, einen dritten Ball draufzulegen. Kommando: Achtung – fertig – los!

4. Schritt: Schlussfolgerung und Erkenntnisgewinn

Jeder bewegte Körper ist imstande, die in ihm gleichsam „gespeicherte“ Antriebskraft an andere Körper weiterzugeben. Man nennt diese gespeicherte Arbeitsfähigkeit „Energie“. Zur Auflockerung des Ablaufs kann man das Experiment auch als Wettbewerb durchführen (bei wem springt der kleine Ball am höchsten?)

An einem zweiten Beispiel wird der Einsatz von Analogieschlüssen gezeigt:

„Katapultstart“ – Transferwissen

Was geschieht: mittels einer Art Gummiband-Schleuder wird ein Flugzeugmodell in Bewegung gesetzt.

1. Schritt des Experiments:

Annahmen treffen:

1. Frage: Was passiert, wenn das Flugzeug losgelassen wird?
2. Frage: Wie weit fliegt es?

Beobachten:

Wie verläuft der Flug?



Abb. 9: Versuch: Warum sind die Flugbahnen unterschiedlich? Die unterschiedlichen Flugbahnen sind als gelbe Linien gekennzeichnet.



Abb. 10: Das Gummiflugmodell. Es handelt sich um ein aus leichtem Styropor gefertigtes Flugzeug und einem Handgriff mit Gummiband.

Hypothese formulieren:

1. Frage: Was ist die Ursache, dass etwas fliegt?
2. Frage: Warum sind die Flugbahnen unterschiedlich?
3. Frage: Sind sie nur bei mehreren Personen unterschiedlich oder auch bei mehrmaligen Startversuchen?

2. Schritt: Überprüfung

Wie verändert sich die Flugbahn, wenn ich die Spannung beim Gummiband oder den Abflugwinkel verändere? Wie beeinflusst die Bauform des Modells die Flugbahn und Flugweite?

3. Schritt: Wissenstransfer zum historischen Original

Gummibandmodell Kress

Schon Flugpioniere wie Wilhelm Kress haben Gummiband-Flugzeugmodelle gebaut. Aber auch die Funktionsweise eines Katapultstarts – z.B. auf Flugzeugträgern oder wie bei dem im Technischen Museum Wien ausgestellten historischen Flugzeugmodell – kann auf diese Weise leicht verständlich erklärt werden.



Abb. 11: Dieses Bild zeigt das Gummiband -Flugmodell von Wilhelm Kress (1880), ca. 30 cm breit und insgesamt 40 cm lang. Erwähnenswert sind die Propellerflügel, ähnlich groß wie die Tragflügel. Die Spannvorrichtung befindet sich in einem Holzkasten an der Rückseite des Flugzeuges.

- Bei der Methode des Anchored-based learning

wird mittels eines Bezugsobjekts (Puppe, Maskottchen etc.) ein roter Faden durch die einzelnen Projektmodule hergestellt und geholfen, Anfangsbarrieren zu überwinden bzw. dient während der gesamten Projektabfolge als „Anker“ für einzelne Lernschritte. Diese Methode eignet sich daher auch besonders gut für unterschiedlich strukturierte Klassen, beispielsweise hoher Anteil von Kindern mit Deutsch als Zweitsprache oder Kinder mit besonderem Förderbedarf.

Die folgenden Abbildungen entstammen dem Modul „Schokolade“, VS Lortzinggasse, bei dem diese Methode verwendet wurde. In diesem Fall war es ein sogenannter „Klangfrosch“, der mittels eines Stabes durch Reiben seines Kammes einen quakenden Laut von sich gibt. Die Kinder taufen ihn „Twinky“. Es ist nicht nötig, dass ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen Maskottchen und Thematik besteht. Es handelt sich dabei eine rein emotionale Verknüpfung.



Abb. 12: Der Klangfrosch „Twinky“



Abb. 13: Der Ausschnitt aus einem Poster zeigt den Frosch „Twinky“ als Animator, einen Forscherbogen und einen Zettel zum Notieren von Vermutungen.

Die Einbindung in das Unterrichtsgeschehen zeigt der Ausschnitt aus einem Poster, den die Schüler/innen als Dokumentation zum Projekt „Schokolade“ begleitend erstellt haben.

- Das Anlegen einer **Forschermappe**

ist ein wesentlicher didaktischer Schritt, systematisch Material zu bewerten und zu sammeln. Erster Motivationsschritt für die Kinder ist die selbständige Gestaltung dieser Forschermappe. (siehe „Materialien“). Danach können dann für die Kinder alle wesentlichen Dinge – Lernblätter, Materialien, aber auch „persönliche Objekte“ - darin aufbewahrt werden. Seitens der Lehrkraft dient die Forschermappe zur Evaluierung, insbesondere den Kompetenzzuwachs festzustellen.

- Das Ausfüllen von **Lernblättern**

dient ebenso wie die Arbeit mit der Forschermappe dazu, erworbenes Wissen zu festigen und Wissensfragen einzeln oder in Kleingruppen zu erarbeiten. Mehrere Lernblätter ergeben einen „roten Faden“ im Ablauf eines Moduls und somit ein Hilfe zum schrittweisen Lösen eines Problems bzw. zur Auswahl von Herangehensweisen.

- Eine weiterer Methode ist die Nutzung von **Cartoons**,

die sich besonders für Einstiegsworkshops eignet. In unserem Fall wurden die Kinder zum ersten Mal zu Überlegungen zu den Themen Forschung, Naturwissenschaft und Technik eingeladen. Die Cartoons eignen sich auf für den bilingualen Unterricht, in dem sie verwendet wurden. Die im Anhang beigefügten Beispiele behandeln die Themen Observing, Classifying, Defining, Investigating, Measuring, Predicting, Making models usw.⁶ Eine entsprechend adaptierte deutsche Version ist ebenfalls während des Projekts entstanden. Auch steht für die naturwissenschaftliche Sachunterrichtsdidaktik der KPH ein handlungsorientierter Ansatz im Zentrum von Unterrichtsarbeit, der in Form forschenden Lernens realisiert wird. Basierend auf einem moderat konstruktivistischen Verständnis von

⁶ Siehe dazu Ostlund und Mercier, Assessments.

Lernen erfolgt dabei eine Orientierung an spezifischen Methoden (O'Brian 2002), die in den Cartoons ihren Niederschlag finden.

OBSERVING

We observe when we use one or more of our senses to find out about objects, events, or living things. An observation is a fact learned directly through the senses.



How do I make accurate observations?

1. Use as many senses as you can when you observe. Never taste unless you are told to taste something.
2. Think about how you can use your senses to obtain information about an object or event. Pick up an object, feel it, smell it.
3. Describe only what you observe directly with your senses.
4. Notice things that are changing. Include observations before, during and after the change.

19

© 1996 Mercier / Ostlund

Abb. 14: Beispiel eines Cartoons

• Einzel- und Gruppenarbeit

erfolgt vorzugsweise unter Einbeziehung von Experimenten, deren Ergebnis beschrieben bzw. interpretiert werden soll. Um möglichst jeden in einer Gruppe zu Wort kommen zu lassen, wird vor Beginn der Arbeit jeweils ein anderer „Sprecher“ für die abschließende Präsentation festgelegt.



Abb. 15: Klangerzeugung mittels eines rasch rotierenden Schlauches. Verschiedene Obertöne bei verschiedenen Geschwindigkeiten.



Abb. 16: Eine Kleingruppe untersucht unter dem Mikroskop verschiedene Materialien. Danach werden die Ergebnisse besprochen und präsentiert.

• Interaktive Experimente (Hands-on)

Die seit der Gründung der „Urania“ 1888 in Berlin in der Naturwissenschaftsvermittlung benützte Methode, wissenschaftlichen „Laien“ die Möglichkeit zu geben, selbst Experimente durchführen zu können (in diesem Fall die Experimentiersäle), findet sich in vielfältig veränderter Weise bis heute wieder. Seit der Gründung des Exploratoriums 1969 in San Francisco durch Frank Oppenheimer wird diese Vermittlungsmethode vor allem in Science Centers gepflegt und wurde im Zuge der Wiedereröffnung des TMW erstmals in Zentraleuropa konsequenter Weise in eine konventionelle Schausammlung integriert. Hands-on eignen sich besonders gut, beim forschenden Lernen verwendet zu werden, denn es finden sich alle dort benützte Prinzipien beim Arbeiten mit Hands-on wieder:

- Fragestellung an das Exponat, ohne den Ausgang zu wissen
- Interpretation des Ergebnisses
- Veränderbarkeit der Anordnung und damit Beobachtung des Einflusses auf das Ergebnis.



Abb. 17: Das „Zylinderoszilloskop“ zur Demonstration von Saitenschwingungen beim Einsatz 2009 anlässlich des „Festival of Science“ im Wiener Museumsquartier.

- **Ergebnispräsentation**

Präsentationen erfolgten in unterschiedlicher Weise, entweder nach bestimmten Aufgabenstellungen (z.B. bei Kleingruppen- oder Einzelarbeit nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit) oder nach Abschluss eines Moduls oder der Arbeit mit einer bestimmten Klasse. Besonderer Wert wurde auf eine korrekte Formulierung und verständliche Darstellung gelegt. Dazu gehören ausreichende Argumente und/oder eine Demonstration.



Abb. 18: Präsentation Einheit Material/Oberflächen: Welche Belastung halten gewölbte Oberflächen aus (Beispiel Eierschalen „egg-test“).

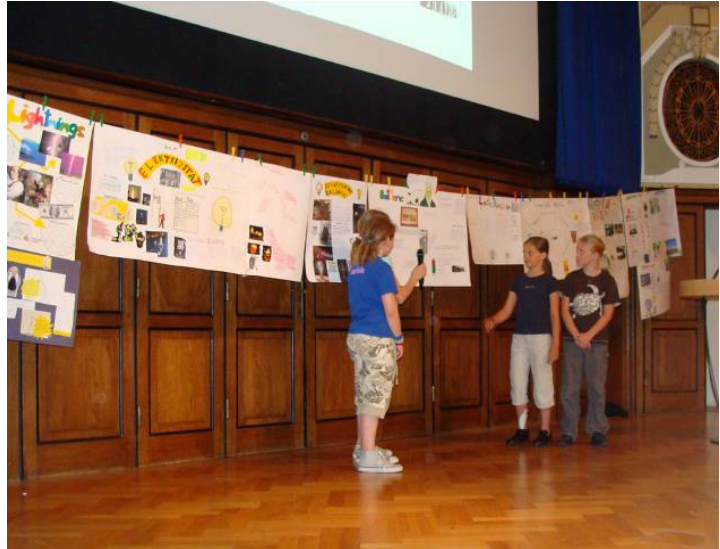


Abb. 19: Abschlussveranstaltung im Festsaal des TMW. Die Kinder erläutern mit selbsterstellten Postern das Thema Elektrizität. Bilingual.

- **Führung**

Bei diesen Tätigkeiten, die durch eine/n Mitarbeiter/in des Technischen Museums durchgeführt werden, geht es darum, zu dem gewählten Modul - Thema (z.B. Schokolade oder Elektrischer Strom) Hintergrundwissen anzubieten.

Die Kinder können dabei

- - „genießen“, d.h. historische Objekte zum ersten Mal dreidimensional betrachten,
- - „erkennen“, eigene Vermutungen in Zusammenhang mit Originalen bringen und
- - „be-greifen“, Wissenstransfer zwischen Hands-on und historischem Original eigenständig durchführen

Die dafür genutzten Ausstellungsbereiche bzw. Objekte sind nach den oben genannten Kriterien ausgewählt.

4.6 Begleitforschung und Evaluierung

4.6.1 Abstract

Die Ergebnisse entstanden durch Erhebung mittels Fragebogen, Interviews mit den Lehrkräften, Beobachtung, Fotodokumentation und Protokollen. Die Auswertung erfolgte quantitativ und qualitativ anhand der vorab gewählten Fragestellungen. Besonderes Augenmerk wurde auf den Einfluss der Muttersprache bzw. Zweitsprache gelegt.

„Forschendes Lernen“ erwies sich als außerordentlich wirksame Methode, Lernfortschritte und Kompetenzsteigerung sowohl in sozialer, kognitiver und konzeptioneller Hinsicht bei den Schüler/innen zu bewirken. Die Fähigkeit, schlussfolgernd zu denken und richtig zu formulieren wurde bei allen Schüler/innen besonders entwickelt. Bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache konnte zusätzlich ein erheblicher Zuwachs an Sprachgewandtheit (sowohl mündlich als auch schriftlich) erzielt werden, was sich fächerübergreifend positiv auswirkte. „Bewegtes Lernen“ und die Montessori-Methode erwiesen sich dabei als förderlich.

Obwohl seit langem beklagt, ändert sich an der Stellung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts wenig. Umso wichtiger erwies sich die Einbindung von Lehrerinnen in Projekte forschenden Lernens, um nachhaltige Auswirkungen auf Unterricht zu initiieren und eine konzeptuelle Veränderung dieser Zielgruppe bezüglich ihrer eigenen Vorstellungen zu Unterricht in naturwissenschaftlichen Bereichen des Sachunterrichts sowie zur eigenen Unterrichtspraxis herbeizuführen. Die Ergebnisse des Projektes sollen in zukünftige Kooperationskonzepte einfließen.

4.6.2 Einleitung

Seitens des TMW wurden Fragebogen prä und post an die Schüler/innen ausgeteilt und die dadurch gewonnenen Daten quantitativ und qualitativ ausgewertet. Von den Kindern wurde ein Forschertagebuch oder eine Forschermappe geführt. Weiters wurden Übungseinheiten im TMW bzw. den Schulen mittels Fotos und Protokollen dokumentiert.

Seitens der KPH erfolgten Lehrerinterviews prä und post anhand eines Leitfadens. Ziel war, den Prozessverlauf begleitend zu beobachten und zu reflektieren. Die Auswertung erfolgt im Rahmen einer Bachelorarbeit durch eine Studentin.

„Seine Muttersprache kann das Kind ohnehin, die braucht es nicht zu lernen. Die sprechen wir ohnehin in der Familie“.⁷

Aufgrund der großen Anzahl an Besucher/innen mit Migrationshintergrund konzentrierte sich von vornherein das besondere Interesse bei der Begleitforschung seitens des TMW auf die zentrale Frage, ob und wie durch Lernkonzepte wie „Forschend Lernen“ die sozialen, kognitiven und kommunikativen Kompetenzen der Schüler/innen mit nichtdeutscher Muttersprache nachhaltig beeinflussbar sind.

⁷ De Cillia, Rudolf: Spracherwerb in der Migration. Informationsblätter des Referats für Migration und Schule Nr. 3/2009.

4.6.3 Methoden

Um diese Fragen beantworten zu können, wurden von allen teilnehmenden Schüler/innen mittels Fragebogen folgende Daten erhoben:

Quantitative Daten:

Die für das Projekt relevanten Personaldaten wurden mittels der kursiv gedruckten Fragen erhoben.

Bist du ein Mädchen oder ein Bub?

Diese Auswertungen wurden auch hinsichtlich Gender-Frage und Selbstwert-Einschätzung herangezogen.

Wie alt bist du?

In welcher Sprache spricht ihr vorwiegend zu Hause?

In welcher Sprache möchtest du etwas erklärt bekommen?

Qualitative Daten:

Grundlage für die Auswertung im TMW waren folgende Fragestellungen:

Fragen zu den Kompetenzen der SchülerInnen:

- Welche Kompetenzen haben Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache oder mit besonderen Bedürfnissen zu Beginn des Programms, danach und nachhaltig?
- Wirkung des forschend-begründenden Lernens auf Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache
- Gibt es Unterschiede in Interessensschwerpunkten bei Buben und Mädchen?
- Wie lange hält das Interesse nach einem Besuch einer Science Center Einrichtung an?
- In welchem Ausmaß können themenspezifische Kompetenzen erworben werden?
- Unter welchen Bedingungen werden Kompetenzen gefördert?
- Frage nach der Selbsteinschätzung bzw. Selbstwert der Schüler/innen

Fragen zur Rolle von Science Center Einrichtungen und den Rahmenbedingungen:

- Was können Science Center Einrichtungen oder außerschulische Lernorte für Schülerinnen und Schüler, aber auch für Schulen leisten?
- Welche Voraussetzungen bzw. Ressourcen benötigen Science Center Einrichtungen um eine für den Unterricht ergänzende Funktion zu erfüllen?

4.6.4 Begleitende Maßnahmen zur Dokumentation und Evaluierung

Um den Ebenen des Projekts entsprechen zu können und um einen differenzierten Blick auf den Projektablauf und dessen Prozesse zu erhalten, wurden unterschiedliche Daten erhoben.

Aktion	Methode	durchführende Institution
Leitfadeninterviews mit den teilnehmenden Praxislehrerinnen bez. deren Erwartungen an das TMW als außerschulischen Lernort	Interviews - Qualitative Inhaltsanalyse	KPH/Fachdidaktik Sachunterricht (in Hinkunft FDSU)
Leitfadeninterviews mit den teilnehmenden Schüler/innen zu deren Wissenschaftsverständnis	Interviews - Qualitative Inhaltsanalyse	TMW
Arbeitstreffen TMW - KPH/ FDSU bez.: - Konzepterstellung und konzeptueller Anpassungen, Programmabstimmungen, Entwicklung von Lernsettings - Weitergabe von Informationen - Einbringen fachdidaktischer Perspektiven und fachdidaktische Beratung in die Konzeption und Durchführung des Kooperationsprojekts - Einbringen museums-pädagogischer Perspektiven in die Konzeption und Durchführung des Kooperationsprojekts	Protokolle	TMW und KPH/FDSU KPH/FDSU TMW
Arbeitstreffen Lehrerinnen - KPH/FDSU bez. fachlicher und fachdidaktischen Schwerpunkten und Umsetzungsmöglichkeiten	Protokolle	KPH/FDSU
Arbeitstreffen Studierende - KPH/FDSU bez. fachlicher und fachdid. Schwerpunkte und Bachelorarbeiten	Protokolle	KPH/FDSU
Projektverlauf Ausstellungsbesuche individuellen Schwerpunkten der jeweiligen Klassen bzw. zu Schwerpunkten des TMW	Portfolio und/oder Lerntagebücher	Lehrerinnen
Dokumentation der Arbeit in Schule und Museum der permanenten, begleitenden Entwicklungsarbeit	Protokolle	KPH/FDSU
Dokumentation der permanenten, begleitenden Entwicklungsarbeit	Aufzeichnungen	TMW/KPH
Workshops im TMW	Protokolle	TMW
Workshops an der KPH zum „Forschenden Lernen im SU“	Protokolle	KPH/FDSU
Science Cafes	Protokolle der	KPH/FDSU, TMW, Lehrerinnen

Erfahrungsaustausch, Beratung, Information	Gruppendiskussionen	
Coaching und Beratung der Lehrerinnen im museumspädagogischen Bereich	Konzepterstellung	TMW
Coaching und Beratung der Lehrerinnen im sachunterrichtsdidaktischen Bereich	Konzepterstellung	KPD/FDSU
Dokumentation von im Projekt entwickelten Produkten und Arbeitsmitteln	Beschreibung	KPH/FDSU TMW
Evaluation von Einzelaspekten	Befragung von Einzelpersonen (Studierende, Lehrerinnen qualit. Auswertung)	TMW und KPH/FDSU

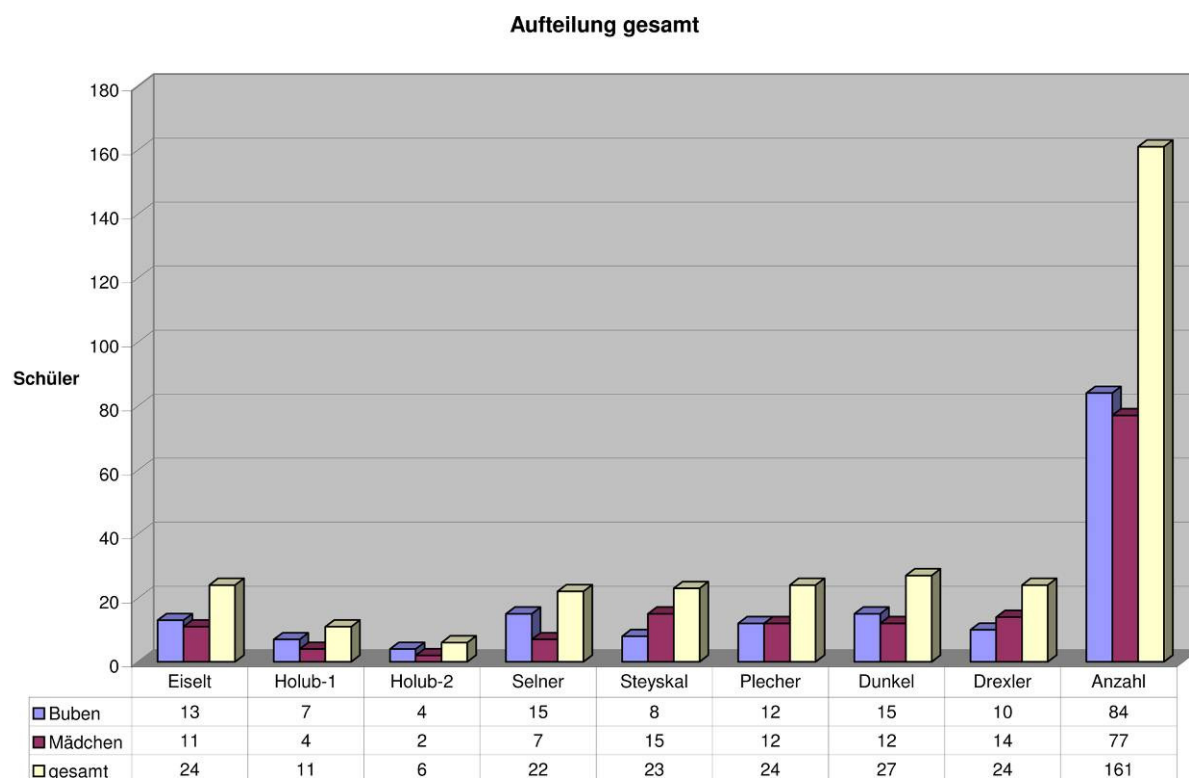
4.6.5 Ergebnisse

Vorausgeschickt wird, dass (obwohl die Größe des Sampels für statistische Zwecke gering war) auf die numerische Erfassung von Daten großer Wert gelegt wurde. Quantitative Daten haben hier nicht den Stellenwert wie in der klassischen empirischen Sozialforschung, weil sie oft von der komplexen Struktur kleinräumiger Praxis zuwenig abbilden. Trotzdem haben quantitative Merkmale in unserem Denken große Bedeutung. Häufig ist intuitives Zählen Voraussetzung für die Bildung von Kategorien. Es geht hier um einen Überblick über die Verhältnisse und das Herausschälen von Vorurteilen (insbesondere, was Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache betrifft) bzw. um festzustellen, ob Ereignisse, die sich an Daten von wenigen Personen herauskristallisiert haben, breitere Gültigkeit haben.⁸

Aufgrund der formulierten Ziele des Projekts wurde in einem ersten Schritt einer Evaluierung einerseits die Verteilung der Muttersprachen bzw. die Wahl der Sprache Deutsch als Zweitsprache, sowie der Wunsch nach einer momentan adäquaten Sprache in der Schule ermittelt.

⁸ Siehe dazu Altrichter, Posch (2007), S. 198ff.

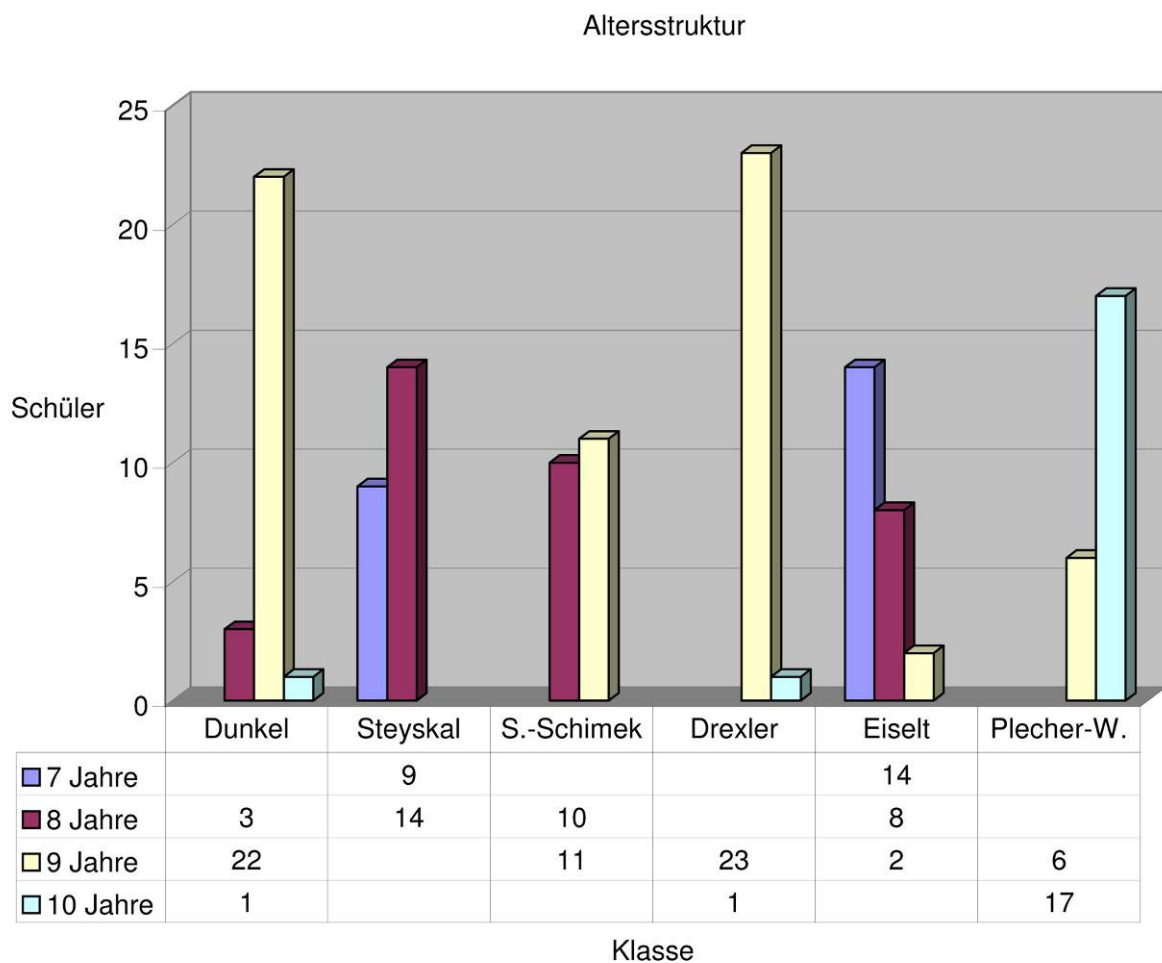
Tabelle 1: Schüler/innenanzahl gesamt nach Geschlecht



2. Aufteilung der Muttersprachen gesamt

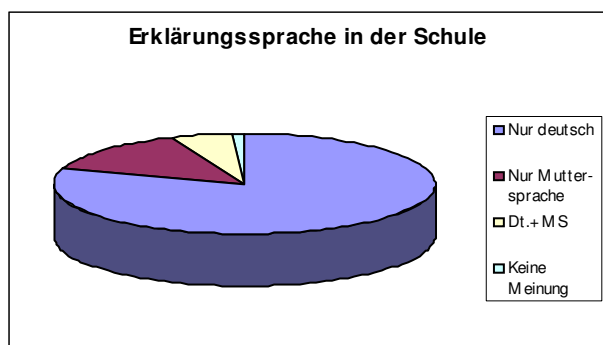
Muttersprache	Deutsch als Zweitsprache		in %
Deutsch	62		56,4
Türkisch	14	1	12,7
Albanisch	1	1	0,9
Arabisch	3		2,7
Bulgarisch	1		0,9
Chinesisch	1		0,9
Serbisch	7		6,4
Tschechisch	1		0,9
Spanisch	2	2	1,8
Ungarisch	1	1	0,9
Polnisch	4	1	3,6
Persisch	1	1	0,9
Jugoslawisch	1		0,9
Kroatisch	2		1,8
Bosnisch	1		0,9
Rumänisch	1		0,9
Englisch	4	2	3,6
Schwedisch	1	1	0,9
Lettisch	1	1	0,9
kein Kommentar	1		0,9

Tabelle 2: Altersstruktur in den Klassen



4. Wunsch nach Erklärungssprache im Unterricht

Gleich zu Projektbeginn zeigte sich, dass Sprachbarrieren eine geringere Rolle bei der Kompetenzerweiterung spielen als ursprünglich angenommen, da fast alle Beteiligten mit den



Inhalten zum ersten Mal konfrontiert wurden und daher kaum auf diesbezügliche Begriffsbildungen zurückgegriffen werden konnte. Dies bestätigte sich nach Auswertung aller gewonnenen Daten.

Daraus ergab sich eine nicht unmittelbar vorhersehbare Zunahme an sprachlicher Kompetenz und Formulierungsfreudigkeit, die dazu beitrug, wesentliche Hemmnisse

in der Kommunikation abzubauen. Demzufolge erweisen sich Schüler/innen, die sich im Schulbetrieb eher zurückhaltend verhielten, als auffällig kommunikativ. Daraus lässt sich

ableiten, dass der außerschulische Lernort für die Lernbereitschaft und die Kommunikationsfähigkeit einen außerordentlichen Beitrag leistet.

5. Selbsteinschätzung

Eine besonders aufschlussreiche statistische Auswertung ergab sich bei der Beurteilung der Selbsteinschätzung der Schüler/innen. Die Abfrage erfolgte mittels des bereits erwähnten pre-Fragebogens (im Anhang). Gefragt wurde:

Glaubst Du, dass Du selbst ein Experiment planen und durchführen kannst?

Löse ein paar Knobelaufgaben (Es handelte sich dabei um eine Art Gedankenexperiment mit 3 vorgeschlagenen Antwortmöglichkeiten)

A. Peter hat 6 gleiche Pflanzen geschenkt bekommen.
Er möchte herausfinden, ob die Pflanzen in der Sonne oder im Schatten besser wachsen. Was sollte Peter machen?

☐ Alle Pflanzen in die Sonne stellen und gießen.

☒ 3 Pflanzen in die Sonne stellen und 3 Pflanzen in den Schatten stellen und gießen.

☐ Alle Pflanzen in den Schatten stellen und gießen.



Abb. 20: Ausschnitt aus einem dieser Fragebögen

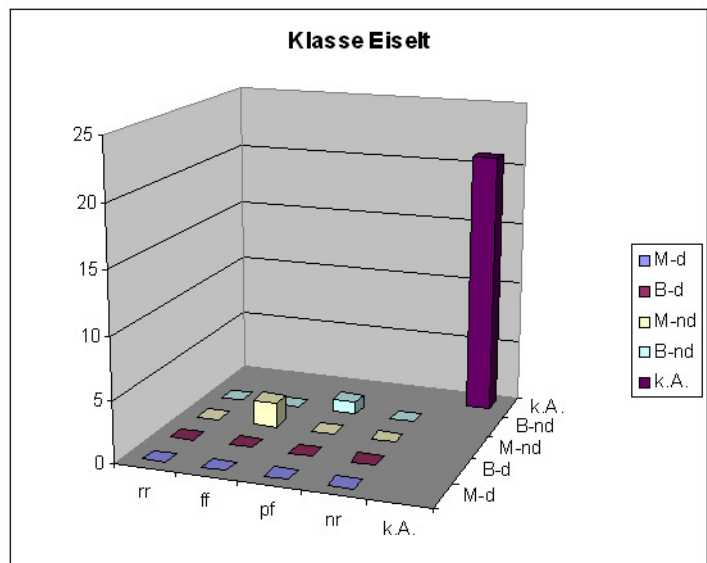
Die gegebenen Antworten wurden mit dem Geschlecht und der Muttersprache korreliert. Dabei bedeutet:

- rr traut sich zu und gibt richtige Antwort
- ff traut sich nicht zu und gibt auch falsche Antwort
- pf traut sich zu, gibt aber falsche Antwort
- nr traut sich nicht zu, gibt aber richtige Antwort

- M-d Mädchen, deutsch
- B-d Bub, deutsch
- M-nd Mädchen, nichtdeutsch
- B-nd Bub, nichtdeutsch
- k.A.-d keine Angaben, deutsch
- k.A.-nd keine Angaben, nichtdeutsch

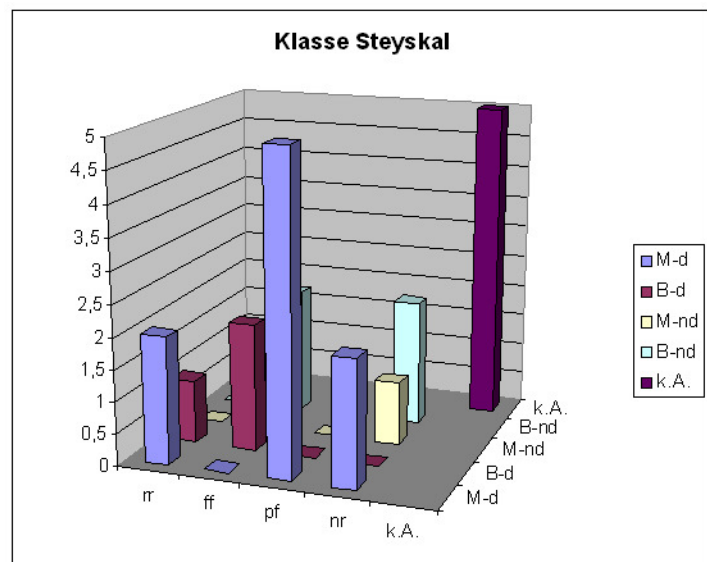
Klasse Eiselt: 3 deutsch,
21 nichtdeutsch

	rr	ff	pf	nr	k.A.
M-d	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
B-d	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
M-nd	0,0%	9,5%	0,0%	0,0%	
B-nd	0,0%	0,0%	4,8%	0,0%	
k.A.-d					100,0%
k.A.-nd					85,7%



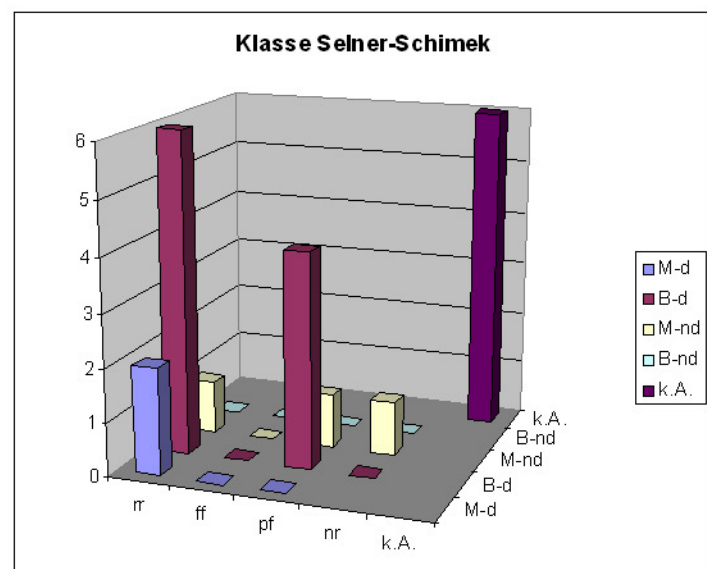
Klasse Steyskal: 17 deutsch,
6 nichtdeutsch

	rr	ff	pf	nr	k.A.
M-d	11,8%	0,0%	29,4%	11,8%	
B-d	5,9%	11,8%	0,0%	0,0%	
M-nd	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	
B-nd	0,0%	33,3%	16,7%	33,3%	
k.A.-d					17,6%
k.A.-nd					33,3%



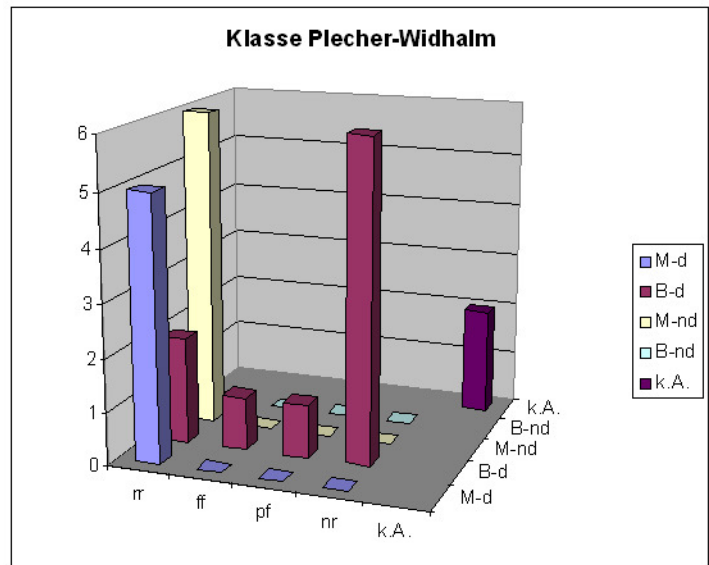
Klasse Selner-Schimek: 17 deutsch,
5 nichtdeutsch

	rr	ff	pf	nr	k.A.
M-d	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	
B-d	37,5%	0,0%	25,0%	0,0%	
M-nd	20,0%	0,0%	20,0%	20,0%	
B-nd	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
k.A.-d					25,0%
k.A.-nd					40,0%



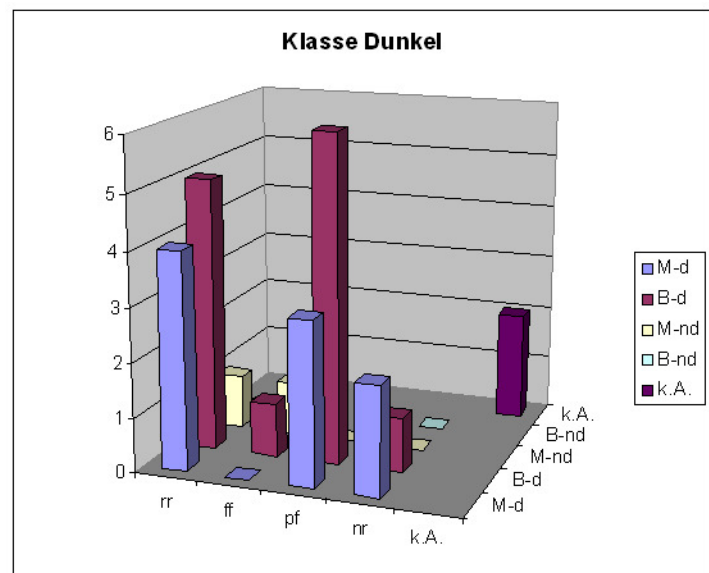
Klasse Plecher-Widhalm: 15 deutsch,
9 nichtdeutsch

	rr	ff	pf	nr	k.A.
M-d	29,4%	0,0%	0,0%	0,0%	
B-d	11,8%	5,9%	5,9%	35,3%	
M-nd	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
B-nd	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
k.A.-d					11,8%
k.A.-nd					0,0%



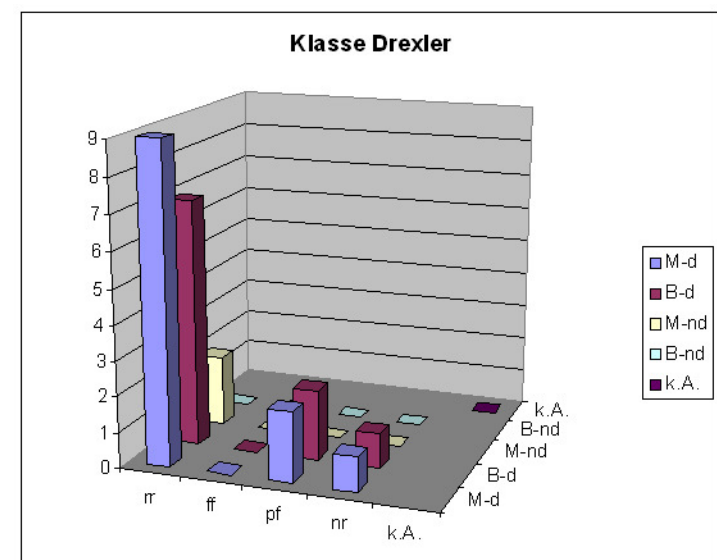
Klasse Dunkel: 23 deutsch,
3 nichtdeutsch

	rr	ff	pf	nr	k.A.
M-d	17,4%	0,0%	13,0%	8,7%	
B-d	21,7%	4,3%	26,1%	4,3%	
M-nd	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	
B-nd	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
k.A.-d					4,3%
k.A.-nd					33,3%



Klasse Drexler: 22 deutsch,
2 nichtdeutsch

	rr	ff	pf	nr	k.A.
M-d	40,9%	0,0%	9,1%	4,5%	
B-d	31,8%	0,0%	9,1%	4,5%	
M-nd	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
B-nd	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
k.A.-d					0,0%
k.A.-nd					0,0%



4.6.6 Daten aus den Lehrerinnen - Protokollen

Die erhobenen Daten stammen aus den Protokollen

- der Arbeitstreffen der Akteurinnen TMW/KPH
- der Science Cafes
- der Fortbildungen
- der Aufzeichnungen (Reflexionen/ Protokollen) von Studierenden

Den Projektprozess begleitend zu beforschen und zeitnah an den Aktionen und Veranstaltungen zu reflektieren und zu evaluieren, war hier das Ziel.

Dazu war eine Vielzahl von Kontakten der Projektverantwortlichen notwendig, die in Form von Treffen, bzw. medialen Kontakten erfolgten.

Auch erwies sich das Abarbeiten der Reflexionspunkte bzw. das Planen weiterer Vorgehensweisen als sehr zeitintensiv, was für Personen, die in unterschiedlichen Systemen agieren, eine Herausforderung darstellte. Dennoch sehen die Autorinnen dieses Prozedere als wertvolle Maßnahme selbst für Qualitätsentwicklung von Professionswissen.

Vorläufig ist aus den Interviews und den Daten der Protokolle zu erkennen, dass Lehrerinnen, obwohl sie Hürden in Form von Berührungsängsten und Scheu vor komplizierter, arbeitsaufwändiger Umsetzung überwinden müssen, gerne bereit sind, sich einem Projekt mit naturwissenschaftlichem Inhalt zu widmen, wenn ihnen Unterstützung und Begleitung ermöglicht wird.

Die Möglichkeit, sich in kollegiale „Foren“ einbringen zu können, wie dies am Beispiel Science Cafe erfolgte, wird gut angenommen. Geschätzt wird hier der kollegiale interinstitutionelle Austausch und die ungezwungene Kommunikation „auf einer Ebene“.

In Fortbildungsveranstaltungen ist die Bereitschaft der Lehrerinnen, sich mit komplexen theoretischen Inhalten auseinanderzusetzen sehr groß, was auch auf den hoch professionellen Zugangsweisen aller beteiligten Lehrerinnen schon zu Projektbeginn entsprach.

Sehr begrüßt wurde nach anfänglichen bzw. zeitweise organisatorischen Schwierigkeiten die Bereitschaft, auf Wünsche und Bedürfnisse zu reagieren.

Neben gelungener Unterstützung und Beratung durch die Kooperationspartner wurde auch der Verleih von Materialkisten positiv bewertet.

Erhobene Daten zeigen, dass es möglich war „Forschendes Lernen“ auf unterschiedlichen Ebenen durch Nutzung der Ressourcen in Museum und Hochschule anzuregen und zu fördern. Besonders erfreulich wird von den Projektkoordinatorinnen die Tatsachen gewertet, dass fast alle Teilnehmerinnen an einer Weiterführung des Projekts Interesse äußern.

Da die Bachelorarbeit noch nicht approbiert ist, wird nachfolgend nur eine Zusammenfassung wiedergegeben.

Zu Beginn wurden internalisierte Bilder vom TMW erhoben. Die Antworten ergaben Aussagen wie „Experimente, Nacht im Technischen Museum, Führungen mit Kindern, spannend und faszinierend, Erlebnispädagogik, viele Eindrücke und eine gute Führung, alte und neue Technik, beeindruckende Exponate, Staunen, ausprobieren dürfen“.

Motivationen zu Beginn für die Teilnahme am Projekt waren: die Absicht Kindern einen positiven Zugang zur Technik zu vermitteln und sie für technische Inhalte zu begeistern; zu erreichen, dass sich die Kinder auch privat für Museen interessieren; die Zusammenarbeit und der damit verbundene Erfahrungsaustausch mit anderen Lehrerinnen und den Museumspädagoginnen und Museumspädagogen; die Mädchen der Klasse an die Technik heranzuführen; die Liebe zur Projektarbeit; der Profit für die Kinder für ihre spätere Schullaufbahn und die Wichtigkeit des Forschens im Sachunterricht

An Erwartungen und Wünschen wurde am häufigsten der Wunsch nach inhaltlicher Unterstützung bei der Projektarbeit der Lehrerinnen genannt. Die meisten wünschten sich Führungen und Workshops, die zu ihrem Schwerpunktthema passen. Andere gingen bedeutend weiter wie: „ein fertiges, dem Lehrplan entsprechendes Programm für Workshops und Führungen, das die Kinder auch als Stationenbetrieb durchlaufen; also im Sachunterricht gibt es ja gewisse Grundthemen. Und die sollte das Museum für Schulen aufbereiten“.

An Führungen im Museum wünschte man sich eine passende Wahl der Ausstellungen sowie einen kindgerechteren Zugang. Die Inhalte sollen auf das Alter der Kinder abgestimmt und erklärt werden. Materialien für die eigene Unterrichtsarbeit wären für die Lehrerinnen wünschenswert, ihren Schwerpunktthemen entsprechend zur Vor- oder Nachbereitung der Museumsbesuche. Eine Lehrerin könnte sich vorstellen, dass das Museum passende Internetseiten oder Power Point Präsentationen zur Verfügung stellt, auf denen sich einerseits die Lehrerinnen und Lehrer und andererseits die Schülerinnen und Schüler informieren können.

Als gelungen wurden vor allem die Führungen von den Lehrerinnen äußerst positiv bewertet. Die Angebote waren für die Kinder sehr attraktiv, die Kinder konnten selbst ausprobieren und waren begeistert von den tollen Ausstellungsstücken. Eine Lehrerin beschreibt das Museum als „einfach ein tolles Gebäude mit tollen Möglichkeiten.“ Weiters zu Führungen: „Die waren spitze. Die waren pädagogisch in Ordnung, waren straff geführt, gut organisiert, abwechslungsreich.“

Kritisiert wurden Terminvereinbarungen mit dem Museum. Auch die Koordination im Museum hätte für die Lehrerinnen besser laufen können. Für eine Lehrerin hat es grundlegend an hands-on-Aktivitäten gefehlt. *„Also ich habe schon viel Bemühen gespürt, ja aber im Vergleich zu einem Kindermuseum Zoom wo es die Kinder auch gewohnt sind, war es ein bisschen verstaubt auch.“*

Offene Wünsche waren Erleichterung der Unterrichtsarbeit für Lehrerinnen und ein eigener Experimentier-Raum im Museum für die Aktivitäten. Ferner gekennzeichnete

„rote Fäden“ und ein konkretes Farbleitsystem für Schulklassen zu Themen des Sachunterrichts. Die Lehrerinnen äußerten den Wunsch nach einem Verleih von Materialboxen mit vorgefertigten Unterrichtsmaterialien, Stationen, Kopiervorlagen, Ideen und Anregungen für lehrplankonformen naturwissenschaftlichen Sachunterricht.

Von der KPH erwarteten sich die Lehrerinnen in erster Linie eine gute Betreuung und Unterstützung bei ihrer Projektarbeit. Im Konkreten bestand der Wunsch nach begleitenden Seminaren für Lehrerinnen und Lehrer mit wertvollen Tipps und Materialien zur Umsetzung des Projektes. Unterstützende Maßnahmen von Seiten der Hochschule werden in Form von Bereitstellen von Lernkoffern, Experimentierkisten oder einfache Unterlagen und Anregungen für ihre Unterrichtsarbeit gesehen. Erwartet wird auch ein klares pädagogisches Konzept für die intensive Zusammenarbeit mit den Studierenden.

Alle befragten Lehrerinnen empfanden die Kooperation mit der KPH als sehr gelungen. Die Lehrerinnen berichteten von einer guten Betreuung und Unterstützung mittels Ideen, Materialien und Gesprächen. Gut gefallen haben den Lehrerinnen vor allem die Fortbildungsveranstaltungen und Science Cafes.

Kritisiert wurde, dass die Zuteilung von Studentinnen und Studenten durch die Koordinationsstelle der Hochschule zum Teil nicht zufriedenstellend war. Auch mangelnde Information zu Projektbeginn hätte gefehlt: *„Ja also in welchem Ausmaß das erwartet wird, was ich erwarten kann vom Museum.“* Auch hier derselbe Wunsch nach einem Entleihsystem für Forscherkisten. Auf jeden Fall müsse die Zusammenarbeit mit den Studentinnen und Studenten besser koordiniert werden.

Motivation zu Projektende:

Alle Lehrerinnen geben an, sich durchaus vorstellen zu können, noch einmal an einem vergleichbaren Projekt mitzuwirken. Man hätte durch das Projekt die eigene Scheu vor der Technik verloren. Ein weiterer Ansporn wäre die große Freude, die die Kinder an dem Projekt hatten. Für die Zukunft nimmt sich die Lehrerin vor, mit ihrer nächsten Klasse bereits von Beginn an intensiv an naturwissenschaftlichen Inhalten zu arbeiten. Die Lehrerinnen fänden es sehr toll, wenn das Projekt in irgendeiner Form weitergeführt werden würde. Alle Lehrerinnen gaben an, das TMW auch außerhalb des Projektes als außerschulischen Lernort aufsuchen zu wollen.

4.6.7 Diskussion

Das Tabellenmaterial im vorigen Abschnitt spiegelt die Ausgangssituation zu *Projektbeginn* wieder und wird nachfolgend kurz diskutiert.

Betrachtet man die Zahlen der Kinder, die keine (eindeutigen) Angaben machten, so ergibt sich folgendes Bild:

Am Auffälligsten ist wohl die hohe Anzahl in der Klasse Eiselt. Es handelte sich wie bei der Klasse Steyskal um eine zweite VS-Klasse, die dann im Laufe des Projekts binnen kürzester Zeit die größten Fortschritte erzielten. Die dabei verwendete Methode war die „anchored based instruction“. Prozentuell war kein signifikanter Unterschied zwischen den Sprachgruppen zu sehen.

Weiters ist auffällig, dass nur in einer Klasse keine Kinder die Angaben verweigerten. Es war dies die Klasse, bei der die Fragen vor Beantwortung vorgelesen wurden.

Bei den restlichen Klassen überwog bei der Nichtbeantwortung in drei von vier Klassen prozentmäßig der Anteil an Kindern mit nichtdeutscher Muttersprache.

Bei den vier Klassen mit älteren Kindern zeigten in drei Fällen die nichtdeutschsprachigen Mädchen prozentuell die beste Selbsteinschätzung.

In der Klasse Plecher-Widhalm fällt der eklatante Unterschied zwischen Mädchen, die sich positiv richtig einschätzten und den Buben, die sich offenbar wenig zutrauen, aber doch richtig antworten und begründen auf. Aufgrund der Beobachtung der Klasse während des Gesamtprojektes scheint es sich um einen gruppendynamischen Prozess zu handeln.

In der Klasse Drexler ist aus dem Balkendiagramm zu ersehen, dass schon zu Beginn des Projekts recht hohes Selbstvertrauen herrschte, was sich auf den Gesamtverlauf sehr positiv auswirkte. Die Kinder entwickelten bei der Durchführung der einzelnen Aufgaben, Unterrichtseinheiten und Besuchen im Museum große Lernfortschritte.

Am *Projektende* ergab sich folgendes Bild:

Alle teilnehmenden Klassen haben eigenständig, betreut in der Schule und im TMW an den ausgewählten Modulthemen gearbeitet, diese in unterschiedlicher Form dokumentiert und in eine präsentationsfähige Form gebracht. Durch diese Präsentationen konnte der Kompetenzgewinn der Kinder dokumentiert werden, z.B. auch die Fähigkeit das gewonnenen Wissen vor einem größeren Publikum bilingual darzustellen (Klasse Plecher-Widhalm). Die gewählten Aufgaben erwiesen sich als besonders geeignet für eine fächerübergreifende Unterrichtsgestaltung. So konnten die Materialien und Fragestellungen vom Sachunterricht bis hin zum Deutschaufsatz verwendet werden.

Die gemeinsame Arbeit aufgrund der Methode des Forschenden Lernens erweiterte die sprachlichen Fähigkeiten sowohl der Kinder mit deutscher Muttersprache als auch derer mit Deutsch als Zweitsprache in signifikanter Weise, wobei in dieser Hinsicht sogar eine sprachliche Angleichung erfolgte, von der letztgenannte besonders profitierten.

Darüber hinaus stärkte sich die Fähigkeit, die eigene Meinung zu formulieren und zu argumentieren. Eine Steigerung der konzeptuellen, kognitiven und sozialen Skills wurde auch von den Lehrkräften bestätigt und von Eltern wahrgenommen und reflektiert.

Bei genauerer Analyse der erhobenen Daten in der Bachelorarbeit fällt seitens des TMW auf, dass häufig Forderungen und Wünsche formuliert wurden, die über die Aufgaben eines Museums hinausgehen. So ist es z.B. nicht möglich, „rote Fäden“ in der Schausammlung färbig zu kennzeichnen oder komplette Unterrichtseinheiten anzubieten.

4.7 Ausblick, Perspektiven

„Forschendes Lernen“ erwies sich als eine zwar außerordentlich innovative Methode zu Kompetenzsteigerung der Schüler/innen, ist aber personalintensiv. Besonders in der heutigen Zeit scheitern sehr viele dieser positiven Ansätze im Kultur- und Bildungsbereich am Argument der schwierigen finanziellen Lage. Einsparungen im personellen Bereich und größere Schülerzahlen stellen jedoch in Schulen und außerschulischen Lernorten noch unabhängig von der Strukturierung der Klassen ein wesentliches – oftmals negativ beeinflussendes – Qualitätsmerkmal dar.

Das abgelaufene Projekt hatte vorerst Pilotcharakter. Die Ergebnisse ermutigen jedoch, auf die Notwendigkeit einer großflächigen Evaluation hinsichtlich Ausdehnung auf den Regelschulbetrieb hinzuweisen. Dies beinhaltet auch den Wunsch nach BegleitLehrerinnen oder nach Betreuungspersonen in Horten oder anderen außerschulischen Lernorten mit Deutsch als Zweitsprache und nach entsprechend ausgebildetem Personal in den SCE.

Die bisherigen Ergebnisse zeugen nicht nur von dem großen Engagement der Beteiligten, Lernen unter dem Aspekt eines forschenden Zugangs auch schon, oder besser: gerade für Grundschulkinder zu forcieren, sondern verweisen auch auf den besonderen Stellenwert dieser Kooperation für Professionalitätsentwicklung von Lehrpersonen. So konnten alle Akteur/innen neben Wissen und Verstehen auch metakognitive Kompetenzen erwerben, die Strategien zum Denken und Handeln in neuen und komplexen Situationen erlauben.

Die Zusammenarbeit im Rahmen von „Forschend Lernen“ ist ein Beispiel dafür, wie vielfältige Ressourcen im Museum, an der Hochschule und in den Schulen genutzt werden können und zur Qualitätssteigerung von Lehre und Lernen durch mehrperspektivische Ansätze beitragen. Die Auseinandersetzung mit diesen Zielen zeigt, wie erlebnisreich und bildungswirksam Lernen in Museum, Schule und Hochschule sein kann, vorausgesetzt, die Einrichtungen arbeiten eng zusammen und der Projektdialog wird auch institutionell unterstützt.

4.8 Literatur

Seitens TMW:

Aumüller, Jutta: Assimilation. Kontroversen um ein migrationspolitisches Konzept. Bielefeld 2009.

Akkus, Reva: Selbstwert und Sprachkompetenz.,

http://aktuell.lmzukunft.at/media/files/Zusammenfassung_-_Spracherwerb.pdf (1.10.2008).

Akkus, Reva: Projektbeschreibung „Selbstvertrauen“. Wien bm:ukk 2009, http://www.projekte-interkulturell.at/projektliste_detail.aspx?PRO_ID=237&SHOWPRINT=1 (22.12.2009).

Bauer, Roland; Lernen an Stationen weiterentwickeln. Berlin 2009.

Palmstorfer, Brigitte: Differenzierung Konkret - Aus der Praxis für die Praxis. Wien 2006.

Klippert, Heinz: Methodentraining. Weinheim 1994.

John, Hartmut; Dauschek, Anja (Hrsg.): Museen neu denken. Bielefeld 2008.

Kunz-Ott, Hannelore; Kudorfer, Susanne; Weber, Traudel (Hrsg.): Kulturelle Bildung im Museum. Bielefeld 2009.

Willems, Katharina: Schulische Fachkulturen und Geschlecht. Bielefeld 2007.

Smail, Barabra; Windale, Mark: Celebrating Science. Sheffield 1996.

Muttenthaler, Roswitha et al.: Geschmacksache. Was Essen zum Genuss macht. Wien 2009.

John, Hartmut; Thinesse-Demel, Jutta: Lernort Museum – neu verortet. Bielefeld 2004.

Pramendorfer, Ulrike: Stimme, Sprache, Lebensfreude. Linz 2006.

Taylor, Samuel: Try it! Improving exhibits through formative evaluation. New York 1991.

Duit, Reinders (1997): Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht - Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht in der Primarstufe. In: Köhnlein, Walter et al. (Hrsg.): Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Band 1). Bad Heilbrunn 1997, S. 233-246.

Lehrplan der Volksschule. BGBl. II Nr. 314/2006, Wien August 2006.

Altrichter, Herbert; Posch, Peter: Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Bad Heilbrunn 2007.

Ostlund, Karen, Mercier, Sheryl: Assessments for the Science Process. Skills of Inquiry. S&K Associates 2006.

Seitens KPH:

Brunner, E. (2001): Forschendes Lernen. Eine begabungsfördernde Unterrichtskonzeption. Lehrmittelverlag des Kantons Thurgau: Frauenfeld

Carle, U.,(2000): Was bewegt Schule? Internationale Bilanz – praktische Erfahrung – neue systemische Möglichkeiten für Schulreform, Lehrerbildung und Qualitätssteigerung. Auer Verlag: Baltmannsweiler

Fischer, H.-J. (2006): Disziplin Sachunterricht in Wissenschaft und Hochschule. Online im Internet: [www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr.7/Okttober 2006](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe%20Nr.7/Okttober%202006) (2010-03-10)

Fuchs, M., Zutavern, M.(2005): Pädagogischer Doppeldecker und Qualitätssicherung. Eine Lerngelegenheit für Dozierende und Studierende. In: Externe Lernräume. Journal für LehrerInnenbildung 3/2005, Studien Verlag: Innsbruck

Keck, R. W./ Feige, B. (2001): Lernorte. In: Einsiedler, W. et al. (Hrsg.) Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Klinkhardt: Bad Heilbrunn, S.392 – 395

Kunz-Ott, H., Kudorfer, S., Weber, T. (2009): Kulturelle Bildung im Museum.

Aneignungsprozesse, Vermittlungsformen, Praxisbeispiele. Schriften zum Kultur- und Museumsmanagement. Transcript Verlag: Bielefeld

- Kunz-Ott, H., Kudorfer, S. (2005): Museum und Schule. Museumsbausteine, Wege zu einer erfolgreichen Partnerschaft. Band 9. Deutscher Kunstverlag: Berlin München
- Köster, H., Gonzales, C. (2007): Was tun Kinder wenn man sie lässt? Freies Explorieren und Experimentieren (FEE) im Sachunterricht. In: Grundschulunterricht, 54(2007)12, S.12-17
- Landwehr, B.(2002): Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Cornelsen: Berlin
- Maras, R., Ametsbichler, J., Eckert, B.(2007) : Handbuch für die Unterrichtsgestaltung in der Grundschule. Planungshilfen, Strukturmodelle; didaktische und methodische Grundlagen. Auer Verlag: Baltmannsweiler
- Mayring, P.(2003): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz: Weinheim
- Mayring, P.(2005): Die Praxis der qualitativen Inhaltsanalyse. Beltz: Weinheim
- Mikula, R.(2008): Die Mehrperspektivität des Lernens in der Verortung und Rekonstruktion biographischer Veränderungsprozesse. In: Egger, E., Mikula, R., Haring, S., Felbinger, A., Pilch-Ortega, A.(Hrsg): Orte des Lernens. Lernwelten und ihre biographische Aneignung. Verlag Julius Kinkhardt: Bad Heilbrunn
- Möller, K., Tenberge, C.(2000): Entwicklung von Professionalität. In: Jaumann-Graumann, O., Köhnlein, W.(Hrsg.): Lehrerprofessionalität und Lehrerprofessionalisierung. Klinkhardt: Bad Heilbrunn
- Möller, K. (2002): Technisches Lernen in der Grundschule. Wege zum konstruktivem Denken im Sachunterricht. In: Grundschule, Heft 2, 2002, S. 51 -54
- Müller, F. (2002): Selbstständigkeit fördern und fordern : handlungsorientierte Methoden - praxiserprobt, für alle Schularten und Schulstufen. Knecht: Landau
- Ollerenshaw, C., Ritchie, R., Rieder, K. (2000): Kinder forschen. Naturwissenschaften im modernen Sachunterricht. Öbv & http: Wien
- Pokorny, B. (2003): Science for Fun. IMST² (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching) – Endbericht. Online im Internet: http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2003/s4_i_pädag_erzdiözese_wien_lang_151203.pdf(2010-03-01)
- Posch, P., Rauch, F., Mayr, J. (2009): Forschendes Lernen in der Lehrerfortbildung – Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrerinnen“ und Professionalität im Lehrberuf“ an der Universität Klagenfurt. In: Roters, B., Schneider, R., Koch-Priewe, B., Thiele, J., Wildt, J. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Lehramtsstudium
- Reich, K.(2003): Konstruktivistische Didaktik. Lehren und Lernen aus interaktionistischer Sicht. Luchterhand: München
- Reinmann- Rothmeier, G., Mandl, H. (2001): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, B., Weidenmann, B.(Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Beltz: Weinheim S. 601 - 646

Schmidkunz, H; Lindemann, H. (2003): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Westarp Wissenschaften, Hohenwarstleben

Schneider, R., Wildt, J. (2009): Forschendes Lernen in Praxisstudien – Wechsel eines Leitmotivs. In: Roters, B., Schneider, R., Koch-Priewe, B., Thiele, J., Wildt, J. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Lehramtsstudium. Verlag Julius Kinkhardt: Bad Heilbrunn

Siebert, H. (2008): Konstruktivistisch lehren und lernen, Zentrum für interdisziplinäres erfahrungsorientiertes Lernen GmbH, Augsburg

Tenberge, C.(2003): Zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In Cech, D., Schwier, H.-J. (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Verlag Julius Kinkhardt: Bad Heilbrunn

Traub, S. (2003): Das Museum als Lernort für Schulklassen: eine Bestandsaufnahme aus der Sicht von Museen und Schulen mit praxiserprobten Beispielen erfolgreicher Zusammenarbeit. Kovac: Hamburg

Weber, A.(2004): Problem-based Learning: ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe. h.e.p. Verlag: Bern

Wilkesmann, U. (2007): Die Organisation von Wissensarbeit. Berliner Journal für Soziologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden

O'Brian, G. E. (2002): Scientific Skill Development. In: Peters J. M., Gega P.C.(ed): Science in Elementary Education. Merrill Prentice Hall: Upper Saddle River

5 Experimentierwerkstatt Wien

5.1 Abstract

In einem ersten Schritt wurde die Übungsvolksschule an der Pädagogischen Hochschule Wien, Ettenreichgasse als Ausführungsort für unsere Projektmodule im Rahmen der regionalen Modellpartnerschaft fixiert. In Abstimmung mit den teilnehmenden Lehrpersonen stellte die Experimentierwerkstatt Wien zwei hands-on- Ausstellungen zu den Themen **SCHWINGUNGEN** und **TEILCHEN** zusammen, die aus je acht Experimentierstationen bestanden.

Wir stellten ein Team von Vermittler/innen zusammen und führten mit diesem Team für jede Klasse jeweils zwei Einführungsworkshops durch. Für die Evaluation engagierten wir zwei Personen, die ebenfalls an den Workshops und an beiden spezifischen Vorbereitungs- und Planungstreffen teilnahmen.

Der erste Projektblock fand von 8. bis 24. Jänner 2009 mit der Ausstellung **Schwingungen** statt. Nach einem Einführungsworkshop mit den Lehrerinnen kamen sechs Schulklassen zu je einer zweistündigen "**Aktionsführung**" in die Ausstellung. In der Folgeweche kam jede Klasse noch einmal zu einem Vertiefungsworkshop in die Ausstellung.

Wir waren darauf bedacht, unser pädagogisch-didaktisches Konzept möglichst flexibel zu handhaben, im Prozess zu reflektieren sowie Erfahrungen und Feedback rasch zu berücksichtigen.

Dieselbe Vorgangsweise wiederholten wir im zweiten Projektblock von 3. bis 19. März 2009 mit der Ausstellung **Teilchen**.

Die pädagogische Arbeit wurde gemeinsam mit dem Vermittler/innenteam durchgeführt. Für die Evaluation wurde der Ablauf auf mehreren Ebenen dokumentiert und zwar durch ein schriftliches Protokoll, durch Fotos, Film und Interviews mit Lehrerinnen und Vermittler/innen.

Einen wesentlichen Faktor der Projektarbeit bildeten auch die regelmäßig stattfindenden Koordinierungstreffen mit den anderen, am Forschungsprojekt beteiligten Einrichtungen.

Die Evaluation bestand aus zwei Teilen:

Auf Grundlage der Lehrerinneninterviews wurde eine **Qualitative Inhaltsanalyse** durchgeführt. Durch Paraphrasierung und Generalisierung wurden die Aussagen in vier Kategorien geteilt und zusammengefasst.

Das übrige, umfangreiche Dokumentationsmaterial wurde systematisch gesichtet und im Rahmen der Begleitforschung aufbereitet. Als Schwerpunkt der Begleitforschung wurde ein wissenschaftstheoretischer und wissenschaftsgeschichtlicher Rahmen erstellt, der als Basis für eine Weiterentwicklung der hands-on- Didaktik dienen soll.

Dieser Rahmen soll auch den wissenschaftlichen Diskurs über "hands-on", der unseres Erachtens erst in den Anfängen steht, erweitern und bereichern.

Aus diesem Rahmen wollen wir vor allem auch Rückschlüsse für die Neuentwicklung und Verbesserung von Experimentierstationen und für die didaktische Inszenierung ziehen.

Ein weiteres Ergebnis dieses Forschungsprojekts:

Die Experimentierwerkstatt Wien wurde eingeladen, eine kleine Science Center Einrichtung an der Pädagogischen Hochschule Wien, Ettenreichgasse zu betreiben und kann seit September 2009 auf diese Weise die Forschungs- und Entwicklungsarbeit dieses Projektes sehr konkret fortsetzen.



Orbitale

5.2 Beschreibung der Science Center Einrichtung

Der Verein "Experimentierwerkstatt Wien" ist Entwickler von hands-on Exponaten und Ausstellungen, die zum eigenen Erleben von Phänomenen einladen. Vorwiegendes Thema und Ausgangspunkt dabei ist die Physik, wobei ein ganzheitlicher Ansatz, der Alltagsbezug und ästhetische Komponenten eine große Rolle spielen.

Derzeit haben wir etwa 60 hands-on- exhibits zur Verfügung, und verleihen sie an Museen, Schulen und diverse andere Veranstalter.

Die Benutzer/innen der Experimentierstationen sind gefordert, ihre Erfahrungen selbst zu interpretieren und zu reflektieren. In diesem Sinne sind die Ziele neben der Vermittlung von Naturwissenschaften auch die kritische Reflexion und die Förderung und Anregung zur Auseinandersetzung mit Wissenschaft, Technik und Wirtschaft mit dem Ziel „reiferer“ demokratischer Entscheidungsfindung.

Die Experimentierwerkstatt Wien betrieb vor einigen Jahren einen Ausstellungsraum, der vor allem von Schulklassen besucht wurde. Mit ihren mobilen und modularen Stationen ist sie bei Veranstaltungen und Sonderausstellungen in Museen präsent.

Derzeit arbeitet die EWW vor allem an der Forschung und Entwicklung neuer hands-on-Ausstellungen, mit den Themen-Schwerpunkten:

- "Erneuerbare Energie" und
- "Teilchenphysik und Quantenmechanik".

Seit Herbst 2009 betreibt die Experimentierwerkstatt Wien eine kleine Science Center Einrichtung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Es werden Schulklassen und andere Besuchergruppen empfangen und Lehrveranstaltungen in der Lehrer/innen- Aus- und Fortbildung angeboten.

5.3 Ziele

Es geht darum, die Schüler/innen zu "forschendem Lernen" zu motivieren. Es sollen nicht die fertigen Konzepte der Physik präsentiert werden, sondern "offene Phänomene", welche die Lernenden selbst hervorrufen und in die sie eingreifen können. Beim Thema Schall können sie zum Beispiel mit ihrer Stimme eine Membran zum Schwingen bringen und Klangfiguren erzeugen. Mit Musik aus einem Lautsprecher können sie Wasser oder verschieden lange Zwirnfäden zum Schwingen bringen.

Sie "erzeugen" nicht nur Phänomene sondern auch Begriffe, Analogien, Assoziationen, Hypothesen und Theorien mit denen sie sich die Phänomene erklären und sich "ein eigenes Bild davon machen" können.

In den Phänomenen steckt weit mehr, als nur die Modelle der Physik. Die Physik fasst die Phänomene mit ihrer präzisen und deshalb auch engen Methode auf ganz spezifische Art. Daneben gibt es ein buntes Spektrum von anderen Herangehensweisen – an dieselben Phänomene.

Wir wollen nun gleichsam dieses ganze Spektrum an Herangehens-, Wahrnehmungs- und Umgangsweisen wecken und anregen. Es bleibt möglichst weit den Besucher/innen überlassen, worauf sie sich einlassen. Die physikalische Fassung ist nur eine von vielen und wir wollen sie nicht mit dem Zeigefinger vorführen.

5.4 Partnerschaft zwischen Schulen und Science Center Einrichtung

Prozess und Ablauf und Zeittafel

11. März 2008	Teilnahme am Kickoff-Meeting in Wien
14. April 2008	Teilnahme an der 2. Teamsitzung in Wien
19. Mai 2008	Teilnahme am 3. Teamtreffen in Wien
30. Juni 2008	Zusammenstellung der Teams für Vermittlung und Evaluation; erstes Vorbesprechungstreffen
18. September 2008	Teilnahme am 5. Teamtreffen in Wien
Oktober 2008	Kontakt und Terminplanung mit den teilnehmenden Lehrpersonen. Erarbeitung der Konzepte für die hands-on- Ausstellungen
Oktober 2008	Bereitstellung und Adaption der Ausstellungsstationen;
14. November 2008	Besprechung mit dem SCN-Koordinator
28. November 2008	1. Einführungsworkshop für Vermittlungs- und Evaluationsteam.
29. November 2008	2. Einführungsworkshop für Vermittlungs- und Evaluationsteam.
1./2. Dezember 2008	Teilnahme am 6. Teamtreffen in Graz
23. Dezember 2008	Besprechung mit Evaluationsteam
7. Jänner 2009	Transport und Aufbau der Ausstellung "Schwingungen"
8. Jänner 2009	Workshop mit Lehrpersonen

1. Modul:

Aktionsführungen:

12.1.09	8:00 Uhr	PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (4a)
	10:00 Uhr	VS Halirschgasse, 1170 Wien
13.1.09	8:00 Uhr	PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (Mc)
	10:00 Uhr	PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (Mb)
14.1.09	9:00 Uhr	VS Märzstraße, 1150 Wien
	11:00 Uhr	VS Märzstraße, 1150 Wien

Vertiefungsworkshops:

20.1.09	8:00 Uhr	PVS Ettenreichgasse 1100 Wien (4a)
	10:00 Uhr	PVS Ettenreichgasse 1100 Wien (Mc)
21.1.09	9:00 Uhr	VS Märzstraße, 1150 Wien
	11:00 Uhr	VS Märzstraße, 1150 Wien
22.1.09	8:00 Uhr	PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (Mb)
	10:00 Uhr	VS Halirschgasse, 1170 Wien

29./30. Jänner 2009: Teilnahme am 7. Teamtreffen in Steyr;
 26. Februar 2009: Transport und Aufbau der Ausstellung "Teilchen";

2. Modul:

Aktionsführungen:

3.3.09 9:00 Uhr VS Märzstraße, 1150 Wien
 11:00 Uhr VS Märzstraße, 1150 Wien
 4.3.09 8:00 Uhr PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (Mc)
 10:00 Uhr PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (Mb)
 5.3.09 9:00 Uhr VS Halirschgasse, 1170 Wien
 11:00 Uhr Uhr PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (4a)

Vertiefungsworkshops:

17.3.09: 9:00 Uhr Uhr PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien MC
 11:00 Uhr PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (Mb)
 18.3.09: 9:00 Uhr VS Märzstraße, 1150 Wien
 11:00 Uhr VS Märzstraße, 1150 Wien
 19.3.09: 9:00 Uhr PVS Ettenreichgasse, 1100 Wien (4a)
 19.3.09: Abbau der Ausstellung

23. April 2009 Treffen mit dem Evaluationsteam
 22. Juni 2009 Aufbau der Ausstellung "Teilchen" für die Pressekonferenz
 23. Juni 2009 Teilnahme an der Pressekonferenz zu „Forschend Lernen“
 27./28. April 2009 Teilnahme am 8. Teamtreffen in Innsbruck;
 22. Juni 2009 Aufbau der Ausstellung "Teilchen" für Pressekonferenz;
 23. Juni 2009 Teilnahme an der Pressekonferenz zum Forschungsprojekt;
 6./7. Juli 2009 Teilnahme am 9. Teamtreffen in Wien;
 8./9. Oktober 2009 Teilnahme am 10. Teamtreffen in Wien;
 2./3. Dezember 2009 Teilnahme am 11. Teamtreffen in Salzburg;

5.5 Praktische Umsetzung

5.5.1 Module

Im Mittelpunkt des ersten Projektblocks stand die hands-on- Ausstellung zum Thema **SCHWINGUNGEN**. Sie besteht aus den Experimentierstationen:

- Harmonograph: die Schwingungsbewegung einer pendelnden Platte wird auf ein Blatt Papier aufgezeichnet.
- Sonoskop: mit der eigenen Stimme lassen sich vielfältige Klangfiguren hervorrufen.
- Wassermusik: der Schall der eigenen Stimme oder von einer Musik-CD erzeugt pulsierende Wellenmuster.
- Schallwelle: spinnenartig aufgespannte Gummifäden werden durch die eigene Stimme zum Schwingen gebracht.
- Sedimentation: feiner Sand wird in einer Wasserwanne in Schwingung versetzt und bildet beim Absinken interessante Sedimentationsmuster.
- Orbitale: ein kurzer Gummifaden ist an einer rotierenden Motorwelle befestigt und bringt je nach Umdrehungszahl vielfältige Muster hervor – wie die "Orbitale" in einem Atom.
- Potentialtopf: Auf einer schüsselförmig gewölbten Oberfläche ziehen hineingerollte Kugeln unterschiedliche Bahnen; sie werden durch Rötelfarbe sichtbar.
- Strömungswanne: in einer flachen Wasserschale entsteht eine rhythmische "Wirbelstrasse", wenn man mit einem Stäbchen durchfährt.



Potenzialtopf

Die Ausstellung des zweiten Projektblocks zum Thema **TEILCHEN** bestand aus folgenden Stationen:

- Ball im Strahl: In einen aufwärtsgerichteten Luftstrahl, der von einem starken Gebläse herrührt, kann man verschiedene Objekte legen und ihr erstaunliches Verhalten beobachten.
- Teilchenbeschleuniger: In einer kleinen Schüssel mit tangentialen Auslass lassen sich Kugeln beschleunigen und auf ein "Target" schießen.
- Magnetpendel: Magnetisierte Kugeln pendeln in verschiedenen Kraftfeldern und vollführen wundersame Bewegungen.
- Solarzelle: Das Prinzip der Photovoltaik kann hier in einem einfachen Kugelspiel nachvollzogen werden.
- Schiefe Bahn: Unterschiedliche Objekte hinterlassen ihre charakteristischen Bahnen.
- Wabenzellen: Unter dem Einfluss von Wärme bildet sich eine Wabenstruktur in einer Schicht aus Öl.
- Wasserhautarchitektur: Wasserhäute bilden Minimalflächen in geometrischen Drahtfiguren.
- Teilchen: Kleine Eisenkugeln in einer großen Petrischale stellen die Kinetische Gastheorie dar.



Teilchenbeschleuniger

Der jeweils zweite Besuch der Schulklassen in jedem Projektblock war der Vertiefung gewidmet. Bisher zu kurz gekommene Dinge konnten noch ausprobiert werden, aufgetauchten Fragen und Ideen konnte nachgegangen werden; und vor allem diente dieser Teil der bildnerischen, erzählerischen und konzeptuellen Auseinandersetzung mit den Phänomenen und Erfahrungen.

5.5.2 Didaktische Methoden

Bezüglich der Methoden unterscheiden wir zwei Bereiche: Erstens den Einsatz von „**hands-on**“ - **Ausstellungsstationen** und zweitens die Inszenierung und Vermittlungsarbeit mit den Besucher/innen.

Der Einsatz von "hands-on" - Ausstellungsstationen

Die Tradition von hands-on- Ausstellungen beginnt wohl mit dem "EXPLORATORIUM" in San Francisco, das als erstes so genanntes "Science Center" in den 1960er Jahren gegründet wurde⁹. In Europa war unseres Wissens die Ausstellung "PHÄNOMENA" in Zürich, 1984, die erste größere Ausstellung dieser Art¹⁰.

Seither haben Science Center- Einrichtungen dieser Art und hands-on- Ausstellungen weltweite Verbreitung gefunden.

Die Experimentierwerkstatt Wien leistet seit etwa zwanzig Jahren eigenständige Forschungs- und Entwicklungsarbeit im hands-on- Bereich.

Je nach Themenbereich greifen wir dabei zurück auf folgende Personen und Methoden:

- Hugo Kükelhaus¹¹, der ein umfangreiches "Erfahrungsfeld zur Entfaltung der Sinne" entwickelt, gebaut und in Ausstellungsform weit verbreitet hat.
- Herbert Pietschmann¹², der sowohl in seinen Vorlesungen zur Theoretischen Physik, als auch in der Lehrer/innenfortbildung neue didaktische Dimensionen eröffnet hat.
- Maria Montessori¹³, Martin Wagenschein¹⁴, Jens Pukies¹⁵, Hans Jenny¹⁶, Theodor Schwenk¹⁷, M. Minssen¹⁸, u.a.

⁹ Exploratorium Exploratorium Cookbook. Band I - III , S. Francisco 1975/80/ 89

¹⁰ Zürcher Forum Phänomena. Bericht einer Ausstellung. Zürich 1984

¹¹ Kükelhaus Hugo Entfaltung der Sinne. Frankfurt/M. 1982

Kükelhaus Hugo Fassen, Fühlen, Bilden. Gaia-Verlag, Köln 1982

Kükelhaus Hugo Organismus und Technik. Gegen die Zerstörung der menschlichen Wahrnehmung. Frankfurt/M. 1979

Kükelhaus H. , R. Lippe, Entfaltung der Sinne. Ein "Erfahrungsfeld" zur Bewegung und Besinnung. Frankfurt 1982

¹² Pietschmann Herbert, Die Wahrheit liegt nicht in der Mitte. Von der Öffnung des naturwissenschaftlichen Denkens. Weitbrecht; Stuttgart/Wien 1990

Pietschmann H. Das Ende des naturwissenschaftlichen Zeitalters. Wien 1980

Pietschmann Herbert, Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik. Wien 2007

u.v.a.

¹³ Maria Montessori, Kosmische Erziehung. Freiburg 1988

¹⁴ Martin Wagenschein, Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch. Weinheim und Basel 1992.

¹⁵ Pukies Jens, Das Verstehen der Naturwissenschaften. Braunschweig 1979

Philosophisch-wissenschaftstheoretisch sind wir beeinflusst durch:

- Die Methode des "Konstruktiven Realismus" (Pietschmann/Wallner ¹⁹);
- Die Methode der Dialektik (Hegel, Merleau-Ponty, Pietschmann),
- Die Methode der Phänomenologie (Husserl, Heidegger ...) und
- der Dialogischen Philosophie (Buber, Wucherer).

Die Inszenierung und Vermittlungsarbeit mit den Besucher/innen

An dieser Stelle bringen wir eine Kurzbeschreibung der im Rahmen von „Forschend Lernen“ speziell für Volksschulklassen adaptierten Aktionsführung, sowie eine kleine Fotogalerie.

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts ist ein 8-minütiger Film über eine Aktionsführung gedreht worden, der die Methode ebenfalls sehr anschaulich charakterisiert und einen Eindruck vermittelt, wie eine Aktionsführung in der Experimentierwerkstatt Wien aussieht.

Der Film „Besuch in der Experimentierwerkstatt Wien“ kann in deutscher und englischer Sprache unter dem folgenden Link heruntergeladen werden.

<http://podcampus.phwien.ac.at/archiv/showSeries.php/525se28>

Kurzbeschreibung der Aktionsführung:

„Wir laden die Besucher ein, in einem Sitzkreis Platz zu nehmen.

Zur Einstimmung beginnen wir hier mit der Station "Ball im Strahl".

Nun beginnt der Teil mit dem Puzzle. Jede nimmt sich einen Teil des vorbereiteten Puzzles, die Teile werden passend zusammengesetzt, und es ergibt sich je ein Bild und eine Kleingruppe.

Nun laden wir die Schüler/innen ein, zu erzählen, woran sie die Bilder erinnern, beziehungsweise, was ihnen dazu einfällt. Diese Assoziationsphase ist uns wichtig, um ein ganzheitliches Lernen anzuregen.

Und jetzt geht es darum die Station im Raum zu finden, die zum jeweiligen Bild gehört.

Nach zirka 10 Minuten sitzen alle wieder im Kreis und berichten über ihre ersten Erfahrungen. Auf Kommunikation und Austausch legen wir bei jeder Phase der Aktionsführung großen Wert.

Nun beginnt die Experimentierphase.

¹⁶ Jenny Hans, Kymatik. Wellen u. Schwingungen mit ihrer Struktur und Dynamik. Basel 1967

¹⁷ Schwenk Th., Das sensible Chaos: Strömendes Formenschaftern in Wasser und Luft. Stuttgart 1988

¹⁸ Minssen M., Der sinnliche Stoff. Vom Umgang mit Materie. Stuttgart 1986

¹⁹ Herbert Pietschmann und Fritz Wallner, Gespräche über den Konstruktiven Realismus. Wien 1995

Als erstes müssen alle Schüler/innen wissen, was sie bei den einzelnen Stationen machen können. Das geht so vor sich, dass sich jede Person einen Partner sucht, mit dem sie gerne gemeinsam experimentieren will. Auf diese Weise entstehen zwei Gruppen, denen dann jeweils die Hälfte der Ausstellung gezeigt wird.

Das Zeigen heißt in diesem Fall nicht "Erklären", sondern das Vermitteln gewisser Grundregeln, die die Voraussetzung für ein kreatives Experimentieren sind. Das dauert zirka 15 Minuten. Jetzt können alle Paare einander die Stationen zeigen, sie ausprobieren und damit experimentieren.

Nach der langen Experimentierphase treffen einander alle wieder im Kreis. Jetzt ist Gelegenheit zum Austausch. Was wurde entdeckt? Sind Fragen aufgetaucht? Hat jemand eine Antwort darauf? Kennt jemand das eine oder das andere Phänomen auch schon von wo anders?

Es erfordert von den Vermittlungspersonen viel Erfahrung, diesen Prozess zu moderieren. Er wird je nach Alterstufe unterschiedlich gestaltet. Er kann von elementaren Begriffsbildungen bis zu differenzierten Fragestellungen reichen. Wenn erforderlich, kann man auch eine Station in das Plenum holen.

Bei Jüngeren ersuchen wir gerne um ein Feedback in Form einer Zeichnung über jene Station, die ihnen am Besten gefallen hat.

Der Prozess der Vermittlung ist gerade bei der hands-on- Didaktik sehr wichtig. Wir sind uns bewusst, dass Vieles von unseren didaktischen Idealen sich nicht immer umsetzen lässt. Es wird wohl ein längerer Lernprozess sein, das große Potential der hands-on- Didaktik Schritt für Schritt zu konkretisieren, und in die Praxis umzusetzen."

In diesem Zusammenhang sei noch auf die folgende Literatur verwiesen:

Schulheft 58, Ab ins Museum. Materialien zur Museumspädagogik. Wien-München 1990

Zürcher Forum, Heureka für die Schule. Methodisch-didaktische Anregungen und Projektverzeichnis. Zürich 1991

Hierdeis H., Mit den Sinnen begreifen. Innsbruck 1992

Hildebrand H. u.a., ächo 6. Zeitschrift für Zwischentexte 123456. Wien 1995

StörDienst Wien u.a., Theoretische Grundlagenarbeit im Bereich der personal- und zeitintensiven Bildungsarbeit in Museen und Ausstellungen. Wien 1996



Jedes Kind bekommt einen Puzzleteil



Was passt zusammen?



Zusammensetzen der Teile



Ein fertiges Bild



Assoziationen sammeln



Harmonograph



Orbitale



Wassermusik



Wassermusik



Wassermusik



Sonoskop



Schallwelle



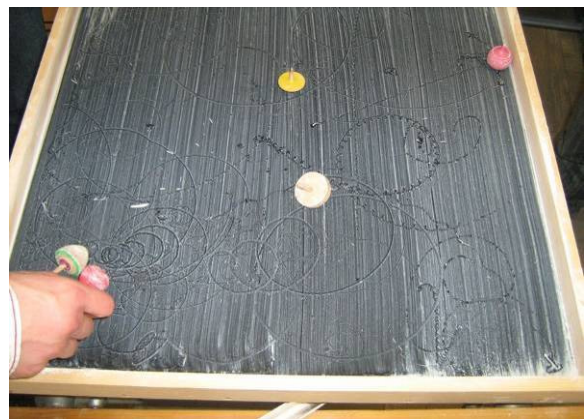
Harmonograph



Sonoskop



Sandpendel



Schiefe Bahn

5.6 Begleitforschung und Evaluation

5.6.1 Abstract

Evaluation

Unser didaktischer Ansatz stellt die selbstbestimmte und möglichst selbständige Auseinandersetzung mit den Phänomenen in den Mittelpunkt. Jeder Mensch hat es ja im Alltag – sowohl beim Wahrnehmen als auch beim Handeln –ständig mit "Natur" zu tun, ist also "Expertin" und "Experte" dafür. Hier wollen wir auch anknüpfen.

In den Phänomenen steckt sozusagen weit mehr, als nur die Modelle der Physik. Die Physik fasst die Phänomene mit ihrer präzisen und deshalb auch engen Methode auf eine ganz spezifische Art. Daneben gibt es jedoch ein buntes Spektrum von anderen Herangehensweisen an dieselben Phänomene.

Wir wollen nun dieses bunte Spektrum an weiteren Herangehens-, Wahrnehmungs- und Umgangsweisen wecken und anregen. Es bleibt möglichst weit den Besucherinnen und Besuchern überlassen, worauf sie sich einlassen. Die physikalische Fassung ist nur eine von vielen und wir wollen sie nicht mit dem Zeigefinger vorführen.

Unser Ansatz, der die offene Beziehung der Menschen zu den Naturphänomenen in den Mittelpunkt stellt, steht auch im Zentrum der Evaluation und Begleitforschung, welche wir im Rahmen dieses Forschungsprojekts durchführen.

Wir können (und wollen) den Erfolg oder Misserfolg unserer Vorgangsweise nicht daran ablesen, wie viel etwa an physikalischen Lehrinhalten bei den Besucher/innen letztlich "hängen bleibt" und dann etwa mit Fragebogen oder anderen Methoden abgefragt werden kann.

Wir wollen vielmehr ermitteln, wie weit es uns gelingt, zu der gewünschten intensiven Beziehung und Auseinandersetzung anzuregen und deren selbständige und gemeinsame Weiterentwicklung zu fördern.

Deshalb war es uns wichtig, diesen Prozess bei den beiden Ausstellungen und insgesamt vier Vermittlungsblöcken zunächst einmal möglichst umfassend zu dokumentieren.

Es liegen uns nun folgende Materialien vor:

- Eine schriftliche, stichwortartige Dokumentation und ein Protokoll über alle Termine,
- Interviews mit den Lehrerinnen,
- Statements und Besprechungsprotokolle im Betreuungs- und Vermittlungsteam,
- Zeichnungen und Texte der Schüler/innen,
- Fotos.

Die Interviews wurden durch Qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet und dienten als Grundlage für die Evaluation.

Begleitforschung

Als Schwerpunkt der Begleitforschung wurde ein wissenschaftstheoretischer und wissenschaftsgeschichtlicher Rahmen erstellt, der für uns als Basis für eine Weiterentwicklung der hands-on- Didaktik dienen soll.

Dieser Rahmen soll auch den wissenschaftlichen Diskurs über "hands-on", der unseres Erachtens erst in seinen Anfängen steht, erweitern und bereichern.

Aus diesem Rahmen wollen wir vor allem Rückschlüsse für die Neuentwicklung und Verbesserung von Experimentierstationen und die didaktische Inszenierung ziehen.

5.6.2 Evaluation – Zusammenfassung

1) Zum Betreuungsteam – der Teamprozess

Das Arbeitsklima wurde von den Betreuer/innen selbst als sehr gut und kooperativ beschrieben.

Die positiven Aspekte eines auf Ganzheitlichkeit abzielenden Projektlernens wurden von einem Betreuer, Herrn Kubart, im Forschungstagebuch so beschrieben: „Wenn ein Schüler den Umgang mit einem Gerät "erlernt" und ausprobiert hat, machen es ihm die anderen oft nach. Manchmal findet dann ein anderer noch eine Möglichkeit, ein Muster zu kreieren, dann wird auch das neue Muster von den anderen imitiert.“ (Kubart, Forschungstagebuch 2009)

Generell wurden längere Erklärungen von den Betreuern als anstrengend empfunden, da die Kinder unruhig wurden und öfter zu weiterem Zuhören aufgefordert werden mussten. Dabei spielte das Alter der Kinder überraschenderweise keine Rolle. Das Interesse der Kinder und die Bereitschaft aus dem Projekt etwas Positives mitzunehmen, richtete sich somit definitiv nicht nach dem jeweiligen Alter der Kinder.

2) Interviews

Die ersten 6 Interviews wurden mit Lehrpersonen geführt, die noch keine Erfahrung mit dem Projekt der Experimentierwerkstatt Wien hatten. Hierbei kamen folgende Fragen zum Einsatz:

1. Welche Erfahrungen haben Sie als Lehrperson bisher mit Naturkunde im Sachunterricht gemacht?

2. Welche Erwartungen haben Sie bezüglich des Projekts?

Ab der zweiten Einheit, also nach 6 Präsentationen sollte mit 2 anderen Fragen auf die Lehrpersonen zugegangen werden:

1. „Wie haben Sie das Projekt erlebt?“

2. „Was könnte man Ihrer Meinung nach verbessern?“

3) Auswertung

Bei der Auswertung der transkribierten Lehrerinneninterviews kamen im Wesentlichen 5 Arbeitsschritte zum Einsatz:

1. Schritt: die Paraphrasierung für jeden einzelnen Teil einer Aussage, die in direktem oder indirektem Bezug zur leitenden Fragestellung für die Auswertung steht.
2. Schritt: die Generalisierung der paraphrasierten Aussagen. Dabei wurde bewusst vom Ausgangstext abstrahiert, um eine neue Bedeutungsebene entstehen zu lassen, die von der Paraphrase entwickelt wurde. So konnte es gelingen, die Ebene des Ausgangstextes zu verlassen und eine inhaltsbetonte Fokussierung zu ermöglichen.
3. Schritt: die Kontrolle und der Vergleich der generalisierten Aussagen mit dem Ausgangstext. Dieser Arbeitsschritt sollte die Rückversicherung darstellen, ob die generalisierten Inhalte auch tatsächlich den primären Aussagen der interviewten Lehrer/innen entsprechen.
4. Schritt: die 18 generalisierten Aussagen wurden miteinander verglichen und auf **4 Hauptkategorien** aufgeteilt. Dabei ergab sich bei manchen generalisierten Aussagen das Problem, dass sie nicht genau in eine der Hauptkategorien passten. Diese Aussagen wurden einstweilen bei Seite gelegt und es wurde offen gelassen, ob sich diese am Ende des Verdichtungsvorganges noch einfügen lassen würden.

4) Kategorien und Ergebnisse

1. Was ist positiv am Projekt Experimentierwerkstatt?

1a. Trägt das Projekt Experimentierwerkstatt zum Physikunterricht in der Schule etwas bei?

Das Projekt Experimentierwerkstatt kann die Kinder durch das Arbeiten an den Experimentierstationen anregen, nicht nur im Physikunterricht größere physikalische Zusammenhänge herzustellen, sondern auch darüber hinaus dazu beitragen, die Interessen und Motivation der Kinder für Naturphänomene zu fördern. Ebenso habe das Projekt die Kinder zum Fragenstellen angeregt, was auch zu erkennbaren Lern-Fortschritten der Kinder im Physikunterricht geführt habe. Generell seien die aufgebauten Versuche der Experimentierwerkstatt probate praktische Mittel für das Lernen.

2. Was ist am Projekt Experimentierwerkstatt als negativ zu werten?

Da die Präsentation der Experimentierstationen für manche, vor allem jüngere Kinder als anstrengend empfunden wurde, muss die Experimentierwerkstatt für das jeweilige Alter der Kinder spezielle Präsentationen anbieten, um die Kinder zeitlich und inhaltlich nicht zu überfordern. Dabei stellt auch der Gruppenfindungsprozess einen belastenden Faktor für die zu erwartende Aufmerksamkeit der Kinder dar.

3. Ist hands-on Didaktik für den Unterricht geeignet?

3a. Welche Forderungen können an die hands-on-Didaktik gestellt werden?

Praktische Versuche stellen für die Lehrpersonen relativ einfach herzustellende Methoden des Unterrichts dar, von denen sich die Lehrpersonen in der Regel mehr Wirksamkeit bei der Initiierung von Lernprozessen versprechen als von bloßen theoretischen Erklärungen ohne der Möglichkeit des praktischen Ausprobierens. So sprechen die Lehrpersonen durchwegs davon, dass das Ausprobieren und Experimentieren sehr gut dazu geeignet sind, auch physikalische Inhalte für Kinder begreiflich zu machen. Ebenso sehen Lehrpersonen das Projektlernen als Möglichkeit, etwas Neues kennen zu lernen. Im Speziellen habe dazu das Betreuungsteam der Experimentierwerkstatt mit der Idee, kleine Aufträge an die Kinder zu vergeben dazu beigetragen, die Eigenaktivität der Kinder zu unterstützen. So sei auch der natürliche Forscherdrang der Kinder dadurch unterstützt worden. Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass die Lehrpersonen die Behandlung des Themas „Physik“, vermittelt durch praktische Versuche mit der Möglichkeit zur Selbsttätigkeit, als besseres Mittel zum Lernen ansehen als rein verbale Unterrichtsmethoden, die den Lehrpersonen zufolge nur unterstützende Aufgaben haben sollen.

4. Welche Forderungen können an das Projekt „Experimentierwerkstatt“ herangetragen werden?

Zum einen sehen die Lehrpersonen es als Problem an, wenn Gruppen von Kindern mit großen Altersunterschieden zur selben Zeit bei der Präsentation anwesend sind. Dafür hätten sich, auch nach Absprache mit der Projektleitung, die Gruppenteilungen der Kinder als vorteilhaft erwiesen. Daran anschließend hätten sich die Lehrpersonen teilweise auch einen größeren Arbeitsraum für die Präsentation des Projektes gewünscht, um den einzelnen Stationen des Projekts sowie den Gruppenaktivitäten eine größere Freiheit zu gewähren.

Zum anderen war es ein Anliegen der Lehrpersonen, dass auch die Betreuer des Projekts den Kindern zeigen, dass sie selbst von den physikalischen Vorgängen fasziniert sind. Davon hätten sich die Lehrpersonen auch eine gesteigerte Motivation beim Ausprobieren und Experimentieren der Kinder versprochen. Ebenso seien die Forderungen an das Betreuerteam, ein ruhiges Arbeitsklima herzustellen, um die Hinführung zu den Stationen noch spannender gestalten zu können und die Kinder noch mehr zum Staunen bringen zu können.

Als nachteilig für das Interesse der Kinder habe sich auch erwiesen, wenn die Arbeitsaufträge an die Kinder zeitlich zu lange oder inhaltlich zu groß vergeben wurden. Dann komme es leicht zu einer Überforderung der Kinder, die dann nicht mehr oder nur mehr schwer zum selbsttätigen Experimentieren zu bringen seien.

Die Lehrpersonen hätten sich auch eine einfache textliche Hin- bzw. Einführung zur Thematik gewünscht. Diese, mit einfachen theoretischen Inhalten ausgestatteten Folder o.Ä. hätten dann ebenso an die Kinder ausgegeben werden können. So wäre eine kurze theoretische Auseinandersetzung bei der Präsentation, sofern sie kinder- und altersgerecht zugeschnitten ist, von Vorteil, um die praktischen physikalischen Vorgänge beim

anschließenden Experimentieren besser verstehen zu können. So haben sich Lehrpersonen auch dafür ausgesprochen, dass sich praktischer Projektunterricht in Verbindung mit einer theoretischen und textlichen Basis positiv auf den Lernerfolg auswirken würde.

5.6.3 Begleitforschung

1. Zielsetzung

Die Experimentierwerkstatt Wien hat ihren Schwerpunkt bei der Entwicklung von klassischen hands-on- Experimentierstationen in der Tradition von "Exploratorium"/San Francisco, "Phänomena 1984"/Zürich oder von Hugo Kükelhaus' "Erfahrungsfeld zur Entfaltung der Sinne".

Für solche Hands-on-Stationen ist es charakteristisch, dass sie nicht unmittelbar von Naturwissenschaftlern entwickelt werden und auch nicht in erster Linie als Lern- oder Lehrbehelf gedacht sind. Sie werden daher auch vielfach von Künstler/innen entwickelt und sind von vornherein weit offener angelegt, als wissenschaftliche Demonstrations-Experimente.

Sie sind Ergebnis einer offenen, künstlerischen Auseinandersetzung mit einem Phänomenbereich und überschreiten bewusst die methodischen Grenzen der Wissenschaft. In ihnen ist also implizit weit mehr enthalten, als ein bestimmter Lehrinhalt.

Entwickeln von hands-on- Exhibits ist in diesem Sinne ein umfassender, kreativer Prozess, der nach allen Seiten hin offen sein muss. Er muss die unterschiedlichsten Arbeitsfelder zusammenbringen und integrieren: wissenschaftliches Arbeiten, pädagogisch-didaktische Kreativität, handwerkliche und technische Erfahrung, künstlerisch-ästhetische Auseinandersetzung und Gestaltung.

Nicht zuletzt dieses Forschungsprojekt hat uns wieder bewusst gemacht, dass der Begriff und das Verständnis von "hands-on" noch nicht geklärt ist und der Diskurs darüber wohl erst in den Anfängen steckt.

Deshalb haben wir uns in der Begleitforschung das Ziel gesetzt, den wissenschaftstheoretischen Rahmen zu reflektieren und abzustecken, in dem wir unsere Arbeit im Bereich der hands-on- Entwicklung und Vermittlung sehen. Unsere Begleitforschung gliedert sich in folgende Bereiche:

A. Zur Begriffsklärung: Was ist "hands-on"? – Versuch eines wissenschaftstheoretischen Rahmens.

1. Die Historische Entwicklung in der wissenschaftlichen Theorienbildung: Schritte der Abstraktion und Vereinheitlichung – "SUBJECT OFF".
2. Die historische Entwicklung in der "Wissenschaftlich-technologischen Fortschrittsspirale".
3. Die heutige Situation: Das Spannungsfeld in dem die hands-on- Didaktik agiert.

B. "hands-on" und Schule.

A Versuch eines wissenschaftstheoretischen Rahmens:

1) Die Historische Entwicklung in der wissenschaftlichen Theorienbildung: Schritte der Abstraktion und Vereinheitlichung – "SUBJECT OFF"

REDUKTION Ausschaltung der Sinnesqualitäten (des subjektiven Wahrnehmens). <i>Das Subjekt nimmt nicht mehr wahr.</i>	Alle Wirklichkeit, alles, was wissenschaftlich zum Objekt werden kann, wird auf "res extensa" reduziert. Nur mehr räumliche Ausdehnung zählt. Sinnesqualitäten, die ja das Mitwirken eines Subjekts erfordern, werden aus der Darstellung ausgeschlossen: "Wärme" wird zu einem Stoff (und später zu innerer Teilchenbewegung), "Licht" wird zur elektromagnetischen Welle, "Klang" wird zur Druckwelle in einem Medium usw. Aus "QUALITÄT" (die nur in der Subjekt-Objekt- Beziehung besteht) wird "ZUSTAND" (den ein Objekt auch ohne Subjekt hat).
MECHANISIERUNG Ausschaltung des subjektiven Eingreifens und Wirkens (des Handanlegens) <i>Das Subjekt nimmt nicht mehr teil.</i>	Nach den Objekten werden im zweiten Schritt nun auch die KRÄFTE objektiviert und reduziert: Alles Geschehen muss von nun an als WECHSELWIRKUNG zwischen den OBJEKTEN dargestellt werden. Alle Aktion muss von den Objekten ausgehen. Sie werden zu "Trägern" der Kräfte. Dieser Schritt betrifft vor allem das Einsetzen, das "Anfangen" einer Kraft: - Bei einer subjektiven Kraft bestimmt und entscheidet das SUBJEKT, wann und wo die Kraft einsetzt und in welche Richtung sie wie weit wirken soll. Hier liegt die Wurzel des "Handelns" und von "hands-on: die eingreifende Hand "wirkt" unmittelbar mit dem Willen des Subjekts. - Eine objektive Kraft hingegen kann nur mit Notwendigkeit wirken; nur die äußeren, raumzeitlichen Umstände des Zusammentreffens der Objekte entscheiden (als URSACHE), welche WIRKUNG sich einstellen wird. So ist die Kraftausübung nicht mehr Sache der Entscheidung eines Subjekts; vielmehr kann die Wirkung eindeutig aus der Ursache berechnet und vorhergesagt werden. Dieser Schritt wurde durch die drei Axiome Newtons methodisch präzisiert. Vor allem das dritte Axiom ("Aktion = Reaktion") wurde damit zur Grundlage für ein Gleichgewicht der (objektiven) Kräfte. Das

	Gleichgewicht wird mathematisch zur GLEICHUNG und mit den "Bewegungsgleichungen" kann die Physik von nun an jedes Objektgeschehen berechnen und vorhersagen. Das Subjekt braucht die Vorgänge nicht mehr wahrzunehmen, zu beobachten und mitzuerleben, sondern kann sie bestimmen, ohne selbst "dabei zu sein" beziehungsweise ohne an ihnen teilzunehmen. Die objektive Wirklichkeit wird zu einer Bühne, auf der allein die Objekte mit ihren gesetzmäßigen Wechselwirkungen agieren. Ein Subjekt darf als Akteur nicht mehr vorkommen.
REKONSTRUKTION Rekonstruktion der Wirklichkeit auf der Zerlegungsebene: Modellwelt aus Bausteinen und Bindungskräften. <i>Die Wirklichkeit des Subjekts ist nur sekundärer Schein.</i>	Der nächste Schritt der Subjektausschaltung erfolgte mit der Erforschung der Phänomene von Elektrizität und Magnetismus. Hier hatte man es von vornherein mit etwas UNSICHTBAREN und nicht Wahrnehmbaren zu tun. Man musste sich überhaupt erst einmal Zugänge zu dieser verborgenen Welt schaffen. Jedes MODELL, das von diesem Phänomenbereich erstellt werden kann, muss den Charakter einer ANALOGIE haben. So dachte man zunächst an einen elektrischen "Stoff", der wie eine Flüssigkeit sei – der also in Analogie zu unseren makroskopischen Erfahrungen mit Flüssigkeiten gebildet wurde. Die Modelle wurden weiter entwickelt und es wurde dabei so weit als möglich an die bereits bewährten Modelle der Mechanik angeknüpft (z.B. Coulombfeld wie Gravitationsfeld). Stand bei den ersten beiden Objektivierungsschritten die REDUKTION im Vordergrund, so kommt jetzt immer mehr das Prinzip der VEREINHEITLICHUNG ins Spiel: - Der im Prinzip wahrnehmbare (durch ein Subjekt) aber durch die Reduktion subjektfrei mechanisierte Bereich der makroskopischen (uns direkt zugänglichen) Phänomene - soll nun mit dem von vornherein nicht wahrnehmbaren Bereich der elektromagnetischen Objektvorgänge zusammengeführt und vereinheitlicht werden. Beide Bereiche sind ein und dieselbe objektive Wirklichkeit; es darf nur eine, einheitliche Gesamtwirklichkeit geben. Das führt in der Folge dazu, dass nun auch die Phänomene der makroskopischen Welt mithilfe der neuen Modell-Elemente der mikroskopischen Ebene "REKONSTRUIERT" werden. Man sagt etwa: In Wirklichkeit ist das, was uns als fester und einheitlicher Körper erscheint (etwa ein Apfel)

ZUSAMMENGESETZT aus einer Unzahl von kleinsten Teilchen, aus Atomen und Molekülen.

- Damit wird die ursprünglich selbstverständliche Realität des makroskopischen Objekts (Apfel) zum subjektiven **SCHEIN** degradiert;

- und die Welt der Teilchen zur eigentlichen, wahren, objektiven und wissenschaftlichen **WIRKLICHKEIT** erklärt.

Dieser Widerspruch zwischen **SCHEIN** und **SEIN** der Objekte wird vorerst durch das "Bausteinprinzip" aufgehoben:

- Alle (makroskopischen) Objekte sind aus **BAUSTEINEN ZUSAMMENGESETZT**.

- Man kann also umgekehrt jedes Objekt **ZERLEGEN**.

Damit begab sich die Physik auf ihren systematischen Weg der Zerlegung, der sie auf immer zerlegtere Teilchen und immer stärkere Kräfte brachte.

Die Objekte und Prozesse der mikroskopischen Modellwelt wurden zwar in Analogie zur mechanisierten, makroskopischen Welt angelegt, verhalten sich aber dennoch in vielerlei Hinsicht völlig anders. Es sind nicht nur die räumlichen Abmessungen um Dimensionen kleiner, sondern auch die Zeitspannen im selben Ausmaß kürzer und die Frequenzen sind entsprechend höher.

So wurde mit der elektromagnetischen Zerlegungsebene schließlich eine Parallelwelt errichtet, in welcher das mechanistisch-gesetzmäßige "Schalten und Walten" mit den Objekten noch weit schneller, exakter und reibungsloser funktionieren konnte.

Die "Elektronik" mit ihren "**SCHALTKREISEN**" wurde damit zum Medium der Steuerung und Regelung von makroskopischen Prozessen.

Interessant und paradox ist in diesem Zusammenhang auch der Umstand, dass erst durch die Entwicklung der Elektronik die **AUDIO-VISUELLEN** Techniken voll zur Entfaltung kamen: Die Nachstellung auf der unsichtbaren Zerlegungsebene hat die Möglichkeiten von Aufzeichnung und Wiedergabe der **HÖRBAREN** und **SICHTBAREN** Wirklichkeit revolutioniert.

Anders gesagt: Durch die subjektfreie Rekonstruktion wurden die Möglichkeiten des subjektiven Wahrnehmens beträchtlich

	erweitert. Auch andere Sinnesqualitäten – wie die WÄRME – konnten nun auf der Zerlegungsebene mechanistisch rekonstruiert werden: Durch die KINETISCHE WÄRMETHEORIE.
QUANTENMECHANIK Es gibt einander widersprechende Modell-Rekonstruktionen. Ausschaltung der "Anschaulichkeit" bzw. Interpretation als entweder "Welle" oder "Teilchen" durch Reduktion auf den Mathematischen Formalismus <i>Das Subjekt darf auch die Modelle nicht mehr anschaulich interpretieren.</i>	Damit kommen wir zum letzten Schritt des historischen Objektivierungsprozesses, durch den die Naturwissenschaft auch an ihre (methodischen) Grenzen gestoßen ist. Die Physik ist konsequent mit ZERLEGUNG und REKONSTRUKTION vorangeschritten und hat auf diesem Weg - sowohl die TEILCHEN, als auch - die dazugehörigen WECHSELWIRKUNGEN immer besser experimentell präzisieren und theoretisch absichern können. Gerade aber, als die vereinheitlichte, mechanistische Rekonstruktion der Wirklichkeit knapp vor ihrer Vollendung zu stehen schien, stellte sich heraus, dass sich die zwei Hauptstränge der Mechanisierung nicht (mehr) widerspruchsfrei zusammenführen lassen. - Das TEILCHENBILD, in dessen Rahmen die Wirklichkeit als wechselweises Zusammenspiel von DISKRETEN, voneinander eindeutig abtrennbaren Objekten dargestellt wird, ist letztlich nicht vereinbar mit - dem WELLENBILD. Dort werden die Vorgänge primär im "DAZWISCHEN", im KONTINUIERLICHEN Medium angesiedelt. Die Physik konnte zur Aufhebung dieses Widerspruchs schließlich die QUANTENTHEORIE entwickeln, die sich sehr bewährt hat, sich aber weitgehend auf die formal-mathematische Ebene beschränkt. Die weitere Modellentwicklung baut auf ihr auf und wurde bis zum heutigen "STANDARDMODELL" der (Teilchen-) Physik weitergetrieben. Mit der Quantenmechanik hat die Physik einen neuerlichen Abstraktionsschritt gesetzt: - Nach Ausschaltung der SUBJEKT-WAHRNEHMUNG (SINNESQUALITÄTEN) und - nach Ausschaltung des SUBJEKTIVEN EINWIRKENS (durch MECHANISIERUNG);

	- nach der REKONSTRUKTION durch ANALOGIE mechanistische Modelle, können nun nicht einmal mehr die analogen Modelle zur Veranschaulichung herangezogen werden. Anders ausgedrückt: Man darf sich nun nicht einmal mehr etwas "VORSTELLEN"; jede bildliche, "anschauliche" Vorstellung, die man sich von den Objekten des Standardmodells machen mag, ist von vornherein und prinzipiell "falsch". "Richtig" ist allein der mathematische Formalismus. So etwas wie "Anschaulichkeit" ist immer noch an ein SUBJEKT geknüpft. Es musste daher konsequenterweise auch noch beseitigt werden.
--	--

2.) Die historische Entwicklung in der "Wissenschaftlich-technologischen Fortschrittsspirale".

Die historische Entwicklung der naturwissenschaftlichen Modelle lässt sich somit als fortschreitende Objektivierung und Abstrahierung durch Subjektausschaltung beschreiben.

Das Motto ist: "Subject off!"

Parallel und in Wechselwirkung mit der theoretischen Modellentwicklung fand auch eine gesellschaftlich-politische Entwicklung statt. Man spricht von einer "Wissenschaftlich-technologisch-wirtschaftlichen Fortschrittsspirale". Wir wollen sie hier kurz anhand des Begriffes der "ARBEIT" skizzieren:

ERLEICHTERUNG der menschlichen "ARBEIT" mit Hilfe der Objekte.	Es geht um die menschliche Kraft. Die Menschen bearbeiten Dinge, Material, Massen: heben, schieben, ziehen, tragen, drücken, pressen ... Es sind elementare Handgriffe, Körperarbeit. Schon seit der Antike hatte man dazu einige recht effiziente Mittel entdeckt. Einige davon sind so beeindruckend, dass man sie schon im Altertum "Die mächtigen Fünf" nannte: das Rad, der Hebel, die schiefe Ebene, der Keil und die Schraube. All diese Mittel können die menschliche Arbeit erleichtern und ihren Effekt vervielfältigen. Allerdings gilt auch ein gewisses "Realitätsprinzip": Man kann
---	--

	zwar sehr schwere Lasten heben - die eigene Kraft wird vervielfältigt - hat dafür aber auch weit länger damit zu tun. In der "Golden Regel der Mechanik" wird dies mathematisch ausformuliert ($\text{Kraft} \times \text{Kraftarm} = \text{Last} \times \text{Lastarm}$). Genau in dem Ausmaß, wie die Kraft, die man aufwenden muss, kleiner wird, wird der Weg, den man dabei zurücklegen muss, länger. Das Produkt KRAFT x WEG bleibt unverändert. Dieses Produkt wird in der Physik nun als "ARBEIT" definiert. Damit war der Begriff der Arbeit objektiviert: "Arbeit" bedeutet jetzt: eine bestimmte MASSE ("Last") mit einer bestimmten KRAFT einen bestimmten WEG entlang zu bewegen. Jedes OBJEKT verrichtet in diesem Sinne "ARBEIT", wenn es durch seine Kraft ein anderes Objekt bewegt. Die im Lauf der Zeit an einem Objekt kumulierte "Arbeit" wird schließlich auch als "ENERGIE" bezeichnet.
OBJEKTARBEIT ersetzt MENSCHENARBEIT (SUBJEKT-ARBEIT)	OBJEKTE leisten jetzt also ARBEIT und man kann diese Arbeit, beziehungsweise ENERGIE dazu verwenden, mühevollen menschliche Arbeit zu ersetzen, indem man gleichsam die Objekte für die Subjekte arbeiten lässt. Von nun an kann – im Rahmen der Fortschrittsspirale – immer mehr menschliche Arbeit durch Arbeit der Objekte ersetzt werden. Auch hier wird also, wie bei der theoretischen Modellentwicklung, das menschliche SUBJEKT aus seiner Beziehung zu den OBJEKTEN herausgenommen: Durch geschickte Inszenierung einer WECHSELWIRKUNG zwischen den Objekten. Die OBJEKTE werden so "gestellt", eingestellt, gesteuert und geregelt, dass sie die Arbeit – ohne Zutun eines SUBJEKTS – verrichten. Auch hier erfolgt in der weiteren Entwicklung eine MECHANISIERUNG aller Bereiche der Natur. Alles wird daraufhin untersucht, inwieweit es geeignet ist, "ARBEIT" zu leisten, das heißt, inwieweit diese Naturphänomene als "ENERGIE" genützt werden können. Das führte schließlich dazu, dass Mitte des 19. Jahrhunderts der Energiebegriff zum roten Faden der Naturerkenntnis wurde: - Alle Naturprozesse sind letztlich "Energie". - Energie bleibt "ERHALTEN".

	- Sie kann nur aus jeweils einer Form in eine andere UMGEWANDELT werden. Aufgabe von Technik und Naturwissenschaft ist es, diese Umwandlungsvorgänge in die gewünschte Richtung zu lenken und dabei einen möglichst hohen "Wirkungsgrad" zu erreichen.
MECHANISIERUNG und AUTOMATISIERUNG der ARBEIT	Es sollen von nun an nicht mehr die SUBJEKTE (Menschen) an den OBJEKTEN "arbeiten". Zum Ziel wurde es vielmehr, die OBJEKTE so zusammen zu stellen und "einzuspannen", dass sie gegenseitig aneinander "arbeiten". So kann die Arbeit der Objekte nun zunehmend ohne Zutun eines Subjekts – also "von selbst" – erfolgen. Die Menschen brauchen nur mehr die Objekt-Prozesse anzulegen, zu steuern und die erzielte Leistung, den gewünschten "Effekt" zu "konsumieren". - Aus der handwerklichen ARBEIT eines Menschen, (die nur in einer SUBJEKT-OBJEKT- Beziehung verrichtet werden kann), - wird ein mechanisierter und immer mehr auch automatisierter PRODUKTIONSPROZESS. Man kann hier die Umstände der SUBJEKT-AUSSCHALTUNG sehr gut studieren: - Wenn ein Handwerker etwa an der Herstellung eines Schuhes arbeitet, dann ist er die ganze Zeit über in engem Kontakt mit den Objekten. Er schneidet, klopft, bohrt, biegt oder näht; er plant und bestimmt mit seiner Geschicklichkeit jede Phase des Objektprozesses – der damit zugleich auch ein Subjektprozess ist. Subjekt und Objekt sind bei dieser Arbeit nicht getrennt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts erfolgte schließlich ein großer Schritt der "Rationalisierung" der Arbeit. Alles, was beim Handwerk im unmittelbaren Subjekt-Objekt- Kontakt geschieht, wird nun allein von der abgetrennten Objektseite her neu gestaltet. - Der Arbeitsvorgang wird in kleinste Teile (zunächst noch Handgriffe) zerlegt, die tendenziell keinerlei Geschicklichkeit mehr erfordern. Das arbeitende SUBJEKT muss sich nicht mehr auf das OBJEKT verstehen. Das Objekt braucht nur mehr

	"mechanisch" bewegt und verändert werden. - Das Subjekt braucht sich nicht mehr, weder wahrnehmend noch gestaltend, auf das Objekt einzulassen; es braucht nicht mehr dabei zu sein. In dieser Phase der "Rationalisierung" des Produktionsprozesses wurde durch die Pioniere dieser Entwicklung (Taylor, Ford ...) nun umgekehrt damit begonnen, das menschliche Arbeiten zu vermessen: "Time an motion- studies" wurden angestellt – wie lange braucht ein Mensch, um einen bestimmten Handgriff zu verrichten? Der Arbeitsvorgang wurde zerstückelt in viele solcher "Handgriffe", die keiner Geschicklichkeit und keiner Qualifikation mehr bedurften. Jedes "Stück" konnte nun ohne "Geist" verrichtet werden; es besitzt keinen "Sinn" mehr für sich selbst. Schließlich wurde der ganze Produktionsprozess wieder aus diesen geist- und sinnentleerten Stückchen zusammengesetzt. Am Schluss der Produktionsstraße steht nun – im obigen Beispiel - auch wieder der fertige Schuh. Die Arbeit ist zur Fließbandarbeit geworden.
	Der Prozess der "Rationalisierung" wurde kontinuierlich weitergetrieben, bis er heute zu vielfach schon völlig AUTOMATISIERTEN Produktionsstraßen geführt hat. Es war meist kein allzu schwieriger Schritt mehr, die bereits mechanisierten "Arbeitsstücke" durchgehend auf die Objekte zu übertragen. Das Subjekt war nun aus dem ganzen Produktionsprozess ausgeschlossen. Mit der vollendeten Subjektausschaltung wird nun allerdings auch die Kehrseite dieser Entwicklung immer deutlicher bewusst. Jetzt wird die menschliche "Arbeit", die bisher mit allen Mitteln durch Objektarbeit ersetzt wurde, zur Mangelware. Die "Arbeitslosigkeit" wird zum Problem. Durch die Ausschaltung des SUBJEKTS aus dem Arbeitsprozess wurde nicht nur die - MÜHE und Anstrengung beseitigt, die mit der Arbeit häufig verknüpft ist, - sondern auch der SINN und die Erfüllung, die mit einer interessanten Subjektarbeit einhergehen kann. Der nicht zuletzt

	aus dem Kontakt, aus der Beziehung des SUBJEKTS zum OBJEKT hervorgeht. Mit der real vollzogenen SUBJEKT – OBJEKT- Spaltung am Arbeitsprozess wurde die Arbeit auch in den Gegensatz "EFFEKT – SINN" gespalten.
--	--

3.) Die heutige Situation: Das Spannungsfeld, in dem die hands-on- Didaktik agiert.

Nach Rückblick und Reflexion auf die historische Entwicklung sollen hier nun grundsätzliche Überlegungen zur Rolle einer HANDS-ON- DIDAKTIK in dieser Situation angestellt werden.

Wir können feststellen:

- Sowohl die naturwissenschaftliche Modellentwicklung und Theorienbildung,
- als auch die real-historische, gesellschaftliche Entwicklung von Arbeit, Produktion und Selbstverständnis

sind geprägt durch das methodische Motto: "Subject off!".

Diese methodische Vorgabe war über lange Zeit sehr erfolgreich und hat faszinierende Fortschritte gebracht.

Die Entwicklung war unseres Erachtens eine durchwegs dialektische, was sich zum Beispiel darin zeigt, dass gerade durch die methodische Ausschaltung des Subjekts immer wieder die Möglichkeiten und der Aktionsradius desselben Subjekts beträchtlich erweitert werden konnten.

Der Entwicklungsprozess verläuft dabei typischerweise nach etwa folgendem Muster:

- Ein Vorgang wird aus der direkten Wahrnehmung und dem direkten Eingriff des Subjekts herausgenommen und rein objektseitig rekonstruiert. So wird etwa die subjektive Wärmeempfindung zu einer physikalischen Wärmetheorie entwickelt. Die Wahrnehmung wird durch Temperaturmessung ersetzt und ein passendes mechanistisches Modell wird aufgestellt und experimentell überprüft.
- Mithilfe dieses Modells lassen sich nun "Wärmemaschinen" bauen, die rein objektseitig als objektive Prozesse gesetzmäßig ablaufen. Hier wird nichts mehr gefühlt oder wahrgenommen; es gibt nur abstrakte "Energieumwandlungen", deren "Wirkungsgrad" eventuell verbessert werden kann.
- Eine solche Maschine kann nun gleichsam wieder an ein Subjekt herangebracht werden, indem etwa eine Wohnung geheizt oder ein Verbrennungsmotor für die Fortbewegung eingesetzt wird.

Jetzt, bei dieser neuen SUBJEKT-OBJEKT- Beziehung kommt auch wieder die Qualitätsempfindung ins Spiel.

Wir befinden uns heute in folgender Situation:

Im Laufe des skizzierten historischen Objektivierungsprozesses ist die vom Subjekt abgetrennte Modellwelt sehr weit entwickelt und perfektioniert worden; hier – also rein objektseitig – hat der große Fortschritt stattgefunden.

Irgendwann aber, sei es in der Theorie oder in der technologischen Praxis, muss dieser Fortschritt wieder an die Subjekte herangebracht werden. Das bedeutet: "Subject on!".

Und dabei macht sich bemerkbar, dass die Perfektionierung und Hochentwicklung eben nur einseitig, nur auf der Objektseite stattgefunden hat.

In dieser historischen Situation sind in den letzten Jahrzehnten immer stärker das Bedürfnis und die methodische Forderung nach ergänzenden und erweiternden "KOMPLEMENTÄREN" Ansätzen laut geworden. Dies umso dringlicher, je näher das jeweilige wissenschaftliche Gebiet an das unmittelbare Befinden der menschlichen Subjekte heranreicht.

So wird etwa eine "Komplementärmedizin" entwickelt, welche die objektivistisch reduzierten Ansätze der "Schulmedizin" ergänzen und erweitern soll.

In der "Baubiologie" wird reflektiert, wie weit die rein objektiven, messbaren Parameter des Wohnens tatsächlich das subjektive Wohlbefinden und die "Lebensqualität" erfassen können.

Auch die menschliche MOBILITÄT ist nicht nur eine Frage der messbaren Geschwindigkeit oder des technischen Wirkungsgrades.

Die hands-on- Didaktik kann daher unseres Erachtens nicht nur im engeren Bereich der Wissenschaftsvermittlung einen wichtigen Beitrag liefern, sondern auch in diesem zweiten, im weiteren Sinn demokratiepolitischen Bereich wichtige Arbeit leisten.

DAS SPANNUNGSFELD

Auch wenn die bisherige Reflexion auf die historische Entwicklung eher den Charakter einer Gegenüberstellung von jeweils zwei gegensätzlichen Seiten besitzt, so verstehen wir dieses Spannungsfeld, wie schon öfters betont, als "dialektisches". Das bedeutet, dass es letztlich keine der jeweiligen Seiten wirklich in Reinkultur geben kann.

Das Trennen und Abspalten ist Teil eines Prozesses, in dessen Verlauf es immer auch wieder zur Gegenbewegung, einem Verbinden, Vereinen und Zusammenspiel beider Seiten kommt.

So wird zwar im Rahmen des geschilderten, wissenschaftlichen Objektivierungsprozesses systematisch reduziert, abstrahiert und mechanisiert und auf diese Weise werden weitgehend "subjektfreie" Modelle geschaffen; aber in diese mechanischen Modelle kann man sich wieder subjektiv hineinversetzen.

Der gesetzmäßige mechanische Rhythmus, das effiziente Ineinandergreifen der Zahnräder, die konsequente, rationale Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung können ihrerseits

wieder zu einer subjektiven Qualität werden, an der man teilnehmen kann und die sich erleben und sogar künstlerisch gestalten lässt.

An die Modelle jeder Stufe der Subjektausschaltung kann das Subjekt wieder unmittelbar herantreten. Und auch wenn sie aus dem methodischen Bestreben nach Distanz gebildet wurden, kann man sich ihnen wieder subjektiv annähern.

Ja, es ist ja eigentlich so, dass auch das methodische Streben nach Sicherheit und Distanz, das die Dinge nur feststellen und beherrschen will, selbst wieder eine höchst subjektive Haltung ist.

Wenn wir die "Spannungen" zwischen den Gegensätzen in diesem Sinn genauer betrachten, dann entdecken wir, dass wir uns gar nicht auf eine Seite allein beschränken können, sondern sich notwendigerweise immer wieder wesentliche Züge der anderen Seite einschleichen.

So kann man sich auch in die abstraktesten Modelle sozusagen einleben und ihre Dynamik intuitiv verstehen; man kann ein "Gefühl" und Gespür für das Laufen eines Mechanismus entwickeln.

Das heißt: Das Subjekt kann sich immer wieder an (seine) Objekte anpassen, sich ihnen, auch wenn sie in einer Abwehrbewegung gebildet wurden, wieder auf eine neue Art nähern.

Im Folgenden wird diese Dialektische Situation noch einmal anhand von zwei Gegensatzpaaren exemplarisch skizziert, und dann ein Überblick über alle beteiligten Gegensatzpaare versucht.

WISSENSCHAFTLICHE DISTANZ

Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Modelle ging, wie bereits dargestellt, immer in die Richtung von größerer Distanz. Reduktion, Abstraktion, Verallgemeinerung und Vereinheitlichung sind die methodischen Prinzipien auf diesem Weg. Aus größerer Distanz hat man mehr Überblick.

Schließlich werden die Naturvorgänge auch in ihrer Dynamik auf mechanistisch funktionierende Abläufe reduziert, die exakten Gesetzen gehorchen müssen. Es ist keine Überraschung mehr von ihnen zu erwarten, alles ist vorhersagbar und wiederholbar (nur solches wird methodisch zugelassen). Die Mechanisierung ist letztlich so etwas, wie ein Abwehren der unmittelbaren, zudringlichen Phänomene; sie sollen auf Distanz gehalten werden, man will ihnen sicher und gefasst gegenüberstehen; man will nicht von ihnen betroffen, nicht in sie involviert, nicht hineingezogen werden.

Die Naturphänomene wurden in diesem historischen Prozess der wissenschaftlichen Modellbildung sozusagen immer mehr "gezähmt" und in einem gewissen Sinn daher auch "langweilig" und "trocken" gemacht. Sie sprechen nicht mehr die ganze Erlebnisfähigkeit der Menschen an, sondern nur mehr das nüchterne, rationale Denken im Kopf, das sich die Dinge vom Leib hält.

INTENSIVE NÄHE

Das alles sind Vorgaben und Tendenzen, die einer hands-on- Didaktik diametral entgegengerichtet sind. Beziehungsweise wird der Ruf nach einer hands-on- Didaktik vor allem auf Grund dieser methodischen Einseitigkeit laut. Die hands-on- Didaktik soll in diesem Sinne die einseitige Tendenz der wissenschaftlichen Entwicklung kompensieren und so wieder mehr Interesse an den Naturwissenschaften wecken.

Die Menschen, die Subjekte wollen wieder näher an die Dinge und Abläufe herankommen, Beziehungen eingehen, mitleben, teilnehmen und dabei sein.

Ein objektiver Mechanismus läuft von selbst, nach gesetzmäßiger Vorschrift. Er wird zur black-box, zur Maschine, zum abgekapselten Automaten; das Subjekt wird ausgeschlossen – es gibt nichts zum dabei sein, Teilnehmen und Mitwirken. Die Elemente des Mechanismus sind so abstrahiert und reduziert, dass sie keine Anhaltspunkte für die Teilnahme eines Subjekts bieten. Das Subjekt ist unerwünscht, sein Eingreifen könnte das Funktionieren höchstens behindern oder stören.

WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN – KÜNSTLERISCHES ARBEITEN

Schon gar nicht darf das Subjekt den Naturprozess mitgestalten und formend eingreifen, so wie es in der künstlerischen Auseinandersetzung geschieht.

Zur Tugend des wissenschaftlichen Arbeitens gehört es, sich aus dem Gegenstandsbereich möglichst herauszuhalten, die Objekte so zu lassen, wie sie "sind"; sie frei zu legen von allen zufälligen und subjektiven Zutaten und nur diejenigen Prozesse zu erfassen, die sie mit Notwendigkeit durchlaufen müssen. Nicht das, was sein kann und sein mag, sondern ausschließlich das, was sein muss gilt es festzustellen.

Ganz anders das künstlerische Herangehen. Hier kommt es auch auf die subjektive Beziehung an; sich Einlassen, sich ansprechen lassen, teilnehmen an den Prozessen, mitvollziehen und sogar mitgestalten. Man will den natürlichen Objektprozess nicht vom Menschen trennen und abspalten, sondern im Gegenteil intensiver verbinden. Es wird mit Absicht und im unmittelbaren Kontakt mit den Phänomenen gestaltet und das fertige Werk enthält Objektives und Subjektives gleichermaßen.

Wir haben das Spannungsfeld, in dem die hands-on- Didaktik steht, bisher durch die zwei Gegensatzpaare WISSENSCHAFTLICHE DISTANZ – INTENSIVE NÄHE sowie WISSENSCHAFTLICHES VORGEHEN – KÜNSTLERISCH-GESTALTENDES HERANGEHEN charakterisiert.

Die hands-on- Didaktik muss die enge wissenschaftliche Vorgangsweise öffnen und sich auf das Spannungsfeld einlassen. Sie soll letztlich all das wieder einbringen, was im Laufe des langen historischen Entwicklungsprozesses der Naturwissenschaft – mit viel Geschick und Mühe - methodisch ausgeschlossen wurde.

Wie kann das geschehen?

Sollen die nüchternen, kopflastigen und entsubjektivierten Erkenntnisse sozusagen im Nachhinein nun wieder "eingefärbt" werden? Soll die hands-on- Didaktik gar in der geschichtlichen Entwicklung zurückgehen, zu früheren Entwicklungsphasen und diese neu aufrollen?

Jedenfalls kann die Auseinandersetzung mit früheren Sichtweisen und Theorien hier sicher sehr interessant sein.

- Beispielsweise die Sichtweise des Aristoteles, die weit mehr auf der alltäglichen, sinnesgebundenen Erfahrung aufbaute, als der spätere Ansatz von Galilei.
- Oder die "Hermetische Lehre", die viel mit qualitativen Analogien arbeitete, und die am Anfang der Neuzeit noch in Konkurrenz zur mechanistischen Naturwissenschaft stand, die sich eben erst herausbildete und sich schließlich durchsetzte.
- Sogar in der wissenschaftlichen Arbeit vieler Protagonisten der neuzeitlichen Naturwissenschaft – wie etwa Kepler oder Newton – gab es noch viele Bilder, Intuitionen und leitende, "archetypische" Vorstellungen, die von einer ganz anderen "Nähe" zu den Phänomenen zeugen, als sie heute noch seriösen Wissenschaftlern "erlaubt" ist.

Aber ein Zurückdrehen oder gar Revidieren der stattgefundenen Entwicklung ist sicher auch keine Möglichkeit. Ein derartiges Bestreben würde den dialektischen Charakter dieser Entwicklung völlig verkennen.

WISSENSCHAFTLICHES FORSCHEN – PERSÖNLICHES FORSCHEN

Jedes wissenschaftliche Forschen ist ja notwendigerweise auch ein persönliches Forschen. "Wissenschaftlich" zu forschen bedeutet dann, das persönliche Forschen an die geforderten methodischen Vorgaben (der "Scientific Community") heranzuführen, sich an Regeln zu halten.

Das persönliche Forschen wäre in diesem Sinne ein eher regelloses, spontanes Forschen, das sich von den unmittelbaren, persönlichen Interessen, Vorstellungen und Interpretationen leiten lässt. Es kann kulturell gefärbt und durchaus spielerisch sein. Sozusagen ein "wildes Forschen", noch nicht sehr diszipliniert, dafür aber spontan, offen und kreativ. Paul Feyerabend redet solchem "anarchistischen Forschen" das Wort und weist es auch überall in der Wissenschaftsgeschichte nach.

Wahrscheinlich ist es so, dass jedes Forschen zunächst einmal ein persönliches Forschen ist; es wird erst nach und nach – in einem Kommunikations- und Lernprozess - diszipliniert und in den kollektiven, historisch-wissenschaftlichen Forschungsprozess eingepasst. Aus dem persönlichen Forschen wird wissenschaftliches Forschen.

Das bedeutet auch, dass das Forschen am Anfang meist auch die oben angesprochenen Züge der "Nähe" zu den Phänomenen besitzt. Erst im Lauf des Prozesses wird das "Nahe" methodisch bearbeitet und damit erst Distanz geschaffen.

Wir haben hier bisher die zwei Gegensatzpaare

WISSENSCHAFTLICHE DISTANZ – INTENSIVE NÄHE sowie WISSENSCHAFTLICHES VORGEHEN – KÜNSTLERISCH-GESTALTENDES HERANGEHEN explizit charakterisiert.

Implizit sind in den historischen Reflexionen noch viele andere Gegensatzpaare enthalten, die alle unter dem übergeordneten Gegensatz SUBJEKT – OBJEKT stehen.

In der Folge ein kurzer Überblick über das ganze Spannungsfeld:

Wir können es durch eine Reihe von Gegensatzpaaren charakterisieren.

- Außensicht – Innensicht;
- Messen – Wahrnehmen, Fühlen;
- Modellwirklichkeit – Alltagswirklichkeit;
- Herrschaftswissen – Beziehungswissen;
- Reduktion/Abstraktion – qualitative Bereicherung: Analogien/Assoziationen;
- methodischer Zweifel – kreative Beziehung;
- Exaktheit, Eindeutigkeit, Sicherheit – treffendes Charakterisieren, Lebendigkeit;
- Rationalität, Disziplin – Sensibilität, Spontaneität;
- Wiederholbarkeit, Gesetzmäßigkeit – Einmaligkeit, Möglichkeit;
- Distanz, Neutralität – Nähe, Betroffenheit;
- Kausalität – Finalität;
- Nutzen – Freude.

Die naturwissenschaftliche, objektivierende Methode ist in diesen Gegenüberstellungen jeweils auf der linken Seite angesiedelt.

Zum Verhältnis von Science Center Einrichtung und Schule

- SCE – SCHULE: Die Science Center Einrichtung kann die Schule/den Unterricht nicht ersetzen.
- LEISTUNG – INTERESSE: Der Erfolg von Science Centern beruht auf Faktoren, wie: Ausschalten von Leistungsdruck, Neugier und Interesse Wecken und Motivieren,

keine festen "Arbeitsaufträge" erteilen sondern Selbstbestimmung über die Vorgangsweise erhalten...

- **VORGABEN – OFFENHEIT:** Sie arbeiten nicht nach dem Lehrplan; sie müssen nicht ein bestimmtes Pensum an "Wissensstoff" überprüfbar "hinüberbringen";
- **SELBSTBESTIMMT:** Sie vertrauen auf die Selbständigkeit der Besucher/innen und lassen ihnen Freiheit auf ihrem Weg der Auseinandersetzung und des Lernens.
- **AKTIVITÄT – SENSIBILITÄT:** Die Aktivität der Besucher steht im Vordergrund – ohne sie tut sich gar nichts; sie müssen die Stationen erst zum Leben erwecken. Nicht "Information" und "Lehre", sondern "Interaktion" und spielerische Auseinandersetzung ist das primäre Ziel.
- **WISSENSCHAFT – KUNST:** Eine "hands-on-" Station hat im Idealfall weit mehr den Charakter eines Kunstwerks als den eines wissenschaftlichen Experiments. Es soll nicht nur der "Kopf" und das rationale Denken angeregt und herausgefordert werden, sondern die ganzen Menschen: Sinne, Emotionen, Phantasie ...
- **RATIONAL – UNBEWUSST:** Vor allem sollen auch die "Tiefenschichten", die unbewussten Bilder und Symbole angesprochen werden, die unser Wahrnehmen oft weit stärker prägen als die rationale Fassung der Phänomene.
- **WIDERSPRUCH – REFLEXION:** Die thematisierten Phänomene müssen nicht einheitlich, glatt und reibungsfrei sein; Widersprüche können zur Reflexion anregen. Ja, die Widersprüche, die in den Stationen "aufgehoben" sind, machen die Phänomene oft erst richtig interessant.

Hier noch einmal eine zusammenfassende Gegenüberstellung:

hands-on/ Science Center Einrichtung	Schule
• Kein Leistungsdruck • Motivieren, Neugier, Staunen wecken • spielerisch • Sinneswahrnehmung, qualitativ • selbstbestimmt, selbsttätig • ästhetisch, bildnerisch • Auseinandersetzung • Produkte der Auseinandersetzung	• Leistungsdruck • (Über-) Fülle an Lehrstoff vermitteln, • Systematik, Überblick • hauptsächlich "Kopfarbeit" • vorgegebene Aufgabenstellungen • abstrahierte Modelle • Wissen • Abprüfen des Gelernten

Die grundlegende Fragestellung dieses Forschungsprojekts war ja, ob und auf welche Weise SCE und hands-on- Didaktik im Bereich der Schule (hier speziell in der Grundschule)

sinnvoll eingesetzt werden kann. Jedenfalls, soviel hat die Evaluation unseres Projekts erbracht, kann das schulische Lernen sehr viel von der Science Center Einrichtung und hands-on profitieren. Eine Zusammenarbeit beider Seiten ist daher sicher sinnvoll und sollte in geeigneter Weise weiter entwickelt werden.

Wie die obige Gegenüberstellung der beiden Bildungsbereiche aber erkennen lässt, ist ein solches Zusammenarbeiten nicht "reibungsfrei", nicht frei von Widersprüchen.

Viele Prinzipien, welche die hands-on- Didaktik so erfolgreich machen – etwa: kein Leistungsdruck, selbstbestimmte Auseinandersetzung, spielerische Interaktion ... – werden durch die Rahmenbedingungen des Schulunterrichts konterkariert.

Von Seiten der hands-on- Didaktik können wir nicht "Selbstbestimmung" und eine offene, ganzheitliche Auseinandersetzung anpreisen und zugleich einen fixen Lehrstoff vorgeben, welcher zum Schluss abgeprüft werden soll; das würde unseren Ansatz ad absurdum führen und unglaubwürdig machen.

Andererseits wiederum kann das Setting der "Schule" einige Facetten einbringen, die beim hands-on- Ansatz möglicherweise zu kurz kommen – etwa eine gewisse Systematik, Überblick, längerfristige Kontinuität und Vertiefung usw..

Eine Zusammenarbeit zwischen SCE und Schule bedeutet für uns im Sinne des Gesagten daher eine Gratwanderung im oben skizzierten Spannungsfeld.

5.7 Ausblick und Perspektiven

Die Experimentierwerkstatt Wien betreibt mittlerweile (als indirektes Ergebnis dieses Forschungsprojekts) eine kleine Science Center Einrichtung an der Pädagogischen Hochschule Wien und hat in diesem Rahmen nun die Gelegenheit, weitere Schritte im skizzierten Spannungsfeld zu setzen.

Die Schwerpunkte unserer Arbeit liegen in der ENTWICKLUNG von hands-on- Stationen einerseits und in der INSZENIERUNG und VERMITTLUNG dieser Stationen andererseits.

Für beide Arbeitsbereiche kann uns die Reflexion auf dieses Spannungsfeld immer wieder eine wertvolle Orientierung geben. Es gilt, bei der weiteren Erforschung und Entwicklung des Potentials, das in der Zusammenarbeit SCE – Schule steckt, immer wieder eine Balance zwischen beiden Seiten zu finden und nicht in ein starres "Entweder-Oder" zu verfallen.

5.8 Literatur

Arendt Hannah	Vita activa oder vom tätigen Leben, Piper, München 1967
Bloch, Ernst	Subjekt-Objekt. Erläuterungen zu Hegel, Frankfurt/Main 1977;
Böhme, Gernot (Hrg.)	Phänomenologie der Natur. Frankfurt a. M. 1997
Böhme, Gernot (Hrg.)	Klassiker der Naturphilosophie. Von den Vorsokratikern bis zur Kopenhagener Schule. Beck Verlag; München 1989
Dijksterhuis, E. J.	Die Mechanisierung des Weltbildes. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956
Exploratorium	Exploratorium Cookbook. Band I - III , S. Francisco 1975/80/ 89
Faraday, Michael	Die Kräfte der Natur. reprinta historica didactica; Bad Salzdetfurth 1984
Feyerabend Paul	Wider den Methodenzwang. Suhrkamp, Frankfurt am Main 1975
Gamper, Michael	Elektropoetologie. Fiktionen der Elektrizität 1740 - 1870; Göttingen 2009;
Greiner Josef	Dialektik des Kraftbegriffs in der Physik. VWGÖ, Wien 1986
Heuser, Harro	Der Physiker Gottes. Isaak Newton oder Die Revolution des Denkens. Freiburg 2005
Illich Ivan	Die sogenannte Energiekrise oder Die Lähmung der Gesellschaft. Das sozialkritische Quantum der Energie. Reinbek 1974
Jenny Hans	Kymatik. Wellen und Schwingungen mit ihrer Struktur und Dynamik. Basel 1967
Klemm Friedrich	Geschichte der Technik. Der Mensch und seine Erfindungen im Bereich des Abendlandes. Reinbek 1983
Kratky Karl W.	Komplementäre Medizinsysteme: Vergleich und Integration. Ibero Verlag, Wien 2003
Kükelhaus Hugo	Entfaltung der Sinne. Frankfurt/M. 1982
Kükelhaus Hugo	Fassen, Fühlen, Bilden. Gaia-Verlag, Köln 1982
Kükelhaus Hugo	Organismus und Technik. Gegen die Zerstörung der menschlichen Wahrnehmung. Frankfurt/M. 1979
Kutschmann Werner	Der Naturwissenschaftler und sein Körper. Die Rolle der "inneren Natur" in der experimentellen Naturwissenschaft der frühen Neuzeit. Frankfurt/M. 1986
Lichtenberg, Georg Christoph	Über eine neue Methode, die Natur und die Bewegung der elektrischen Materie zu erforschen. Hrg. v. Herbert Pupke; Leipzig 1956
Luckner, Andreas	Heidegger und das Denken der Technik. Bielefeld 2008

McCullagh James	Pedalkraft. Menschen, Muskeln und Maschinen. Rowohlt TB. Reinbek 1988;
Merchant, Carolyn	Der Tod der Natur. Ökologie, Frauen und neuzeitliche Naturwissenschaft. Beck Verlag, München 1987;
Merleau-Ponty Maurice	Phänomenologie der Wahrnehmung. Berlin 1965 (Nachdruck 1974)
Meya Jörg, Sibum Heinz. O.	Das fünfte Element. Wirkungen und Deutungen der Elektrizität. Deutsches Museum. Kulturgeschichte der Naturw. und der Technik. Reinbek 1987
Mommertz K. Heinz	Heinz Bohren, Drehen und Fräsen. Geschichte der Werkzeugmasch. Reinb. 1981
Pietschmann Herbert	Das Ende des naturwissenschaftlichen Zeitalters. Wien 1980
Pietschmann Herbert	Die Wahrheit liegt nicht in der Mitte. Von der Öffnung des naturwissenschaftlichen Denkens. Weitbrecht; Stuttgart/Wien 1990
Pietschmann Herbert	Quantenmechanik verstehen: Eine Einführung in den Welle-Teilchen-Dualismus für Lehrer und Studierende. Berlin; Heidelberg 2003
Pietschmann, Herbert	Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik., Wien 2007
Pietschmann, Herbert	Die Atomisierung der Gesellschaft. Ibero Verlag/European University Press GmbH., Wien 2009
Pukies Jens	Das Verstehen der Naturwissenschaften. Braunschweig 1979
Rossi Paolo	Die Geburt der modernen Wissenschaft in Europa. Beck, München 1997
Simonyi Károly	Kulturgeschichte der Physik. Budapest, Leipzig 1990
Sohn-Rethel Alfred	Geistige und körperliche Arbeit. Frankfurt a.M. 1970
Tegtmeier Ralph	Der heilende Regenbogen. Spiele, Exp. und Medit. zum kreat. Umgang mit den Energien von Klang, Farbe und Licht. Edition Schangrila; Haldenwang 1985
Thiessen Siegrun	Natur und Erfahrung. Von der mittelalterlichen zur neuzeitlichen Naturwissenschaft. Deutsches Museum. Reinbek bei Hamburg 1981
Varchim Jochim Radkau Joachim	Kraft, Energie und Arbeit. Energie und Gesellschaft. Reihe: D. Museum. Kulturgesch. der Naturwissenschaften und der Technik. Reinbek 1981
Zürcher Forum	Phänomena. Bericht einer Ausstellung. Zürich 1984
Kikoin Isaak K. (Hrsg.)	Physik: Experimentieren als Spielerei. Moskau/Heidelberg 1991
Meier-Ploeger A., H. Vogtmann (Hrg.)	Lebensmittelqualität. Ganzheitliche Methoden und Konzepte. Karlsruhe 1991

Schwenk Theodor	Das sensible Chaos: Strömendes Formenschaflen in Wasser und Luft. Stuttgart 1988
Spektrum der Wissenschaft	Chaos und Fraktale. Heidelberg 1989
Stevens Peter S.	Formen in der Natur. München 1988
Thompson D'Arcy	Über Wachstum und Form. Frankfurt/M 1983
Walker Jearl	Ein Knick in der Optik. Unterhaltsame Experimente aus "Spektrum der Wissenschaft". Frankfurt/M 1992

6 IFAU, Institut für Angewandte Umweltbildung, Steyr

6.1 Abstract

Das Projekt „Forschend Lernen – den Steinen auf der Spur“ bot den teilnehmenden Schüler/innen und Lehrkräften die Möglichkeit zum selbstständigen forschenden Lernen: die Schüler/innen arbeiteten zum Thema Geologie mit vielfältigen Methoden aus der Naturpädagogik sowie mit fachspezifischen Forschungsmethoden (Mikroskop und Geländearbeit). Die Lehrkräfte erhielten Anregungen zur Didaktik. Sie erforschten und entwickelten aber auch selber hervorragende Materialien für den ergänzenden Sachunterricht.

Das Thema „Geologie und Lagerstätten“ entstand primär aus dem direkten regionalen Bezug zum Bergbau in der Vergangenheit und entspricht darüber hinaus den Ansprüchen des Lehrplans der 3. Schulstufe (Region, direktes Umfeld der Schüler/innen).

Das inhaltliche Programm setzt sich aus 4 Modulen in der Schule, einer Exkursion zum Technischen Museum Wien (Bergbau-Führung und Bionik) und dem praxisbezogenen Geotag im freien Gelände (Pechgraben/ Ennstal) zusammen.

Neben dem Fachwissen galt das pädagogische Interesse vor allem dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg und der erdwissenschaftlichen Arbeitsweise. Die Schüler/innen sollten selbst erfahren, wie Forscher/innen zu Erkenntnissen gelangen. Die Begleitforschung konzentriert sich einerseits auf die Wirkung des Projektes auf lern- bzw. konzentrationsschwache Kinder, andererseits wird untersucht, ob das Interesse am Thema „Steine- Geologie“ bzw. am Thema „Naturwissenschaft“ über die gesamte Projektdauer oder sogar darüber hinaus aufrechterhalten werden kann.

Während der Arbeit am Projekt entwickelte sich aufgrund der positiven Rückmeldungen der Schüler/innen und Lehrkräfte die Idee, diese Methoden („Mikroskopieren“ und „Geländearbeit“) auf ihre Eignung als konstruktivistisch pädagogische Methode für Volksschulkinder zu testen.

Aus der langjährigen Erfahrung in der Arbeit mit Schüler/innen im außerschulischen Kontext wurde auch dieses Projekt erfolgreich in der Praxis ausgeführt.



Arbeit im Steinbruch / Kohle Juni 2009



VS Kleinreifling / Pechgraben Juni 2009

6.2 Beschreibung der Science Center Einrichtung

Das Institut für Angewandte Umweltbildung, IFAU wurde 1989 in Steyr gegründet, mit dem Ziel praxisorientierte Umweltbildungsarbeit zu leisten.

Aufbauend auf die Gründung des Nationalparks Kalkalpen engagiert sich das IFAU seit Mitte der 90er Jahre für die Entwicklung, Organisation und Durchführung von naturpädagogischen Bildungsprogrammen für Kinder, Jugendliche und Multiplikatoren sowie für die Konzeption von innovativen Bildungsprojekten.

Das IFAU versteht sich als außerschulische Bildungseinrichtung mit den Schwerpunkten Umweltbildung, Bildungsarbeit für Kinder und Jugendliche sowie nachhaltige Regionalentwicklung. Unsere Arbeit orientiert sich an der Philosophie der Nachhaltigkeit (UN-Dekade 2007-2013 Bildung für eine nachhaltige Entwicklung) und hat die aktive Beteiligung der Menschen an der Gestaltung ihrer Umwelt zur Grundlage.

Das Tätigkeitsportfolio hat sich laufend erweitert, und somit ist das Bildungsinstitut IFAU heute in folgenden Bereichen tätig:

- Wissens- und Wissenschaftsvermittlung für Kinder/ Jugendliche
- Organisation und Ausführung von Bildungsprogrammen
- Bildungsprojekte, Freiraum- und Spielraumplanung
- Erlebnispädagogische Schulprojektwochen

Das Leistungsspektrum umfasst:

- Ideenfindung, Visionssuche, Innovationsmanagement
- Entwicklung, Konzeption und Planung
- Budgetierung, Kalkulation, Förderabwicklung
- Durchführung, Realisierung
- Evaluierung, Abschlussarbeiten.

2007 wurde das IFAU für das Projekt „KinderUniSteyr“ mit dem oberösterreichischen Umweltpreis ausgezeichnet.



Mikroskopieren/ VS Gafrenz
Modul 1 „Den Steinen auf der Spur“/ Oktober 08

6.3 Ziele

Pädagogische Ziele

Als pädagogische Ziele des Projektes „Den Steinen auf der Spur“ wurden einerseits die Gewinnung von **Fachwissen** definiert, andererseits sollten die Schüler/innen selbst erfahren, wie Forscher/innen zu **Erkenntnissen gelangen**. Ziel war es, bei den Schüler/innen zunächst Faszination und Neugier auf Gesteine zu wecken und dann langfristig das Interesse nachhaltig aufrechterhalten zu können. Ziel war es auch, eine positive Haltung von Lehrer/innen und Schüler/innen der naturwissenschaftlichen Forschung gegenüber zu schaffen.

Inhaltlich wurden folgende erdwissenschaftliche Themen mit den Schüler/innen erarbeitet:

- Entstehung verschiedener Gesteinstypen und zwar:
Ablagerungsgesteine, Vulkangesteine und Granit,
- Entstehung von Fossilien und Kohle,
- Plattentektonik: das Wandern der Kontinente und seine Ursache.

Folgende Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Forschung sollten geübt werden:

- Gesteine eigenständig im Mikroskop beobachten,
- Gesteine beschreiben,
- aus Beobachtungen Schlüsse ziehen,
- Gesteine erkennen.

Praktische Fertigkeiten der erdwissenschaftlichen Forschung sollten ebenfalls geübt werden:

- Eigenständiges Hantieren mit dem Mikroskop,
- Selbst Proben aus dem Gestein schlagen und Proben nehmen,
- Proben nummerieren und dokumentieren,
- Orte der Probeentnahmen in der Karte eintragen,
- Forschungsergebnisse vor anderen präsentieren und mit anderen besprechen können.

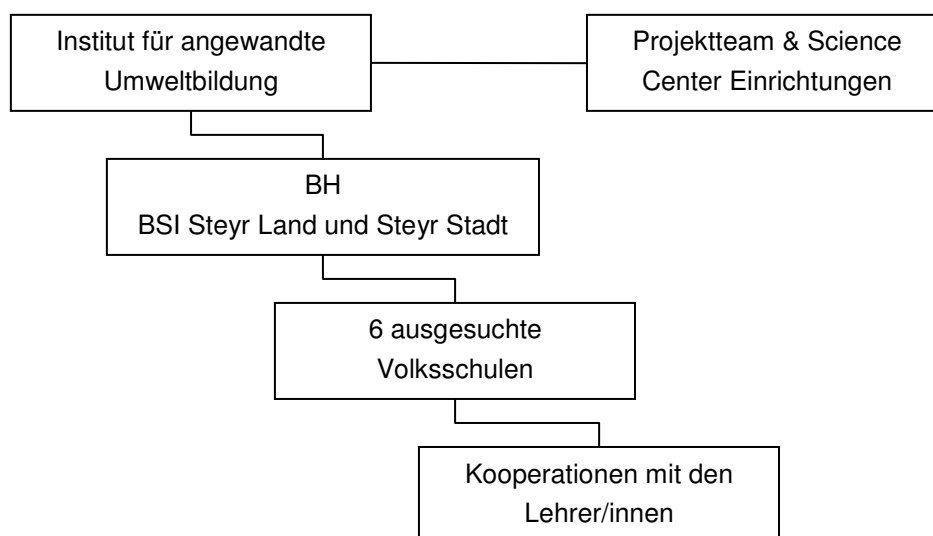
Während der Arbeit am Projekt entwickelte sich aufgrund der positiven Rückmeldungen der Schüler/innen und Lehrkräfte die Idee, die beiden **Forschungsmethoden Mikroskopie und Geländearbeit** als pädagogische Methoden für Volksschulkinder für selbstbestimmtes Lernen im eigenen Arbeitstempo und mit eigenen Lösungswegen einzusetzen.

Begleitforschung

Aus der langjährigen Erfahrung in der Arbeit mit Schüler/innen im außerschulischen Kontext, wurde eine Betrachtung der Erfahrungen im Sinne der Aktionsforschung angestellt. Daraus ergaben sich folgende Fragestellungen für die Begleitforschung:

- a.) Gibt es einen **positiven Effekt** dieser Methoden (und des damit verbundenen Gesamtprojektes) auf **lern- bzw. konzentrationsschwache** Schüler/innen?
- b.) Überprüfung des erlebnis- bzw. naturpädagogischen Ansatzes des IFAU, dass gerade Kinder im Alter der 3. Schulstufe durch die Erweckung der Faszination für ein Thema erst **langfristiges Interesse** an dem Thema entwickeln können. Können die Methoden **langfristiges Interesse generell an Naturwissenschaft und Forschung fördern?** (Science Center Einrichtung als Katalysator mit Eventcharakter oder Wecken von nachhaltigem Interesse und Neugier).
- c.) Bei welchen Schüler/innen haben die ausgewählten Methoden und Aktivitäten der Science Center Einrichtung am meisten Einfluss hinsichtlich einer positiven Haltung bzw. Einstellung zu Naturwissenschaft und Forschung gegliedert nach: Schülerinnen und Schülern, lernstarken und lernschwächeren Schüler/innen, konzentrationsstarken und konzentrationsschwächeren Schüler/innen?
- d.) Sind im Speziellen die erdwissenschaftlichen Methoden wie Geländearbeit und Mikroskopie geeignet, um langfristiges Interesse für Naturwissenschaft bzw. für Geologie auszulösen? Und sind diese Methoden angemessen, um die Aufmerksamkeit von lern- oder konzentrationsschwachen Kindern zu fördern?

6.4 Regionale Modellpartnerschaft



6.4.1 Beschreibung von Prozess und Ablauf

2008

- Mai 2008** Vorgangsweise IFAU: Vorgespräche mit den Bezirksschulinspektoren Steyr Land und Steyr Stadt, Projektpräsentation, Absprache über Kosten
- Juli 2008** **Treffen aller beteiligten LehrerInnen und DirektorInnen** an der BH Steyr auf Einladung des Bezirksschulinspektors Steyr Land, Präsentation des Projektes + Zeitrahmen + Aufwand/ Kosten/ weitere Schritte/ Terminkoordination
- August 2008** Interne Vorbereitungszeit d. Module/ Klärung der Arbeitsstunden, Aufwand und Koordination/ Aufgabenteilung
- September 2008** **1. Lehrerworkshop „kick off meeting“ / BH Steyr**
Klärung von offenen Fragen/ Ideensammlung/ LehrerInnen stellen unabhängig vom Projekt „Forschend lernen“ Förderanträge, Einschulung der Lehrer in das erste Modul (fachlich, inhaltlich), Auswahl der zu beobachteten SchülerInnen pro Klasse
- Oktober 2008** **Start des ersten Moduls an den sechs Schulen**
Thema: „Den Steinen auf der Spur“/ „der coole Typ“ (über Ablagerungsgesteine, Fossilien, etc), Arbeit an Mikroskopen, Einsatz verschiedener Methoden
- November 2008** **Exkursion** ins Technische Museum Wien/ Bionik /Bergwerk
Kooperation mit Science Center Einrichtung. Technisches Museum Wien, Partnerin Ingrid Prucha
Jeden Monat sind zwei Unterrichtseinheiten über das Thema Steine seitens der Lehrer geplant /Austausch der Materialien

2009

- Jänner 2009** **2. Lehrerworkshop mit allen beteiligten LehrerInnen**
Vorbereitung in die Thematik / Modul 2 „der heiße Typ“ (über Vulkane, Lagerstätte, etc.) Austausch von Erfahrungen, Meinungen der SchülerInnen, Reaktionen der SchülerInnen auf das Projekt, Besprechung weiterer Termine Beurteilung des Projekts durch die SchülerInnen anhand einer Skala „Wie gut hat dir das Steineprojekt bis jetzt gefallen?“
(1x vor dem Modul 2 / das 2x nach Modul 3+4 GeoTag) Diagramm und die Auswertung wurde anonym vorgenommen
- Februar 2009** **Start des zweiten Moduls „der heiße Typ“ an den Schulen**
Anwendung unterschiedlicher Methoden/ Beobachtung der

ausgewählten Schüler/innen / Arbeit an Mikroskopen

März 2009

3. Lehrerworkshop mit allen beteiligten Lehrern

Thematik / Modul 3+4 "Lagerstätte + Plattentektonik" Besprechung:

a.) Resonanz der Schüler/innen

b.) Wie viel Erfolg hatten wir? (Was war förderlich? Wo waren die Grenzen?)

c.) Wecken wir Fachkompetenz oder auch andere Kompetenzen?

Mai 2009

Start des dritten und vierten Moduls „Lagerstätte und Plattentektonik“

Erste Interviews mit den Schüler/innen (Allgemeines/ Wissen im Sachunterricht/ Lieblingsthemen im Sachunterricht/ Wie gut kennst du dich mit Natur und Technik aus?) Filmdokumentation

Juni 2009

letzte **Exkursion** mit den einzelnen Klassen (ganztags), Projekttag „GEO“ mit regionalem Bezug, Anschließend Abschlussinterview (**2. Interview**)/ Fragebogen

Oktober 2009

Präsentation von Modulen bei Be Creative im Museumsquartier

November 2009

2. Interviews in den Schulen/ Gespräche mit Lehrer/innen; Die Interviews wurden bewusst im Mai 2009 (3. Schulstufe) und November 2009 (4. Schulstufe) ausgeführt, da die Schüler/innen in dieser Phase einen erheblichen sozialen Fortschritt erleben.

Ausgesuchte Schüler/innen wurden anonym interviewt. Außerdem fand in der Klasse gemeinsam eine „OSCARVERLEIHUNG“ statt: unserer fiktiven Figur, dem Stoanmandl, wurde von der Jury, bestehend aus den Schüler/innen der Oscar für das Projekt verliehen.

4. Lehrerworkshop mit allen beteiligten Lehrer/innen

Abschlussbesprechung: Haben wir unsere Ziele erreicht?/ Wie hat sich das Interesse und die Haltung der Schüler/innen zum Thema Naturwissenschaften geändert? Besprechung der Lehrerfragebögen.

Dezember 2009

Evaluierung der Fragebögen Publikation für den IMST-Newsletter

Jänner 2010

Vorgehensweise IFAU: über mehrere Wochen wurden die Fragebögen der Schüler/innen und der Lehrer/innen evaluiert. Sammlung von Ideen für mögliche Folgeprojekte.

Februar 2010

Treffen aller beteiligten Lehrer/innen und Direktor/innen an der BH. Abschlusspräsentation Mitte Februar an der BH Steyr auf Einladung des IFAU und des Bezirksschulinspektors „Wir enden dort, wo wir gestartet haben!“ Resultate und erreichte Ziele des Projektes/ Vorlage des Endberichtes/ Besprechung.

6.5 Praktische Umsetzung

6.5.1 Module

Das Projekt beinhaltet in jeder Schule:

- vier Module in der Schule
- eine Exkursion zu einem Science Center Partner sowie
- einen „Geotag“ mit Praxis in der Region (ehemaliger Kohleabbau)

Module in der Schule

Modul 1: „Der coole Typ“ Ablagerungsgesteine und Fossilien:

Durch die Arbeit am Mikroskop wird den Schüler/innen im ersten Modul das Thema Ablagerungsgesteine und Fossilien näher gebracht. (Entstehung, Erkennen von Konglomerat, Tonstein, Sandstein und Kalk). Mitgebrachte Gesteinsarten werden mit Lupen und unter dem Mikroskop analysiert und definiert, Merkmale erforscht und das Mikroskop selbst kennengelernt.

Inhalt: Entstehung von Ablagerungsgesteinen und Fossilien

Ziel: Die Schüler/innen erfassen den Vorgang der Entstehung eines Gesteinstyps und können Ablagerungsgesteine und Fossilien im Mikroskop untersuchen.

Botschaft: Wissen eröffnet neue Welten!

Detailziele:

- Schüler/innen können selbst mit dem Mikroskop umgehen.
- Schüler/innen verstehen, dass aus Ablagerungen an der Erdoberfläche feste Gesteine entstehen.
- Schüler/innen können selbst die Forschungsmethode „**etwas Beobachten und daraus Schlüsse ziehen**“ anwenden.
- Schüler/innen erkennen unter dem Mikroskop einige Ablagerungsgesteine und Fossilien.
- Schüler/innen können Ergebnisse vor der Gruppe erzählen und präsentieren.

Ablauf und Methoden:

- 1,2,3 Quiz: berühmte Forscher und ihr Umfeld,
- Vorstellungsrunde: Name/ Interessieren mich die Steine? Was ist daran interessant?
- Steine unterm Tuch und „Blinde Steinrunde“: blind einen Stein ziehen und im Kreis herumgeben, bis man ihn wieder mit der Hand erkennt,
- „Stoanmandl“: Geschichte, wie das Stoanmandl zu einem Sack voll Steinen kam.
- Steine im Sitzkreis besprechen: Was ist denn das?



Das Stoanmandl

Das „Stoanmandl“ diente als Rahmengeschichte und war als Figur wie ein Leitfaden in allen Modulen präsent. Durch diese fiktive Personifizierung konnte am Ende des Projektes durch eine sog. Oscarverleihung das Interesse gezielt gemessen werden.

- Power Point Präsentation, sogenanntes Kino, zum Thema „Ablagerungsgesteine“.
- Interaktive Methoden mit Isomatten, Sand, Schneckenhäusern, Muscheln, Kies etc. zur Veranschaulichung der Ablagerung von Sedimentschichten bzw. der Gebirgsaufaltung.



Die Power Point Präsentation war für die Schüler/innen nicht als Frontalunterricht gestaltet sondern als interaktives Kino. (Hier ein paar Beispiele aus der Präsentation von Modul 1, Autorin Dr. Susanne Oyrer).

- Arbeit mit dem Mikroskop: Was siehst du alles? Schüler/innen werden in Gruppen eingeteilt, jede Gruppe erhält ein Sackerl mit Steinen. Die Schüler/innen müssen mit der externen Trainer/innen herausfinden, was die Steine gemeinsame haben.
- Die 6 Aufgaben waren: Kohlestückchen und Kohle mit Wirtgestein, Koralle und fossiles Korallenriff, Muschel und versteinerte Muschel, Kalzit und weiße Kalzitgänge in 3 Kalksteinen, Schneckenhaus und fossile Schnecken, 3 verschiedene Konglomerate. Die Erkenntnisgewinnung geschah durch das genaue Beobachten und Vergleichen von Gesteinsmerkmalen.
- Präsentation: alle Schüler/innen werden als „richtige Forscher“ ausgestattet und erhalten ein „SchlauFuchs T-Shirt“ und eine Forschermappe. Jede Gruppe denkt sich einen Gruppennamen aus, z.B. „Die Steineforscher!“ und vor der Gruppe reden, d.h. ihre Auswertungen (Forschungsergebnisse am Mikroskop) der Klasse vortragen.



Schüler/innen der VS Gaflenz

Abschluss: Abschluss und Belohnung durch das Stoanmandl mit Schokolade in Schnecken- und Muschelform. Jedes Kind bekommt mit geschlossenen Augen vom Stoanmandl ein Stück Schokolade in die Hand, dann erst wird gemeinsam gegessen.

Modul 2: „Der heiße Typ“ Granite und Vulkane:

Die Schüler/innen tauchen in diesem Modul in die Welt der Erdoberfläche ein, dort wo es noch heiß und glühend ist. Wie entstehen Vulkane? Wann brechen sie auf? All das und noch viel mehr lernen die Kinder in diesem Modul. (Entstehung, Erkennen von Granit, Erkennen der Unterschiede zwischen magmatischem und sedimentärem Gestein)

Inhalt: Entstehung von magmatischen Gesteinen: Vulkane und Granite

Ziel: Die Schüler/innen verstehen den Vorgang des Vulkanausbruchs verstehen und den Unterschied zu Granitgestein. Sie können Granit und einige Vulkangesteine erkennen.

Botschaft: Wer viel schaut, sieht viel!

Detailziele:

- Wiederholung der Sedimente!
- Schüler/innen verstehen wie Vulkane funktionieren und können den Vorgang des Vulkanausbruchs beschreiben
- Schüler/innen können selbst die Forschungsmethode „**Beobachten und Vergleichen**“ anwenden
- Schüler/innen erkennen unter dem Mikroskop einige Vulkangesteine sowie verschiedenkörnige Granite
- Schüler/innen können ihre Ergebnisse vor der Gruppe erzählen und einen Vergleich mit anderen Gruppenergebnissen beginnen

Ablauf und Methoden:

- Was bisher geschah: Woran könnt ihr euch von M1 erinnern? Wie entstehen Ablagerungsgesteine?
- Stoa Mandl hat etwas mitgebracht: Kindersekt als Prinzip des Vulkanausbruchs. Die Gasbildung in der Flasche wird durch Schütteln aktiviert, der Druck erhöht sich. Sobald der Korken dann ausfährt, wird der Gasdruck über der Flüssigkeit geringer und das Gas kann erst recht aus der Flüssigkeit austreten. Die Magmenkammer entspricht dem flüssigen Kindersekt. Darin gelöst ist CO_2 , das entspricht beim Vulkan den gelösten Gasen. Wenn der Vulkan durch ein Erdbeben ausbricht (Schütteln der Flasche), werden die gelösten Gase frei, das Gestein plus Gas tritt aus. Der Sektschaum wird mit dem verfestigten Bimsstein verglichen. Es wird gemeinsam der Kindersekt getrunken und beobachtet, was passiert, wenn der Sekt in den Becher fließt. Dann wird er gemeinsam unter „Geologie-Kolleg/innen“ getrunken!



Kino: Interaktive Power Point Präsentation über magmatische Gesteine: Vulkane, Granit
(Autorin: Dr. Susanne Oyrer)

- Schemata an der Tafel: Unterschiede in der Entstehung zwischen Ablagerungsgesteinen/ Vulkan- bzw. Granitgestein
- Eine Tabelle mit Merkmalen der Gesteinstypen wird ausgeteilt
- Die Schüler/innen mikroskopieren Ablagerungsgesteine und magmatische Gesteine und erkennen spezifische Merkmale. Nun wird beobachtet und zugeordnet – nach Merkmalen die auf der Tabelle angeführt sind
- Es gibt wieder 6 Stationen mit Aufgaben: Eine Probe mit Vulkangestein, Granit und Sediment vergleichen; einen großen Bergkristall und einen kleinen Bergkristall vergleichen; einen Pyrit als Mineral und im Wirtgestein durch seine Form (Würfel) und Farbe erkennen; Zwei Granite verschiedener Korngröße als Granit erkennen; drei Steine zuordnen: sind sie Granit, Sediment oder Vulkan?; einen Feldspat als Mineral mit einem Feldspat im Vulkangestein vergleichen.

Abschluss:

Mit den anderen „Geologie-Kolleg/innen“ werden die Ergebnisse verglichen und in der Gruppe vor den Mitschüler/innen präsentiert! Da die Stationen von mehreren Gruppen untersucht werden, entsteht durch den Vergleich der Ergebnisse ein gemeinsames Gesamtbild. Dadurch entwickelt sich unsere gemeinsame „Forschungshypothese“.



Schüler/innen der VS Weyer bei der Abschlusspräsentation vor den Mitschüler/innen

Modul 3: „Nicht alles was glänzt, ist Gold!“ Lagerstätten:

Unter dem Motto „Nicht alles was glänzt, ist Gold!“ wird den Schüler/innen das Thema Rohstoffe näher gebracht. Regionale Lagerstätten, speziell Kohle und Bauxit als fossile Rohstoffe und Eisenerz, werden genau unter die Lupe genommen. Dieses Modul wurde gemeinsam mit dem Geotag durchgeführt, der zum Kohleabbau des Pechgrabens führte. (detaillierte Erklärung siehe Geotag im Anschluss)

Modul 4: „Platten, Beben und Vulkane“

(Plattentektonik nach dem Forscher Alfred Wegener)

Inhalt: Plattentektonik: War die Erde schon immer so wie wir sie jetzt sehen und kennen, oder hat sich die Erdoberfläche verändert? Es geht um Platten, Beben und Vulkane, deren geologischen Zusammenhänge, ihre Erkennungsmerkmale und wie verschiedene Gesteinstypen interpretiert werden.

Ziel: Die Schüler/innen verstehen wie und warum die Kontinente wandern.

Botschaft: Ich kann selbst ein Forscher/ eine Forscherin sein!

Detailziele:

- Die Schüler/innen können alle bisher gesehenen und besprochenen Gesteine noch einmal im Mikroskop betrachten und erkennen und verstehen die Unterschiede zwischen den Gesteinstypen.
- Schüler/innen können die Forschungsmethode „Zuordnen“ anwenden.
- Schüler/innen erkennen dass die Kontinente wandern

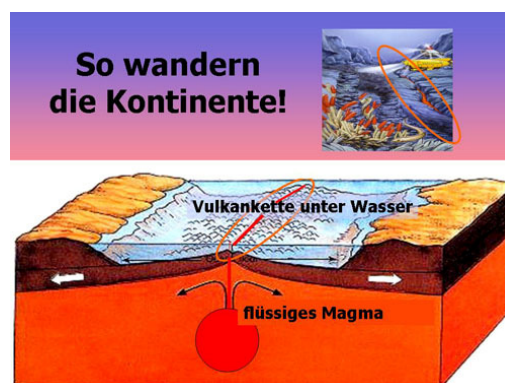
- Schüler/innen können die Ergebnisse vor anderen präsentieren und mit anderen besprechen – sie bilden eine gemeinsame wissenschaftliche Meinung (Viabilität der eigenen Ergebnisse mit dem Umfeld prüfen).

Ablauf und Methoden:

- Einführung: Erzählen einer realen Geschichte aus dem Forscherleben – „Vortrag in Johannesburg“ und „Heute werden wir Kollege bzw. Kollegin“. Was ist ein Kollege/ eine Kollegin? (Resultate an der Tafel aufschreiben). Woran erkennen wir einen Geologen/ eine Geologin? Natürlich auch an der Ausrüstung, aber vor allem am Fachwissen und der Problemlösung! Fazit: Deswegen geht es bei Modul 4 beim Mikroskopieren um das Erkennen von verschiedenen Gesteinen und darum, Fragestellungen selbst zu erarbeiten.
- Stationsbetrieb: Mikroskopieren und Experimentieren mit 6 Stationen
 - 1.) Härtetest an Gesteinen selbst durchführen (Mohs'sche Härte 1-10).
 - 2.) Schichtenglas: Erstelle deine eigene Sedimentsäule mit Sand, Blumen, Kies, Tonkugeln, Naturmaterialien.
 - 3.) Was ist das? (Kohlestückchen vergleichen).
 - 4.) Baue selbst einen Kompass: Nadel auf einem Blatt im Wasser.
 - 5.) Was ist das? (Drei verschiedene Fossilien erkennen) – Die gleichen Fossilien waren bereits in M2 bei den Stationen dabei!
 - 6.) Salze in kaltem bzw. in warmem Wasser auflösen.

Abschluss:

Schüler/innen präsentieren die Ergebnisse in der Gruppe! Gemeinsam bilden sie eine eigene Hypothese und vergleichen sie mit der gängigen Meinung, vertreten durch externe Expert/innen und Trainer/innen.



b.) Modul Exkursionen

Schulbesuch mit Vermittlungsprogramm im Technischen Museum Wien mit dem Thema Bionik und Bergwerk. Die einzelnen Klassen machten sich auf die Reise nach Wien. Der Ausflug selbst (Zug fahren, Großstadt) erwies sich für die Schüler/innen bereits als unvergessliches Abenteuer. Die ausgesuchten Themen Bergwerk und Bionik wurden durch einen Science Center Partner im Museum ausgeführt.

Bergwerksführung:

Das bis ins Detail den Originalschauplätzen nachempfundene Schaubergwerk vermittelt einen unvergesslichen Eindruck vom Stein- und Braunkohlebergbau der letzten hundert Jahre. (Quelle: Homepage des TMW)



Ausflug TMW/ VS Aschach



Exkursion Erzberg/ VS Reichraming auf Eigeninitiative

Bionik:

Lernen von der Natur! Wissenschaftler versuchen auf dem Gebiet der Bionik die Geheimnisse der belebten Natur zu entschlüsseln, ihre Funktionsweise zu studieren und für technische Lösungen nutzbar zu machen. Die Ergebnisse dieser Grundlagenforschung finden ihren Niederschlag in unserem Alltag. Ob als Klettverschluss an unseren Sportschuhen, beim Fliegen oder in der Medizintechnik, wir begegnen ihr überall. Nach spannender Entdeckungsreise durch das Museum, erarbeiten die Schüler/innen im Laborarbeitsblatt das Gelernte noch einmal selbstständig. (Quelle TMW Homepage)



Ausflug TMW/ VS Aschach



Exponat TMW

Projekttag – „Geotag“ im Pechgraben/ Großbraming

Geländearbeit der Geolog/innen kennen lernen und einen Tag in diese Rolle schlüpfen. Historische Ressourcen der Region werden thematisiert (Eisenerz, Bauxit, Kohle) und mit verschiedenen erdwissenschaftlichen Methoden untersucht (Geländearbeit, Kartierung, Proben nehmen, Einsatz von Hammer und Meisel, Kompass, Mikroskop).

Inhalt: Probenahme mit Karte und Hammer.

Ziel: Schüler/innen können praktisch geologisch arbeiten und Gesteinsphänomene in der Landschaft wahrnehmen.

Botschaft: Ich kann selbst Forscher/ Forscherin sein!

Detailziele:

- Schüler/innen werden mit Werkzeugen der Geländearbeit vertraut werden (mit Hammer und Meisel arbeiten, mit Karte und Stift im Gelände umgehen können, Schutzbrille verwenden, „Grubenleder“).
- Schüler/innen nehmen selbst Proben und beschriften diese für ihre Sammlung (mit Tesakrepp, Nummerierung, etc.).
- Schüler/innen führen mehrere Probenentnahmen durch und markieren diese in der Karte.

Ablauf und Methoden:

- Bergmanns-Quiz: zur Einstimmung in das Thema Bergbau/ Kohle werden 5 Fragen gestellt. Jede richtige Antwort bekommt einen Fichtenzapfen.
- Wie viele Zapfen hat die gesamte Klasse?
- Zapfen werfen: einbringen sportlicher Kompetenzen: Die Schüler/innen stehen im Kreis und versuchen die Zapfen in einen Korb zu werfen, welcher in der Mitte des Kreises steht. Wie viele Zapfen schafft die Klasse?
- Ausrüstung vergleichen (Hammer, Brille, Regenschutz, Jause, etc.)
- Geländemappe austeilen (Karte mit Unterlage, leeres Blatt für Notizen, Karte erklären inkl. Vorgehensweise)
- Besichtigung eines Stollens: Schaustollen eines ehem. Kohleabbaus
- Der letzte Knappe: selbst Kohle finden, die vom Dachs als letzten Knappen beim Graben des Dachsbaus (also „Abbau unter Tag“) zu Tage gefördert wurde.
- Schüler/innen finden das Wirtgestein der Kohle, beproben diese, beschriften die Proben und tragen die Probenentnahmepunkte in der Karte ein.
- Entdecke etwas: Höllleitenbach – Wasserfall beproben: Unterschied: hartes/ weiches Gestein erleben; (Arbeit mit dem Hammer); Höllleitenbach: schöne Steine finden (Kalk mit Kalzitadern).
- Arbeitsblatt: Fossilienentstehung – vom Saurier zum freigelegten Knochen.

- Arbeitsblatt: Morphologie – Bergrücken zeichnen – in 2D (Karte mit Isolinien) und als 3D-Bild.
- Granit des Buchdenkmals: „Naturwunder“ sehen und Anomalität erkennen
- Verstehen, dass es viele Erklärungsmöglichkeiten gibt.

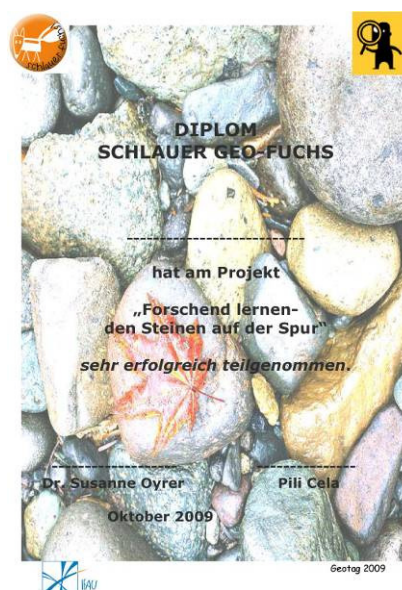
Abschluss:

Verleihung des Diploms „Schlauer Geo-Fuchs“



Maßstab: 1:35 000 1 cm = 350 m

Orientierungskarte Pechgraben/ Großraming



Nach Abschluss des Geotages "Forschend Lernen, den Steinen auf der Spur!" wurde den „angehenden“ Geolog/innen ganz offiziell ein „Diplom Schlauer Geo-Fuchs“ überreicht.

6.5.2 Didaktische Methoden

Im Projekt „**Forschend Lernen – den Steinen auf der Spur**“ arbeitet das IFAU u. a. mit Methoden aus der **Naturpädagogik**. In der Natur- und Erlebnispädagogik ist die emanzipatorische Akzentuierung von ähnlicher Bedeutung wie im konstruktivistischen Lernprozess. In beiden pädagogischen Ansätzen werden die Lernenden mit ihren individuellen und zu respektierenden Bedürfnissen in den Mittelpunkt gestellt.

Ähnlich wie im Konstruktivismus erhebt das in der Natur Erlernende nicht Anspruch darauf, die einzige Realität zu sein. Der/ die Lernende verhält sich lediglich „viabel“ mit seinem natürlichen Umfeld und wird von der Natur selbst solange zum Lernprozess gezwungen, bis eine realitätsbezogene Viabilität erreicht ist.

In der erlebten Welt der Kinder werden naturgemäße Grenzen gesetzt. Die erlebte Welt selbst bewirkt daher den Lernprozess. Der „Lehrer“ oder die „Lehrerin“ stehen den Schüler/innen begleitend zur Verfügung.

Bei beiden methodischen Ansätzen stehen einerseits Erziehung zu Mündigkeit, Eigenverantwortung und andererseits kritisches Denken im Zentrum. Kräfte und Potentiale der Schüler/innen werden geweckt.

Der neue pädagogische Ansatz des IFAU im Projekt „Forschend Lernen“ fasst also die Gemeinsamkeiten zwischen den naturpädagogischen Methoden und konstruktivistischen Ansätzen zusammen und hat folgende innovative Lernansätze:

- Spielerisch lockerer Zugang zu den Inhalten
- individuelles Arbeiten und individuelle Lösungsansätze
- anregende Lernumgebung
- Aufhebung Schule/ Leben durch freiwillige Beobachtungen der Schüler/innen in der Freizeit

Darüber hinaus fanden aber auch **fachspezifische Forschungsmethoden** Anwendung, die direkt aus den Vorgehensweisen der **erdwissenschaftlichen Forschung** stammen: Mikroskopieren und Geländearbeit.

Aufgrund der positiven Rückmeldungen durch die Schüler/innen und den Lehrkräften wurden diese Methoden in ihrer Eignung als konstruktivistische pädagogische Methoden erprobt und untersucht.

In jenen Modulen, die in der Klasse statt fanden wurde mindestens 1/3 der Zeit für das Mikroskopieren verwendet.

Durch die Möglichkeit der eigenständigen Arbeit bietet **das Mikroskop** den Lernenden individuelle Arbeitsbedingungen für ihre Konstruktionsprozesse sowie für ihre Fragestellungen. Das Eintauchen in die „Mikrowelt“ der Gesteine mit Hilfe des Mikroskops ermöglicht, dass der Erkenntnisantrieb von den Lernenden ausgeht und diese Lernumgebung zur Neukonstruktion anregt - Akkomodation (nach Piaget).

Der Lernvorgang ist ein eigenständiger Konstruktionsvorgang der zunächst in der Kleingruppe stattfindet. Großer Wert wird auf die Präsentation der Ergebnisse gelegt, welche bei einer „Geologischen Tagung“ mit den Ergebnissen anderer Gruppen verglichen werden. Divergente Sichtweisen werden im Plenum (einer nachgestellten Konferenz) besprochen und es wird nach einem Konsens gesucht.

Die Lernenden haben dadurch die Möglichkeit zur Selbstevaluation. So konnte eine von der gesamten Klasse anerkannte wissenschaftliche Meinung gebildet werden, die natürlich – analog zur naturwissenschaftlichen Forschung - zu einem späteren Zeitpunkt auch verändert werden kann, wenn neue Forschungshinweise gefunden werden. Die Ergebnisse wurden also aus konstruktivistischer Sicht im Plenum der Klasse auf ihre Viabilität mit den Konstruktionsvorgängen der anderen Gruppen geprüft.

Der Stationsbetrieb ermöglicht darüber hinaus ein eigenes Arbeitstempo, da nicht vorgegeben war, wie viele Stationen besucht werden müssen. So waren einige Kleingruppen auf die Erledigung möglichst vieler Aufgaben ausgerichtet, andere versanken in der Welt der Mikroskopie.

Die **Geländearbeit** bietet den Schüler/innen Freiraum zur selbständigen Entscheidung darüber was erforscht wird. Als Methode mit Bewegungsfreiheit der Schüler/innen z.B. in einem Steinbruch mit freier Auswahl des Lernobjektes (Gesteinsbrocken, Klüfte, Kluftminerale, Quarzadern, Wirtgestein, etc.), mit Selbstbestimmung des eigenen Arbeitstempos in Kombination mit der schlicht begleitenden Rolle der Expert/innen, die für Fragen zur Verfügung steht, bietet die Geländearbeit viele Ansätze zur Verwendung als konstruktivistische, pädagogische Methode im „Forschenden Lernen“.

Sowohl bei dem Mikroskopieren, als auch bei der Arbeit im Gelände entsteht ein direkter Kontakt mit dem Medium „Stein“. Die Schüler/innen werden zum „Forscher“ oder zur „Forscherin“, sobald sie mit ihrem Hammer der Felswand gegenüber stehen. Grenzen zwischen Kind und Forschung verschwinden augenblicklich. Geländearbeit und Mikroskopie geben daher folgende Chancen:

- gut dosiertes Überwinden von Grenzen (zur Forschung an sich, aber auch zum Medium Stein, zur Thematik)
- aktive, selbst bestimmte Auseinandersetzung mit dem Gestein
- eigenständiges Erschließen der Welt der Steine und der Forschung
- Erschließung neuer Lebens- und Lernfelder
- Selbstständiges Arbeiten im eigenen Arbeitstempo

Ein weiteres Element im Projekt ist das „**Kinderkino**“, eine gelenkte Unterrichtspräsentation (Power Point - genützte Präsentation). Dabei werden wissenschaftliche Erkenntnisse bzw. geologisches Fachwissen als derzeitige Lehrmeinung vorgestellt. Es wird von den Vortragenden transparent gemacht, wie das vermittelte Wissen entstanden ist (Beispiel: Alfred Wegener – Plattentektonik).

Ein weiteres Element ist die erfundene Figur des „Stoanmandls“ (Steinmann), der die Schüler/innen über die gesamte Projektzeit begleitet. Er stellt Aufgaben, bringt Steine mit, manchmal auch Geschenke (z.B. Sektflasche als „Vulkan“) oder Gebrauchsgegenstände aus der realen Forschung (Geländebuch, Hammer & Meißel, Fotos der Universität Kapstadt, etc.).

Einige Methoden stammen direkt aus dem Pool an natur- und erlebnispädagogischen Methoden des IFAU. Diese sind angelehnt an Methoden nach Josef Cornell (Cornell, 2006/ Mit Cornell die Natur erleben), außerdem an methodische Ansätze von Thoreau (Thoreau, D./ Walden oder Leben in den Wäldern, Zürich 1971), Rousseau (Rousseau, J.-J./ Emil oder über die Erziehung. 3. Aufl. Paderborn 1975), und Hahn (Hahn, K./ Erziehung zur Verantwortung. Stuttgart 1958), sowie Heckmair, B. et Michl W./ Erleben und Lernen (Luchterhand 1994) und Kölsch (Kölsch, H. et Wagner, F./ Erlebnispädagogik in Aktion. Luchterhand 1999).

Zu diesen Methoden zählen ein Ratequiz, eine Geologische Zeitschnur, die Erfassung der Gesteine mit allen Sinnen und vieles mehr.

Die auf naturpädagogischen und konstruktivistischen Denkansätzen beruhenden, gewählten, didaktischen Methoden haben zum Ziel, die Kinder über die animierende Lernumgebung zu Neugier und langfristigem Interesse an Gestein und Naturwissenschaft an sich zu führen, aber vor allem auch um das autonome Selbstbild der Kinder zu stärken.

6.6 Begleitforschung und Evaluierung

6.6.1 Abstract

Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten in der Naturwissenschaft sind in hohem Maß von der Neugier, Originalität und Kreativität der Forschenden geprägt. Das IFAU - Institut für Angewandte Umweltbildung, untersuchte in der vorliegenden Arbeit, inwieweit es als außerschulische Bildungseinrichtung gelingen kann, den Schüler/innen der 3. Klasse VS durch gezielte didaktische Methoden sowie durch Forschungsmethoden der Geologie (Mikroskopie und Geländearbeit) diese Aspekte der Forschung begreifbar und erlebbar zu machen.

Drei **Forschungshypothesen sollen überprüft werden** (siehe Punkt 6.3 Ziele)

- 1.) Durch Forschendes Lernen ist es möglich, nachhaltiges Interesse am Thema Geologie und an naturwissenschaftlicher Forschung zu wecken und zu erhalten.
- 2.) Es können auch lernschwache Schüler/innen durch den forschenden Lernansatz erreicht werden.
- 3.) Die Haltung zur Naturwissenschaft bzw. das Selbstbild der Schüler/innen kann durch den neuen Lernansatz positiv beeinflusst werden.

Während der Projektdurchführung in den Schulen zeigte sich, dass das Mikroskopieren und die aktive Arbeit im Gelände eine besondere Faszination auf die Schüler/innen ausübte. Deswegen wurden diese Forschungsmethoden genauer auf ihre Wirkung auf die Schüler/innen geprüft.

Die **Methoden** der Begleitforschung umfassten hauptsächlich Fragebögen (6 Lehrer/innen post, 30 Schüler/innen pre und 25 post), die bei den Schüler/innen in Form von Interviews bearbeitet wurden. Darüber hinaus gab es Feedback Workshops mit Lehrer/innen sowie diverse Methoden der Skalierung von Interesse bei den Schüler/innen.

Das Ziel, **Interesse an den Inhalten und am Forschen** zu wecken, wurde in hohem Maße erreicht - während des Projektes und über den Projektzeitraum hinaus. Dieses Interesse konnte langfristig gehalten werden und steigerte sich während des Projektverlaufs sogar. Die Lehrer/innen hielten die pädagogisch, didaktischen Methoden diesbezüglich für besonders wichtig. Die Dauer des Projektes war ein wesentlicher Faktor für die Nachhaltigkeit des Interesses. Am Ende des Projektes wollten 82% der lernstarken Schüler/innen und 79% der lernschwachen Schüler/innen noch mehr über Steine erfahren. Die Expertinnen hatten insofern eine Vorbildwirkung, als sie indirekt sogar den Berufswunsch der Schüler/innen beeinflussten.

Das Konzept des Forschenden Lernens hat eindeutig positive Auswirkungen auf das Interesse **lernschwacher Schüler/innen** am Forschen sowie auf ihre Selbsteinschätzung. Die lernschwachen Schüler/innen konnten wegen der neuen Lernformen und Methoden selbst ein gesteigertes Interesse am Unterricht und am Thema wahrnehmen und daher ein besseres, aber auch realistischeres Selbstbild ableiten.

Die Lehrkräfte (83,5%) gaben an, dass beim Mikroskopieren und dem aktiven Handeln am Geotag, leistungsschwache Schüler/innen überdurchschnittlich bei der Sache waren. Diese erdwissenschaftlichen Forschungsmethoden wurden von den Schüler/innen und Lehrer/innen als die wesentlichsten pädagogischen Methoden im Projekt angesehen, die am meisten zum Gelingen des Projektes beitrugen. Sie sind bestens dazu geeignet nachhaltig Interesse an Geologie und naturwissenschaftlichem Forschen zu wecken, zu erhalten sowie die Aufmerksamkeit lernschwacher Schüler/innen zu gewinnen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die positiven Auswirkungen des Projektes durch die angewandten Methoden, die didaktische Aufbereitung der Inhalte und die technische Ausrüstung möglich war – allesamt Punkte, die nur durch die externen Expertinnen in diesem Ausmaß möglich waren.

6.6.2 Einleitung

Das Projekt wurde von den Schüler/innen und Lehrer/innen ausgesprochen gut angenommen. Die Lehrer/innen waren durchwegs hoch engagiert und leisteten beachtliche, inhaltliche Beiträge im Sachunterricht. Die Schüler/innen waren bei Weitem interessierter und nachhaltig beeindruckt als zu Projektbeginn. Diese Aussagen werden im Kapitel 6.6.4 durch die Ergebnisse der Begleitforschung belegt.

Zitat VS Lehrerin Birgit Vogl/ VS Aschach:

„Diese Zielvorgabe überschritten wir allerdings aufgrund des großen Interesses der Kinder deutlich. Das Projekt gewann bald eine Eigendynamik. Auch die Eltern trugen in Eigeninitiative viel zum Gelingen bei.“

Interessant für die Interpretation der Ergebnisse ist das Umfeld, in dem das Projekt durchgeführt wurde:

Alle 6 Volksschulen liegen in sehr ländlichen Gemeinden. Dies hat zur Folge, dass Schülerinnen und Schüler sich oft und gern im Freien aufhalten, ihre unmittelbare Umgebung gut kennen und sich die Schüler/innen gegenseitig auch aus der Ortsgemeinschaft gut kennen bzw. befreundet sind. Der Schulweg ist fast immer auch mit einem Fußmarsch (z.T. direkt an der Nationalparkgrenze!) verbunden, das heißt, die Schüler/innen sind täglich im naturnahen Gelände unterwegs und können dementsprechend täglich Naturerfahrungen machen.

Diese Umstände sind für den Zugang der Schüler/innen zu einem naturwissenschaftlich angelegten Projekt sehr förderlich. Die Schüler/innen gehen offen an Themen heran, die die Natur betreffen und haben selbst bereits einen reichen Erfahrungsschatz. Der Geotag fand damit auch in einem Gelände statt, welches die Schüler/innen aus einem alltäglichen Kontext bereits kannten. Durch den naturwissenschaftlichen Zugang im Projekt, eröffnete sich jedoch eine neue Sichtweise auf die (bekannte) Welt. Dies wird durch die Aussagen der Lehrkräfte belegt (siehe Abschnitt 6.6.4).

Die Lehrer/innen überschritten im Verlauf des Projektes die „Soll- Stunden“ im Sachunterricht beachtlich. Eine Lehrkraft richtete in Eigeninitiative einen Schauraum für Geologie in der

Schule ein, eine andere organisierte den „Wandertag“ in Eigeninitiative als Exkursion zum Erzbergwerk.

Zitat VS Lehrerin Elisabeth Wittmann/ VS Weyer

„Diese Art der Wissensvermittlung (durch externe Expert/innen) an Schulen ist von hohem pädagogischem Wert...“

6.6.3 Methoden

Allgemeines

Um die Fragestellungen der Begleitforschung bearbeiten zu können wurden einige Methoden der Begleitforschung **während** des Projektes eingesetzt. Damit konnte der positive Projektverlauf gesichert werden. Einige Methoden wurden vor bzw. nach der Arbeit mit den Schüler/innen eingesetzt, also prä/post, um die Kompetenzen und Vorstellungen der Schüler/innen und Lehrer/innen von erdwissenschaftlichen Inhalten und Erkenntniswegen vor und nach dem Projekt feststellen zu können.

Begleitforschung Schüler/innen

- Fragebögen/Interviews mit jeweils 4-5 ausgewählten Schüler/innen aus jeder Klasse (insgesamt 25 Kinder).

Diese wurden in 2 Durchgängen zu Beginn des Projektes (nach Modul 1) und dann am Ende des Projektes – nach den Schulferien also in der 4. Klasse (d.h. „prä/post“) durchgeführt. Die Summe der Fragebögen ist gleich 50. (Vorlage der Fragebögen: siehe Anhang.)

- Rätselrallye

Diese wurde in den Schulen durch die Lehrer/innen ausgeführt. Stichprobenartig wurde damit im Zeitraum zwischen den Interviews also während des Projektes ein zweites Mal die fachliche Kompetenz einiger Schüler/innen untersucht. (Vorlage Rätselrallye: siehe Anhang.)

- Beurteilungsskala und Oskarverleihung

Im ersten Drittel des Projektes wurde mit Hilfe der Lehrkräfte eine Beurteilungsskala durchgeführt. Hier konnte basierend auf „Schulnoten“ das Interesse am Projekt gemessen werden (Skala 1-10/ Interesse während des Projektes). Am Ende des Projektes, nach den Ferien und somit im neuen Schuljahr, fand („post“) eine Oskarverleihung als Abschlussveranstaltung in jeder Klasse statt (Skala 1-5). Auch hier konnte abschließend das Interesse am Thema Naturwissenschaften gemessen werden. Mit der Oskarverleihung und der Skala konnten alle Kinder eingebunden werden, also etwa 120 Kinder.

- Briefe an das Stoaanmandl

Die Schüler/innen von 3 Schulklassen haben an das Stoaanmandl während des Projektes Briefe geschrieben über Wünsche, Anregungen, Auffälligkeiten. Ziel war die Steuerung der Inhalte, sowie deren Feinabstimmung

- Forschermappe

Die Lehrkräfte trugen selbstständig im Sachunterricht, aber auch Fächer-übergreifend bzw. bei selbst geplanten Lehrausgängen und Exkursionen zum Projekt bei. Alle zum Projekt gehörigen Tätigkeiten wurden von den Schüler/innen in ihren eigenen Forschermappen dokumentiert. So hatte auch die Science Center Einrichtung, das IFAU, Einblick in die projektbezogenen Tätigkeiten der Lehrkräfte. Vorlage zur Forschermappe siehe den Berichtsteil Materialienband.

Beispiele für ein „Konzept Cartoon“ (Schüler/innenfragebogen 1/Bewertung durch Ankreuzen/ anonymes und selbstständiges Ausfüllen):

Sehr gerne	Gerne	Weniger gerne	Nicht gerne	
				
				
				

Der Lehrerin/ dem Lehrer zuschauen, wenn sie/ er ein Experiment macht				
Selbst am Mikroskop arbeiten				
Geschichten vom Stoaanmandl hören				
Selbst Dinge beobachten und erforschen				
Mit meinen Mitschülerinnen arbeiten				
Alleine arbeiten				
Selbst Fragen stellen und die Antworten herausfinden				
Einen Ausflug machen				
Bei einem Projekt mitmachen				

Abbildung 22: Wie gerne machst du folgende Dinge im Unterricht?

Stimmt sicher	Stimmt fast	Stimmt kaum	Stimmt nicht	
				
				
				

Ich bin gut in Sachunterricht				
Mit Steinen kenne ich mich aus				
Infos über die Natur merke ich mir leicht				
Die Entstehung der Gesteine ist sehr interessant für mich				
Über Maschinen, Magneten und Strom zu lernen fällt mir leicht				
In der Umgebung meines Ortes kenne ich mich gut aus				
Beim Mikroskopieren bin ich geschickt				
Forschen ist mir immer zu schwierig				
Ich kann eine Zeichnung von einem Stein im Mikroskop machen				

Abbildung 23: Wie gut kennst du dich mit der Natur und Technik aus?

Begleitforschung Lehrkräfte

Hier wurden 2 Methoden verwendet, nämlich Fragebögen an die Lehrkräfte, bei denen die Lehrer schriftlich antworteten, und Lehrerworkshops, bei denen die Meinungen der Lehrkräfte zum Projekt schriftlich und mündlich eingeholt wurden.

Fragebögen Lehrkräfte

Am Ende des Projektes (post) wurden an die Lehrer/innen bzw. Lehrerteams jeder Klasse insgesamt 6 Fragebögen verschickt. Die Fragen betrafen einerseits die Interessensentwicklung bei den Schüler/innen aus Sicht der Lehrkräfte. Andererseits wurden die Selbsteinschätzung der Lehrkräfte hinsichtlich Naturwissenschaften- und Geologievermittlung, sowie der Einsatz externer Fachleute untersucht. (Vorlage zum Fragebogen Lehrpersonen: siehe Anhang).

Beispiel:

Jetzt wechseln wir zu einer etwas theoretischen Ebene: Hinter den Aktivitäten in eurer Klasse stand ein spezielles Unterrichtsmodell, das unter anderem aus Ankergeschichten, Problemstellungen, Hypothesenbildung, Experimenten, Mikroskopieren, eigenem Erforschen und Entdecken aufgebaut ist.

- 1.) Was haltet ihr von diesem Zugang zu naturwissenschaftlichen Themen?
- 2.) Welchen Methoden dieses Unterrichtsmodells messt ihr - unabhängig vom Thema – besondere Bedeutung zu?
- 3.) Welche Methoden dieses Unterrichtsmodells sprechen konzentrations- oder leistungsschwache Kinder an?

Lehrer/innenworkshops

Am Beginn, während und am Ende des Projektes fanden insgesamt 3 Lehrerworkshops statt. Darin waren auch Feedbackrunden eingebaut um den Projektverlauf optimal steuern zu können bzw. Projektergebnisse auszuwerten.

6.6.4 Ergebnisse

Schüler/innen

A Auswertung der Fragebögen/Interviews

Die Schüler/innen wurden nach Absprache mit den Lehrer/innen aus den einzelnen Klassen ausgesucht, wobei der Schwerpunkt auf den Unterschied zwischen „lernstarken“ (in Diagrammen kurz stark) und den „lernschwachen“ (in Diagrammen kurz schwach) Schüler/innen gesetzt wurde.

Zur Forschungshypothese 1:

„Methodenvielfalt und didaktische Planung nach konstruktivistischen Ansätzen und die Dauer des Projektes ermöglichen **langfristiges Interesse an naturwissenschaftlicher Forschung** bei Schüler/innen zu wecken und über den Projektzeitraum hinaus zu erhalten.“

Es konnte von Beginn des Projektes an, Interesse und Neugier am Thema geweckt werden. Dieses Interesse konnte langfristig gehalten werden. Dies ergab sich aus folgenden Untersuchungsmethoden: Auf die Frage „Wie spannend war das Projekt?“ im Fragebogen 1 (am Anfang des Projektes) wurden fast alle Antworten bei „total spannend“ und „spannend“ gesetzt (Abb. 3).

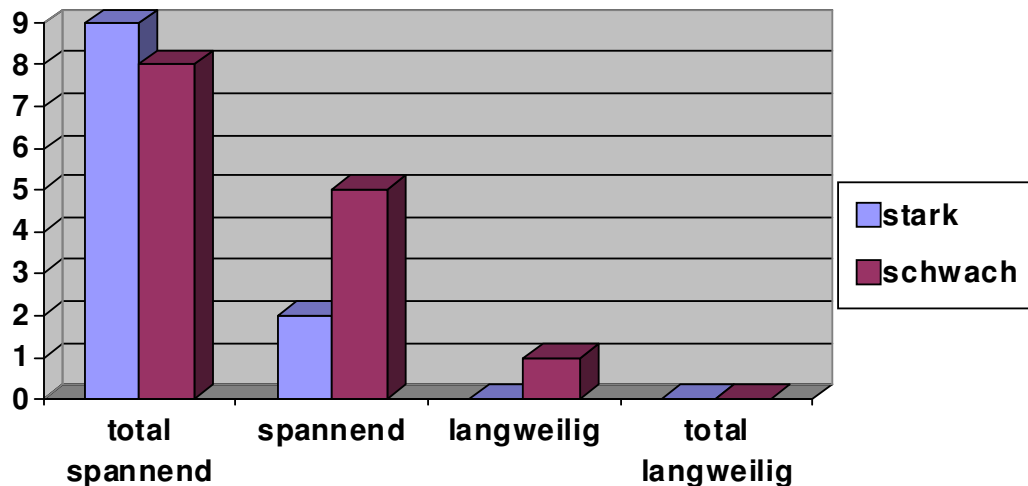


Abbildung 24: Antworten der Schüler/innen am Anfang des Projektes

Bei der Oskarverleihung an das Stoaanmandl im Herbst 2009, also aus Sicht der Schüler/innen „nach dem Projekt“, benoteten 133 von 170 Schüler/innen (78%) das Projekt mit *sehr gut*. Im Vergleich dazu waren es nur 11 Schüler/innen, die gar kein Interesse am Projekt fanden (6,5%). Das Interesse konnte während des Projektverlaufes sogar gesteigert werden.

Dies zeigte sich wie folgt: Auf die Frage, ob sie noch mehr über Steine wissen wollen, antworteten von den 11 starken Schüler/innen bei Fragebogen 1 nur 4 (36%) mit ja, bei Fragebogen 2 bereits 9 (82%) mit ja! Von den schwachen Schüler/innen antworteten zunächst nur eine/r mit ja, im Fragebogen 2 jedoch bereits 11 (79%) von 14 (vgl. Abb. 4)!

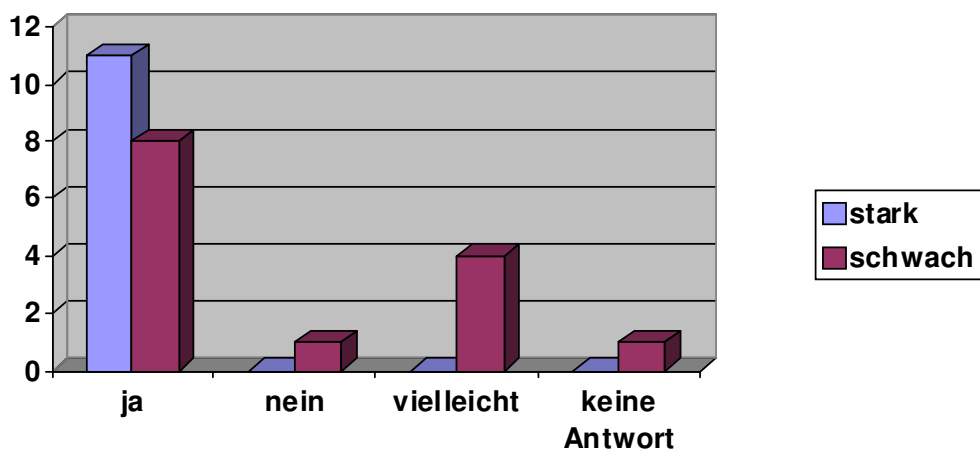


Abbildung 25: Möchtest du gerne mehr über Steine erfahren?

Langfristiges Interesse zeigte sich darüber hinaus bei der Frage nach dem Berufswunsch. Bei dem ersten Fragebogen gibt 1 von 11 lernstarken Schüler/innen an, dass sie/er Forscher/in werden will. Nach dem Projekt (Fragebogen 2) jedoch 3 Personen (28%). Bei der Oscarverleihung gaben 37 % aller Mädchen an, durch das Vorbild der Expertinnen das Meiste gelernt zu haben.

Zitat VS Lehrerin Martina Zintl/ Vs Aschach: „Als großen Erfolg des Projekts sehen wir den Abbau von „geistigen Schranken“ wie „dazu seid ihr noch zu klein“, „das versteht ihr ohnehin nicht“ oder „Forschung ist vor allem männlich“ (dies wurde durch unsere Geologin Dr. Susanne Oyrer eindrucksvoll widerlegt).“

Zitat eines Schülers/ VS Kleinreifling: „Ich möchte später mal Bauer und Geologe werden – und wenn nicht ganz Geologe, dann wenigstens ein Hobby-Geologe. Zu Weihnachten habe ich mir ein „Steineset“ und Bücher über Vulkane gewünscht.“

Aus den o. g. Forschungsmethoden geht hervor, dass mit Hilfe der didaktischen Methoden des „Forschenden Lernens“ sowohl bei lernstarken, als auch bei lernschwachen Schüler/innen Interesse an Steinen und am Forschen allgemein geweckt werden konnte. Dieses Interesse verstärkte sich über den Projektzeitraum hinaus noch. Die Expertinnen hatten insofern eine Vorbildwirkung, als sie sogar den Berufswunsch der Schüler/innen beeinflussten.

Zur Forschungshypothese 2:

„Methodenvielfalt und didaktische Planung nach konstruktivistischen Ansätzen und Dauer des Projektes ermöglichen **Interessensentwicklung speziell auch bei lernschwachen Schüler/innen.**“ Das Konzept des „Forschenden Lernens“ hat eindeutig positive Auswirkungen auf das Interesse lernschwacher Schüler/innen am Forschen sowie auf ihre Selbsteinschätzung.

Dies geht beispielsweise aus dem Vergleich der Frage „Wie gerne machst du folgende Dinge im Unterricht?“ zwischen Fragebogen 1 und 2 (April und November 2009) hervor. Es wurde die Beliebtheit verschiedener didaktischer Methoden abgefragt (Abb. 5). Gerade bei den lernschwachen Schüler/innen gibt es gute Erfolge: fast alle Methoden wurden am Ende positiver bewertet als zu Beginn des Projektes. Ausnahmen sind dabei allerdings, selbst am Mikroskop zu arbeiten bzw. alleine zu arbeiten. (Interpretation siehe Forschungsfrage 3 Forschungsmethoden Mikroskop und Geländearbeit).

Lernschwache Schüler/Innen									
	Sehr gerne		gerne		Weniger gerne		Nicht gerne		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Der Lehrerein/ dem Lehrer zuschauen, wenn er/ sie ein Experiment macht	8	10	3	4					
Selbst am Mikroskop arbeiten	10	7	2	3	1	1	1	1	
Geschichten vom Stoaanmandl hören	9	11	5	1		1	1		
Selbst Dinge beobachten und erforschen	10	10	2	3			1		
Mit meinen Mitschüler/innen arbeiten	8	9	4	4	2	1	1		
Alleine arbeiten	4	2	3	6	2	3	3	3	
Selbst Fragen stellen und die Antworten herausfinden	4	4	6	5	2	2		3	
Einen Ausflug machen	11	12	2	1					
Bei einem Projekt mit machen	11	12	2	1					

Abbildung 26: Beliebtheit der Methoden bei lernschwachen Schüler/innen

Wie gerne machst du folgende Dinge im Unterricht? Sehr gerne/ gerne/ weniger gerne/ nicht gerne; 1 = Fragebogen 1; 2 = Fragebogen 2.

Die Selbsteinschätzung der Schüler/innen ist nach dem Projekt realistischer als zu Beginn. Auf die Frage „Glaubst du, dass du selber einmal ein/e Forscher/in sein könntest?“ antworteten zu Beginn von 14 lernschwachen Schüler/innen 8 mit ja, am Ende des Projektes 5. Bei den lernstarken Schüler/innen gibt es einen Zuwachs von 5 Schüler/innen (von 11) in Fragebogen 1 auf 8 Schüler/innen in Fragebogen 2. Das rechte Diagramm in Abb. 6 gibt eine weitaus realistischere Einschätzung wieder, da die Schüler/innen im Verlauf des Projektes selbst erkannt haben, was es bedeutet ernsthaft zu forschen.

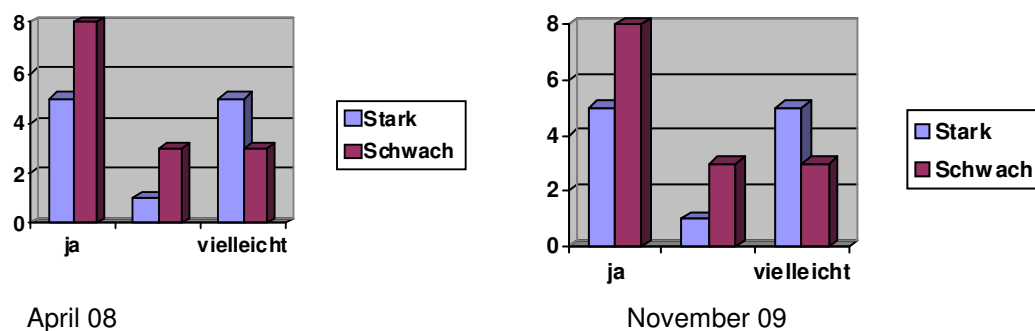


Abbildung 27: Antworten auf die Frage „Glaubst du, dass du selber mal ein Forscher/in sein könntest?“

Eine realistischere und dennoch sehr positive Selbsteinschätzung ergibt sich auch bei der Selbsteinschätzung der Schüler/innen bzw. der Selbstbeurteilung: „Ich bin gut in der Schule!“ im Vergleich April 09 und November 09 (Abb. 7). Tendenziell geht die Selbsteinschätzung von den Extremen („stimmt sicher“ und „stimmt nicht“ zu den gemäßigten Aussagen über sich selbst („stimmt fast“ und „stimmt kaum“).

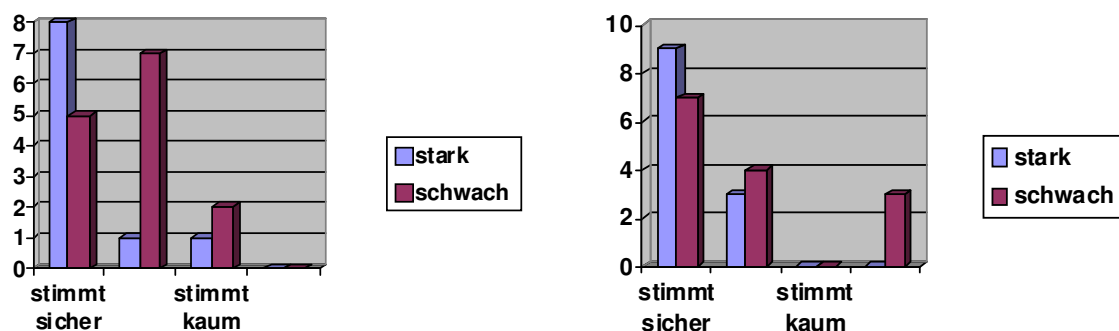


Abbildung 28: Selbsteinschätzung der Schüler/innen: „Ich bin gut in der Schule!“

Zur Forschungshypothese 3:

„Methodenvielfalt und didaktische Planung nach konstruktivistischen Ansätzen und Dauer des Projektes ermöglichen in Kombination mit den externen Expertinnen eine Änderung der Haltung bzw. Einstellung gegenüber Forschung und Naturwissenschaft **bei Schüler/innen und Lehrer/innen!**“

Die Schüler/innen hatten am Ende des Projektes eine verbesserte Einschätzung von Forschung bzw. Geologie.

Diese Haltung der Schüler/innen gegenüber der Forschung und den Naturwissenschaften lässt sich indirekt mit Hilfe der Fragen zur Selbsteinschätzung interpretieren.

Folgende Beispiele seien hier genannt:

Frage: Wie gut kennst du dich mit der Natur und Technik aus? Beim 2. Fragebogen verringerte sich die Zahl der lernstarken Schüler/innen von 9 auf 5 (von 11), die „sehr gut“ ankreuzten.

Frage: „Ich kenne mich gut mit den Steinen aus“. Beim 2. Fragebogen verringerte sich die Zahl der lernstarken Schüler/innen von 8 auf 5 (von 11), die „sehr gut“ ankreuzten.

Gleichzeitig geht aus den Fragebögen hervor, dass sich das Interesse am Projekt und am Thema steigerte (!) und dass die lernstarken Schüler/innen mehr über das Thema Steine erfahren wollten.

Daraus kann man schließen, dass sich die lernstarken Schüler/innen, die sonst in der Schule immer die „sehr Guten“ sind, ein realistischeres Selbstbild und ein umfangreicheres Bild der Forschung/ Wissenschaft machen konnten. Mit erhöhter Motivation fangen Schüler/innen an, mehr zu erfahren, doch sie beginnen gleichzeitig zu verstehen, dass die Welt der Forschung ein enorm weites Feld ist und sehen das Ausmaß der Frage unter einem neuen Blickwinkel.

Gleichzeitig stieg die Selbsteinschätzung der lernschwachen Schüler/innen, was aus denselben o. g. Beispielen hervorging. Dies lässt sich dahingehend interpretieren, dass die lernschwachen Schüler/innen wegen der neuen Lernformen und Methoden selbst ein gesteigertes Interesse am Unterricht und am Thema wahrnahmen und daher ein besseres Selbstbild ableiten konnten.

B Rätselrallye

Die Rätselrallye wurde nach dem 3. Modul in allen Klassen und mit allen teilnehmenden Schüler/innen durchgeführt. Sie diente als Stichprobe der fachlichen Kompetenz der Schüler/innen. (siehe 6.10 Anhang/6.10.3 Rätselrallye).

C Oskarverleihung

Zusätzlich zu den oben angeführten Punkten in den Fragebögen wurde zur Evaluierung des Interesses am Projekt während nach Modul 1 und 2 unter Anleitung der Lehrer/innen anonym eine Interessens-Skala (hier Beurteilungsskala) von 0-10 von den Schüler/innen ausgefüllt. Die Zahl 10 entsprach dem größten Interesse, 0 dem geringsten Interesse. Diese Skalierung musste zuvor mit den Schülern trainiert werden, da die Schüler/innen stark in der

Skalierung des Notensystems verhaftet waren. Die Schüler/innen klebten farbige Punkte auf eine vorgedruckte Skala.

In allen Schulen erhielten wir Skalen, in welchen sich die Punkte zwischen 1 und 2 befanden. (7% lagen bei 3 und 2 Punkte bei 5). Dies entspricht einem sehr hohen Interesse zur Halbzeit des Projektes.

5 Monate nach der schulaktiven Projektphase führten wir in allen Klassen im Herbst 2009 eine „Oskarverleihung“ durch. Die Fragen an die Schüler/innen waren, ob das Stoanmandl einen Oskar verdiene. Die Schüler/innen konnten dem Projekt bzw. dem Stoanmandl wie im Schulsystem Noten von 1- 5 geben.

Von insgesamt 169 Schüler/innen (6 Schulklassen) haben 133 Schüler/innen das Projekt als sehr gut beurteilt (siehe Abb. 8).

Note (Schulsystem)	Anzahl der Punkte bzw. Schüler/innen
5	11
4	0
3	5
2	21
1 (sehr gut)	133
Gesamt	169

Abbildung 29: Punktevergabe bei der Oskarverleihung

Ergebnisse Lehrer/innen

Die Ziele und Methoden der Begleitforschung – Lehrer wurden bereits in den Punkten 6.3 bzw. 6.6.3 beschrieben.

A Ergebnisse aus den Fragebögen

Rahmenbedingungen

Die Befragung fand nach Ende der aktiven Schulphase im November 2009 statt. Durch den Zeitraum zwischen dem Ende des Projektes in den Schulen (Juni 09) und der Befragung (November 09) von 4 Monaten (Schulferien, Beginn des neuen Schuljahres) kommt im Fragebogen zur Geltung, was die Lehrkräfte nicht im Affekt sagen, sondern langfristig zum Projekt meinen.

Im Folgenden wird die jeweilige Anzahl der Nennungen von Antworten auf die jeweiligen Fragen summativ dargestellt. Da der Fragebogen einzeln ausgefüllt wurde, sind die Nennungen unabhängig voneinander abgegeben worden. Die Zahl der Nennungen bezieht sich immer auf insgesamt 6 mögliche Nennungen (6 Schulen und somit 6 beteiligte Lehrer/innen). Es gab keine Vorschläge für Antworten und keine Multiple-Choice-Aufgaben, sondern offene Fragen, die die Lehrkräfte frei beantworteten!

Zur Forschungsfrage 1: langfristiges Interesse an Geologie/ Naturwissenschaft

Alle sechs Lehrpersonen (100%) gaben an, dass das Ziel, Interesse zu wecken in hohem Maße erreicht wurde. Sie sagten aus, dass die Schüler/innen großes Interesse an den

fachlichen Inhalten hatten. Dies zeigte sich dadurch, dass sich die Schüler/innen auf die nächsten Module freuten. (Auch andere Anzeichen verdeutlichten dieses deutlich/ siehe Abb. 9).

Am Häufigsten kam es zu Gesprächen in der Schule (ohne Anregung des Lehrers) sowie zum freiwilligen Mitbringen von in der Freizeit gefundenen Steinen (jeweils 100%). Die Schüler/innen entwickelten aber auch generell Interesse an der Zusammensetzung von Materialien, nicht bloß von Gesteinen.

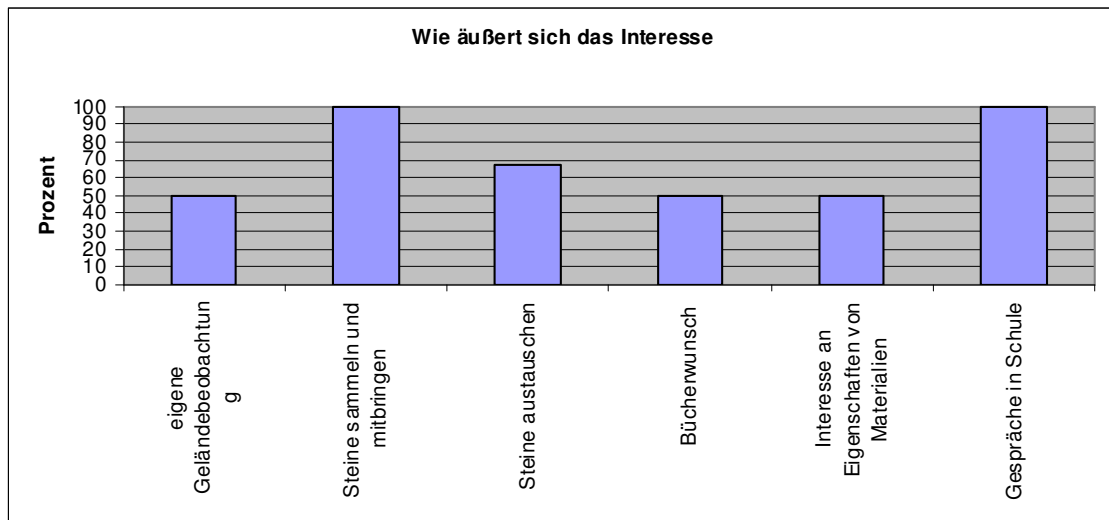


Abbildung 30: Interesse äußert sich deutlich durch eigenständige Gespräche der Schüler/innen und durch das Mitbringen von Steinen.

Die Schüler/innen sprachen über

- eigene Beobachtungen im Gelände
- Bücherwunsch an die Eltern
- Bücher über Gesteine, Vulkane, Fossilien
- Steine
- Exkursion nach Wien
- Geotag
- Eigenschaften von Materialien/Steinen

Im Fragebogen wurde durch mehrere Fragen überprüft, womit die Entwicklung von Interesse erreicht wurde. Zusammenfassend wurden folgende Punkte genannt: Methoden, externe Expertinnen, pädagogisch und didaktische Aufbereitung, Anschauungsmaterial, Aufgaben, welche praktisches Handeln ermöglichen (z.B. Arbeiten mit Hammer und Meisel am Geotag), Mikroskopieren, weibliche Personen als Experten.

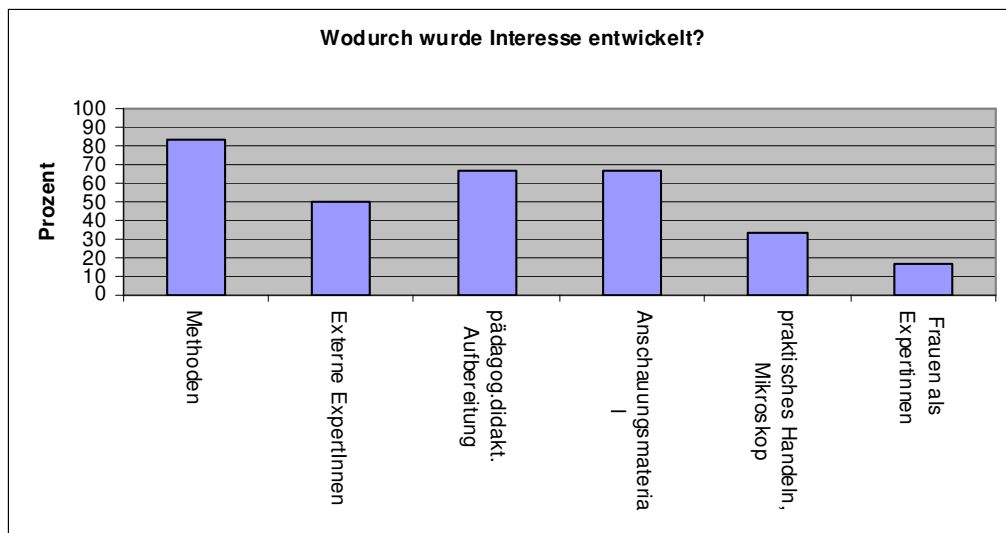


Abbildung 31: Vor allem die Methoden, die Aufbereitung der Inhalte sowie die Materialien zur Veranschaulichung der Inhalte wurden sehr positiv von den Lehrkräften erwähnt.

Die 83% der Lehrer betonten ausdrücklich, dass die Auswahl der didaktischen Methoden für die Interessensentwicklung bei den Schüler/innen von größter Bedeutung war, gefolgt von der fachdidaktischen Aufbereitung der Inhalte und dem Anschauungsmaterial.

Dem Geschlecht der Schüler/innen maßen die Lehrkräfte bezüglich des Interesses an den Inhalten in diesem Projekt keine wesentliche Bedeutung zu. Es wurden aber die Mädchen eher als „Steinesammlerinnen“ (50%) bezeichnet und die Buben eher als Literaturforscher (16,7%).

Betreffend die Langfristigkeit des Interesses gaben 83,5% der Lehrer/innen an, dass das Thema im November 09 nach wie vor für die Schüler/innen interessant war. Das ist ein Zeitpunkt, zu welchem das Projekt bereits seit 5 Monaten zu Ende war. Die Schüler/innen hatten bereits sämtliche Eindrücke der Ferien aufgenommen und befanden sich bereits in der nächsten Schulstufe! Die Lehrer/innen nannten die Dauer des Projektes dezidiert als Faktor für die Nachhaltigkeit des Interesses 83,5%. Ein Schüler teilte seiner Lehrkraft mit, dass er gerne Geologe werden möchte (siehe auch Begleitforschungs-Schüler: Dort nennen 3 von 11 befragten leistungsstarken Schüler/innen als Berufswunsch „Geologe“).

Zur Forschungsfrage 2: Auswirkungen auf lernschwache Schüler

Die Lehrkräfte (83,5%) gaben an, dass in folgenden Situationen leistungsschwache Schüler/innen überdurchschnittlich „bei der Sache“ waren: Mikroskopieren und das aktive Handeln am Geotag (siehe Abb. 11).

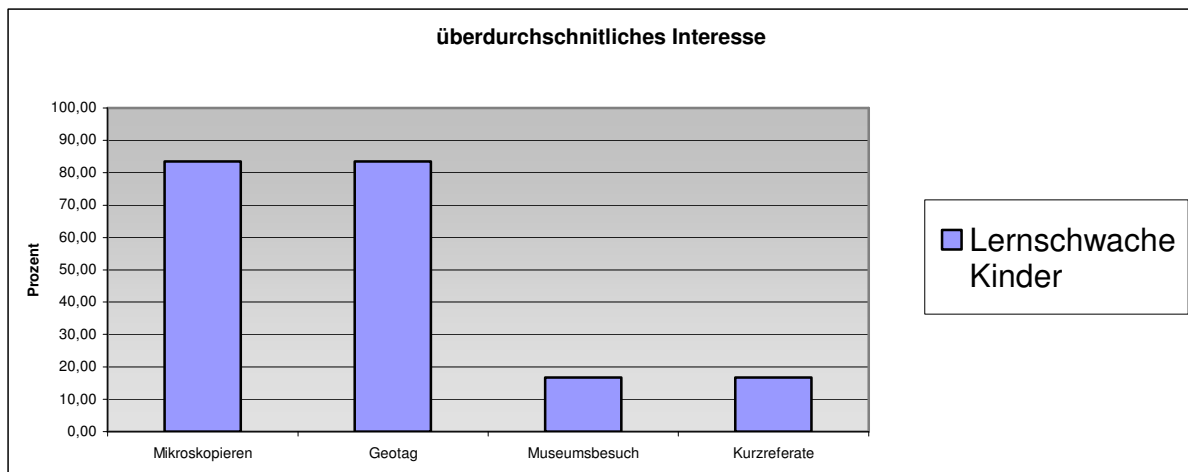


Abbildung 32: Situationen, in denen lernschwache Schüler/innen besonders aufmerksam waren

An den Gesprächen, die andere Schüler/innen in Pausen oder anderen Situationen über Steine oder über das Projekt führten, beteiligten sich die lernschwachen Schüler/innen allerdings selten oder kaum.

Besonders wichtig erscheint den Lehrkräften das ausgewogene Verhältnis aller verwendeten Methoden, welches das Projekt auch für lernschwache Schüler/innen spannend machte.

Die Betreuung durch auswärtige Expertinnen hatte laut Lehrer/innen (83,5%) eine positive Auswirkung auf das Interesse von lernschwachen Schüler/innen. Allerdings wurde dieses Verhalten im Speziellen durch die hohe Kompetenz der externen Fachexpertinnen im Umgang mit den Kindern bewirkt.

Zur Forschungsfrage 3: Haltung gegenüber Naturwissenschaften

Die Lehrkräfte gaben an, dass die Schüler/innen eine positivere Haltung gegenüber Forschung oder Wissenschaft hätten, als zuvor (100%). Darüber hinaus schätzten sie das Interesse der Schüler/innen an Wissenschaft größer ein als vorher. Eine Lehrerin bemerkte, dass das Selbstbild einiger Schüler im Laufe des Projektes verbessert wurde.

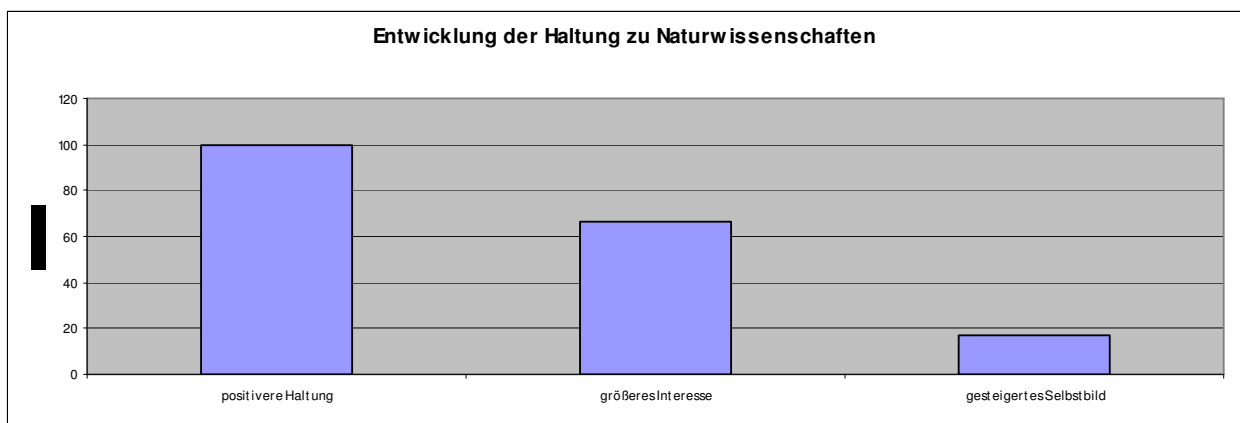


Abbildung 33: Entwicklung der Haltung der Schüler/innen zu Naturwissenschaften

Die Lehrer/innen selbst hatten nach dem Projekt eine geänderte Einschätzung ihrer Kompetenzen hinsichtlich des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Sie gaben an, nun selbst einige Methoden in ihrem Unterricht verwenden zu können. Dazu zählen sie Kurzreferate der Schüler/innen und das Präsentieren, darüber hinaus Mikroskopieren und die naturwissenschaftlichen Inputs, sowie geologische Exkursionen in den Pechgraben (entspricht Geotag). Sie gaben aber an, dass dazu gewisse Rahmenbedingungen nötig wären, die sie jedoch nicht vorfänden. (siehe Ausblick).

Die Lehrer/innen betonten (66,7%), dass sie die Kombination von eigener Vorbereitung und die Zusammenarbeit mit externen Fachleuten (wie im gegenständlichen Projekt) ideal finden.

B Lehrerfeedback bei Lehrerworkshops

Zum Projektstart gab es im Oktober 2008 einen ganztägigen Workshop mit fachlichen und methodischen Inputs inkl. einer Fachexkursion ins Gelände (Pechgraben). Danach fand je ein halbtägiger Workshop nach Modul 1 (Januar 2009), nach Modul 2 (März 2009) und nach dem Ende der aktiven Phase in der Schule (November 2009) statt.

Die Workshops im Januar und März dienten als begleitende Evaluierung, um das Projekt während der aktiven Phase rechtzeitig zu steuern. Außerdem gab es jeweils inhaltliche Inputs für das nächste Modul.

Der Workshop im November 2009 diente dem Rückblick und der Evaluierung.

Zur Forschungshypothese 1:

Ergebnisse betreffend das Wecken von langfristigem Interesse an Geologie und an Naturwissenschaften

Bereits nach Modul 1 gaben die Lehrer/innen einstimmig folgende Eindrücke hinsichtlich der Motivation an:

- Gesteigerte Beobachtungsfähigkeit der Schüler/innen (Naturphänomene)
- Motivation
- Freude am Forschen
- Hohe Motivation zur Auseinandersetzung mit dem Thema (Selbstläufer)
- Das Interesse und die Neugierde wurden bei den Schüler/innen geweckt
- Beobachtungsgabe der Schüler/innen wurde gestärkt
- Nachhaltigkeit ist gegeben, das Thema wird zum „Selbstläufer“

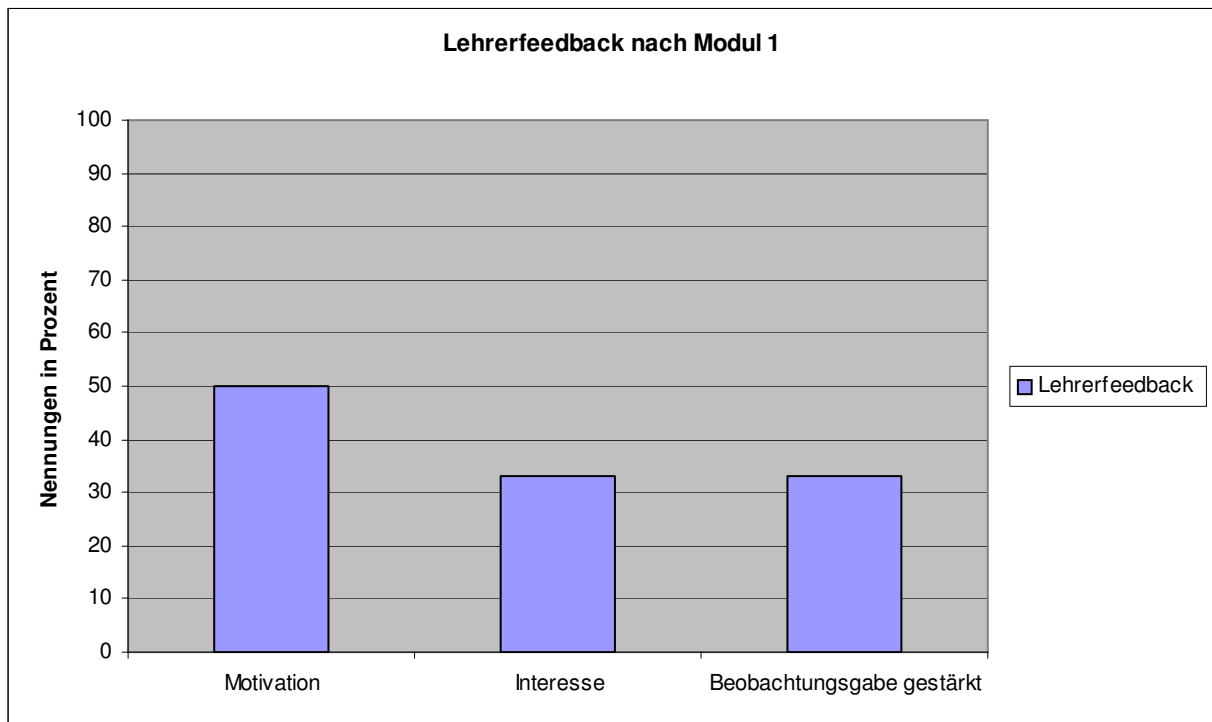


Abbildung 34: Steigerung des Interesses und der Motivation/ Beurteilung durch die Lehrkräfte

Betreffend die **Nachhaltigkeit des Interesses** wurde sowohl im Januar 09 als auch im März 09 angeführt, dass

- die Schüler/innen gerne Fachausdrücke aufnehmen und verwenden,
- das Thema ständig präsent ist und
- fächerübergreifendes Interesse an Forschung stattfindet

Im März 09 steigerten sich die Auswirkungen des Projektes. Es wurde zusätzlich zu o.g. Punkten angeführt:

- bei Wandertagen machen die Schüler/innen eigene Beobachtungen, die sie ohne das Projekt niemals gemacht hätten
- bei Sachtexten arbeiten Lehrer/innen und Schüler/innen anders: nicht Antwort geben und abprüfen, sondern die Schüler/innen selbst wollen die Antwort auf eine Frage suchen
- Steigerung der sozialen Kompetenz durch Gruppenarbeit

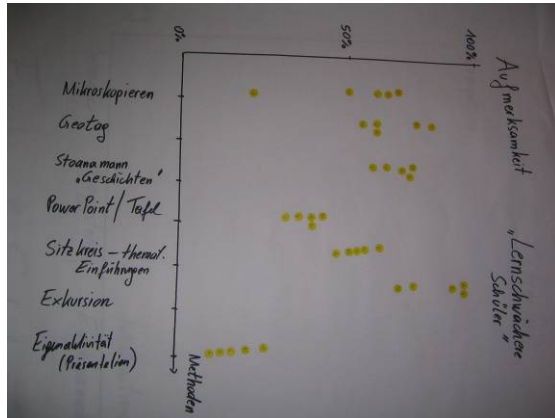
Zur Forschungshypothese 2:

Betreffend des Interesses von lernschwachen Schüler/innen am Projekt bzw. Thema

Bei möglichen 6 Nennungen gab es 3 Nennungen (50%), dass das Interesse bei lernschwachen Schüler/innen geweckt wurde.

Ausdrücke dafür waren:

- Großes Interesse an der Materie (ist) da
- Für leistungsschwache Kinder war der spielerische Zugang besonders wichtig
- Auch Motivation der lernschwachen Kindern wurde ausgelöst



Aufmerksamkeit, die lernschwache Schüler/innen den verschiedenen Methoden schenken (Einschätzung durch die Lehrer/innen)

Die Punkte wurden bei den Methoden Geotag, Staanmandl bzw. Geschichten, Sitzkreis, Exkursion und Mikroskopieren über 50 % gesetzt. Besonders hoch liegen die Exkursion nach Wien (70-100% Aufmerksamkeit) gefolgt von Geotag (55-80%) und Mikroskopieren (50-70%). Der „Ausreißer“ beim Mikroskopieren wurde von der Schule Aschach gesetzt, in welcher 30 Schüler in der Klasse waren und daher 5 Personen pro Mikroskop arbeiten mussten.

Zur Forschungshypothese 3:

Betreffend der **Haltungsänderung hinsichtlich Naturwissenschaften/ Forschung**

Die veränderten Haltungen der Schüler/innen und Lehrer/innen (lt. Aussagen der Lehrkräfte in den Workshops), lassen auf eine zum positiven veränderte Einstellung zu Naturwissenschaft und Forschung schließen, da sie selbst „freiwillig“ Forschungsansätze umsetzen:

- die Kinder verwenden gerne Fachausdrücke
- fächerübergreifendes Interesse an Forschung findet statt
- bei Wandertagen machen die Schüler/innen selbst und unaufgefordert eigene Beobachtungen
- bei Sachtexten arbeiten Lehrer/innen und Schüler/innen anders: nicht Antwort geben und abprüfen, sondern selbst die Antwort auf eine Frage suchen lassen.

6.6.5 Diskussion

Die Diskussion ist in 2 Teile gegliedert. Im folgenden Punkt werden die Ergebnisse dahingehend geprüft, ob sich die Forschungsmethoden „Mikroskopieren“ und „Geländearbeit“ im Projekt als konstruktivistisch für Volksschüler der 3.Klasse eigneten. Danach werden die Ergebnisse Abschnitten **Schüler/innen** und **Lehrer/innen** miteinander verglichen.

Mikroskopieren und Geländearbeit als pädagogische Methoden

Im Projekt war vorgesehen, den Schüler/innen zwei wesentliche Forschungsmethoden der Geologie bzw. Erdwissenschaften vorzustellen: Die Schüler/innen sollten diese Methoden anwenden um selbst zu Ergebnissen zu kommen.

In Gesprächen mit den Lehrer/innen während des Projektes sowie bei der Auswertung der Fragebögen (Lehrer/innen und Schüler/innen) erwiesen sich diese Forschungsmethoden als besonders geeignet, um Interesse zu wecken, lernschwache Schüler/innen zu erreichen und sogar um die Selbsteinschätzung der Schüler/innen zu verbessern.

Bei der Frage nach den Methoden, mit welchen Interesse am besten geweckt werden könne, 83,7 % der Lehrer/innen die selbstständige Arbeit insbesondere im freien Gelände und beim Mikroskopieren. Laut den Lehrer/innen konnten die Schüler/innen am besten an das Projekt andocken, also Interesse entwickeln, wenn sie selbst aktiv mitarbeiten konnten. Das war sehr stark sowohl bei der Arbeit an den Mikroskopen, als auch am Geotag möglich!

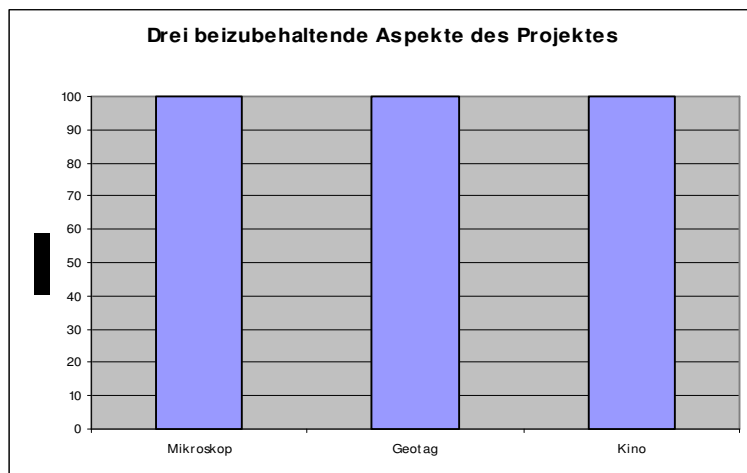


Abbildung 35: Drei unabhängig und ohne multiple choice angegebenen Aspekte, die laut den Lehrkräften unbedingt in einem zukünftigen Projekt beibehalten werden sollten.

Die Lehrkräfte (83,5%) gaben an, dass in folgenden Situationen leistungsschwache Kinder überdurchschnittlich bei der Sache waren: Mikroskopieren und das aktive Handeln am Geotag.

Generell werden von den Lehrkräften das handlungsorientierte Lernen, das Arbeiten am Mikroskop sowie der Geotag als die ansprechendsten Methoden für lernschwache Schüler/innen beurteilt.

Auch beim Lehrerworkshop im November setzten die Lehrer/innen bei der Frage nach der Aufmerksamkeit lernschwacher Schüler/innen bei den verschiedenen Methoden ihre Punkte wie folgt ins Diagramm (siehe Abb.12 in Punkt 6.6.4.2): besonders hoch liegen die Punkte bei der Exkursion nach Wien (70-100% Aufmerksamkeit) gefolgt von Geotag (55-80%) und Mikroskopieren (50-70%). Der Ausreißer beim Mikroskopieren wurde von der Schule Aschach gesetzt, in welcher 30 Schüler in der Klasse waren und daher 5 Personen pro Mikroskop arbeiten mussten.

Zusammenfassend wurde durch die gewonnenen Daten bestätigt, dass die erdwissenschaftlichen Forschungsmethoden Mikroskopieren und Geländearbeit im gegenständlichen Projekt von den Schüler/innen und Lehrer/innen als die wesentlichsten pädagogischen Methoden im Projekt angesehen wurden, die am meisten zum Gelingen des Projektes beitrugen. Sie sind bestens dazu geeignet nachhaltig Interesse an Geologie zu erhalten sowie die Aufmerksamkeit lernschwacher Schüler/innen zu gewinnen.

Vergleich der Ergebnisse der Lehrer/innen und Schüler/innen

Alle 6 Lehrer (100%) gaben an, dass das Ziel, **Interesse zu wecken (Forschungshypothese 1)** in hohem Maße erreicht wurde. Sie sagten aus, dass die Schüler/innen großes Interesse an den fachlichen Inhalten hatten – während des Projektes und über den Projektzeitraum hinaus - auf jeden Fall bis zum Zeitpunkt der 2. Befragung, also 5 Monate nach Projektende. Die Lehrer halten die pädagogisch-didaktischen Methoden diesbezüglich für besonders wichtig. Zwischen Mädchen und Buben können sie in diesem Alter keine Unterschiede in der Auswirkung des Projektes ausmachen.

Die Lehrer/innen nannten die Dauer des Projektes dezidiert als Faktor für die Nachhaltigkeit des Interesses (83,5%).

Aus Sicht der Schüler/innen konnte von Beginn des Projektes an Interesse und Neugier am Thema geweckt werden. Dieses Interesse konnte langfristig gehalten werden und steigerte sich während des Projektverlaufs sogar. Dies ging aus mehreren am Anfang, während und am Ende des Projektes gesetzten Evaluierungsfragen hervor. Am Ende des Projektes wollten 82% der Lernstarken und 79% der Lernschwachen noch mehr über Steine erfahren. Die Expertinnen hatten insofern eine Vorbildwirkung, als sie sogar den Berufswunsch der Schüler/innen beeinflussten.

Das Konzept des Forschenden Lernens hat eindeutig positive Auswirkungen auf das Interesse **lernschwacher Schüler/innen (Forschungshypothese 2)** am Forschen sowie auf ihre Selbsteinschätzung. Dies geht aus den Fragebögen der Schüler/innen hervor. Die Selbsteinschätzung der Schüler/innen ist nach dem Projekt zum einen realistischer als zu Beginn, zum anderen stieg sie im Verlauf des Projektes. Dies lässt sich dahingehend interpretieren, dass die Lernschwachen wegen der neuen Lernformen und Methoden selbst ein gesteigertes Interesse am Unterricht und am Thema wahrnahmen und daher ein besseres Selbstbild ableiten konnten.

Die Lehrkräfte (83,5%) gaben an, dass beim Mikroskopieren und aktiven Handeln am Geotag leistungsschwache Kinder überdurchschnittlich bei der Sache waren.

Besonders wichtig erscheint den Lehrkräften das ausgewogene Verhältnis aller verwendeten Methoden, welches das Projekt auch für Lernschwache spannend machte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse aller Fragebögen (Lehrer/innen und Schüler/innen) zeigen, dass das Interesse lernstarker und lernschwacher Schüler/innen geweckt werden konnte und über den Projektzeitraum hinaus mindestens weitere 5 Monate erhalten werden konnte. Dies war durch die angewandten Methoden, die didaktische Aufbereitung der Inhalte und die technische Ausrüstung möglich – alles Punkte, die nur durch die externen Expertinnen in diesem Ausmaß möglich waren.

6.7 Ausblick, Perspektiven

Das IFAU als außerschulische Einrichtung eröffnete durch das Projekt mehrere Chancen für Schüler/innen und Lehrer/innen

- Expert/innen bewirkten positiven Einfluss auf die Interessensentwicklung bei Mädchen.
- Expert/innen bewirkten positiven Einfluss auf die Interessensentwicklung bei den Lehrkräften!
- Nachhaltiges Interesse und Aufgeschlossenheit gegenüber Naturwissenschaft durch „Forschung aus erster Hand“
- Erkennen und verstehen geologischer Zusammenhänge
- Kompetenzen wurden entwickelt um aktiv und selbstständig naturwissenschaftlich zu arbeiten
- Interesse konnte auch bei lernschwachen Kindern gefördert werden (besonders durch handlungsorientierte didaktische Methoden, Exkursionen in eine SC-Einrichtung und durch Forschungsgänge in der Natur)
- Das „unscharfe“ Bild eines/einer Wissenschaftler/in sowie der Geologie an sich wurde konkretisiert.
- Steigerung der Motivation der Schüler/innen neue Lerninhalte zu erfassen
- Positive Einschätzung der eigenen Kompetenzen (um Schüler in naturwissenschaftlichen Fachgebieten mit Hilfe der selbst erfahrenen Methoden zu unterrichten)
- Positive Erfahrung, dass schwierige Sachgebiete trotz schwieriger Fachausdrücke unterrichtet werden können. Schüler stellten generell Fragen nach Fachausdrücken - auch in anderen Fächern!
- Durch die externen Expertinnen wurde nachhaltig ein entspanntes Lernklima erzeugt.

Die Projektdauer hatte unmittelbaren Einfluss auf die Nachhaltigkeit des geweckten Interesses und die entwickelten Kompetenzen.

Die Lehrkräfte konnten ihre Kompetenzen dahingehend ausbauen, ihre Selbsteinschätzung hinsichtlich des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu steigern. Sie trauen sich zu, einerseits selbst naturwissenschaftliche Inhalte zu vermitteln. Sie gaben aber alle an, dass sie die externen Experten/innen nie ersetzen könnten. Darüber hinaus wären verschiedene Rahmenbedingungen nötig, um selbst ähnliche Inhalte unterrichten zu können, die sie aber nicht vorfinden:

- Zeit für die intensivere Vorbereitung
- Finanzen
- externe Expert/innen für Fachfragen, die sie im Unterricht nicht beantworten können
- Forschungsgeräte
- Fortbildungen für verschiedene naturwissenschaftliche Fächer
- Themenboxen

Die Lehrer/innen betonten (66,7%), dass sie die Kombination eigene Vorbereitung/externe Fachleute (wie im gegenständlichen Projekt) ideal finden.

6.8 Literatur

Prenzl, Gogolin, Krüger (Hrsg.): Kompetenzdiagnostik, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8/2007, VS Verlag für Sozialwissenschaften, ISBN 978-3-531-15495-4

Engeln Katrin: Schülerlabors – authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken; Band 36 Studien zum Physiklernen, Niederer et Fischler (Hrsg.), Logos Verlag Berlin, 2004, ISBN 3-8325-0689-6

Raditz, Rauch, Kattmann (Hrsg.): Gemeinsam forschen – gemeinsam lernen Wissen, Bildung und Nachhaltige Entwicklung, Studien Verlag, 2005, ISBN 3-7065-4198-X

Altrichter, Posch: Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht, 4. Auflage, Julius Klinkhardt Verlag., Bad Heilbrunn 2007, ISBN -10: 3-7815-1414-5

Tschira Antje: Wie Kinder lernen und warum sie es manchmal nicht tun; Über die Spielregeln zwischen Mensch und Umwelt im Lernprozess, Carl Auer Vrlg., 2. Auflage, 2005, ISBN 3-89670-336-6

Duit, Gropengiesser, Sträudel: Naturwissenschaftliches Arbeiten; Unterricht und Material 5-10, 2. Auflage 2007, Erhard Friedrich Verlag GmbH, 30926 Seelze Veiber, Bestell-Nr: 92366