

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; I Allgemeiner 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

I Allgemeiner Teil

Inhaltsverzeichnis

Gliederung der einzelnen Berichtsteile.....	4
1 Kurzfassung	1
2 Zusammenfassung.....	3
2.1 Vorgangsweise	3
2.2 Ziele.....	9
2.3 Produkte	9
2.4 Ergebnisse aus Begleitforschung und Evaluierung	11
2.5 Allgemeine Schlussfolgerungen.....	17
3 Projektablauf	23
3.1 Teamtreffen der Projektsteuerungsgruppe	23
3.2 Projektstruktur.....	26
3.3 Zeitplan	26
3.4 Dissemination und Öffentlichkeitsarbeit	28
3.5 Definitionen und Abkürzungen	31
4 Forschend Lernen – theoretischer Hintergrund	33
4.1 Hintergrund.....	33
4.2 Die Lerntheorie des Konstruktivismus als Basis für die Weiterentwicklung von Unterricht.....	33
4.3 Forschendes Lernen – eine Lösung für das Problem?	34
4.4 Warum konnte sich Forschendes Lernen bis heute nur langsam etablieren?	34
4.5 Forschendes Lernen in außerschulischen Lernorten.....	35
4.6 Literatur.....	36
5 Begleitforschung - Metaanalyse der Inhalte und Ergebnisse	39
5.1 Einleitung	39
5.2 Forschungsfokus der Partner	39
5.2.1 Konzeptuelle Entwicklung der Schüler/innen.....	39
5.2.2 Bestehende Rahmenbedingungen	39
5.2.3 Wirksamkeit eingesetzter Methoden.....	39
5.2.4 Einfluss des Lernumfeldes (ausgewählte Aspekte)	40

5.3	Ergebnisse – ein kurzer Überblick.....	40
5.3.1	Konzeptuelle Entwicklung der Schüler/innen (conceptual development)	40
5.3.2	Bestehende Rahmenbedingungen	40
5.3.3	Wirksamkeit eingesetzter Methoden.....	40
5.3.4	Einfluss des Lernumfelds (ausgewählte Aspekte)	41
5.4	Zusammenfassung	42
6	Didaktische Methoden in der Praxis	43
6.1	Gemeinsame Ziele.....	43
6.2	Welche Detailsaspekte sollen gefördert werden?.....	44
6.3	Theoretische Grundlage.....	45
6.3.1	Spielpädagogik	45
6.3.2	Natur- und Umweltpädagogik.....	45
6.3.3	Erlebnispädagogik.....	46
6.3.4	Problem Based Learning.....	46
6.3.5	Forschend-entwickelndes Unterrichtsverfahren.....	47
6.3.6	Anchored-Instruction	47
6.4	„Forschend Lernen“ in der Praxis.....	48
6.4.1	Experimentieren.....	48
6.4.2	Anchored-Instruction oder die Arbeit mit Rahmengeschichten	49
6.4.3	Hands-on-Experimentierstationen mit Aktionsführungen.....	49
6.4.4	Variation der Sozialform	50
6.4.5	Förderung des Interesses und Selbstvertrauens der Schüler/innen	50
6.5	Literatur.....	51
7	Science-Center Einrichtungen und ihre Ressourcen	53
7.1	Außerschulische Lernorte im Wandel.....	53
7.2	Besondere Ressourcen von Science Center Einrichtungen (SCE).....	54
7.2.1	Innovative Vermittlungsansätze.....	54
7.2.2	Spezielle Exhibits und Inszenierungen	55
7.2.3	Materielle und personelle Ressourcen	55
7.3	Leistungsspektrum der SCE im Projekt „Forschend Lernen“	56
7.4	Impulse für die zukünftige Positionierung von SCE	56

7.5	Rahmenbedingungen für nachhaltige Bildungspartnerschaften zwischen Schulen und SCE	57
7.6	Literatur.....	57
8	Empowerment	59
8.1	Literatur.....	67
9	Die Bedeutung der Evaluation im Projekt „Forschend Lernen“	69
9.1	Ausgewählte Evaluationsansätze.....	69
9.2	Evaluationsinstrumente.....	70
9.3	Projektüberschreitende Transferleistung der Evaluation	70
9.4	Exemplarische Ergebnisse der externen Begleitforschung.....	71
9.5	Literatur.....	73

Gliederung der einzelnen Berichtsteile

Der vorliegende Endbericht des Projekts „Forschend Lernen, Partnerschaften zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen“, ausgeführt von März 2008 bis April 2010, ist in die folgenden Berichtsteile gegliedert:

- I. Allgemeiner Teil
- II. Spezieller Teil, Evaluation und Begleitforschung
- III. Materialienband
- IV. Anhang

Nach Kurzfassung, Zusammenfassung und Projektablauf beschreiben Kapitel 4 bis 9 des **Allgemeinen Teils** die verschiedenen Ebenen der praktischen Umsetzung von Forschendem Lernen und vermitteln einen Überblick der allgemeinen Ergebnisse, die im Rahmen dieser Zusammenarbeit der 6 Science Center Einrichtungen entstanden sind und aus unterschiedlichen Perspektiven ausgearbeitet und beleuchtet wurden.

Ausgehend von der Theorie des gemäßigten Konstruktivismus spannt sich der Bogen vom theoretischen Hintergrund von Forschendem Lernen bis zur praktischen Umsetzung mit den Methoden der Spielpädagogik, Natur- und Umweltpädagogik, Erlebnispädagogik, den Lernformen Problem Based Learning und Forschend Entwickelnde Unterrichtsverfahren über Anchored Instruction kombiniert mit Puppet Science oder Aktionsführungen mit Hands-on Experimentierstationen. Die Rolle von Science Center Einrichtungen im Innovationssystem, ihre innovativen Vermittlungsansätze, deren Leistungsspektrum sowie die notwendigen Rahmenbedingungen werden ebenso erörtert wie die Frage nach dem Empowerment der Bürgerinnen und Bürger, der Förderung des selbstständigen Denkens.

In den darauf folgenden Kapiteln des **Speziellen Teils** werden die regionalen Modellpartnerschaften der 6 beteiligten Science Center Einrichtungen, jeweils gegliedert in die Abschnitte *Ziele, Modellpartnerschaft, Arbeitsprozess, Module und Didaktische Methoden* im Detail vorgestellt. Die jeweiligen Abschnitte **Evaluation und Begleitforschung** des Speziellen Teils fassen die Forschungsfragen, Vorgangsweise und Erhebungsmethoden sowie Ergebnisse von Evaluation und Begleitforschung der Modellpartnerschaften in den jeweiligen Science Center Einrichtungen zusammen.

Der **Materialienband** enthält eine Auswahl an Anleitungen für Experimente und Hands-on-Didaktik aus den insgesamt 18 Modulen, die in den jeweiligen regionalen Modellpartnerschaften zwischen Science Center Einrichtungen und Volksschulen entwickelt wurden. Diese Anleitungen sind als Anregung für die Auseinandersetzung mit dem entsprechenden Thema gedacht und dienen Lehrkräften dazu, sich intensiver mit Forschendem Lernen auseinander setzen zu können. Im **Anhang** sind insbesondere die Fragebögen der Erhebungsmethoden, ausgewählte Ergebnisse der Öffentlichkeitsarbeit sowie einzelne Beispiele von Arbeitsblättern zu finden.

1 Kurzfassung

Ausgangspunkt für das Projekt „Forschend lernen“ war der Befund, dass naturwissenschaftliches Lernen anhand von Experimenten im Grundschulbereich geringen Stellenwert einnimmt, obwohl dieses Alter für die Entwicklung von naturwissenschaftlichen Interessen prägend ist. Zum Teil liegt der geringe Stellenwert daran, dass Lehrkräfte sich diese Vermittlung fachlich und didaktisch nicht zutrauen, zum Teil an den strukturellen und finanziellen Rahmenbedingungen in der Grundschule, zum Teil an der mangelnden Anbindung von Schule an Akteure, die durch ihre Praxis einen spannenden Bezug zu konkreten Anwendungen von Wissenschaft und Technik vermitteln könnten.

Das zweijährige Projekt „Forschend lernen“ sollte modellhaft Kooperationen zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen etablieren, um auf forschendem Lernen basierende Angebote für Schüler/innen weiter zu entwickeln, Kompetenzen bei Lehrkräften zu stärken, Schlüsselfaktoren für das Gelingen von Kooperationen zwischen Schule und außerschulischen Akteuren zu identifizieren und nachhaltige Impulse für das Bildungssystem zu liefern.

Das Prinzip „Forschend Lernen“ steht dabei für eine Hands-on und Minds-on Didaktik, in der Lernen als aktiver, konstruktiver, problemorientierter Prozess gesehen wird; die Lernenden werden befähigt, Fragestellungen zu identifizieren, in Kleingruppen individuelle Lösungswege zu entwickeln, diese zu überprüfen und zu interpretieren. Sie erlernen so die Grundprinzipien naturwissenschaftlicher Denkweisen, kooperativen Arbeitens und erfahren Lernen als Erfolgserlebnis. Lehrkräfte und Expert/innen nehmen dabei die Rolle einer wertschätzenden Begleitung für den selbständigen Erkenntnisprozess ein.

Sechs Science Center Einrichtungen in fünf Bundesländern arbeiteten mit je sechs Volksschulen in ihrer Region über zwei Jahre in Modellpartnerschaften zusammen, beteiligt waren 36 Lehrkräfte und etwa 1.000 Schüler/innen sowie Landesschulbehörden und Lehrerbildungseinrichtungen. Koordiniert wurde das Projekt vom Verein ScienceCenter-Netzwerk. Im Schuljahr 2008/9 fanden insgesamt 18 Vermittlungsprogramme – zu Themen wie Wasser, Sinne, Blätter, Schokolade, Schwingungen, Steine – teils in der Schule, teils in der Science Center Einrichtung statt. Eine begleitende Forschung erhob die Wirkungen des didaktischen Ansatzes „forschend-begründendes Lernen“ auf Kinder und Lehrkräfte, die erforderlichen Rahmenbedingungen für dessen Einsatz und die Rolle der Science Center Einrichtungen als außerschulische Bildungspartner.

Die beobachteten Auswirkungen auf die Schüler/innen waren: fachlicher, methodischer und sprachlicher Kompetenzzuwachs; Steigerung von Interesse, Motivation und Selbständigkeit; realistischeres Selbstkonzept; Änderungen im Berufsbild; Weiterentwicklung sozialer Fähigkeiten. Bedeutsam ist, dass bei Mädchen, Migrant/innen und lernschwachen Kindern besondere Fortschritte zu verzeichnen waren und die Aktivitäten zu stärkerer Inklusion beitragen konnten.

Bei den Lehrkräften erhöhten sich durch ihre Beteiligung am Projekt Bewusstsein, Interesse und Methodenkompetenz für naturwissenschaftliche Inhalte und für neue, didaktische Möglichkeiten sowie das Vertrauen, diese auch in Zukunft einzusetzen zu können.

Die Einbindung von Science Center Einrichtungen als außerschulische Lernorte bewirkte ein hohes Anregungspotenzial: bei den Schüler/innen äußerte sich dies in stärkerer Motivation und lebendigen und nachhaltigen Erinnerungen an die Lerninhalte. Für die Lehrkräfte essentiell waren die besonderen Ressourcen der Science Center Einrichtungen, d.h. Bereitstellung von Materialien, technische Ausstattung, spezielle Inszenierungen und vor allem die fachliche und didaktische Kompetenz der Betreuer/innen. Ausschlaggebend für den Erfolg der Partnerschaften waren auch die längerfristige Zusammenarbeit, die durch Wiederholung das Lernen bei Schüler/innen und Lehrkräften festigte, die Kommunikation auf Augenhöhe und das gleichberechtigte Arbeiten von Science Center Einrichtung und Lehrer/in.

Aus den Erfahrungen im Projekt „Forschend lernen“ konnten folgende Schlüsselfaktoren für nachhaltige Bildungspartnerschaften zwischen Schulen und außerschulischen Akteuren aus dem Innovationssystem abgeleitet werden: Wahrnehmen und Einbeziehen der Besonderheiten des außerschulischen Lernorts und seiner Kompetenzen; flexibler Umgang mit Lerninhalten durch Konzentration auf eine prozesshafte Unterstützung des Lerngeschehens; längerfristige verbindliche Begleitung der Lernenden und Lehrenden; Vernetzung der Akteure und Erweiterung der Aktionsräume; ausreichende Finanzierung; Entwicklung von Qualitätsstandards durch dauerhafte Verankerung im fachdidaktischen Diskurs.

2 Zusammenfassung

2.1 Vorgangsweise

Das Projekt „Forschend Lernen“, ein Leuchtturmprojekt der bmvit-Initiative generation innovation, wurde vom Verein ScienceCenter-Netzwerk koordiniert und gemeinsam mit den Science Center Einrichtungen Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck, Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz, Naturkundemuseum Haus der Natur Salzburg, Technisches Museum Wien, Experimentierwerkstatt Wien und dem Institut für Angewandte Umweltbildung Steyr ausgeführt.

Diese 6 Science Center Einrichtungen bzw. außerschulischen Lernorte unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer institutionellen Struktur, sondern auch im Hinblick auf den inhaltlichen Schwerpunkt ihrer Angebote sowie bezüglich der jeweils angewandten didaktischen Methoden. Gemeinsam sind ihnen die folgenden Eigenschaften: Sie sind Orte der interaktiven Begegnung mit Naturwissenschaft und Technik, sie ermöglichen informelles Lernen und ermuntern dazu, sich spielerisch und zugleich kritisch mit wissenschaftlichen und technologischen Themen und mit Methoden der Forschung auseinanderzusetzen, sie haben Erfahrung mit didaktischen Methoden insbesondere in Zusammenarbeit mit Schulen.

Von März 2008 bis Februar 2010 arbeiteten diese 6 Einrichtungen mit jeweils 6 Volksschulklassen der 3. und 4. Klasse in der Region, den Landesschulbehörden, den Lehrerbildungseinrichtungen in Wien, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark und Tirol in regionalen Modellpartnerschaften intensiv zusammen und entwickelten im Schuljahr 2008/2009 gemeinsam Vermittlungsmodule zu konkreten naturwissenschaftlichen Themen. Insgesamt waren an dem Projekt somit nahezu 1.000 Schülerinnen und Schüler, 36 Volksschulklassen und deren Lehrkräfte und 6 Science Center Einrichtungen beteiligt.

Unter der Leitung des Vereins ScienceCenter-Netzwerk fanden insgesamt 11 Teamtreffen der Projektsteuerungsgruppe, davon fünf im Jahr 2008 und sechs im Jahr 2009, statt. Neben der notwendigen Planung und Koordinierung der einzelnen Arbeitsschritte ermöglichten diese regelmäßigen Teamtreffen ein gegenseitiges Kennenlernen der Vielfalt der didaktischen Herangehensweisen der einzelnen Science Center Einrichtungen sowie einen intensiven Austausch über die Anwendung von Methoden des Forschenden Lernens in der Praxis.

Der Vorbereitungsphase im Sommersemester 2008 für die Planung der gemeinsamen Vorgangsweise, Programmentwicklung und Etablierung der regionalen Modellpartnerschaften, Auswahl der Schulklassen und Abstimmung der Methoden für Begleitforschung und Evaluierung folgte die Erarbeitung und Ausführung der jeweiligen Vermittlungsprogramme und Module in Zusammenarbeit mit den Klassen im Schuljahr 2008/2009. Ab dem Sommer 2009 erfolgte die Auswertung der im Rahmen der Begleitforschung und Evaluierung dokumentierten und erhobenen Daten.

Zu Beginn wurden Modellpartnerschaften zwischen den Science Center Einrichtungen, den Volksschulen und weiteren Partnern in der Region aufgebaut. Jede Science Center Einrichtung arbeitete mit jeweils sechs Volksschulklassen, den Landesschulbehörden,

Pädagogischen Hochschulen und weiteren Forschungseinrichtungen zusammen. Einige kooperierten darüber hinaus mit den regionalen Netzwerken der generation innovation Regionen, Partnern des ScienceCenter-Netzwerks und anderen Akteuren aus dem Innovationssystem.

Der Erarbeitung und Entwicklung der jeweiligen Vermittlungsprogramme und Module erfolgte in Abstimmung mit dem Lehrplan in enger Zusammenarbeit mit den Lehrkräften der beteiligten Volksschulen. Die Begleitforschung wurde von den Science Center Einrichtungen mit der Unterstützung externer Expert/innen durchgeführt, die externe Evaluierung durch die Universität Graz.

Bei der Anwendung der didaktischen Methoden fokussierten die jeweiligen Einrichtungen auf unterschiedliche Aspekte des „Forschenden Lernens“:

Das Lernprogramm der Grünen Schule Innsbruck setzt einen selbst entwickelten Unterrichtsansatz des forschend-begründenden Lernens um, der vor allem den Erwerb von Konzeptwissen unterstützt und die epistemologische Kompetenz der Kinder erweitert.

Das Unterrichtsmodell „Fridolins Naturgeschichten“ des Grazer Schulbiologiezentrums kombiniert Anchored Instruction mit Puppet Science führt in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen ein und fördert die Problemlösekompetenz.

Das Technische Museum Wien und das Haus der Natur Salzburg kombinieren in einer zeitgemäßen museumspädagogischen Didaktik historisches und naturwissenschaftliches Wissen, stellen damit den Alltagsbezug zu wissenschaftlicher Forschung her und bieten Gelegenheiten zum Training von Sinneswahrnehmungen und Kreativität.

Der exkursionspädagogische Ansatz des IFAU Steyr – ein Beispiel für dezentrale, außerschulische Didaktik – bietet einen authentischen Einblick in das Arbeitsfeld naturwissenschaftlicher Feldforschung und lässt Kinder auf phantasiebetonte, altersgerechte Weise in die Rolle von Wissenschaftler/innen schlüpfen.

Das Unterrichtsprinzip der Aktionsführungen mit interaktiven Hands-on-Stationen der Experimentierwerkstatt Wien bietet einen ästhetisch-wertorientierten Zugang zu naturwissenschaftlichen Phänomenen der Physik und leistet einen Beitrag zum Empowerment.

Die Gesamtprojektdauer von März 2008 bis Februar 2010 betrug insgesamt 24 Monate. Insgesamt wurden im Projektteam „Forschend Lernen“ in den Modellpartnerschaften durch die oben genannten Einrichtungen **18 Vermittlungs-Module** zu unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Themenbereichen entwickelt. Diese inhaltlichen Schwerpunkte der 6 Science Center Einrichtungen sind im Folgenden kurz zusammengefasst:

Die **Grüne Schule Botanischer Garten Universität Innsbruck** vermittelt Kindern, Jugendlichen und interessierten Erwachsenen die faszinierende Welt der Pflanzen. Vermittlungsprogramme zu verschiedenen Themenbereichen werden in enger Zusammenarbeit mit den Lehrer/innen und den Bedürfnissen der Zielgruppe individuell gestaltet. Zwischen 2005 - 2007 koordinierte und gestaltete die Grüne Schule das EU-Projekt „Plant Science Gardens“ (www.plantscave.net), das sich umfassend mit forschend-entwickelnden Lehr- und Lernmethoden in schulischen und außerschulischen Lernumgebungen auseinandersetzt.



Im Rahmen der Modellpartnerschaft wurden drei Module zu den folgenden Themenbereichen entwickelt und angeboten:

- Blattfall im Herbst
- Baumwachstum
- Blütenökologie / Bestäuber

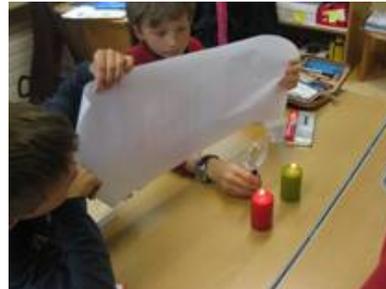
Das **Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz** unterstützt die naturwissenschaftliche Früherziehung in Kindergärten sowie den Unterricht in Schulen. Auf einem 5,5 ha großen Areal finden Kinder durch selbständiges, aktives Handeln einen spannenden und abenteuerbetonten Einstieg in naturwissenschaftliche Themen. Mit einer Kombination von Unterrichtsmethoden und -techniken, Lernmaterialien und Medien werden Lernumgebungen gestaltet, in denen Kinder spielerisch Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Arbeitstechniken, Argumenten und Denkmustern machen und Interessen geweckt werden.



Mit den regionalen Volksschulen wurden zwei Module entwickelt, die fächerübergreifend naturwissenschaftliche Kompetenzen und Interessen fördern:

- Was das Wasser alles kann – Physik des Wassers
- Lebensraum und Lebensmittel Wasser

Das **Haus der Natur Salzburg** ist sowohl Schau-Museum als auch vielseitiges Forschungszentrum 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 Programmen für Schulen, in denen das selbständige und selbsttätige Lernen eine zentrale Rolle spielt. Im neu eröffneten Erweiterungsbereich „Science Center Haus der Natur“ wird auf das Lernen durch interaktive Hands-on-Aktivitäten besonderer Wert gelegt.



Gemeinsam mit den Volksschulen wurden die folgenden Module entwickelt und erprobt:

- Unsere Sinnesorgane – Einstieg in das Thema Sinne und Sinnesorgane
- Das Auge – Sehen, Licht und Farben
- Das Ohr - Schall und Hören
- Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team

Das **Technische Museum Wien** mit seinen bedeutenden historischen Sammlungen hat sich im Zuge der Neuplanung der Schausammlung besonders der Einbeziehung von Hands-on-Aktivitäten gewidmet. Seit der Wiedereröffnung 1999 richten sich die didaktischen Ziele in besonderer Weise an Kinder und Jugendliche. Ziel ist einerseits die Konzeption dieser Programmeinheiten durch Studenten und Studentinnen der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule Wien/Krems in Kooperation mit den Schulen und dem Technischen Museum Wien, andererseits die Evaluierung der ausgewählten Schulklassen.



Für „Forschend lernen“ wurden Module zu den folgenden Themen entwickelt:

- Musik liegt in der Luft
- Schmeckt Erdbeerjoghurt nach Erdbeeren?
- Abenteuer Forschung – Forschen mit allen Sinnen

Die **Experimentierwerkstatt Wien** ist Entwickler von Hands-on Exponaten und Ausstellungen zum Thema Physik, die zum eigenen Erleben von Phänomenen einladen. Dabei wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, bei dem Alltagsbezug und ästhetische Komponenten eine große Rolle spielen. Schüler/innen entdecken nicht nur Phänomene selbst, sondern auch Begriffe, Analogien, Assoziationen, Hypothesen und Theorien, mit denen sie diese Phänomene erklären und sich ein eigenes Bild davon machen. Seit Herbst 2009 betreibt die Experimentierwerkstatt Wien einen Ausstellungsraum an der Pädagogischen Hochschule Wien Ettenreichgasse.



In zwei Ausstellungen mit je 8 interaktiven Hands-on-Stationen wurden Module zu den folgenden Themen gestaltet:

- Schwingungen
- Teilchen

Das **Institut für angewandte Umweltbildung IFAU Steyr** ist eine außerschulische Bildungseinrichtung, deren Tätigkeitsportfolio die folgenden Punkte umfasst: natur- und erlebnispädagogische Schulprojektwochen, ein jährliches Bildungsprogramm für Multiplikator/innen, Bildungsprojekte zu unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten, Schlau Fuchs Projekte für Kinder von 7-14 Jahren im Rahmen von Sommerakademien sowie die Kinder-Uni Steyr.



Für das Fachgebiet Erdwissenschaften und Geologie wurden die folgenden Module entwickelt und ausgeführt.

- Ablagerungsgesteine und Fossilien
- Granite und Vulkane
- Lagerstätten
- Platten, Beben und Vulkane

Die 18 Vermittlungsmodule im Überblick

<ul style="list-style-type: none"> • Blattfall im Herbst • Baumwachstum • Blütenökologie/ Bestäuber 	Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
<ul style="list-style-type: none"> • Was das Wasser alles kann – Physik des Wassers • Lebensraum und Lebensmittel Wasser 	Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz
<ul style="list-style-type: none"> • Unsere Sinnesorgane Einstig in das Thema • Das Auge – Sehen, Licht und Farben • Das Ohr – Schall und Hören • Das Gehirn und seine Sinnesorgane – ein tolles Team 	Haus der Natur Salzburg
<ul style="list-style-type: none"> • Musik liegt in der Luft • Schmeckt Erdbeerjoghurt nach Erdbeeren? • Abenteuer Forschung, Forschen mit allen Sinnen 	Technisches Museum Wien
<ul style="list-style-type: none"> • Schwingungen • Teilchen 	Experimentierwerkstatt Wien
<ul style="list-style-type: none"> • Der coole Typ (Ablagerungsgesteine und Fossilien) • Der heiße Typ (Granite und Vulkane) • Lagerstätten • Platten, Beben, Vulkane 	Institut für Angewandte Umweltbildung Steyr

2.2 Ziele

Zentrales Anliegen des Projekts war die Entwicklung von Angeboten für Forschendes Lernen für den Grundschulbereich mit den folgenden Zielen:

- Naturwissenschaftliche Inhalte zu vermitteln und Kompetenzen zu fördern,
- Interesse an naturwissenschaftlichen Konzepten sowie deren Denk- und Arbeitsweisen bei den Schüler/innen zu wecken,
- innovative Lehr- und Lernmethoden in der Praxis zu erproben und zu etablieren,
- die Lehrkräfte bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichen Themen zu unterstützen,
- Partnerschaften zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen zu etablieren und diesen Prozess begleitend zu erforschen und zu evaluieren,
- die Ergebnisse und deren Übertragbarkeit auf andere Akteure im Innovationssystem zusammenfassend darzustellen.

2.3 Produkte

Mit ihrer didaktischen Vermittlungsarbeit haben die sechs Science Center Einrichtungen in diesem Projekt jeweils unterschiedliche Aspekte des „Forschenden Lernens“ realisiert. Bereits in einer frühen Phase des Projekts (in einer der ersten Teamsitzungen) wurde das Potential spürbar, das in der Verschiedenheit der jeweiligen Ansätze und in der Möglichkeit der gemeinsamen Reflexion und des Ideenaustausches steckt. Durch die abgestimmte Entwicklung und Erarbeitung der Vermittlungsmodule wird auch das Spektrum der Variationen sichtbar, nach denen von Science Center Einrichtungen unterstütztes, „forschendes Lernen“ in seiner Vielfalt im Schulalltag praktiziert werden kann.

Der gemeinsame Mehrwert, der dabei durch die zweijährige Zusammenarbeit der sechs Einrichtungen und der weiteren Partnerorganisationen entstanden ist, kann insbesondere durch die folgenden Produkte charakterisiert werden:

- 6 etablierte Modellpartnerschaften zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen und regionalen Bildungseinrichtungen in den Bundesländern Wien, Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Steiermark (Siehe II Spezieller Teil Kap. 1 - 6).
- 18 in der Praxis getestete und entwickelte Vermittlungsmodule zu naturwissenschaftlichen Themen und mit unterschiedlichen didaktischen Ansätzen des „Forschenden Lernens“ (Siehe II Spezieller Teil Kap. 1 - 6).
- 1 Materialienband mit beispielhafter Auswahl von Anleitungen für Experimente und Hands-on-Didaktik des „Forschenden Lernens“ aus den Vermittlungsmodulen der sechs Science Center Einrichtungen (Siehe III Materialienband).
- Die Herausgabe des IMST-Newsletters Nr. 33 in Kooperation mit dem Institut für Unterricht und Schulentwicklung (IUS), IMST, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt zum Thema „Außerschulische Lernorte“ (Siehe IV Anhang)

- Spezielle und allgemeine Ergebnisse der Begleitforschung und Evaluierung des Prozesses (siehe 2.4).

Darüber hinaus sind aus der engen Zusammenarbeit und den regionalen Modellpartnerschaften weiterführende Aktivitäten und Auswirkungen mit dauerhaftem Charakter entstanden, die weit über den Projektzeitraum von zwei Jahren hinausreichen und zwar:

Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz

- Eine Lernspiel-CD zu Fridolins Naturgeschichten wird in Zusammenarbeit mit der FH Joanneum, Studiengang Informationsmanagement entwickelt; finanziert mit einem „Forschungsscheck“ durch BMVIT und BMWA.
- Weitergehende Vernetzungen zwischen schulischen und außerschulischen Lernorten unter Berücksichtigung von Einrichtungen der Forschung und Wirtschaft und anderer Akteure des Innovationssystems sind in der Konzeptionsphase.

Haus der Natur Salzburg

- Seit Anfang 2010 werden drei adaptierte Unterrichtsblöcke, die auf den im Projekt „Forschend Lernen“ entwickelten und getesteten Modulen beruhen, im Rahmen von Programmen am Haus der Natur für Schulen angeboten.
- Ebenfalls auf den Erfahrungen der Vermittlungsmodule des Projekts „Forschend Lernen“ beruhend, konnten zahlreiche weitere Unterrichtsblöcke entwickelt werden, die an den Schulen selbst ausgeführt werden können.
- In Kürze ist ein neues Angebot für Schulen geplant: Ausgewählte Lernblätter stehen auf der Website www.hausdernatur.at für Lehrer/innen und Interessent/innen online zur Verfügung und können für den Unterricht verwendet werden.

Bei Lehrer/innenfortbildungen im November 2009 und im Februar 2010 wurden die drei Programme Salzburger Lehrer/innen vorgestellt. Dabei hat sich herausgestellt, dass vor allem Lehrer/innen in Volksschulen Angebote wünschen, die über das Austeilen von Materialienboxen hinausgehen.

Daher wird in Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Salzburg überlegt, Fortbildungen anzubieten, in denen die Pädagog/innen erfahren, wie die Materialien im Unterricht eingesetzt werden können und die Versuche in einem geschützten Rahmen selbst durchgeführt werden können.

Technisches Museum Wien und KPH Wien / Krems

- Im Sensorikworkshop „Sinnesschulung Schmecken“ wird in unterschiedlicher Weise der Geschmacksinn erkundet, Zusammenhänge mit der Lebensmittelproduktion werden hergestellt. Zwei Module mit 10 Stationen für Schüler/innen, einer Information für Lehrer/innen, einem Elterninformationsblatt stehen zur Verfügung.
- „Musik liegt in der Luft“ ein Programm, bestehend aus mehreren Stationen zum Thema Akustik und Instrumentenklang auf Basis des „Forschenden Lernens“, der

Einbeziehung von Hands-on-Didaktik und der historischen Schausammlung des Museums.

- „Elektrizität und Magnetismus“, eine Erkundung der Grundlagen mit einfachen Experimenten, die auch zu Hause oder in der Schule nachvollziehbar sind. Dabei ist es auch möglich, die Klassen mit mitgebrachtem Material aufzusuchen.

Experimentierwerkstatt Wien

- Nach fast zehnjähriger Pause betreibt die Experimentierwerkstatt Wien wieder einen ständigen Raum mit Hands-on-Stationen zum Thema Physik, der ab Herbst 2009 an der Pädagogischen Hochschule Ettenreichgasse 45a untergebracht werden konnte.
- Ein 8-minütiger Film „Besuch in der Experimentierwerkstatt Wien“ zeigt die Methode einer Aktionsführung, mit der Schüler/innen und Besucher/innen auf anschauliche Weise Phänomene der Physik nähergebracht werden.
<http://podcampus.phwien.ac.at/archiv/showSeries.php/525se28>
- Durch das Projekt „Forschend Lernen“ wurde die Methode der Aktionsführung in der Experimentierwerkstatt Wien für Schüler/innen der Altersgruppe von 8 bis 10 Jahren adaptiert.

Die Experimentierwerkstatt Wien greift auf ein Repertoire von mehr als 60 Hands-on-Exponaten zurück, von denen auch im wiedereröffneten Raum immer nur ein Bruchteil gezeigt werden kann. Aktionsführungen können von allen Schulen gebucht werden, stehen aber auch den Praxisschulen der Pädagogischen Hochschule sowie den Student/innen zur Verfügung, womit ein mehrfacher Synergieeffekt für eine praxisorientierte Ausbildung an der PH Ettenreichgasse erzielt wird.

2.4 Ergebnisse aus Begleitforschung und Evaluierung

Die Bildung der jeweiligen Modellpartnerschaften, die Anwendung der didaktischen Methoden und die Entwicklung der Vermittlungsmodule wurde von jeder Science Center Einrichtung begleitend untersucht und evaluiert. Gemeinsame Forschungsfragen von übergeordnetem Interesse wurden im Team abgestimmt und von den einzelnen Einrichtungen speziell untersucht. Darüber hinaus wurden, als externe Evaluierung vom Institut für Erziehungs- und Bildungswissenschaft der Universität Graz, Begleitstudien zum Wissensmanagement unter den sechs Science Center Einrichtungen (SCE) bzw. zwischen den Science Center Einrichtungen und den Volksschulen durchgeführt (Bachmann & Grundner 2010). Siehe dazu auch Kapitel 9.4.

Auf den folgenden Seiten befindet sich eine Übersicht der externen Evaluierung und daran anschließend die Ergebnisse jener gemeinsam definierten Forschungsfragen, die von den einzelnen Einrichtungen selbst durchgeführt wurden, gegliedert nach den folgenden Fragen:

Welches konzeptuelle Verständnis kann bei Schüler/innen entwickelt werden und welches Potential haben Bildungsk Kooperationen zwischen Science Center Einrichtungen und Schulen? (Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck)

Welche Auswirkungen hat „Forschendes Lernen“ auf die Interessen, den Kompetenzerwerb und das Selbstkonzept der Schüler/innen? (Haus der Natur Salzburg)

Was sind die Rahmenbedingungen für Modellpartnerschaften zwischen Schulen und außerschulischen Lernorten? (Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz).

Was können Science Center Einrichtungen oder Lernorte für Schüler/innen, aber auch für Schulen leisten und welche Voraussetzungen werden dazu benötigt? (TMW Wien und KPH Wien/ Krems)

In welcher Form ist Hands-on Didaktik für den Unterricht geeignet und was kann sie zum Physikunterricht in der Schule beitragen? (Experimentierwerkstatt Wien)

Welchen Einfluss haben die Methoden des Forschenden Lernens auf das langfristige Interesse der Kinder an den Naturwissenschaften sowie auf deren Einstellung zu den Naturwissenschaften? (IFAU Steyr)

Externe Begleitforschung

Das Ergebnis der Rückmeldungen der beteiligten Grundschullehrer/innen in den Bundesländern kann als wichtige Information für die Qualitätssicherung angegeben werden.

Die von den SCE zur Verfügung gestellten Unterstützungen in Form von Material, Fachwissen, Lehrer/innenworkshops, Unterrichtsprogrammen wurden von den Lehrkräften der Schüler/innen sehr gut angenommen.

Die Frage, wie das Wissensmanagement zwischen Science Center Einrichtungen und den Schulen funktionierte, wurde generell sehr positiv beantwortet. Besonders geschätzt wurden die Lehrer/innenworkshops, die auf Treffen mit den Expert/innen vorbereiteten und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch ermöglichten. Positiv bewertet an der Zusammenarbeit wurde überdies das von den Science Center Einrichtungen zur Verfügung gestellte Material, am Wichtigsten aber die persönlichen Ansprechpersonen („Expert/innen“), die Möglichkeit des direkten kontinuierlichen Kontakts sowie der spezielle Unterrichtsansatz.

- Kooperationen zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen werden als wichtiger Beitrag für die Entwicklung des Bildungssystems in die richtige Richtung konstatiert.
- Es wird jedoch vermutet und bedauert, dass solche Kooperationen im Schulsystem auf Grund von beschränkten finanziellen Ressourcen nicht von Dauer sein werden bzw. begrenzt sind.
- Langfristige Folgen werden in einem offenen und transparenten Unterricht gesehen, in dem Lernen auf unterschiedlichste Weise stattfindet und Partnerschaften mit zahlreichen außerschulischen Einrichtungen eingegangen werden können.

- Alle Befragten erwarten sich insgesamt positive Auswirkungen von vermehrten Kooperationen zwischen den Volksschulen und Science Center Einrichtungen insbesondere:
 - eine Steigerung des Interesses der Kinder an den Naturwissenschaften,
 - eine Bereicherung sowohl für Schüler/innen als auch für Lehrer/innen,
 - ein fundierteres Fachwissen sowie eine Qualitätsverbesserung des Unterrichts.

Bei den **strukturellen und organisatorischen Rahmenbedingungen**, die im Schulsystem erforderlich sind, um derartige Kooperationen zu fördern, wurden genannt:

- Eine Verbesserung des Platzangebotes an Schulen und eine verbesserte Geräteausstattung,
- Gemeinsame Planungen mit den Science Center Einrichtungen bzw. auch flexiblere Unterrichtseinheiten als Voraussetzung für derartige Kooperationen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Kooperationen zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen eine Fülle von Synergieeffekten zur Folge hatten und viel Innovationspotential für weiterführende Projekte in dieser Form der Zusammenarbeit enthalten ist.

Gemeinsame Forschungsfragen:

Regionale Modellpartnerschaft Tirol: Grüne Schule, Botanischer Garten Innsbruck

Die Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck untersuchte insbesondere das konzeptuelle Verständnis, die Herangehensweise der Schüler/innen an naturwissenschaftliche Fragestellungen und das Potential von Bildungsk Kooperationen zwischen Science Center Einrichtungen und Schulen aus der Sicht der Lehrkräfte:

- Bei der Hälfte der Schüler/innen sind deutliche inhaltliche und/oder sprachliche Weiterentwicklungen in Hinblick auf die Kenntnis naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden sowie des Berufsbilds von Naturwissenschaftler/innen erkennbar.
- Der außerschulische Lernort Botanischer Garten wird von den Schüler/innen aber auch von den beteiligten Lehrerinnen als hoch motivierend bewertet. Wissensinhalte, die in dieser außergewöhnlichen Lernumgebung erworben werden, bleiben nachhaltig in Erinnerung. Im Botanischen Garten zu lernen ist für die Schüler/innen so motivierend, dass sie sich auch für das weniger attraktiv eingestufte Thema „Pflanzen“ interessieren.
- 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.

Regionale Modellpartnerschaft Steiermark: SBZ, NaturErlebnisPark Graz

Die erforderlichen Rahmenbedingungen und entsprechende Gelingensfaktoren für Modellpartnerschaften zwischen Schulen und außerschulischen Lernorten standen im Mittelpunkt der Evaluierung des Schulbiologiezentrums NaturErlebnisPark Graz:

- Für die Kinder sollte durch die Kombination von schulischem und außerschulischem Lernen ein ansprechender Unterricht entwickelt werden, der die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen und Dispositionen unterstützt.
- Die wichtigsten Beiträge, die außerschulische Bildungsanbieter in Partnerschaften beitragen können, sind Materialien und Inszenierungen sowie fachlich und didaktisch kompetentes Personal.
- Die Partnerschaft selbst erfordert ausreichend Zeit, entsprechende Strukturen für eine intensive und kontinuierliche Kommunikation. Gleichberechtigtes Arbeiten, gemeinsame Planung und eine offene Kommunikation ermöglichen es, vorhandene Expertise zu bündeln.
- Die sprachliche Heterogenität der Kindergruppen stellte die außerschulischen Bildungspartner einerseits vor große Herausforderungen, andererseits scheint kontextorientiertes „Forschendes Lernen“ im Sachunterricht besondere Chancen für die Inklusion und Sprachförderung zu bieten. Darin könnten Ansätze für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegen.

Regionale Modellpartnerschaft Salzburg: Haus der Natur Salzburg

Die fachdidaktische Forschung im Haus der Natur Salzburg fokussierte auf die Interessen, den Kompetenzerwerb und das Selbstkonzept der Schüler/innen:

- Die Erhebung der Interessen hat ergeben, dass die Schüler/innen eine sehr positive Einstellung zu naturwissenschaftlichen Themen haben. 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 Projekt ein Zugewinn an **Kompetenzen** nachweisen.
- 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. Nach dem Projektunterricht empfinden die Schüler/innen das Experimentieren weniger schwierig als vor dem Projektunterricht.
- Bei den Schüler/innen sind geschlechtsspezifische Interessensunterschiede bezüglich naturwissenschaftlicher Themen im Sachunterricht erkennbar. Buben beurteilen naturwissenschaftliche gegenüber anderen Themen als deutlich interessanter, bei den Mädchen ist dieser Unterschied nicht so deutlich.

Regionale Modellpartnerschaft Wien, TMW Wien und KPH Wien/ Krems:

Das TMW und der KPH untersuchte die folgenden Forschungsfragen: Sind Kompetenzsteigerungen durch „Forschendes Lernen“ bei den Kindern (insbesondere mit Deutsch als Zweitsprache) feststellbar? Gibt es Unterschiede in Interessenschwerpunkten bei Buben und Mädchen? Was können Science Center Einrichtungen oder außerschulische Lernorte für Schüler/innen, aber auch für Schulen leisten und welche Voraussetzungen werden dazu benötigt?

- Eine deutliche Kompetenzsteigerung konnte in mehrfacher Hinsicht beobachtet werden. Besonders wurde die Ausdrucks- und Kombinationsfähigkeit gesteigert. Ein signifikanter Interessensunterschied ließ sich nicht feststellen, gelegentliche Unterschiede lagen in der Selbsteinschätzung der Schüler/innen
- Seitens der Lehrerinnen wurde erhöhtes Interesse an der Zusammenarbeit mit dem Technischen Museum und seinen Angeboten formuliert und eine Bewusstseinsveränderung hinsichtlich naturwissenschaftlich-technischer Inhalte im Sachunterricht herbeigeführt.

Regionale Modellpartnerschaft Oberösterreich: Institut für angewandte Umweltbildung Steyr

Am Institut für angewandte Umweltbildung wurden nicht zuletzt aus der langjährigen Erfahrung in der Arbeit mit Schüler/innen im außerschulischen Kontext folgende Fragen gestellt. Welchen Einfluss haben die Methoden des „Forschenden Lernens“ auf das langfristige Interesse an den Naturwissenschaften sowie auf die Haltung bzw. Einstellung zu den Naturwissenschaften? Gibt es einen positiven Effekt der Methoden des „Forschenden Lernens“ auf lern- bzw. konzentrationschwache Schüler/innen?

- Eine Steigerung des Interesses für Naturwissenschaften bei den Lehrkräften und eine positive Einschätzung der eigenen Kompetenzen, Schüler/innen in naturwissenschaftlichen Fachgebieten zu unterrichten, gelang insbesondere durch die Auseinandersetzung mit „Forschung aus erster Hand“ bzw. dem Arbeitsfeld naturwissenschaftlicher Feldforschung.
- Ebenso wurde die Motivation bei Schüler/innen, neue Lerninhalte zu erfassen, gesteigert und deren Kompetenzen durch aktives und selbstständiges Arbeiten gestärkt. Die Expertinnen bewirkten darüber hinaus einen positiven Einfluss auf die Interessensentwicklung bei Mädchen.
- Bei „lernschwachen“ Schüler/innen konnten durch die handlungsorientierten didaktischen Methoden, Exkursionen und Forschungsgänge in die Natur Interesse geweckt und Erfolge erzielt werden. Durch die neuen Lernformen nahmen sie selbst ein gesteigertes Interesse am Unterricht und am Thema wahr, konnten danach ein besseres, aber auch realistischeres Selbstbild ableiten.
- Die längere Projektdauer hatte unmittelbaren Einfluss auf die Nachhaltigkeit des geweckten Interesses und die entwickelten Kompetenzen.

Regionale Modellpartnerschaft Wien: Experimentierwerkstatt Wien

Die Experimentierwerkstatt Wien ermittelte, inwieweit es durch die Partnerschaft zwischen Schule und SCE gelingt die Beziehung und Auseinandersetzung zu den Naturwissenschaften anzuregen und zu fördern mit den folgenden Fragestellungen: Trägt Projekt Experimentierwerkstatt zum Physikunterricht in der Schule etwas bei und ist Hands-on Didaktik für den Unterricht geeignet? Was ist positiv, was negativ am Projekt Experimentierwerkstatt? Welche Forderungen haben die Lehrpersonen an das Projekt Experimentierwerkstatt?

- Durch das Arbeiten an den Experimentierstationen werden die Kinder angeregt, nicht nur im Physikunterricht größere physikalische Zusammenhänge herzustellen. Darüber hinaus werden die Interessen und die Motivation der Kinder für Naturphänomene gefördert.
- Ebenso regt das Projekt die Kinder zum Fragenstellen an, was auch zu erkennbaren Lern-Fortschritten im Physikunterricht geführt hat. Generell sind die aufgebauten Versuche der Experimentierwerkstatt probate praktische Mittel für das Lernen.
- Die Präsentation der Experimentierstationen wurde vor allem bei jüngeren Kindern als anstrengend empfunden. Aktionsführungen müssen für das jeweilige Alter adaptiert werden, um die Kinder zeitlich und inhaltlich nicht zu überfordern. Der Gruppenfindungsprozess ist dabei ein belastender Faktor für die erwartete Aufmerksamkeit der Kinder.
- Die Lehrpersonen sehen die Behandlung des Themas „Physik“, vermittelt durch praktische Versuche mit der Möglichkeit zur Selbsttätigkeit, als besseres Mittel zum Lernen an, als rein verbale Unterrichtsmethoden, die nur unterstützende Aufgaben haben sollen.
- Ein größerer Arbeitsraum für die Präsentation der Hands-on-Stationen wäre wünschenswert, um den einzelnen Stationen des Projekts sowie den Gruppenaktivitäten ausreichenden Freiraum zu gewähren.
- Im Rahmen der gegebenen Zeit dürfen Arbeitsaufträge an Kinder nicht zu groß sein., da eine Überforderung der Kinder das selbsttätige Experimentieren einschränkt oder behindert. Eine kurze theoretische Auseinandersetzung (kinder- und altersgerecht) bei der Präsentation ist von Vorteil, damit die praktischen physikalischen Vorgänge beim anschließenden Experimentieren besser verstanden werden.

2.5 Allgemeine Schlussfolgerungen

Hohe Komplexität

Das Projekt „Forschend Lernen“ stellt sich als auf mehreren Ebenen sehr komplexes Vorhaben dar, das wesentliche Auswirkungen auf unterschiedliche Akteure und Systeme zeigt:

Eine erste Komplexität liegt in der Herangehensweise des **forschend-begründenden Lernens**: Lernwege sind nicht vorgegeben und linear, sondern iterativ und werden durch die Kinder selbst erarbeitet. Nachweislich werden dadurch Interessen, Kompetenzen und Verhaltensweisen der Schüler/innen gefördert.

Eine zweite Komplexitätsebene liegt in der **Partnerschaft zwischen Schule und außerschulischer Bildungseinrichtung**, das heißt in der längerfristigen Betreuung von Schüler/innen durch ein interdisziplinäres und interorganisatorisches Kooperationssteam. Die Aktivitäten fanden zum Teil in der Science Center Einrichtung, zum Teil in der Schule statt und wurden gemeinsam geplant und umgesetzt. Diese Form der Partnerschaft wurde von den Lehrkräften als große Unterstützung wahrgenommen.

Eine dritte Komplexitätsstufe ergibt sich durch die **regionalen Modellpartnerschaften**, in die nicht nur die Science Center Einrichtung und die sechs Volksschulen einbezogen waren, sondern darüber hinaus Landesschulbehörden und Lehrerbildungseinrichtungen. Dieser regelmäßige Austausch zwischen den Akteuren ermöglichte eine Abstimmung, Reflexion und zugleich die Dissemination der Ergebnisse in das Bildungssystem schon während der Projektlaufzeit.

Als vierte Ebene ist die Kombination von **Praxis, Theorie und Reflexion** zu sehen, also die Entwicklung, Durchführung sowie Begleitforschung und Evaluation der Aktivitäten. Für letztere wurden als zusätzliche Akteure externe Expert/innen einbezogen. Die umfangreichen Ergebnisse der Begleitforschung identifizieren Schlüsselfaktoren, die für das Gelingen von „Forschendem Lernen“, der Partnerschaften und des Gesamtprojekts maßgeblich waren und sich für eine Übertragung auf andere Akteure und Kooperationen eignen.

Als fünfte Stufe der Komplexität ist die Projektstruktur zu sehen, also die intensive **Kooperation der sechs Science Center Einrichtungen und des koordinierenden Vereins** hinsichtlich Verständnis und Erfahrungen zu Forschendem Lernen, Methoden-austausch, gemeinsamer Erarbeitung der Forschungsfragen, laufender Reflexion der Ergebnisse und Bearbeitung von Querschnittsthemen. Der Einsatz von Forschendem Lernen wurde somit nicht nur für unterschiedliche, für den Volksschul-Lehrplan der 3. und 4. Klasse relevante Themen (Physik, Musik, Botanik, Geologie, Sinne, Wasser, etc.) ausgetestet, sondern auch unter verschiedenen räumlichen und strukturellen Bedingungen. Zudem spezialisierten sich die sechs Partnerorganisationen zum Teil auf spezielle Zielgruppen und konzentrierten sich in ihrer Forschung auf spezielle Fragestellungen. Durch diese Bündelung der komplementären fachlichen und didaktischen Expertisen und Ergebnisse konnte ein

Gesamtbild mit weit größerer Aussagekraft für das Bildungs- und Innovationssystem entstehen.

Messbare Erfolge

Der international geäußerte Ruf nach „scientific literacy“ und naturwissenschaftlichem Nachwuchs führt zu immer früheren Bildungsangeboten, zum Teil bereits ab dem Kindergarten. Die Lehrpläne der Volksschule räumen dem Erwerb naturwissenschaftlicher Kompetenzen durchaus Raum ein, aber Ausbildung und Rahmenbedingungen führen dazu, dass sich Grundschullehrkräfte häufig mit diesen Ansprüchen überfordert fühlen. Oft reduziert sich daher ihr Lehren auf wenige, ihnen selbst vertraute Themenstellungen und frontale Unterrichtsmethoden, eigenständiges, experimentelles Arbeiten der Kinder wird selten gefördert. Dabei sollte in diesem Alter nicht das Auswendiglernen von reproduzierbarem Fachwissen, das sich nach ein paar Jahren selbst überholt, im Zentrum stehen. Vielmehr gilt es, bei den Kindern Interessen zu wecken, eine fragende Haltung anzuregen und ihre Fähigkeiten zu fördern, wissenschaftliche Denkweisen und Basiskonzepte nachvollziehen zu können.

Für Lehrkräfte gilt es dabei, eine neue Haltung einzunehmen: die einer selbst forschenden, neugierigen Person, die gemeinsam mit den Kindern Problemstellungen und Fragestellungen erkundet, zu denen die Antworten und Lösungswege noch nicht feststehen (müssen). Wird eine solche Begleitung des Lernprozesses durch die Vorbildwirkung und Reflexion mit den Expert/innen der Science Center Einrichtung geübt, so verringern sich die Unsicherheiten der Lehrkraft.

Das Projekt „Forschend lernen“ ermöglichte dies mit der speziellen Didaktik des forschend-begründenden Lernens, durch die Nutzung der Ressourcen von Science Center Einrichtungen als außerschulische Lernorte und mit der kontinuierlichen Begleitung durch die kompetenten Mitarbeiter/innen der Science Center Einrichtungen.

Die Ergebnisse der Begleitforschung belegen, dass das Konzept forschenden Lernens in den Partnerschaften zwischen Volksschulen und Science Center Einrichtungen die erwünschten Effekte sowohl für die Kinder als auch für ihre Lehrkräfte nachweisen konnte und auch für die Science Center Einrichtungen nachhaltige Lernerfahrungen brachte:

Effekte auf die Kinder:

- Bezug zu Wissenschaft / Technik
 - Interesse, Motivation
 - Abbau von Schranken / Vorurteilen
 - Rollenvorbilder
 - Berufsbilder
- Kompetenzerwerb
 - Fachwissen
 - Epistemologisches Verständnis
 - Vorwissenschaftliche Konzepte

- Logische Fähigkeiten
- Sprachliche Kompetenzen
- Persönlichkeitsentwicklung
 - Selbständigkeit
 - Teamarbeit
 - Kommunikationsfähigkeit
 - Selbstkonzept
 - Soziale Kompetenzen
 - Integration / Inklusion
 - Empowerment

Effekte auf die Lehrkräfte:

- Bezug zu Wissenschaft / Technik
 - Bewusstsein
 - Interesse
 - Vertrautheit
- Kompetenzerwerb
 - Fachwissen
 - Methodenkompetenz
 - Didaktisches Repertoire
- Persönlichkeitsentwicklung
 - Selbstbild, Selbstvertrauen
 - Reflexion eigene Rolle
 - Kooperationserfahrung

Effekte auf die Science Center Einrichtungen:

- Kompetenzerwerb
 - Fachwissen
 - Didaktisches Repertoire
 - Forschungskompetenz
- Erkenntnisgewinn
 - Eigene Angebote
 - Rahmenbedingungen
 - Reflexion, Evaluierung
 - Komplementäre Sichtweisen
- Organisationsentwicklung
 - Teambildung
 - Kooperationserfahrungen
 - Vernetzung regional und österreichweit
 - Community-Building Didaktik

Anregungen für das Bildungs- und Innovationssystem

Den Prinzipien des ScienceCenter-Netzwerks entsprechend nutzte das Projekt „Forschend Lernen“ die Unterschiede in der Zusammensetzung seines Projektteams gezielt, um Anregungen und Synergien zu generieren. Ausgangspunkt war ein Spektrum an räumlichen und strukturellen Rahmenbedingungen sowie an Expertisen hinsichtlich wissenschaftlicher Disziplinen, didaktischer Praktiken, Methoden der Begleitforschung, Arbeitsweisen und Philosophien. Einbezogen werden von den Partner/innen nicht nur wissenschaftlich-technische, sondern auch historische, künstlerische, abenteuerliche, alltagsbezogene, emotionale, sinnliche und ganzheitliche Elemente.

Daraus entstand nicht nur ein höchst fruchtbarer Austausch und **Kompetenzgewinn** für die Beteiligten und ein großes **Spektrum innovativer Vermittlungsansätze und -programme**. Die Erkenntnisse wurden auch zusammengetragen und sind als Querschnittsthemen in den Kapiteln 4 bis 9 nachzulesen. **Systematisch aufbereitet** ist der lerntheoretische Hintergrund zu forschendem Lernen, das Spektrum geeigneter didaktischer Methoden in Theorie und Praxis, die Rolle außerschulischer Lernorte sowie Erhebungsmethoden, mit denen Kompetenzen bzw. deren Änderungen bei Volksschulkindern erfassbar sind.

Das Projekt „Forschend Lernen“ bietet somit auch wesentliche theoretische und praktische Grundlagen und **Input für das Bildungssystem** bezüglich der Nutzung von Methoden des forschenden Lernens und von Partnerschaften von Schulen und außerschulischen Bildungseinrichtungen. Bereits während des Projekts wurden die Erkenntnisse über Fortbildungen, Veranstaltungen, Newsletter und die regionalen Partnerschaften verbreitet.

Weiters gehen vom Projekt **Impulse für die Didaktikforschung** aus, die für die Entwicklung zukünftiger Vermittlungsaktivitäten und Bildungskooperationen von Relevanz sind.

Nicht zuletzt identifizierte das Projekt „Forschend Lernen“ **Schlüsselfaktoren für erfolgreiche Kooperationen** zwischen Schulen und außerschulischen Lernorten. Die beteiligten Science Center Einrichtungen sind hierbei als besondere Akteure im Innovationssystem zu sehen, die neben ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit und fachlicher Expertise auch die entsprechende Vermittlungskompetenz aufweisen. Um Akteure im Innovationssystem zu erfolgreichen Bildungspartnern für Schulen zu etablieren, sind folgende Faktoren ausschlaggebend:

- Die besondere technische Ausstattung und die besonderen Kompetenzen des Akteurs sollten berücksichtigt und einbezogen werden. Aktivitäten, die in der Schule ebenfalls möglich wären, brauchen den außerschulischen Lernort nicht.
- Lerninhalte aus dem Lehrplan können (und sollen) von außerschulischen Einrichtungen nicht unmittelbar abgedeckt werden. Ein flexibler Umgang mit den Lernzielen ist erforderlich. Wesentlich ist es, auf den (individuellen) Lernprozess zu fokussieren und diesen zu unterstützen.
- Die Kooperation sollte längerfristig und verbindlich sein und im Sinne einer echten Partnerschaft auf Augenhöhe eine Begleitung und Unterstützung der Lehrkräfte

darstellen und diese mit einbinden, damit Inhalte aus außerschulischen Lernerfahrungen nachhaltig in den Unterricht einfließen können.

- Der Austausch und Reflexion der Beteiligten vor, während und nach einem Projekt über Erwartungen und Ergebnisse ist essentiell, um gemeinsam positive Erfahrungen zu machen. Besonders unterstützend und befruchtend ist die Vernetzung mit anderen Akteuren, um potenzielle (oft strukturelle) Schwierigkeiten bereits im Vorfeld zu vermeiden.
- Eine ausreichende Sicherstellung von finanziellen und zeitlichen Ressourcen ist essentiell für das Gelingen von Bildungsk Kooperationen. Das Engagement ist vorhanden und sollte entsprechend gewürdigt werden.
- Für Bildungsk Kooperationen mit Akteuren aus dem Innovationssystem sollten Qualitätsstandards entwickelt werden. Um den entsprechenden Diskurs darüber sowie über fachdidaktische Entwicklungen zu führen, ist eine dauerhafte Vernetzung und Verortung – analog zum ScienceCenter-Netzwerk – wünschenswert.

3 Projektlauf

3.1 Teamtreffen der Projektsteuerungsgruppe

1. Teamtreffen am 11.3.2008 im Büro des ScienceCenter-Netzwerks in Wien (halbtägig)

- Projektstruktur und Arbeitspakete
- Programmentwicklung und Modellpartnerschaften
- Begleitforschung und Evaluierung

2. Teamtreffen am 14.4.2008 Büro des ScienceCenter-Netzwerks (halbtägig)

- Vorstellung der Vielfalt von Inhalten und Herangehensweisen der einzelnen Science Center Einrichtungen; Erste Gliederung von Forschungsfragen
- Wichtige Schritte bei der Kontaktaufnahme mit Schulen und Partneereinrichtungen
- Abstimmung des gemeinsamen Projekt-Folders

3. Teamtreffen (Vormittag) und Workshop (Nachmittag) am 19.5.2008 in der Urania in Wien

- Diskussion möglicher Forschungsfragen
- Kontaktaufnahme mit den regionale Partner und beteiligten Schulen
- 14:00 - 17:00 Workshop: Evaluation von Naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schüler/innen in der Grundschule (Doris Elster, AECC Bio)

4. Teamtreffen am 3.7.2008 im Haus der Natur, Salzburg (halbtägig)

- Aktueller Stand: Kontaktaufnahme mit den beteiligten Schulen
- Gliederung und Abstimmung von gemeinsamen Forschungsfragen

5. Teamtreffen am 18.9.2008 im Technischen Museum, Wien (halbtägig)

- Wichtige Begriffsdefinitionen
- Vorgangsweise zur Fertigstellung des 1. Zwischenberichts (September 2008)

6. Teamtreffen am 29. und 30.1.2009 Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark, Graz

- Austausch zwischen den Partnern über die Vorgangsweise der verwendeten Forschungsmethoden
- Definition eines gemeinsamen roten Fadens der 6 Science Center Einrichtungen

7. Teamtreffen am 29. und 30.1.2009 im Institut für angewandte Umweltbildung, Steyr

- Gemeinsame und regionale Aktivitäten für Öffentlichkeitsarbeit und Dissemination
- Erarbeitung wesentlicher Begriffsdefinitionen.
- Vorläufige Outline für den zweiten Zwischenbericht

8. Teamtreffen am 27. und 28. 4. 09 in der Grünen Schule, Botanischer Garten, Innsbruck

- Diskussion und Festlegung der Kapitel für den Allgemeinen Teil
- Diskussion über bisher ausgeführte Module und erste Teilergebnisse
- Vermittlungsmethoden der Grünen Schule am Praktischen Beispiel



9. Teamtreffen am 6. und 7. 7. 09 im Büro des ScienceCenter-Netzwerks in Wien

- Externe Begleitforschung
- Rolle der Science Center Einrichtungen als außerschulische Lernorte
- Vermittlungsmethoden am Praktischen Beispiel



Hands on Angebote aus dem Modul Teilchenphysik und Quantenmechanik der Experimentierwerkstatt Wien



Hands-on Angebote aus den Modulen Abenteuer Forschung und Musik liegt in der Luft, TMW Wien

10. Teamtreffen am 8. und 9.10.09 im Büro des ScienceCenter-Netzwerks in Wien

- Vergleich der Auswertungs-Methoden der einzelnen Partner von Evaluierung und Begleitforschung
- Festlegen der Inhaltlichen Outline für den Endbericht
- Präsentation von 6 Modulen von Forschend Lernen im Rahmen von **Be Creative** am 9.10.09 im Museumsquartier.

10:30 - 13:30 Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck, Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz, Haus der Natur Salzburg

14:00 - 17:00 Technisches Museum Wien, Experimentierwerkstatt Wien, Institut für angewandte Umweltbildung, Steyr

11. Teamtreffen am 2. und 3.12.09 im Haus der Natur, Salzburg

- Abstimmung von Arbeits- und Zeitplan für finale Auswertung von Begleitforschung und Evaluation und Fertigstellung der Kapitel für den Endbericht.
- Planung der Publikation von „Forschend Lernen“ im IMST-Newsletter 33
- Führung durchs Science Center im Haus der Natur

Forschend Lernen 2009

Zeitplan	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt
1 Koordination										
Teamsitzungen & Sitzungen		◆ 7. 29./30.1.			◆ 8. 27/28.4		◆ 9. 6./7.7.	◆		◆ 10. 8./9.1
Berichte							◆ 30.6. 2. ZWB			
Veranstaltungen				◆ 100J 14.-28.3.	◆ Schallau	◆ 10.6.TMW	◆ 3.7.Generation Innovation in Sbg			◆ BE CREATIVE
Pressekonferenz(en) & NL						◆ 23.6. bmvit				◆ IMST N
Regionale Presseveranstaltungen					◆ 05 Graz	◆ 05 Ibk	◆ 3. 7. Sbg			
2 Partner 1 - 6										
Grüne Schule			Module GS							
SBZ			Module SBZ							
HdN				Module HdN						
TMW			Module TMW		Module TMW				Module TMW	
EWV			Module EWW		Module EWW					
IFAU			Module IFAU		Module IFAU				Module IFAU	
3 Begleitforschung										Auswertung der Frb.
4 Externe Evaluierung					Bakk. Arbeiten					Auswertung der Frb.
5 Endbericht										◆
Module										
Datenauswertung										
IMST Newsletter										
Berichterstellung										

Forschend Lernen 2010

Zeitplan	Nov	Dez	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Herbst 2010
1 Koordination									
0. Teamsitzungen & Sitzungen		◆ 11. 1./2.12.	◆						
Berichte							◆ 30.4. Endbericht		
Veranstaltungen	◆ EWW PH	◆ FL PH			◆ Fridolin goes online			◆ ECSITE Konferenz	
Pressekonferenz(en) & NL		◆	◆	◆	◆ Auslieferung				
Regionale Presseveranstaltungen					◆ Campusradio Uni Ibk				
2 Partner 1 - 6									
Grüne Schule		IMST NL							
SBZ									
HdN									
TMW									
EWV									
IFAU									
3 Begleitforschung									
4 Externe Evaluierung									
5 Endbericht		◆ IMST	◆ EB-Sp-2	◆ EB-Fo-E-3 & EB-A-1			◆		
6 Symposium									◆
Module									
Datenauswertung									
IMST Newsletter									
Berichte									

3.4 Dissemination und Öffentlichkeitsarbeit

Informationseminare- und Presseveranstaltungen

Datum	Ort	Inhalt
Jänner 2009		
21.01.2009	Pädagogische Hochschule Innsbruck	Vorstellung einer Sequenz aus dem Modul 2, Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
08.01.2009	Pädagogische Hochschule Wien, Ettenreichgasse	Workshop mit Lehrpersonen Experimentierwerkstatt Wien
28.01.2009	Pädagogische Hochschule Innsbruck	Vorstellung einer Sequenz aus dem Modul 2, Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
März		
23.03.2009	Fortbildung NATOPIA	Vorstellung einer Sequenz aus Modul 1/2/3, Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
26.03.2009	Fortbildung PädagogInnen	Vorstellung alle Module Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
März 2009	Artikel im Veranstaltungskalender SBZ	Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz
12.03.2009	Workshop im Rahmen der PH Stmk. (VS- LehrerInnen)	Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz
16.03.2009	IMST-Regionalnetzwerktreffen	Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz
April		
24.04.2009	Fortbildung BiologielehrerInnen	Vorstellung einer Sequenz aus Modul 2, Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
13.04.2009	Osterfest	Vorstellung einer Sequenz aus Modul 3, Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
April 2009	Artikel in „Echo Graz Nord“ (Regionalzeitung)	Schulbiologiezentrum Naturerlebnispark Graz
Mai		
19.05.2009	Pressekonferenz, Universität Innsbruck	Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck

Datum	Ort	Inhalt
12.05.2009	Pressekonferenz in der VS Aigen	Haus der Natur Salzburg Berichte in der Kronenzeitung, Salzburger Volkszeitung
Juni		
21.06.2009	Ferienzug Innsbruck	Wie WissenschaftlerInnen arbeiten Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
21.06.2009	Ferienzug Innsbruck	Wie WissenschaftlerInnen arbeiten Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
22.06.2009	Ferienzug Innsbruck	Wie WissenschaftlerInnen arbeiten Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
23.06.2009	Pressekonferenz	Pressekonferenz zu „Forschend Lernen“, mit BMin Doris Bures, Experimentierwerkstatt Wien
30.06.2009	Botanisches Seminar Universität Innsbruck	Vorstellung des Projekts Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
22.06.2009 bis 25.06.2009	Besuch des Science Centers im Haus der Natur	Schulbiologiezentrum Graz
10.6.2009	Festsaal Technisches Museum Wien,	Präsentation von "Mir geht ein Licht auf" und „Schokolade“, durch VS Scheibenbergstrasse, 4a und VS Lortzinggasse, 2b sowie TMW Wien
Juli		
3.7.2009	Haus der Natur	Präsentation von „Forschend lernen“ im Rahmen von Generation Innovation durch das Haus der Natur Salzburg
19.7.2009	Reichraming	Eröffnung Arena Schallau in Reichraming, Auszüge aus den Modulen „Forschend lernen. Den Steinen auf der Spur!“ im Rahmen einer Aufbau „Geo-Station“, Leitung: Dr. Susanne Oyrer
Oktober		
14.10.2009	Jugendumwelttage Steinach	Wie WissenschaftlerInnen arbeiten Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck

Datum	Ort	Inhalt
9.10. 2009	Be Creative	Präsentation von sechs Modulen aus dem Projekt „Forschend lernen“ durch die Projektpartner
10 / 2009	Naturschutzbeirat Stadt Graz	Präsentation von „Forschend lernen“ durch Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz
November		
05.11.2009	ph-wien Ettenreichgasse	Eröffnung der ständigen Ausstellungsräume der Experimentierwerkstatt Wien und dem Haus der Mathematik in der Pädagogischen Hochschule Ettenreichgasse, Wien
06.11.2009	Junge Uni Innsbruck	Wie WissenschaftlerInnen arbeiten Grüne Schule Botanischer Garten Innsbruck
Nov. 2009	IFAU Steyr	Weiterführung eines Moduls an einigen am Projekt teilnehmenden Schulen mit dem Thema „Plattentektonik“. Erweiterung der Inhalte gleiche Vorgangsweise in 3-4 Schuleinheiten.
Seit November 2009	Experimentierwerkstatt Wien	Ständiger Betrieb der Experimentierwerkstatt Wien im Fachdidaktikzentrum in der Pädagogischen Hochschule Ettenreichgasse.
Dezember 2009		
12.11.2009	Pädagogische Hochschule, Wien	Präsentation von „Forschend Lernen“ durch Dr. Barbara Streicher beim Kongress: „Naturwissenschaften Aufklärung und Wissensvermittlung“.
Jänner 2010		
12.1.2010	Industriellenvereinigung Salzburg	Präsentation von „Forschend Lernen“ durch Dr. Barbara Streicher im Rahmen des Vernetzungstreffen generation innovation.
Frühjahr 2010	Campus Radio Universität Innsbruck	Vorstellung von „Forschen Lernen“ Grüne Schule, Botanischer Garten Innsbruck
Sommer 2010	SBZ Graz gemeinsam mit FH Joanneum	„Fridolin goes online“
3.-5.6.2010	ECSITE Konferenz 2010, Dortmund	Präsentation von „Forschend Lernen“ durch DI. Otto Schütz (SCN) Präsentation von „Forschend Lernen – „Handpuppe Fridolin“ durch Mag. Andrea Frantz-Pittner und Mag. Silvia Grabner
Herbst 2010	Symposium „Forschend Lernen“	Geplant für Herbst 2010

Öffentlichkeitsarbeit

- Rollup (siehe IV Anhang)
- Projektinfoblatt (siehe IV Anhang)
- Pressespiegel (siehe IV Anhang)
- IMST Newsletter Nr 33 (siehe IV Anhang)

3.5 Definitionen und Abkürzungen

Die hier vorgenommenen Definitionen von Begriffen dienen der einheitlichen Beschreibung in den regionalen Programmentwicklungen.

Unter **Modul** wird in diesem Projekt eine inhaltliche oder thematische Einheit verstanden, z.B. „Baumwachstum“ oder „Blattfall im Herbst“.

Weiters wird der gängige Begriff **Unterrichtseinheit** verwendet. Eine Unterrichtseinheit ist eine Schulstunde und entspricht der Dauer von 50 Minuten.

Eine **Unterrichtssequenz** oder ein Unterrichtsblock besteht aus mehreren Unterrichtseinheiten.

SCN – ScienceCenter-Netzwerk; Das ScienceCenter-Netzwerk ist ein Zusammenschluss österreichischer Organisationen und Personen, die als Netzwerkpartner/innen durch interaktive Science Center Aktivitäten zum Verständnis von Wissenschaft und Technik beitragen.

SCE – Science Center Einrichtung

4 Forschend Lernen – theoretischer Hintergrund

Suzanne Kapelari

4.1 Hintergrund

Großflächig angelegte Studien wie die der OECD 2006 oder die ROSE (Relevance of Science Education, Schreiner & Sjøberg 2007) Studie kommen zu dem Ergebnis, dass das **Interesse** von jungen Menschen **an naturwissenschaftlich technischen Inhalten** speziell in wirtschaftlich entwickelten Ländern, derzeit nicht besonders hoch bzw. in Hinblick auf die Wahl entsprechender Studienfächer rückläufig ist. Die Ergebnisse der PISA Studie, bei der 2006 speziell die Naturwissenschafts-Kompetenz der 15 bis 16 Jährigen im Zentrum des Interesses stand, zeigen, dass österreichische Jugendliche mit ihren Leistungen nur knapp über dem OECD Schnitt einzustufen sind. Weiters wird es immer deutlicher, dass der traditionelle naturwissenschaftliche Unterricht, wie Justin Dillon (2007) es ausdrückt „is failing to win the hearts and minds of many of today's younger generation“.

Cerini et al (2003) sehen einen Grund dafür, **in den traditionellen Lehr- und Lernmethoden** und dem geringen Bezug der Lerninhalte zur alltäglichen Lebenswelt der Schüler/innen. Sie untermauern ihre Aussagen unter anderem mit folgendem Schüler/innenzitat: „Learning how chemicals are used in industry is very boring – chemicals in the body and used in drugs are more interesting and relevant“.

Dem gegenüber steht der internationale Wirtschafts- und Forschungsraum, der nach immer mehr naturwissenschaftlich ausgebildeten Fachkräften verlangt (UNO; 2009, Lena 2009). Unabhängig davon wird, in unserer von Naturwissenschaften geprägten Zeit, dem Erwerb „Naturwissenschaftlicher Grundbildung“ generell ein höherer Stellenwert beigemessen (Hazen 2002, PISA 2006, Rocard Report 2007). „**Scientific Literacy**“ ist demnach für jeden eine essentielle Voraussetzung, um seine/ihre Rechte als Bürger/in wahrnehmen und eine aktive Rolle in einem demokratischen Gefüge spielen zu können.

4.2 Die Lerntheorie des Konstruktivismus als Basis für die Weiterentwicklung von Unterricht

Die Historie und unser Verständnis von Lehren und Lernen sind geprägt von einem stetigen Wechsel aktuell akzeptierter wissenschaftlicher Lehr- und Lerntheorien. Theorien wie die der Konditionierung, der Instrukionalisierung, des Lernens durch Einsicht, des Lernens am Modell und viele mehr (Schunk 2008), sind Grundlagen die, bewusst oder unbewusst, Lehrende aber auch unsere Gesellschaft heranziehen, um Lernprozesse zu beschreiben, zu strukturieren, zu institutionalisieren oder zu bewerten.

Aktuell bildet die Lehr- und Lerntheorie des Konstruktivismus die Basis für verschiedenste Forschungsansätze in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung und kann sich zunehmend auch in den Köpfen von Praktikern und Praktikerinnen etablieren. Im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie ist „Lernen“ ein aktiver, problemorientierter, konstruktiver, situierter, selbstgesteuerter und sozialer Prozess (nach Weber 2004).

Forschendes Lernen wird als eines von vielen Unterrichtsprinzipien, die Lernen im Sinne der konstruktivistischen Didaktik unterstützen sollen, intensiv erforscht und diskutiert.

4.3 Forschendes Lernen – eine Lösung für das Problem?

Michael Rocards Report: „Science Education Now“ (2007) sowie das kürzlich im Editorial der internationalen Forschungszeitschrift „Science“ erschienene Statement von Pierre Lena (2009) machen deutlich, welche Stoßrichtung die Europäische Union in Hinblick auf die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und damit die Förderung naturwissenschaftlichen Interesses in seinen Partnerländern verfolgt – Forschendes Lernen steht hier im Fokus des Interesses und 60 Millionen Euro sollen in den nächsten Jahren investiert werden, um diese Unterrichtsform europaweit zu etablieren.

Schüler und Schülerinnen vermehrt in forschend-entwickelnden Unterricht einzubauen, ist deshalb Ziel unterschiedlicher nationaler und internationaler Initiativen (Generation Innovation 2009, Sparkling Science 2009, FIBONACCI 2009, S-TEAM 2009 etc.). Wird doch dieser Form des Lernens ein großes Potential zugesprochen, wenn es darum geht, Kinder und Jugendliche für Naturwissenschaften zu begeistern und vermehrt konzeptuelles Verständnis sowie Verständnis für die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften oder den Erwerb naturwissenschaftlicher Schlüsselkompetenzen zu fördern (Chinn & Malhotra 2002, Hmelo-Silver, Duncan & Chinn 2007).

Dabei ist Forschendes Lernen bei weitem nicht das innovativste oder modernste Unterrichtskonzept. Schon vor 200 Jahren bemerkten Lehrende, dass Laboraktivitäten Lernenden helfen können, naturwissenschaftliche Phänomene besser zu verstehen (Edgeworth & Edgeworth, 1811). Die Erkenntnis-Philosophen Dewey, Piaget, Bruner, Glasersfeld, Vygotsky und andere unterstrichen schon Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts die individuelle und aktive Rolle des Lernenden. Vygotsky (1978) betonte, dass Lernen in einem sozialen Kontext stattfindet und dass das Arbeiten in sozialen Gruppen (peer learning, zone of proximal development) eine zentrale Rolle in diesem Prozess einnimmt. Schon in den 1960er Jahren wurde die Rolle des „Forschens im Naturwissenschaftlichen Unterricht“ untersucht (Rutherford 1964) und auch im deutschen Sprachraum publizierten Schmidkunz und Lindemann (1972) Anfang der 70er Jahre lerntheoretische Grundlagen für das „Forschend-Entwickelnde Unterrichtsverfahren“.

4.4 Warum konnte sich Forschendes Lernen bis heute nur langsam etablieren?

Die 100-jährige Geschichte des „Forschenden Lernens“ ist allerdings auch geprägt durch eine fast ebenso lange Diskussion darüber, was eigentlich darunter verstanden wird oder werden soll (Lunetta 1998, Duschl and Grandy 2008). Das liegt daran, dass dieser Begriff im Kontext unterschiedlichster Lehr- und Lernumfelder sowie im Gebrauch unterschiedlichster Lehr- und Lernmethoden verwendet wurde und wird. Die unterschiedlichen Interpretationen des Begriffs „Forschendes Lernen“ führten und führen mitunter zu widersprüchlichen Erkenntnissen darüber, wie effizient dieses Lernprinzip in Hinblick auf das Erreichen definierter Lernziele zu bewerten ist (Mayer 2004; Kirschner, Sweller & Clark 2006; Hmelo-

Silver, Ducan & Chinn 2007). Das mag vielleicht ein Grund dafür sein, dass sich „Forschendes Lernen“ nur sehr langsam im alltäglichen Schulunterricht durchsetzen kann.

Einen weiteren Faktor bringt Winnie Harlen (1999) auf den Punkt „Viele Lehrer/innen fühlen sich gerade in naturwissenschaftlichen Wissensbereichen nicht ausreichend gut ausgebildet“. Sie vermeiden deshalb praktisches Experimentieren im Unterricht und alles, was eventuell im Unterricht „schief gehen“ oder dazu führen könnte, dass Schüler/innen Fragen stellen, die von den betreffenden Lehrer/innen nicht beantwortet werden können. Diese Unsicherheit und das Fehlen von materiellen und zeitlichen Ressourcen geben 146 – im Rahmen des EU Projektes „Plant Science Gardens“ (Kapelari et al 2007) befragte – Volksschullehrer/innen als Grund dafür an, warum sie persönlich „Forschendes Lernen“ in ihrem Unterricht nicht oder nur selten einsetzen (nicht publizierte Daten).

Hier können außerschulische Lernorte eine zentrale Rolle einnehmen, wenn es darum geht Lehrkräfte zu motivieren, Forschendes Lernen in ihren Unterricht zu integrieren. Das Angebot an Ressourcen, sei es in Form von Unterrichtsmaterialien, wissenschaftlichen Gerätschaften oder Fachwissen, erleichtert den Einstieg und gibt jene Sicherheit, die Lehrende darin unterstützt, dieses Neuland überhaupt erst betreten zu wollen.

Deshalb sind die angebotenen Module in allen außerschulischen Bildungseinrichtungen so konzipiert, dass Lernen nicht nur in der Science Center Einrichtung stattfindet, sondern Vor- und Nachbereitungen auch in der Schule angeboten werden, die von der Lehrerin/vom Lehrer selbständig durchgeführt werden (Cox-Petersen 2003).

4.5 Forschendes Lernen in außerschulischen Lernorten

So heterogen der Begriff „Forschendes Lernen“ in der internationalen Forschungsgemeinschaft und im Formalen Bildungskontext verwendet wird, so wird Forschendes Lernen auch in außerschulischen Lernorten für die Umschreibung unterschiedlichster Lernprogramme und -methoden eingesetzt.

Im Rahmen des hier beschriebenen Projekts „Forschend Lernen“ haben sich sechs ganz unterschiedliche Science Center Einrichtungen zusammengefunden und neue Unterrichtsprogramme entwickelt, die darauf abzielen den Erwerb naturwissenschaftlicher Denk- und Handlungskompetenzen zu fördern. Dabei spielte die Partnerschaft mit den teilnehmenden Volksschulen eine bedeutende Rolle. In der Kooperation mit außerschulischen Lernorten haben sich also folgende grundlegende Attribute als Gelingensfaktoren herausgestellt:

“Forschend Lernen“ wird als aktive Auseinandersetzung des/der Lernenden mit vorgegebenen oder eigenen Fragestellungen verstanden. Vorbereitetes Informationsmaterial, Beobachtungen, Experimente und Diskussionsprozesse werden bewusst eingesetzt, um individuelle Lösungsansätze zu entwickeln und zu überprüfen. Während neues Wissen erarbeitet wird, erwerben Lernende jene Kompetenzen, die sie brauchen, um Antworten auf ihre Fragen zu erhalten. Der Lernprozess ist strukturiert und wird vom Lehrenden intensiv begleitet. Ein zentrales Element dieses „forschenden Lernens“ ist das Arbeiten und Diskutieren in der Kleingruppe. Die aktive Auseinandersetzung nicht nur

mit unterschiedlichen Meinungen der Gruppenmitglieder, sondern auch mit solchen der Lehrenden trägt zur Weiterentwicklung bestehender Vorstellungen der Lernenden bei.

4.6 Literatur

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.

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

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.

Lena, P. (2009) Europe Rethinks Education. *Science*, Vol. 326, p501

UNO, G.E. (2009) Botanical Literacy: What and How should students learn about plants? *American Journal of Botany* 96(10): 1753–1759. 2009.

Hazen, R.M. (2002) Why Should You Be Scientifically Literate? American Institute of Biological Sciences, <http://www.actionbioscience.org/newfrontiers/hazen.html#primer>

PISA (2006). *Schulleistungen im internationalen Vergleich, Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von Morgen*. OECD, W. Bertelsmannverlag, Germany.

Rocard, M. Ed. (2007) *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Report EU22-845, Brussels.

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

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.

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.

Edgeworth, R.L. & Edgeworth, M. (1811) *Essays on Practical Education*. Johnson, London UK.

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

Schmidkunz, H & Lindemann, H. (1976) *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren*, Paul List Verlag KG, München

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.

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

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.

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.

Harlen, W. (1999) Effective teaching in Science. SCRE Publication 142 available at <http://www.scre.ac.uk/pdf/science.pdf>, accessed March 2006.

Kapelari, 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.

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.

Rutherford, F. I., Ahlgren, A. (1990): Science for all Americans. Oxford University Press, New York

Schunk, D.H. (2008) Learning Theories: – An Educational Perspective. Pearson Merrill Prentice Hall, New Jersey, Ohio, USA.

Dewey, J. (1986). Experience and Education. The Educational Forum, Vol. 50, Iss.3, 241 - 252

Von Glasersfeld, E. (1995). Radical Constructivism - A Way of Knowing and Learning. RoutledgePalmer, London, New York

Piaget, J. (1964). Development and learning. In Ripple, R.E. & Rockcastle, V.N. (Hrsg.). Piaget rediscovered. A report of the Conference on Cognitive Studies and Curriculum Development, March 1964. 2. Auflage.

Bruner, J. (1996) The Culture of Education. Cambridge: Harvard University Press.

5 Begleitforschung - Metaanalyse der Inhalte und Ergebnisse

Susanne Oyrer

5.1 Einleitung

Alle 6 Science Center Einrichtungen standen vor der Herausforderung, komplexe wissenschaftliche Inhalte, Experimente und wissenschaftliche Vorgehensweisen der Erkenntnisgewinnung an den kognitiven und soziokulturellen Entwicklungsstand der relativ jungen Zielgruppe der 3. und 4. Klasse Volksschule anzupassen. Deswegen stand für viele der Partner zunächst das Interesse für Naturwissenschaft vor dem Projekt, schließlich die Interessensentwicklung der Schüler/innen im Verlauf des Projektes, und/oder darüber hinaus die Nachhaltigkeit dieses Interesses im Zentrum der Begleitforschung.

Zusätzlich wurden gemeinsam Forschungsfragen oder Hypothesen formuliert und einige Fragen von mehreren Partnern unabhängig voneinander untersucht, andere Fragen ausschließlich von einem Partner.

5.2 Forschungsfokus der Partner

5.2.1 Konzeptuelle Entwicklung der Schüler/innen

Von mehreren Partnern wurde beispielsweise beobachtet, wie sich die Kenntnis aber auch die Vorstellung der Schüler/innen von angebotenen Lerninhalten vor und nach dem Projekt verändert.

Darüber hinaus interessierte mehrere Partner die bereits bestehenden Vorstellungen sowie die Entwicklung der Vorstellungen der Schüler/innen vom Erkenntnisweg, also davon, wie man zu naturwissenschaftlichen Ergebnissen gelangt, wie man Fragen in der Naturwissenschaft zu lösen versucht oder davon welche Rolle dabei die Veränderung von Variablen in naturwissenschaftlichen Versuchen bzw. Experimenten spielt.

Zum anderen beschäftigten sich einzelner Partner auch damit, welche Lerninhalte den Schüler/innen nach Abschluss des Projektjahres besonders im Gedächtnis geblieben sind.

5.2.2 Bestehende Rahmenbedingungen

Einige Partner betrachteten die Bedeutung des Umfeldes der Schüler und Schülerinnen: Geschlecht, Migrationshintergrund, Sprachbarrieren oder Lern- bzw. Konzentrationschwäche genauer.

5.2.3 Wirksamkeit eingesetzter Methoden

Einige Partner beschäftigten sich mit verschiedenen Formen der Wirksamkeitsanalyse in Hinblick auf die eingesetzten Methoden und versuchten die Fragen z.B. Wie wirkt sich die Methodik auf das Selbstbild bei Schülern bzw. bei Schülerinnen aus? Welche Methoden tragen am meisten zum Lernerfolg und zur Interessensentwicklung bei? Welche Methoden werden von den Schüler/innen selbst bevorzugt? Können bestimmte für Naturwissenschaften charakteristische Forschungsmethoden auch in diesem Alter sinnvoll

als didaktisches Mittel eingesetzt werden? Wie wirkt sich das Projekt auf das Sozialverhalten der Schüler/innen aus?

5.2.4 Einfluss des Lernumfeldes (ausgewählte Aspekte)

Forschungsfragen mehrerer Partner beschäftigen sich auch mit der Rolle, die Science Center Einrichtungen als außerschulischen Bildungsort oder außerschulische Bildungseinrichtung im Lernprozess spielen. Sie untersuchten, inwieweit ein praktikables Modell einer Bildungspartnerschaft entwickelt werden konnte und der schulische Sachunterricht wirksam unterstützt wurde. Konnte durch die Kombination von schulischem und außerschulischem Lernen ein ansprechender Unterricht erarbeitet werden, der die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen unterstützt? Und schließlich: Wie kann hands-on-Didaktik in der Schule, speziell in der Grundschule, sinnvoll eingesetzt werden?

5.3 Ergebnisse – ein kurzer Überblick

5.3.1 Konzeptuelle Entwicklung der Schüler/innen (conceptual development)

Die Kompetenzen der Schüler/innen hinsichtlich naturwissenschaftlichen Arbeitens wurden gesteigert. Naturwissenschaftlich methodische Fragestellungen wurden nach dem Projekt deutlich häufiger richtig beantwortet. Im Bereich des Fachwissens als auch im Bereich des epistemologischen Verständnisses lässt sich ein Zugewinn nachweisen. Einige Schüler/innen lassen nach dem Projekt eine deutliche Weiterentwicklung ihrer vorwissenschaftlichen Konzepte erkennen. Nach dem Projektunterricht empfinden die Schüler/innen auch das Experimentieren weniger schwierig als vor dem Projektunterricht. Die Schüler/innen entwickeln trotz ihres relativen geringen Alters Verständnis für die Bedeutung von Variablen in naturwissenschaftlichen Experimenten.

5.3.2 Bestehende Rahmenbedingungen

Die untersuchten Schüler/innen haben eine durchaus positive Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht. 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 Post-Befragung der Schüler bei mehreren Partnern noch deutlicher. Beim selbständigen Experimentieren wird wiederum der handlungsorientierte hands-on-Aspekt dem reflektierenden minds-on-Aspekt vorgezogen.

5.3.3 Wirksamkeit eingesetzter Methoden

Das forschend-entdeckende Unterrichtsprinzip, das dem gemäßigten Konstruktivismus zugrunde liegt, wird von Lehrer/innen und Schüler/innen als zentral für die zahlreichen positiven Auswirkungen des Projektes erachtet.

Insgesamt zeigt sich neben dem Zuwachs der Fachkompetenz und der Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Arbeiten auch ein Zuwachs an positivem Selbstkonzept sowohl für lernstarke als auch lernschwache Schüler/innen. Das Konzept des forschend-entdeckenden Lernens hat eindeutig positive Auswirkungen auf das Interesse lernschwacher Schüler/innen am Forschen sowie auf ihre Selbsteinschätzung. Wegen der neuen Lernformen und handlungsorientierten Methoden nahmen lernschwache Schüler/innen selbst ein gesteigertes Interesse am Unterricht und am Thema wahr und konnten daher ein besseres Selbstbild ableiten. Generell war der Umgang mit einfachen wissenschaftlichen Geräten (Pipette, Mikroskop, Messgeräte) sowie mit konkreten naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und Prozessen für die Schüler/innen ein Mittel um die Schüler/innen Naturwissenschaft authentisch erleben zu lassen. Dementsprechend positiv wurden diese didaktischen Methoden von Schüler/innen und Lehrer/innen bewertet.

5.3.4 Einfluss des Lernumfelds (ausgewählte Aspekte)

Die Ergebnisse der Begleitforschung aller Partner zeigen, dass die außerschulischen Lernorte der Science Center Einrichtungen von den Schüler/innen aber auch von den beteiligten Lehrer/innen als hoch motivierend bewertet wurden. Wissensinhalte, die in dieser außergewöhnlichen Lernumgebung erworben wurden, blieben nachhaltig in Erinnerung.

Die Tatsache an sich, in außerschulischen Bildungsorten lernen zu dürfen, motivierte die Schüler/innen dazu, sich begeistern zu lassen und langfristig Neugierde an den angebotenen Inhalten zu entwickeln. Aus Sicht der Schüler/innen konnte von Beginn des Projektes an Interesse und Neugierde am Thema geweckt werden. Dieses Interesse konnte laut Schülerfragebogen langfristig gehalten werden und steigerte sich während des Projektverlaufs sogar.

Aber auch bei den Lehrkräften bewirkte das Projekt langfristiges Interesse an den jeweiligen Fachthemen. Die Lehrer/innen nannten die Dauer des Projektes dezidiert als einen Faktor für die Nachhaltigkeit des Interesses.

Die Lehrerinnen geben auch an, dass die Schüler/innen in ihrer Fähigkeit, in Gruppen zu arbeiten, gefördert werden. Dies bedeutet eine Erweiterung des sozialen und kommunikativen Verhaltens der Schüler/innen im Verlauf des Projektes. Es stellte sich heraus, dass bei der gewählten Unterrichtsmethodik die Sprachbarrieren eine weit geringere Rolle bei der Kompetenzerweiterung spielen als angenommen. Es lässt sich ableiten, dass der außerschulische Lernort für die Lernbereitschaft und die Kommunikationsfähigkeit einen außerordentlichen Beitrag leistet.

Die Lehrkräfte gaben an, dass beim Einsatz von realen Forschungsmethoden wie beispielsweise beim Mikroskopieren leistungsstarke aber auch leistungsschwache Kinder überdurchschnittlich bei der Sache waren.

Einige wesentliche Gelingensfaktoren kristallisierten sich bei der Zusammenarbeit zwischen Science Center Einrichtungen und Schulen heraus, die nur durch die externen Expertinnen in diesem Ausmaß abgedeckt werden können:

Das sind zum einen entsprechende funktionelle, kindgerechte, fachlich fundierte und attraktive Materialien. Diese zu beschaffen stellt für eine einzelne Lehrperson einen oft nicht zu bewältigenden Aufwand dar.

Zum anderen stellte die technische Ausrüstung der Science Center Einrichtungen selbst einen wesentlichen Punkt für das Gelingen des Projektes dar.

Drittens erfordert die Zusammenarbeit von schulischen und außerschulischen Bildungseinrichtungen ausreichend kompetentes Betreuungspersonal. Selbst bei guter materieller Ausstattung ist forschend-entdeckendes Lernen nur dann möglich, wenn auch eine entsprechende Betreuungssituation gegeben ist und entsprechend authentische Experten und Expertinnen zur Verfügung stehen.

Gleichberechtigtes Arbeiten, gemeinsame Planung und eine Kommunikation auf Augenhöhe ermöglichen ein Bündeln der vorhandenen Expertise.

5.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass dem vorliegenden Projekt seitens der Lehrer/innen und Schüler/innen aller sechs Science Center Einrichtungen ein besonders gutes Zeugnis hinsichtlich des Projekterfolges ausgestellt wurde. Die Untersuchungen der Begleitforschung zeigen, dass eine Reihe wünschenswerter positiver Effekte bei Kindern, Lehrer/innen und den Science Center Einrichtungen zu beobachten waren, die in den jeweiligen Kapiteln der einzelnen Partner ausgeführt werden.

6 Didaktische Methoden in der Praxis

Christine Molnar

Gemeinsamkeiten und Unterschiede der didaktischen Herangehensweisen der sechs Science Center Einrichtungen werden an dieser Stelle dargestellt und beschrieben und dabei vor allem die folgenden Fragen beantwortet:

- Welche gemeinsamen Ziele verfolgen die sechs Science Center Einrichtungen?
- Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen im Hinblick auf die Anwendung der didaktischen Methoden in der Praxis?

6.1 Gemeinsame Ziele

Zentrales Anliegen des Projektes „Forschend lernen“ ist es, den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy), definiert nach Gräber, Nentwig, Nicholson (2002, S. 135-145) und auch der PISA-Studie (OECD, PISA 2006), zu fördern.

Erklärtes Ziel ist es hier, junge Menschen darin zu befähigen basierend auf eigenem Wissen, dargebotene Informationen zu bewerten und in weiterer Folge auch danach zu handeln.

Gräber, Nentwig, Nicholson (2002, S. 135-145) spezifizieren die drei Domänen im Hinblick auf zu erwerbende Kompetenzen wie folgt:

- **Wissen** (Sachkompetenz, Methodenkompetenz und epistemologische Kompetenz)
- **Bewerten** (ethisch-moralische Kompetenz und ästhetische Kompetenz)
- **Handeln** (Lernkompetenz, kommunikative Kompetenz, soziale Kompetenz, prozedurale Kompetenz)

Im Rahmen dieses Projektes wurde bei der Gestaltung der Unterrichtsprogramme und der Auswahl der Unterrichtsmethoden besonderes Augenmerk auf die Förderung der folgenden Kompetenzen gelegt. (Primer 2006, S.159-175).

Sachkompetenz = Kognitive Kompetenz: umfasst das Verständnis ausgewählter natürlicher Phänomene und die Fähigkeit diese Phänomene nicht nur beschreiben sondern auch erklären zu können.

Methodenkompetenz: die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Arbeitstechniken und Arbeitsweisen sachbezogen und situationsgerecht anzuwenden.

Epistemologische Kompetenz: die Fähigkeit, Genese, Ontologie, Bedeutung, Rechtfertigung und Gültigkeit von Wissen in den Wissenschaften zu verstehen.

Darüber hinaus sollte das Interesse der Schüler/innen an Naturwissenschaften allgemein und an naturwissenschaftliche Themenfeldern im speziellen geweckt und nachhaltig gefördert werden.

6.2 Welche Detailaspekte sollen gefördert werden?

Um den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung in der Volksschule zu unterstützen und den oben beschriebenen Kompetenzen entsprechend, haben die Science Center Einrichtungen im Detail dabei auf die Förderung der folgenden Aspekte fokussiert und diese wie folgt beschrieben:

Wissen

- Naturwissenschaftliches Fachwissen erlangen,
- Aspekte des „Naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens“ fördern,
- Erkenntnis gewinnen,
- Sprachkompetenz (Kenntnis und Nutzung von Fachsprache) erlangen.

Bewerten

- Experimentierfähigkeit (Hypothesen erstellen, Experimente durchführen, Ergebnisse dokumentieren und interpretieren) erwerben,
- Einblick in die Arbeitsweise und Arbeitswelt von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gewinnen,
- Naturwissenschaftliche Fragestellungen identifizieren und formulieren.

Handeln

- Persönlichkeitsbildende Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben,
- Teilkompetenzen, die auch im Alltag kritisches Denken und bewusste Entscheidungsfindung unterstützen, erlangen,
- Kommunikationsfähigkeit trainieren (die eigene Meinung logisch begründen; gemachte Erfahrungen mitteilen),
- Orientierung im Alltag erreichen,
- Wahrnehmungsfähigkeit schulen,
- Selbständiges Denken fördern,
- Den selbständigen Wissenserwerb ermöglichen (im Bereich der Naturwissenschaften).

Ausgehend von der Überzeugung, dass es wichtig ist, die Grundlage zu schaffen, dass Lernende eine naturwissenschaftliche Grundbildung erlangen wollen, wurde auf die Förderung des Interesses der Schüler/innen und Lehrer/innen an naturwissenschaftlichen Fächern allgemein und im Speziellen besonderer Wert gelegt und zwar auf die Aspekte:

- Schülerinnen und Schüler zu "forschendem Lernen" motivieren.
- Das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen nachhaltig fördern.

Gemeinsamkeiten im Hinblick auf die Anwendung der didaktischen Methoden in der Praxis:

6.3 Theoretische Grundlage

Grundlage aller im Rahmen des Projektes getätigter pädagogischer Überlegungen ist die Theorie des gemäßigten Konstruktivismus, der Lernen als einen aktiven, selbstgesteuerten, konstruktiven, situativen und sozialen Prozess beschreibt (Gerstenmaier, Mandl 1995).

Eine Vielzahl von Zugängen wurde gewählt, die auf verschiedene Pädagogiken bzw. im Detail auf unterschiedliche methodische Ansätze zurückgreift: Auf der Ebene der pädagogischen Teildisziplinen seien im Folgenden die Spielpädagogik, die Natur- und Umweltpädagogik und die Erlebnispädagogik erwähnt. Auf der Ebene der Lernformen wird Problem-Based-Learning und das Forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren beschrieben. Abschließend soll exemplarisch die Methode der „Anchored Instruction“ genauer erklärt werden.

6.3.1 Spielpädagogik

Der Ansatz der Spielpädagogik stammt aus der Sozialen Arbeit und Sozialpädagogik. Er erfasst spielerische Elemente und deren Einsatz innerhalb der sozialen Arbeit. Die Spielpädagogik kann mit allen Sparten der Pädagogik kooperieren, zum Beispiel mit der Erlebnispädagogik, der Sonderpädagogik und der Jugendarbeit.

Die Theaterpädagogik stellt eine Unterkategorie der Spielpädagogik dar, die besonders das Medium Theaterspiel (auch darstellendes Spiel) in den Blick nimmt.

Sie richtet sich auch nicht ausschließlich an Kinder und Jugendliche, das Medium Spiel mit spielpädagogischer Arbeit findet auch im Bereich der Altenhilfe, der Erwachsenenbildung und im wirtschaftlichen Bereich beispielsweise beim Motivationstraining und der Personalentwicklung (in Form von Kooperationsübungen) seinen Platz.

6.3.2 Natur- und Umweltpädagogik

Natur- und Umweltpädagogik hat das Ziel, anhand praktischer Erfahrung Wissen über die Natur und über ökologische Zusammenhänge zu vermitteln. Die Bevölkerung soll zu ökologisch sinnvollem Handeln, Verhalten und Entscheiden befähigt werden.

Kinder und Jugendliche als Zielgruppe:

Durch Freude am Naturerlebnis sollen sich Kinder als wichtiger Teil der Natur erkennen und sich ihrer Verantwortung der Natur gegenüber bewusst werden.

Damit auch Kinder und Jugendliche in städtischer Umgebung Möglichkeiten zur Naturerfahrung haben, sollen Naturerfahrungsräume zur Verfügung gestellt werden, in denen das offene Spielen ohne pädagogische Leitung möglich ist. Auf diese Weise soll der fortgeschrittenen Entfremdung der Heranwachsenden von der Natur entgegengewirkt werden.

Als wichtige Herausforderung wird gesehen, bei Kindern und Jugendlichen keine Existenzängste zu erzeugen und das Bewusstsein zu wecken, dass auch lokales Handeln in Summe von großem Nutzen für den Umweltschutz sein kann.

Erwachsene als Zielgruppe:

Im Bereich der Erwachsenenbildung wird als zentrales Ziel angesehen, sinnvolle Grenzen des menschlichen Handelns aufzuzeigen (z.B. gesetzliche Vorgaben des Artenschutzes).

6.3.3 Erlebnispädagogik

Erlebnispädagogik umfasst die Praxis und Theorie der Leitung und Begleitung von Lernprozessen durch handlungsorientierte Methoden (Zuffellato, Kreszmeier 2007):

Das Ziel der Erlebnispädagogik ist die Förderung der Menschen in deren Sozial- und Selbstkompetenz. Als Methode werden Gruppen-Erfahrungen in der Natur eingesetzt. Diese Erfahrungen werden mit Methoden aus der Theater-, Spiel-, und der Sozialpädagogik ergänzt.

Die Förderung in der Persönlichkeitsentwicklung wird durch primäre, sinnliche Erfahrung, Lernen durch Handeln, die Kraft von Metaphern und die direkte Reflexion verfolgt. Ihre Wurzeln hat die Erlebnispädagogik in der Reformpädagogik.

Wichtige Personen in diesem Zusammenhang sind: Jean-Jaques Rousseau, Henry David Thoreau, Lord Baden-Powell und Kurt Hahn. Als Schlagworte in diesem Zusammenhang dienen Ganzheitlichkeit, Naturverbundenheit, Praxisbezug, Menschennähe, Gesellschaftsfähigkeit.

Erlebnissportarten wie Reiten, Segeln, Klettern, Bergsteigen bieten in der Erlebnispädagogik ein breites Spektrum an Erlebnissen. Als Erlebnisse werden dabei „[...] Bewusstseinsvorgänge, in denen der Mensch tief innerlich und ganzheitlich von der Sinn- und Wertfülle eines Gegenstandes ergriffen wird“ bezeichnet.

Durch die handlungsorientierten Methoden öffnet die Erlebnispädagogik unbekanntes (Lebens)Raum. Alte Überzeugungen müssen geprüft werden, neue Ressourcen und Fähigkeiten werden entwickelt und versteckte Ressourcen und Fertigkeiten ans Licht gebracht.

Erlebnispädagogik findet überall dort Einsatz wo es nicht nur um stoffliche Inhalte sondern vor allem um persönliche Wachstumsprozesse geht.

6.3.4 Problem Based Learning

Problem Based Learning (PBL) (Kohler 2001) wurde in den 50er Jahren in den Gesundheitswissenschaften entwickelt. Seit Ende der 70er Jahre findet PBL Verwendung in vielen anderen Ausbildungswegen und wird oft im Gleichen Kontext mit „Inquiry Based Learning“ genannt. Die Charakteristika sind:

- Ausgangspunkte sind komplexe realitätsnahe und subjektiv bedeutsame Problemstellungen, welche lebens- und berufsnah sind (es gibt unterschiedliche Lösungswege),

- interdisziplinär, multiperspektive Betrachtung und Erarbeitung von Wissen,
- Lernende generieren Wissen und Können im Prozess der Problembearbeitung,
- Die Lernenden arbeiten in Kleingruppen in 7 (-8) Schritten,
- Die Lehrperson vermittelt keine Inhalte. Sie/er unterstützt, korrigiert und lenkt den Lernprozess, gibt Feedback und stellt lenkende Fragen (ist Coach und Moderator/in).
- Die Lernenden reflektieren ihre Erfahrungen.

6.3.5 Forschend-entwickelndes Unterrichtsverfahren

Eine Form des „Inquiry Based Learning“ ist der forschend-entwickelnde Unterricht nach Schmidkunz/Lindemann (2003). Hier ist der Unterrichtsverlauf stark am Lernprozess des Problemlösens orientiert. Die Schülerinnen und Schüler werden mit Situationen konfrontiert, die ein Problem beinhalten oder es werden mit den Schülerinnen und Schülern auftretende Fragen oder Probleme aufgegriffen und mit schulmöglichen Methoden wird eine Lösung dieses Problems oder die Beantwortung der Frage angestrebt.

Schmidkunz und Lindemann (2003) unterteilen den Unterrichtsablauf in unterschiedliche Denkstufen:

1. Denkstufe: Problemgewinnung
2. Denkstufe: Überlegungen zur Problemlösung
3. Denkstufe: Durchführung eines Lösevorschlages
4. Denkstufe: Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse
5. Denkstufe: Wissenssicherung

Die fünf Denkstufen folgen zeitlich aufeinander ab. Je nach Unterrichtssituation kann die eine oder andere Phase unterschiedlich groß sein oder sogar ausfallen.

6.3.6 Anchored-Instruction

Der Anchored-Instruction-Ansatz (anchor engl. = ankern, verankern) (Gerstenmaier, Mandl 1995):

Mit Hilfe einer Rahmengeschichte wird ein komplexes erlebnisorientiertes Lernszenario geschaffen. Die Geschichte dient als narrativer Anker, der den Inhalten Bedeutung verleiht und die Schüler/innen zur Auseinandersetzung mit den gebotenen Inhalten motiviert.

Ausgangspunkt für diesen didaktischen Ansatz bildet das Problem des „trägen Wissens“, also Wissen, das zwar vorhanden, aber in Problemsituationen nicht abrufbar ist. Die fehlende Anwendungsqualität dieses Wissens hängt vermutlich mit der Art des Wissenserwerbs zusammen. Zur Überwindung dieses Problems wurde das Konzept der „anchored instruction“ entwickelt.

Als zentral für wirksame Lernumgebungen wird ein „narrativer Anker“ angesehen: Dieser soll Interesse erzeugen, den Lernenden die Identifizierung und Definition von Problemen

erlauben, die Aufmerksamkeit der Lernenden auf das Wahrnehmen und Verstehen dieser Probleme lenken.

Erste Möglichkeiten der konkreten Umsetzung zeigen sich darin, dass den Lernenden anregende Abenteuergeschichten dargeboten werden, an deren Ende ein komplexes Problem gestellt wird. Die Lernenden müssen dieses Problem eigenständig lösen, alle notwendigen Informationen sind in der Geschichte enthalten. Der Anchored Instruction-Ansatz bietet den Lernenden eine authentische Lernumgebung und zielt vor allem auf explorierendes, offenes Lernen ab.

Um die Anwendbarkeit des Wissens zu fördern, werden unterschiedliche Probleme bzw. Anwendungskontexte angeboten, somit soll es zur „Dekontextualisierung“ kommen, d.h. Flexibilität von Wissen soll erreicht werden. Erste Untersuchungen (Cognition and Technology Group University Vanderbilt 1992) mit „The Adventures of Jasper Woodbury“ ergaben:

Kinder der Jaspergruppen konnten im Vergleich zu Kindern aus den Kontrollgruppen das erlernte Wissen bei der Lösung komplexer Probleme besser anwenden. Die Schüler/innen der Jaspergruppen hatten gegenüber Mathematik eine weniger negative Einstellung und schätzten Mathematik als relevanter für das Alltagsleben ein.

Studien zu „Scientist in Action“ zeigten, dass die aktive Auseinandersetzung mit dem Inhalt eine effektive Instruktionsform darstellt.

6.4 „Forschend Lernen“ in der Praxis

Die Schülerinnen und Schüler wurden in den Programmen jeder einzelnen Science Center Einrichtung mit Situationen konfrontiert, in denen sie zu Lernschritten motiviert wurden, um für sie relevante Fragen zu beantworten oder Probleme zu lösen. Die Lernenden wurden aufgefordert, zu den gebotenen Inhalten Erklärungen zu formulieren und diese anschließend auf ihre Tauglichkeit zu überprüfen. Gegebenenfalls mussten die vorab gegebenen Erklärungen modifiziert werden. Schrittweise wurde der Weg vom Probieren zum zielgerichteten Forschen (hypothesengeleitete Erkenntnisgewinnung) beschritten.

Es wurden Probleme aus dem Alltag der Kinder aufgegriffen und in einer Art und Weise bearbeitet, die das selbständige Forschen der Kinder förderte. Kreative und spielerische Elemente sowie Geschichten rundeten das Unterrichtsgeschehen ab.

6.4.1 Experimentieren

Bei allen Science Center Einrichtungen bildet der Einsatz von Experimenten ein zentrales Element in den jeweiligen Vermittlungsprogrammen. Je nach Stellung im Lernprozess hat das Experiment verschiedene didaktische Funktionen. Einerseits dient es zur Einleitung eines Unterrichtsblocks und zur Erkennung eines Problems, andererseits wird es auch zur Lösung eines Problems herangezogen oder es dient der Bestätigung bzw. der Wissenssicherung.

Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, dass beim Einsatz von Experimenten neben dem hands-on-Aspekt auch der minds-on-Aspekt zu tragen kommt. Das heißt, die

Versuchsanordnung ist zum Angreifen und soll zum Nachdenken anregen. Was begreifbar ist wird auch leichter verstanden. In einem Gespräch zwischen Schüler/in und Lehrkraft oder in schriftlicher Form wird wiederholt, weshalb ein bestimmtes Experiment durchgeführt worden ist und welche Erkenntnisse sich daraus ableiten lassen.

Um den Schüler/innen einen lustvollen ersten Zugang zum Experimentieren zu ermöglichen, bietet sich insbesondere auch das offene Experimentieren an.

In der Grünen Schule, Botanischer Garten Innsbruck erhalten die Schüler/innen beispielsweise Stücke unterschiedlicher Holzarten, dazu eine Wanne mit Wasser, eine Waage, einen Holzklöppel usw. und dazu lediglich folgende Anleitungen. Sie sollen beschreiben, was sie wie untersucht haben und was sie dabei herausgefunden haben. Die gemachten Erfahrungen werden in der Klasse besprochen. In einem weiteren Schritt sollen die Schüler/innen einfache Experimente nach Anleitung durchführen und auswerten, dies geschieht durch die Abfolge von Vorhersagen, Beobachten und Erklären. Beim Lösen der vorgegebenen Probleme müssen die Schüler/innen vor der Durchführung eines Experiments eine Vorhersage treffen. Diese wird anschließend diskutiert und muss auch begründet werden. Erst dann folgen die Durchführung des Experiments und die Erklärung des Beobachteten.

Schließlich werden die Schüler/innen dazu befähigt, Experimente selbst zu planen, auszuführen und erhaltene Daten auszuwerten und zu beurteilen.

6.4.2 Anchored-Instruction oder die Arbeit mit Rahmengeschichten

Das Team des NaturErlebnisParks Graz hat zum Thema „Fridolins Naturgeschichten“ eine Handpuppe entwickelt. Diese erzählt eine Geschichte, die ein Problem beinhaltet, zum Beispiel möchte das Königspaar von Belutschistan eine herrliche Parkanlage mit Springbrunnen erbauen lassen, was müssen sie dabei beachten?

Einen ähnlichen Zugang wählt die Museumspädagogik des Hauses der Natur Salzburg. Im Rahmen der Abenteuergeschichte „Paula, Martin und die Hairäuber“ sollen die Schüler/innen herausfinden, mit welchen Hilfsmitteln aus einer gegebenen Auswahl Paula und Martin die Hairäuber beim Schmieden ihres Plans am besten belauschen können, um den Raub des Haies zu verhindern.

Für einen kindgerechten Zugang zu den jeweiligen Themen werden von allen Einrichtungen spielerische Methoden etwa in Form von Rätseln, Liedern oder Puppen eingesetzt. Zum Beispiel studieren die Schüler/innen einen Forschersong ein und singen diesen gemeinsam. In einem Reaktions- und Schnelligkeitsspiel erleben sie, wie einzelne Nervenzellen untereinander verbunden sind und miteinander kommunizieren. Gemeinsam erarbeiten sie ein Stein-Gedicht, lösen ein Stein-Rätsel oder sammeln Stein-Redewendungen.

6.4.3 Hands-on-Experimentierstationen mit Aktionsführungen

"Hands-on"-Experimentierstationen sind aufbereitete Phänomenfelder, die zu einer möglichst eigenständigen, ganzheitlichen Auseinandersetzung einladen und motivieren. Die Experimentierwerkstatt Wien arbeitet mit einer Auswahl ihrer Hands-on-Stationen und nähert

sich den Themen „Schwingungen“ und „Teilchen“ jeweils in Form von zielgruppengerechten Aktionsführungen an. Eine Aktionsführung ist ein flexibler Ablauf (je nach Alterstufe und Zielpublikum), der die folgenden Elemente enthält: Einstiegsspiele, Gruppenteilung, gegenseitiges Zeigen, Experimentieren, Fragestellungen nachgehen, Begriffe und Konzepte bilden, Wissen im Plenum umverteilen (wer hat was, wo entdeckt?) und bildnerisches Arbeiten.

Weitere Beispiele für Hands-on-Stationen sind im Science Center im Haus der Natur Salzburg zu finden. Dort begeben sich die Schüler/innen auf die Spuren des Schalls. Im Technischen Museum Wien bearbeiten die Schüler/innen die Frage „Schmeckt Erdbeerjoghurt nach Erdbeeren?“. In den Vermittlungsprogrammen des Instituts für angewandte Umweltbildung Steyr zum Thema Geologie arbeiten die Schüler/innen im Freiland und untersuchen ihre Funde eingehend unter dem Mikroskop.

6.4.4 Variation der Sozialform

Ein wesentliches Element, das sich in den unterschiedlichen Programmen aller Science Center Einrichtungen wieder findet, ist der Wechsel zwischen Großgruppe, Kleingruppe, Paar- und Einzelarbeit. Auf diese Art und Weise haben die Schüler/innen die Möglichkeit, sich in Einzel-, Paar- oder Gruppenarbeit eingehend mit den zu bearbeitenden Phänomenen auseinanderzusetzen und ihre eigenen Schlüsse zu ziehen. In der Großgruppe können die gemachten Erfahrungen präsentiert und diskutiert werden. Damit werden die Schüler/innen auch in ihren kommunikativen Fähigkeiten gefördert und es kann sichergestellt werden, dass alle Schüler/innen an wichtige Informationen kommen.

6.4.5 Förderung des Interesses und Selbstvertrauens der Schüler/innen

Die gewählten Methoden haben das Ziel, das Interesse der Schülerinnen und Schüler an den behandelten naturwissenschaftlichen Inhalten zu fördern.

Durch die Einbettung der Inhalte in Rahmengeschichten und/oder die Auswahl von alltagsrelevanten Problemen wird sichergestellt, dass sich die Schülerinnen und Schüler emotional angesprochen fühlen und die Beschäftigung mit dem Lerngegenstand als sinnvoll empfinden (vgl. Kattmann 2000).

Durch das wiederholte Erzeugen situativen Interesses wird versucht, das persönliche Interesse der Schülerinnen und Schüler an den behandelten Themen zu fördern.

Da für die Ausbildung dieses Interesses die Befriedigung bestimmter Grundbedürfnisse wie Autonomie, Verwirklichung im selbstbestimmten Lernen, Kompetenzerleben und Erfahrung des sozialen Eingebundenseins in eine Lerngruppe angesehen wird, wird auf die Erfüllung dieser Bedürfnisse im Rahmen des Unterrichtsgeschehens besonders geachtet.

Nach Häußler (zitiert in Kattmann 2000) lässt sich Interesse auf vier Faktoren zurückführen:

- Fasziniert sein von technischen Phänomenen,
- Fasziniert sein von natürlichen Phänomenen,
- Selbstvertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit,

- Empfundene persönliche Bedeutung.

Um das Selbstvertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit bei den Schülerinnen und Schülern zu fördern, werden Unterrichtsmodule entwickelt und ausgeführt, die kein Vorwissen erfordern und die bei der Lösung der gestellten Probleme zu Erfolgserlebnissen führen. Zudem wird in einigen Science Center Einrichtungen in leistungshomogenen Gruppen gearbeitet, so dass auch Schülerinnen und Schüler, die sich selbst als nicht besonders leistungsstark im Sachunterricht einstufen, zu Aktivität und Eigeninitiative bewegt werden können.

Das Empfinden von persönlicher Bedeutung soll dadurch erreicht werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit Fragen konfrontiert werden, die an alltägliche Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen. U.a. wird häufig ein Bezug zum menschlichen Körper hergestellt.

6.5 Literatur

- Gerstenmaier, Jochen/Mandl, Heinz (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik 6/41, S. 867-888
- Gräber, W., Nentwig, P., Nicholson, P. (2002): Scientific Literacy – Von der Theorie zur Praxis. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T., Evans, R. (Herausgeber). Scientific Literacy (S.135-145). Opladen: Leske+Budrich
- Kattmann, U., 2000. Lernmotivation und Interesse im Biologieunterricht. In: Bayrhuber, H., Unterbruner, U. (Hrsg). Lehren und Lernen im Biologieunterricht. Innsbruck, Wien, München: Studien Verlag
- Primer, B. (2006). Deutschsprachige Verfahren der Erfassung der epistemologischen Überzeugungen. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 12:159-175
- Schmidkunz/Lindemann, 2003; Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht; Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft, Hohenwarsleben
- Zuffellato, A/Kreszmeier, A.H. (2007): Lexikon Erlebnispädagogik – Theorie und Praxis der Erlebnispädagogik aus systemischer Perspektive, Augsburg; ZIEL – Zentrum für interdisziplinäre erfahrungsorientiertes Lernen GmbH; S.44

7 Science-Center Einrichtungen und ihre Ressourcen

Andrea Frantz-Pittner, Silvia Grabner, Gerhild Bachmann

Prozesse des „Forschenden Lernens“ scheinen in besonderer Weise geeignet, das Innovationspotential der Lernenden zu aktivieren und zum Erwerb jener Kompetenzen beizutragen, die für kreatives Problemlösen erforderlich sind. Um derartiges Lernen zu initiieren und zu begleiten, sind allerdings entsprechende Rahmenbedingungen erforderlich, die ein situiertes und handlungsorientiertes Agieren der Lernenden in aktivierenden Kontexten ermöglichen.

7.1 Außerschulische Lernorte im Wandel

Die Forderung nach einem aktiven und handelnden Lernen ist nicht neu, als geeignete Unterstützung des schulischen Geschehens wird vor allem das Lernen in außerschulischen Umgebungen erachtet. Renommiertere Pädagog/innen der vergangenen Jahrhunderte heben die Bedeutung eines erforschenden, direkten Kontakts mit der Welt als Impulsgeber für das Lernen hervor (wie z. B. Comenius, Rousseau, Pestalozzi, Herbart oder Freinet). Insbesondere in naturwissenschaftlichen Fächern aber auch im Heimatkundeunterricht und in Geschichte soll auf diese Weise die „Sachbegegnung“ in besonderer Weise ermöglicht werden. Waren es zunächst ausschließlich Orte des Alltagslebens (die freie Natur, Werkstätten von Handwerkern, Bauernhöfe,...), die für handelndes und entdeckendes Lernen aufgesucht wurden, so tritt mit der Reformpädagogik eine weitere Kategorie außerschulischer Lernorte auf: Öffentliche Institutionen werden durch eigene pädagogische Konzepte gezielt für das Lernen adaptiert (z. B. Museumspädagogik nach Reichwein). Seit Reichweins Zeiten (vgl. Salzmann 1970) haben sich allerdings in der Didaktik außerschulischer Bildungseinrichtungen Welten bewegt. Vorbei sind die Zeiten, in denen Museen und andere außerschulische Bildungseinrichtungen als Notlösung für verregnete Wandertage erhalten müssen. Vielmehr zeichnet sich in den letzten Jahren eine zunehmend intensiver werdende Bildungspartnerschaft zwischen schulischen und außerschulischen Bildungseinrichtungen ab, von der beide Seiten profitieren. Nach Sauerborn & Brühne (2009, S. 13) können vielschichtige Kompetenzbereiche der Kinder und Jugendlichen damit gleichzeitig gefördert werden. Als „Lernorte“ im Sinne der Definition des Deutschen Bildungsrates (1974) verstehen sich zunehmend mehr Institutionen als „Einrichtungen, die auf das öffentlichen Bildungswesens abgestimmte und von diesem anerkannte Lernangebote organisieren.“ Die Lernortdiskussion impliziert eine Reflexion über die Organisation des Lernortes und auch über das didaktische Konzept, in welches der Lernort eingebunden ist. Lernorte bieten bestimmte Lernpotentiale und Lernmöglichkeiten und gelten als lernförderlich (Nuisl 2008 S. 74f). Implizite Lernorte haben Anregungspotentiale, Erlebnischarakter und Reize, um zum Lernen anzuregen.

Die sechs Science Center Einrichtungen im Projekt „Forschend Lernen“ haben diese Definitionen aufgegriffen und entscheidend erweitert. Die Kooperation beschränkte sich nicht auf das Bereitstellen von fertigen, an die Lehrpläne angepassten Lernangeboten, sondern war als echte Partnerschaft zwischen Schulen und Science Center Einrichtungen gestaltet.

Damit wurde ein entscheidender Schritt gesetzt, um schulisches und außerschulisches Lernen wirkungsvoll zu verknüpfen.

7.2 Besondere Ressourcen von Science Center Einrichtungen (SCE)

Die besonderen Ressourcen der jeweils beteiligten Science Center Einrichtungen bildeten die Basis für die in den Modellpartnerschaften entwickelten Unterrichtsprojekte. Als außerschulische Lernorte unterscheiden sich die SCE inhaltlich und organisatorisch stark von schulischen Einrichtungen. Durch die dadurch vorhandene Flexibilität sowie die spezifischen Rahmenbedingungen stellen diese Institutionen eine interessante Ergänzung zum Unterrichtsgeschehen dar. Idee des Projekts „Forschend Lernen“ war es, dieses Potential effizient zu nutzen und Beiträge in jenen Unterrichtsfeldern zu leisten, die die Schulen nicht oder nur schwer selbst abdecken können. Unter anderem wurden nachfolgende Ressourcen von den Science Center Einrichtungen in die Modellpartnerschaften eingebracht:

7.2.1 Innovative Vermittlungsansätze

Durch die permanente Herausforderung, unterschiedliche Zielgruppen durch attraktive Angebote anzusprechen, ist das Potential der Science Center Einrichtungen zur Entwicklung neuer und kreativer Unterrichtsmethoden stark ausgeprägt.

Für das vorliegende Projekt haben sich gezielt Science Center Einrichtungen zusammengeschlossen, die jeweils in ihrer Arbeit unterschiedliche Aspekte aus dem Themenfeld „Forschend Lernen“ aufgreifen. So wird recht gut das Spektrum der Möglichkeiten aufgezeigt, auf welche verschiedenen Arten durch Science Center Einrichtungen unterstütztes „forschendes Lernen“ im Schulalltag wirksam werden kann.

- Das sehr komplexe Lernprogramm der „Grünen Schule“ in Innsbruck setzt einen selbst entwickelten Unterrichtsansatz des forschend-begründenden Lernens um. Dieser unterstützt vor allem den Erwerb von Konzeptwissen und erweitert die epistemologische Kompetenz der Kinder.
- Das Unterrichtsmodell „Fridolins Naturgeschichten“ des Grazer Schulbiologiezentrums kombiniert Anchored Instruction mit Puppet Science und zielt auf eine Einführung in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen sowie eine Förderung der Problemlösekompetenz ab.
- Die beiden beteiligten großen Museen (das Technische Museum in Wien und das Haus der Natur in Salzburg) kombinieren in einer zeitgemäßen museumspädagogischen Didaktik historisches und naturwissenschaftliches Wissen und bieten so einen Alltagsbezug zu wissenschaftlicher Forschung sowie Gelegenheiten zum Training von Sinneswahrnehmungen und Kreativität.
- Das IFAU in Steyr ist ein Beispiel für eine gelungene dezentrale außerschulische Didaktik. Der hier eingesetzte exkursionspädagogische Ansatz bietet einen authentischen Einblick in das Arbeitsfeld naturwissenschaftlicher Feldforschung und

lässt Kinder auf phantasiebetonte, altersgerechte Weise in die Rolle von Wissenschaftler/innen schlüpfen.

- Das Unterrichtsprinzip der Aktionsführungen der Experimentierwerkstatt in Wien bietet einen ästhetisch-wertorientierten Zugang zu naturwissenschaftlichen Phänomenen und leistet einen Beitrag zum Empowerment.

7.2.2 Spezielle Exhibits und Inszenierungen

Die speziellen infrastrukturellen und räumlichen Gestaltungen der Science Center Einrichtungen sind der Rahmen für komplexe, aktivierende Szenarien und herausfordernde Situationen, die einen Ausgangspunkt für fächerübergreifende Lernprozesse bilden. Hier bot sich in den beteiligten Institutionen ein breites Spektrum von Lernumgebungen, die jeweils gezielt als Impulse und motivationale Unterstützungen für den Lernprozess genutzt wurden. So war es beispielweise möglich:

- in direkten Kontakt mit dem universitären Wissenschaftsbetrieb zu treten und wissenschaftsnahe Arbeitstechniken kennenzulernen,
- in phantasiebetonte Erlebniswelten einzutauchen und Naturwissenschaftsabenteuer zu erleben,
- historische Exponate zu betrachten und Alltagsgegenstände aus einem neuen Blickwinkel zu entdecken,
- in speziell adaptierten Naturräumen forschend aktiv zu werden und dafür verschiedene Instrumente und Geräte einzusetzen,
- an künstlerisch-technischen Exponaten einen individuellen und ganzheitlichen Zugang zu physikalischen Phänomenen zu entdecken.

7.2.3 Materielle und personelle Ressourcen

Zu den wichtigsten Beiträgen von Science Center Einrichtungen in Bildungspartnerschaften zählen auch das fachlich qualifizierte und didaktisch geschulte Personal sowie die Ausstattung mit aufwendigen Unterrichtsmaterialien.

Diese ermöglichten im vorliegenden Projekt Unterrichtsformen, die in dieser Form im regulären Schulalltag nicht umsetzbar gewesen wären:

- In den Science Center Einrichtungen und bei den Unterrichtsbesuchen der SCE-Mitarbeiter/innen standen genügend fachlich und pädagogisch geschulte Personen für betreuungsintensive Einzel- und Kleingruppenarbeiten zur Verfügung.
- Die Science Center Einrichtungen verfügen einerseits über einen Fundus an kreativen Unterrichtsmitteln, andererseits über die Möglichkeit, auch aufwendigere Utensilien herzustellen. Dadurch konnten die Klassen Materialien nutzen, deren Beschaffung oder Herstellung für eine einzelne Lehrkraft zu viel Aufwand bedeutet hätte.

7.3 Leistungsspektrum der SCE im Projekt „Forschend Lernen“

Das so vorhandene Potential der Science Center Einrichtungen konnte im vorliegenden Projekt „Forschend Lernen“ umfassend eingesetzt und effizient genutzt werden. Je nach Ausrichtung der jeweiligen Institution waren die dabei von den Science Center Einrichtungen übernommenen Funktionen zur Unterstützung des schulischen Lernens sehr vielfältig:

Organisation und Beratung:

- Schulübergreifende Organisation und Koordination,
- Laufende fachliche Begleitung und Beratung („Hotline“),
- Unterstützung bei weiterführenden Veranstaltungen und Exkursionen,
- Gestaltung von Workshops zur gemeinsamen Unterrichtsplanung.

Didaktische Entwicklung:

- Entwicklung von attraktiven Lernszenarien, Forschungsabenteuern und Unterrichtsprogrammen, die einen thematischen Rahmen über die Aktivitäten des Projektjahres bildeten.

Durchführung von Unterrichtseinheiten:

- Gestaltung von projektbezogenen Aktivitäten in den Science Center Einrichtungen,
- Betreuung von Unterrichtseinheiten im Klassenzimmer,
- Gestaltung von Freilandexkursionen.

Entwicklung und Bereitstellung von Materialien und Infrastruktur:

- Gestaltung von Exhibits, Inszenierungen und Tools in der Science Center Einrichtung,
- Bereitstellung von Unterrichtstools zur Nachbearbeitung im Unterricht,
- Nutzung des räumlichen und infrastrukturellen Potentials der jeweiligen Institutionen (Ausstellungen, wissenschaftliches Inventar, speziell gestaltete Naturräume).

7.4 Impulse für die zukünftige Positionierung von SCE

Einhergehend mit den vielfältigen Funktionen entwickelte sich im Projekt „Forschend Lernen“ ein neues Selbstverständnis der Rolle von Science Center Einrichtungen im Bildungsgeschehen. Dieses kann als richtungweisend für die zukünftige Ausrichtung außerschulischer Lernorte angesehen werden:

- weg vom Fachinhalt, der „aufbereitet“ wird - hin zu **prozesshafter Unterstützung des Lerngeschehens**,
- weg von der punktuellen Sicht einer Einzelveranstaltung hin zu **längerfristiger verbindlicher Begleitung von Lernenden**,

- weg von der isoliert und lokal agierenden Einzelinstitution, hin zu einer **Vernetzung der Akteure und Erweiterung der Aktionsräume**. Die Unterrichtskompetenz von Lehrer/innen fließt in die Arbeit der SCE ein und SCE-Mitarbeiter/innen gestalten Unterrichtseinheiten im Klassenzimmer.

Wie die Evaluationsergebnisse zeigen, stößt eine derartige Positionierung der Science Center Einrichtungen im Schulsystem auf äußerst positive Resonanz. Die beobachteten Effekte sprechen für eine intensivere Einbindung der Science Center Einrichtungen ins Bildungswesen.

7.5 Rahmenbedingungen für nachhaltige Bildungspartnerschaften zwischen Schulen und SCE

Die Erfahrungen aus dem Projekt zeigen aber auch auf, welche Strukturen und Rahmenbedingungen für eine über Einzelprojekte hinausgehende, nachhaltig wirksame Bildungspartnerschaft zwischen Science Center Einrichtungen und dem Schulsystem erforderlich sind:

- Eine wirksame und tragfähige Vernetzung benötigt eine dauerhafte Verortung, also einer Gelegenheit zum intensiven, gegenseitig befruchtenden Diskurs.
- Die organisatorischen, rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen müssen so gestaltet sein, dass die Einbeziehung von Science Center Einrichtungen ins Unterrichtsgeschehen ermöglicht und gefördert wird.
- Um hier verlässliche Richtlinien durchzusetzen, wird ein gewisses Maß an qualitativen Standards und Verbindlichkeit seitens der Science Center Einrichtungen nötig sein. Besonderes Augenmerk muss daher auf die spezielle Didaktik der Science Center Einrichtungen unter Einbeziehung bildungswissenschaftlicher Erkenntnisse gelegt werden.

Durch die im Projekt entwickelten Kooperationsstrukturen zwischen schulischem und außerschulischem Lernen und den Auftakt zur Etablierung einer österreichischen Science Center Didaktik hat „Forschend Lernen“ hier wertvolle Pionierarbeit geleistet, um die Ressourcen der Science Center Einrichtungen effizient und nachhaltig für das Innovationssystem nutzen zu können. In diesem Sinne ist zu hoffen, dass mit „Forschend Lernen“ Impulse gesetzt wurden, um die Rolle von Science Center Einrichtungen im Bildungssystem neu zu definieren und entsprechende Schritte zur Realisierung partnerschaftlicher Vernetzungssysteme in der Bildungsarbeit einzuleiten.

7.6 Literatur

Deutscher Bildungsrat (Hg.) (1974): Gutachten und Studien der Bildungskommission. Band 38: Die Bedeutung verschiedener Lernorte in der Beruflichen Bildung. Stuttgart: Klett-Verlag.

Nuissl, Ekkehard (2006): Orte und Netze lebenslangen Lernens. In: Fatke, Reinhard / Merckens, Hans (Hg.): Bildung über die Lebenszeit. Wiesbaden: VS-Verlag, S. 69 – 84.

Salzmann, Christian (2007): Lehren und lernen in außerschulischen Lernorten. In: Kahlert, Joachm et al. (Hg.): Handbuch des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt-Verlag, S. 433 – 439.

Sauerborn, Petra/Brühne, Thomas (2009): Didaktik des außerschulischen Lernens. Hohengehren: Schneider Verlag.

8 Empowerment

Josef Greiner

DAS AUTONOME UND INTEGRALE SUBJEKT

Im Zentrum von "Hands-on-Didaktik" und "Forschend Lernen" steht das lernende Subjekt. Dieses soll unterstützt und motiviert werden.

Dabei sind vor allem zwei Aspekte wichtig:

- Das **AUTONOME**, selbständig agierende Subjekt: Selbst entdecken, einen eigenen Weg der Auseinandersetzung finden, aktiv Zusammenhänge erarbeiten, Begriffe und Konzepte bilden ...
- Das **INTEGRALE** Subjekt: Mit allen Sinnen, Logik, Phantasie, Emotionen, handlungsorientiert, erlebnisorientiert, ästhetische Zugänge, Kommunikation und Austausch ...

"Hands-on-Didaktik" und "Forschend Lernen" wollen das Subjekt in diesem Sinne anregen und befähigen.

DIDAKTIK UND VERMITTLUNG DER NATURWISSENSCHAFT

Das Umfeld dazu wird durch folgende Fragen abgesteckt:

1. Wie werden Theorien/Konzepte/Begriffe gebildet?

Hier geht es um das Wahrnehmen und Erkennen – sich ein Bild machen über Wirklichkeiten. Dies lässt sich auf verschiedene Weisen – mit unterschiedlichen Methoden tun. Eine davon ist die **NATURWISSENSCHAFTLICHE METHODE**

2. Wie werden diese gelernt/ gelehrt/ vermittelt?

Hier geht es um **DIDAKTIK** – um die **VERMITTLUNG** der gebildeten Theorien/Konzepte/Begriffe.

3. Was ist das spezifische an "Hands-on-Didaktik" und "Forschend Lernen"?

Antwort: Hier steht das **EIGENSTÄNDIGE SUBJEKT** im Mittelpunkt – es soll unterstützt, motiviert und angeregt werden.

DIE METHODE DER NATURWISSENSCHAFT

Die Naturwissenschaft ist bestrebt, in ihrer mittlerweile vierhundertjährigen Geschichte, methodisch die Objekte aus der Beziehung zum Subjekt herauszulösen (der sogenannte "Kartesische Schnitt"). Das Objektgeschehen soll "objektiviert" und so dargestellt werden, wie es unabhängig von jedem Subjekt abläuft: Reduktion, Widerspruchsfreiheit, Wiederholbarkeit, Quantifikation, Analyse, ... sind Kennzeichen dieser Methode. Das Ergebnis ist: "OBJEKTIVES WISSEN" - Sicheres, überprüfbares und subjektfreies Wissen (Theorien/Konzepte/Begriffe) über Objekte, die gesetzmäßig miteinander wechselwirken.

DIDAKTIK UND VERMITTLUNG

Wie kann dieses objektive Wissen am Besten vermittelt werden?

Das bedeutet in unserem Zusammenhang: Wie kann dieses OBJEKTIVIERTE WISSEN wieder ans SUBJEKT kommen?

HANDS-ON-DIDAKTIK

Im hands-on- Ansatz versuchen wir diese Wiederverknüpfung von Subjekt und Objekt dadurch zu fördern, dass wir eine BEZIEHUNG zwischen beiden Seiten anregen und das Subjekt dabei unterstützen. Wie aber lässt sich eine Beziehung herstellen zu einem Objektbereich, der zunehmend von aller Subjektivität methodisch gereinigt wurde?

DAS HISTORISCHE PROJEKT "NATURWISSENSCHAFT"

Die Naturwissenschaft hat sich seit ihren Anfängen vor etwa vierhundert Jahren sehr erfolgreich entwickelt. Im Sinne ihrer Methode wurde – im charakteristischen Wechselspiel von Theorienbildung und Experiment - das Wissen immer umfassender, allgemeiner, abstrakter und vereinheitlichter. (So hofft die Physik etwa, knapp vor der "Grand Unified Theory" zu stehen).

Gerade dieser große Erfolg hat der Naturwissenschaft allerdings auch den Ruf beschert, besonders "schwierig", abstrakt und unanschaulich zu sein – ihr Wissen ist ja tatsächlich (und darin besteht gerade ihr Erfolg) in eine maximale Ferne zu unseren menschlichen Alltagserfahrungen gerückt. Was ihr großer Erfolg ist, ist zugleich ihr (nicht nur) didaktisches Problem.

Wie kann ein derartiges "Wissen", das weitgehend subjektfrei gemacht wurde, wieder an die Subjekte herangebracht werden?

FORSCHEND LERNEN

Die Methode des "Forschenden Lernens" versucht die gewünschte Autonomie der lernenden Subjekte dahingehend anzuregen, dass diese selbst aktiv zu "forschen" beginnen. Sie sollen das Ideal des naturwissenschaftlichen Forschens so gut es geht selbst nachvollziehen: Messungen durchführen, Hypothesen bilden, Fragestellungen durch Experimente überprüfen, die Objektwelt in Modelle und Theorien fassen und so verstehen.

Damit, so der Ansatz, werden die Menschen dazu befähigt, das naturwissenschaftliche Wissen – trotz seiner Subjektferne – kennenzulernen und zu verstehen.

HANDS ON

Der "hands-on"- Ansatz geht noch weiter. Hier wird die zweite Säule einer subjekt-zentrierten Pädagogik, die "Integralität" des Subjekts, noch stärker berücksichtigt: Das "Hand-Anlegen", die Sinneswahrnehmung, Phantasie und Emotionen, ästhetisches Gestalten usw. – eben das ganze, integrale Subjekt soll tätig werden.

Dadurch gerät der hands-on-Ansatz allerdings auch weit stärker in Konflikt mit der spezifischen Methode der Naturwissenschaft, die man ja geradezu durch das Motto "hands-off" charakterisieren könnte.

In diesem Spannungsfeld – zwischen "hands-off" und "hands-on" muss die hands-on-Didaktik agieren.

"ERFAHRUNG"

Ein Hauptproblem für die hands-on-Didaktik besteht darin, dass die Naturwissenschaft, das gilt zumindest für die Physik, keine "Erfahrungswissenschaft" ist. Im Zentrum der Physik steht nicht die "Erfahrung", sondern das EXPERIMENT¹.

Das begann schon mit Galileis Thesen zum "Freien Fall" (alle Körper fallen gleich schnell) und seinem Trägheitsprinzip (Impulserhaltung) – beides widerspricht eklatant unserer (alltäglichen) Erfahrung. Nur, weil die Physik die Erfahrung – die ja nur durch Subjekte gemacht werden kann – hinter sich ließ, konnte sie sich so erfolgreich zu dem entwickeln, was sie heute ist.

Allerdings hat die weitere Entwicklung immer wieder dazu geführt, dass die neu geschaffenen Modelle (die zuerst der Erfahrung widersprachen) dann doch "erfahren" werden konnten: Die Wissenschaft fand technische Lösungen, um ihre konstruierten Modelle in Realität umzusetzen: Vakuum konnte erzeugt – und damit Fall- und Trägheitsgesetz bestätigt werden.

DIE "NATURWISSENSCHAFTLICH-TECHNOLOGISCHE FORTSCHRITTSSPIRALE"

Auf diese Weise begann sich eine "Naturwissenschaftlich-Technologische Fortschrittsspirale" zu drehen:

- Kühne Modelle und Theorien wurden entworfen und im Wechselspiel mit Experimenten ausgelotet.
- Bestätigte Modelle konnten technisch umgesetzt werden und dies schuf die Voraussetzung für neue Entwürfe.

Dieser Fortschritt veränderte im Lauf seiner vierhundertjährigen Geschichte sowohl

- die Welt der Objekte und Naturprozesse,
- als auch die passive (Wahrnehmung) und aktive (Gestaltung) bzw. Beziehung

der menschlichen Subjekte zur Natur.

Wir haben es heute – auch in der alltäglichen Erfahrung – mit Dingen, Phänomenen und Abläufen zu tun, die erst in diesem vierhundertjährigen Forschungsprozess geschaffen wurden. Die naturwissenschaftliche Forschung ist nicht nur ein Instrument des Erkennens der Wirklichkeit, sondern weit mehr noch ein Mittel zur Veränderung und Gestaltung derselben.

¹ Siehe Herbert Pietschmann, Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik. Berlin 1996, 2. erweiterte Auflage: Wien 2007;

INNENSICHT UND AUSSENSICHT - HERRSCHAFT UND BEZIEHUNG

Die Modelle und Theorien der Naturwissenschaft haben demnach nur mehr wenig mit unserer Alltagswahrnehmung der Dinge und Prozesse zu tun. Und doch können wir nicht anders, als von dieser auszugehen; wir befinden uns ja in dieser subjektiven, sinnlich-wahrnehmbaren Welt, die uns emotional beschäftigt, in der wir Lebensqualität anstreben und sinnvoll leben wollen.

Die Naturwissenschaft ist nur für die "Aussensicht" der Dinge zuständig. Mit ihrer Hilfe können wir die Objekte als gesetzmäßige Mechanismen verwalten und beherrschen. Sie erfasst die Wirklichkeit so, wie sie "von selbst", als Objektgeschehen – ohne Eingreifen und Wahrnehmen durch Menschen – abläuft.

Die "Innensicht" der Dinge und Vorgänge hingegen steht nur Subjekten offen. Subjekten, die sich selbst einbringen, Stellung nehmen, sich betreffen lassen und auf diese Art in eine BEZIEHUNG zu den Phänomenen treten. Mit Subjektivität ist immer auch Pluralismus, Kommunikation und Widerspruch verbunden.

- Die Haltung in der wir uns persönlich und subjektiv mit den Phänomenen auseinandersetzen, ist eine andere, als
- die "objektivistische" Haltung gegenüber der Natur, in welcher wir ein abstraktes Wissen aus Distanz gewinnen wollen, das zu Herrschaft und Verwaltung taugt.

Wenn wir diese zwei Weisen des "Forschens" als **"BEZIEHUNGSWISSEN"** und **"HERRSCHAFTSWISSEN"** bezeichnen, dann erkennen wir auch deutlich das Spannungsfeld der hands-on- Didaktik.

DAS SPANNUNGSFELD

Wir können dieses Spannungsfeld 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.

DIE DOPPEL- UND VIELDEUTIGKEIT DER WIRKLICHKEIT

Jedenfalls mündete der jahrhundertelange naturwissenschaftliche Forschungsprozess in einer gewissen "Doppeldeutigkeit" aller Wirklichkeit:

- Wir kennen die "Alltagsfassung" der Dinge – so, wie sie uns qualitativ in unseren subjektiven Wahrnehmungen "erscheinen", begegnen, sich uns zeigen und daher auch – als "Phänomene" – gegeben sind.
- Und wir kennen die naturwissenschaftliche Fassung, in der sie aus Atomen zusammengesetzt sind und als kausal-mechanistische Modelle bestimmten Naturgesetzen gehorchen.

Eine wesentliche Frage ist nun: Wie gehen wir mit dieser Doppelgleisigkeit um? Hier ist wieder die **AUTONOMIE** des Subjekts gefragt, die bei unserer Didaktik im Mittelpunkt steht.

Da es im Fall der subjektiven Wahrnehmung nicht nur ein, sondern viele unterschiedliche Auffassungen gibt, müssen wir sogar von einer Vieldeutigkeit der begegnenden Wirklichkeit sprechen.

Eine heute weit verbreitete Haltung lautet:

- Die naturwissenschaftliche Fassung ist die "richtige"; "in Wirklichkeit" gelten deren Modelle und Gesetze;
- Die persönlichen, qualitativen Phänomene hingegen werden als "Schein" interpretiert bzw. abgewertet.

Und es gelte, die Menschen beharrlich (und ausschließlich) an die naturwissenschaftliche Sicht heranzuführen. Insbesondere seien persönliche und subjektive Vorstellungen, Konzepte und Theorien nur dann und erst dann zu akzeptieren, wenn sie mit den naturwissenschaftlichen Modellen übereinstimmen. Tun sie das nicht, seien sie als "Fehlkonzepte" abzulehnen.

Diese Haltung nimmt, meines Erachtens, die Autonomie des Subjekts nicht wirklich ernst.

SUBJEKTIVES WAHRNEHMEN

"**Empowerment**" bedeutet in diesem Zusammenhang, das Subjekt zu unterstützen, anzuregen und zu befähigen, in diesem Spannungsfeld selbständig zu agieren und Entscheidungen zu treffen.

Insofern es um "Beziehungswissen" geht, gibt es einen gewissen Freiraum dafür, wie die Wirklichkeit sich zeigen und erscheinen kann. Dieser hängt etwa von der Sensibilität, Offenheit oder Aufmerksamkeit des Subjekts ab.

Die "Wirklichkeit" ist gar nicht so eng, starr und eindeutig, wie sie in der widerspruchsfreien naturwissenschaftlichen Modellwelt dargestellt werden muss.

Aber auch umgekehrt kann die subjektfreie Modellwelt auf jeder Entwicklungsstufe immer wieder subjektiv "ausgemalt" und "angereichert" werden.

Die hands-on-Didaktik befreit die subjektive Wahrnehmung von ihrem negativen Image, das sie von der Naturwissenschaft zugeschrieben erhalten hatte, und sieht in ihr eine positive Kraft, die es zu sensibilisieren, entwickeln, zu üben und auszubauen gilt.

ANALOGIE

Ein Zauberwort für das Wandern in dem genannten Spannungsfeld heißt "ANALOGIE".

In einer Analogie lassen sich

- die objektiven Modelle
- mit den subjektiven "Ausmalungen"

zu einer Einheit verbinden.

Die Analogie bleibt nicht dem Widerspruch zwischen objektiv und subjektiv verhaftet, sondern sie treibt ihn auf kreative Weise weiter. Das Erfinden und Entwickeln von Analogien ist eine Leistung des aktiven Subjekts.

Es ist zwar so, dass jede Analogie, so wie jeder Vergleich "hinkt", also in mancher Hinsicht "falsch" ist, aber das tut ihr keinen Abbruch. Die Analogie ist nicht so rigide, wie die trockene Logik; sie ist tolerant und lässt auch Ambivalentes zu, sie bringt Farbe in die Wirklichkeit.

Aus den Analogiebildungen kann die Hands-on-Didaktik ihre Energie und Motivationskraft beziehen.

OBJEKTIVIEREN UND "SUBJEKTIVIEREN"

Die Analogie-Methode nimmt uns die Angst vor Täuschungen und Irrtum, die seit Descartes – in Gestalt des methodischen **ZWEIFELNS** – zur Triebfeder des Erkennens geworden ist.

Eine Analogie gibt sozusagen von vornherein zu, dass sie nicht hundertprozentig "richtig" ist. Sie behauptet nicht **GLEICHHEIT** (stellt keine Gleichungen auf), sondern "Ähnlichkeit" – so etwas, wie eine "innere Verwandtschaft", ein "Zusammenpassen", eine gewisse "Resonanz" zwischen zwei Gegebenheiten – die daneben durchaus auch noch einen Unterschied behalten dürfen.

Damit erhält das Forschen und Erkennen eine neue, beziehungsweise zusätzliche Triebfeder.

Und diese zusätzliche Motivation ist die Stärke der Hands-on-Didaktik.

Versuchen wir eine Gegenüberstellung:

- Der naturwissenschaftlichen Vorgangsweise des methodischen Zweifels kommt es auf **SICHERHEIT** an. Ihr Ziel ist die **REDUKTION**: Sie bezweifelt alle Wahrnehmungsinhalte, **PRÜFT** sie und schließt alles "Überflüssige" aus. Sie will exakte **GLEICH-SETZUNG** und gelangt dadurch auf Gleichungen und **QUANTITÄTEN**. Es herrscht **EINDEUTIGKEIT**, **NOTWENDIGKEIT**, **GESETZ** und Zwang – es darf nur eine einheitliche Wirklichkeit und eindeutig determinierte Abläufe

geben. Sie will das **OBJEKT** deutlich herausarbeiten, indem sie dieses von den anderen isoliert, abhebt, trennt und so auf den Unterschied, die **DIFFERENZ** pocht.

- Die Analogiebildung hingegen trägt beim Wahrnehmen fast hemmungslos Assoziationen herbei; ihr geht es nicht um Reduktion, sondern im Gegenteil um Anreicherung. Sie eignet sich besonders für das Wahrnehmen von **QUALITÄTEN**. Die Analogie ist "Subjektarbeit" und sie kann pluralistisch und bunt schillern, so wie **SUBJEKTE** pluralistisch sein können. Hier wird erkannt durch das Finden dessen, was ähnlich und gemeinsam ist; was beim einen an das andere erinnert.

Diesen Gegensatz – zwischen der objektivierenden naturwissenschaftlichen Methode und einer subjektbetonten qualitativen Methode – versuchen wir in der hands-on-Didaktik als dialektischen Gegensatz zu verstehen.

DIE DIALEKTISCHE SICHTWEISE

Nach der von H. Pietschmann² geprägten dialektischen Vorgangsweise ist es sehr aufschlussreich, auf jeder Seite eines Gegensatzes nach dem jeweiligen "Schatten" zu suchen.

- Den "Schatten" der objektivierenden Methode könnten wir etwa als Gefahr der "Erstarrung", der Farblosigkeit und "MENSCHENFERNE" ausmachen. Das starke Sicherheits- und Nachprüfbedürfnis, das die Objekte exakt festnageln will, kann diese in trockenen Ordnungsschemata erstarren lassen und jeden lebendigen Reiz nehmen.
- Eine subjektive, rein qualitative Methode hingegen läuft Gefahr, zu schwammig, zu chaotisch und in ihrer Vielfältigkeit und Offenheit nichtssagend und beliebig zu werden.

Die objektivierende Methode, welche die Wirklichkeit auf mechanistische und kausale Gesetzmäßigkeit reduziert, eignet sich sehr gut dazu, die Objekte und Prozesse zu beherrschen und zu nutzen. Wir können damit lange, mechanistisch in sich geschlossene Abläufe konstruieren – Maschinen und Automaten – die von selbst, ohne Zutun eines Subjekts ablaufen. Als Subjekte brauchen wir dann nur mehr am Ende einer solchen Kette (Produktionsstraße) zu stehen, und deren "output" zu konsumieren.

Damit konnten sich die Menschen, im Laufe der "Fortschrittsspirale", viel mühevollen **ARBEIT** ersparen: Sie wird jetzt weitgehend durch objektivierte und mechanisierte Naturprozesse verrichtet.

Der Preis dafür ist – und das können wir gerade am Beispiel der (menschlichen) Arbeit gut sehen – dass wir (mit der Subjektauswahl) nicht nur die Mühe der Arbeit beseitigt haben, sondern auch den sinnlichen, qualitativen, lustvollen, sinnstiftenden und erfreulichen Umgang mit den Naturdingen.

² Herbert Pietschmann, Eris und Eirene – Anleitung zum Umgang mit Widersprüchen und Konflikten. Wien, 2002

Die Gefahr, der "Schatten" der naturwissenschaftlichen Methode ist, dass wir (die Subjekte) zu bloßen Konsumenten (Nutzern/"Usern") und Beherrschern der Naturvorgänge werden und dass uns die direkte qualitative Beziehung zu ihnen verloren geht.

Das ist, meines Erachtens, auch der tiefer liegende Grund für die steigende Unbeliebtheit naturwissenschaftlicher Fächer in der Schule und den Ruf nach einer "erlebnisorientierten" Pädagogik. Das unter Subjektausschluss gebildete, objektivierte und abstrahierte (von den konkreten Phänomenen abgezogene) Wissen beschäftigt nur einseitig das logische Denken. Es vermittelt nur die Regeln der Herrschaft und vernachlässigt die Bedürfnisse der Beziehung.

AUTONOMIE IN DER METHODENWAHL - METHODENPLURALISMUS

Mit dieser Diagnose will ich die objektivierende Methode keinesfalls abwerten; ich meine vielmehr, dass wir die Gegensätze zwischen "Objektivieren" und "Subjektivieren", zwischen "Herrschaft" und "Beziehung", zwischen "Ordnung" und "Kreativität", zwischen "Logik" und "Gefühl" als dialektische Gegensätze verstehen sollten.

Je besser die jeweils andere Seite im Spannungsfeld berücksichtigt wird, desto eher kann dann auch ein Abgleiten in den "Schatten" der einen Seite verhindert werden.

In diesem Sinne kann die Entwicklung der qualitativen Subjektätigkeit die Fähigkeit und das Interesse an der objektivierenden Methode sogar stärken.

Erst im Kontrast und als Ergänzung zu den "subjektivierenden Methoden" können die Vorteile und auch die Eleganz und "Schönheit" der exakten methodischen Reduktion wieder geschätzt werden.

Und dem Subjekt sollte die Freiheit eingeräumt werden, von Fall zu Fall die Wahl der Methode selbst zu entscheiden.

Wir betrachten es als eine Erweiterung der Kompetenz, wenn das Subjekt fähig wird, an denselben Phänomenbereich mit verschiedenen Methoden heranzugehen.

Und es ist unseres Erachtens auch kein Problem, wenn als "Ergebnis" unterschiedliche Sichtweisen "derselben" Wirklichkeit nebeneinander stehen – selbst dann, wenn gewisse Widersprüche zwischen diesen Sichtweisen bestehen.

Widersprüche müssen nur dann ausgeschlossen werden, wenn sie innerhalb der naturwissenschaftlichen Methode selbst auftreten – nur hier gibt es ein klares "richtig" und "falsch". Widersprüche zwischen verschiedenen Methoden hingegen fallen in den Ermessensbereich des Subjekts.

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN VERSCHIEDENEN NATURWISSENSCHAFTEN (FÄCHERN)

Abschließend möchte ich noch festhalten, dass diese Reflexion auf das Spannungsfeld zwischen SUBJEKT und OBJEKT vor allem aus den Erfahrungen mit der Physik angestellt wurden. Die Physik ist wohl eine der methodisch "strengsten" Naturwissenschaften, in der diese Methode zuerst entwickelt und am rigorosesten umgesetzt wurde.

In dieser Rolle scheint die Physik zum Vorbild vieler anderer Naturwissenschaften, wie etwa der Geologie oder der Biologie, geworden zu sein.

Bei diesen erhält allerdings – im jeweiligen Objektbereich begründet - die "Subjekt-Seite" eine zunehmend größere Bedeutung. Dort, wo qualitative Phänomene eine wesentliche Rolle spielen und erst recht dort, wo es um lebende, fühlende oder denkende Wesen als Objekte der Forschung geht, sollte die Forschungsmethode wohl noch weit gründlicher reflektiert werden.

Innerhalb des oben skizzierten Spannungsfeldes wird daher für jede Wissenschaft ein anderer Ort zu suchen sein. Der Spielraum für das autonome Subjekt wird dabei eher größer werden.

8.1 Literatur

Pietschmann Herbert (2002), Eris und Eirene – Anleitung zum Umgang mit Widersprüchen und Konflikten. Wien, 2002

Pietschmann Herbert (2007), Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik. Berlin 1996, 2. erweiterte Auflage: Wien 2007

9 Die Bedeutung der Evaluation im Projekt „Forschend Lernen“

Gerhild Bachmann, Andrea Frantz-Pittner, Silvia Grabner

Auf Evaluation als Mittel der Qualitätssicherung, Qualitätskontrolle und als Grundlage zur Entwicklung weiterführender Perspektiven wurde in „Forschend Lernen“ großer Wert gelegt und es stellten sich spezifische Fragen des interdisziplinären Methodeneinsatzes. Fachlich fundiert und unter Einbeziehung von Expert/innenwissen waren in das Projektgeschehen regelmäßige Evaluationsschritte integriert. Dabei kamen je nach Erkenntnisinteresse verschiedene adäquate Evaluationsansätze und -instrumente zum Einsatz (Stockmann/Meyer 2010, S. 206ff.).

Für die fundierte **Qualitätssicherung** als Steuerinstrument wurden während des gesamten Prozesses regelmäßige formative und auch summative Evaluationsmaßnahmen im Projekt „Forschend Lernen“ eingebaut. Auf diese Weise konnten Faktoren wie Teilnehmer/innenzufriedenheit, Verständlichkeit und Praktikabilität der Arbeitsmaterialien laufend kontrolliert und gegebenenfalls Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden. Nach Projektabschluss erfolgte eine **Überprüfung der Zielerreichung**. Damit wurde erhoben, inwieweit die eingangs definierten Zielsetzungen erreicht werden konnten.

Um die in „Forschend Lernen“ begonnene Entwicklung nachhaltig weiterführen zu können und die Übertragbarkeit in andere Kontexte abzuklären, wurden in der Evaluation auch Fragestellungen zu Bedürfnissen des Schulsystems und den Gelingensfaktoren von Bildungspartnerschaften behandelt. Das damit gewonnene **strategische Wissen** dient der **Planung von Perspektiven**.

Die ins Projekt integrierte Praxisforschung lieferte weiters bemerkenswerte bildungswissenschaftliche **Erkenntnisse** über die Wirksamkeit einzelner Unterrichtsansätze. Über den Projektumfang hinausgehende Fragestellungen werden in assoziierten Projekten weiter behandelt und liefern wertvolle Impulse für die Naturwissenschaftsdidaktik und im speziellen für den Unterricht in Biologie und Umweltkunde, Physik und Chemie.

9.1 Ausgewählte Evaluationsansätze

Um die vielfältigen Funktionen der Evaluationsaktivitäten abzudecken, waren sowohl **formative als auch summative Evaluationsschritte** erforderlich. Formative Evaluation findet bereits während des Prozesses statt, die Ergebnisse fließen wiederum in den Prozess ein und dienen der laufenden Qualitätssicherung. Summative Evaluation zieht ein Resümee nach Projektabschluss.

An die jeweilige Fragestellung angepasst wurden Methodentriangulationen aus **qualitativen und quantitativen Erhebungsmethoden** eingesetzt, die die Sachverhalte aus mehreren Blickwinkeln betrachteten (Hussy/Schreier/Echterhoff 2010, S. 213ff.). Dabei lieferten quantitative Verfahren wie z.B. Fragebögen oder Klebepunktdiagramme Aufschluss über allgemeine Trends und die Erreichung der Projektziele. Mit Hilfe qualitativer Verfahren wie z.B. Interviews, Schüler/innenaufsätze, Diskussionsgruppen konnten diese Erkenntnisse

vertieft und differenzierter betrachtet werden. Durch den triangulativen Ansatz ergab sich somit ein umfassendes Bild der im Projekt ablaufenden Prozesse und der Wirksamkeit der gewählten Ansätze.

Bewusst sind im Projekt „Forschend Lernen“ die **Eigenevaluation** durch die durchführenden Institutionen und die **Fremdevaluation** durch unabhängige externe Gutachter/innen kombiniert. Für die externen Beurteilungen konnten Expert/innen aus den erziehungswissenschaftlichen Instituten der Universitäten Graz und Wien sowie der pädagogischen Hochschulen gewonnen werden. Auf diese Weise wurden die Projektprozesse und -ergebnisse einer kritischen Außensicht unterzogen und gleichzeitig wird das Potential der Evaluation zur unmittelbaren Weiterentwicklung und Verbesserung der Praxis genutzt.

9.2 Evaluationsinstrumente

Für die Auswahl und Entwicklung adäquater Erhebungsinstrumente wurde die Beratung durch Expert/innen aus dem naturwissenschaftsdidaktischen Bereich (z.B. Institut für Didaktik der Naturwissenschaften in Salzburg, Austrian Educational Competence Center in Wien) in Anspruch genommen und es fanden die internationale Evaluationsstandards der DEGEVAL Berücksichtigung (vgl. <http://www.degeval.de>). So konnte sichergestellt werden, dass die Erhebungen internationalen fachlichen Qualitätskriterien entsprachen.

Zum Teil war es erforderlich, speziell auf die Altersgruppe zugeschnittene Erhebungsinstrumente und Techniken zu entwickeln, weil in der betreffenden Altersgruppe die Lesekompetenz für umfassende Fragebögen noch nicht in einem ausreichenden Maß vorhanden ist und in vielen Klassen mäßige Deutschkenntnisse in den Untersuchungen zu berücksichtigen waren.

Das so erarbeitete Repertoire an bildgestützten Erhebungstechniken, Puppent Interviews, kindgerechten Interview-Zugängen etc. kann als Pionierleistung des Projekts „Forschend Lernen“ angesehen werden.

9.3 Projektüberschreitende Transferleistung der Evaluation

Die intensive und breit angelegte Evaluation des Projekts lieferte einerseits eine Basis für die laufende Qualitätssicherung und die Abschätzung der Zielerreichung. Sie zeigt andererseits auch Chancen, Einsatzmöglichkeiten und Gelingensfaktoren von Bildungspartnerschaften für andere außerschulische Bildungseinrichtungen auf. Auf diese Weise kann das in diesem Projekt entwickelte Innovationspotential auch in anderen Konstellationen und Themenbereichen wirksam werden.

Die Evaluation von „Forschend Lernen“ setzte auch wichtige Impulse für die Didaktik-Forschung, indem Themenfelder aufgezeigt und einer Betrachtung unterzogen wurden, die auch in Zukunft im Zentrum der Begleitforschung von Bildungs Kooperationen stehen sollten:

- Die Rolle von Science Center Einrichtungen im Bildungskontext.
- Die spezielle Didaktik von Science Center Einrichtungen.

9.4 Exemplarische Ergebnisse der externen Begleitforschung

Die an der Universität Graz durchgeführten Begleitstudien (Bachmann & Prettenthaler 2009; Bachmann & Streitberger 2010) bezogen sich auf das Projekt „Forschend lernen“ in der Steiermark, das dem Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz oblag, auf das Networking und Wissensmanagement unter den sechs Science Center Einrichtungen (SCE) und den Schulen in allen Bundesländern. Angepasst an die jeweiligen Fragestellungen wurde eine Methodentriangulation aus qualitativen und quantitativen Erhebungsmethoden vorgesehen (u.a. Fragebögen, Beobachtungen, Leitfadeninterviews), um abzuklären, ob die Projektziele erreicht werden konnten, welche Effekte Forschendes Lernen auf die Schüler/innen hat und welche Faktoren, Kooperationen zwischen Grundschulen und Science Center Einrichtungen ermöglichen. Exemplarisch soll an dieser Stelle auf Ergebnisse der 3. Begleitstudie Bezug genommen werden, welche die Erfahrungsrückmeldungen der am Projekt „Forschend Lernen“ beteiligten Grundschullehrer/innen in den Bundesländern zum Gegenstand hatte (vgl. Bachmann & Grundner 2010). Nach Wessler (2010, S. 1031) können die Evaluationsergebnisse als entscheidende Informationsquellen für die Qualitätssicherung angesehen werden und sie sind als strategische Ressource nützlich für weitere innovative Entwicklungen.

Die Frage, wie das **Wissensmanagement** zwischen Science Center Einrichtungen und den Schulen funktionierte, wurde generell sehr positiv beantwortet. Besonders geschätzt wurden dabei von den Befragten die Lehrer/innenworkshops, welche auf die Treffen der Expert/innen vorbereiteten, wertvolle Unterrichtstipps bereithielten sowie eine Möglichkeit zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch darstellten. Darüber hinaus werden auch das von den SCE zur Verfügung gestellte Material, die Ansprechpersonen („Expert/innen“) sowie der spezielle Unterrichtsansatz („konstruktivistischer Ansatz“) an der Zusammenarbeit sehr geschätzt. Wichtig war es den Befragten auch, sich bei Fragen und Unsicherheiten an die SCE wenden zu können, um Hilfestellungen zu erhalten. Auch dies funktionierte - den Angaben nach - reibungslos. Insgesamt lässt sich sagen, dass die Kommunikation bestens klappte wie auch die von den SCE zur Verfügung gestellten Unterstützungen in Form von Material, Fachwissen, Lehrer/innenworkshops, Unterrichtsprogrammen vom Lehrpersonal der Schulen und von den Schüler/innen sehr gut angenommen wurden.

Hinsichtlich der Nachfrage nach **Problemen** fällt auf, dass einige der Befragten Schwierigkeiten in zeitlicher Hinsicht hatten. Sie bemerkten dazu, dass die einzelnen Module sehr zeitintensiv waren und dadurch das größte Problem in der Umsetzung aller Module bestand. Diese Hindernisse könnten durch zusätzliche Stunden überwunden werden. Darüber hinaus gibt es auch Schulen, an denen es überhaupt keine Schwierigkeiten gab.

Als **förderliche Rahmenbedingungen** wurden die eingesetzten Medien, wie Powerpoint und Mikroskope sowie die verwendeten Materialien (auch in Form von Arbeitsblättern) angesehen. Hinsichtlich der Auswirkungen der Kooperation auf den Unterricht kann gesagt werden, dass die Antworten der einzelnen Befragten höchst positiv ausgefallen sind. Vor allem die Begeisterung und Motivation der Schüler/innen durch die Kooperationen werden in diesem Zusammenhang erwähnt. Die Versuche zu den einzelnen Modulen und die

Möglichkeit, im Unterricht „anders“ zu arbeiten, gefielen besonders gut. Auch die intensivere Auseinandersetzung mit der Thematik stellt eine positive Auswirkung dar.

Beobachtet wurden von den befragten Lehrer/innen **bildungsrelevante Auswirkungen** auf die Kinder. Mehrfach genannt wurden dabei die Steigerung der Interessen und des Fachwissens, bessere Fähigkeiten und Fertigkeiten, mehr logisches Denken und Selbstvertrauen. Auch Fortschritte in der Sprachentwicklung (Begriffsbildung, Argumentieren) und die Förderung der sozialen Kompetenzen werden konstatiert. Weiters fällt auf, dass die Schüler/innen dadurch noch mehr Selbstständigkeit erlernten und die Gruppenarbeiten immer besser wurden. Ein/e Befragte/r gibt zusätzlich an, dass diese Kooperationen den Kontakt zu solchen Einrichtungen fördern und dass den Kindern der Ausblick auf universitäre Bildungsmöglichkeiten ermöglicht wird. Alles in allem kann gesagt werden, dass die Kooperationen zwischen SCE und Schulen durchwegs positive Auswirkungen auf die Kinder haben.

Die **Zusatzwünsche** fallen sehr unterschiedlich aus. Gewünscht werden von den Befragten u. a. mehr Zeit, ein weiteres Jahr mit einer solchen Betreuung sowie differenziertere Arbeitsblätter. Zur Art der Kooperation in den Bundesländern lässt sich festhalten, dass die Kommunikation zwischen SCE und den Lehrer/innen als sehr gut empfunden wird. Erwähnt werden der Kontakt durch Email-Nachrichten, persönliche Treffen (Vor- und Nachbesprechungen, Lehrer/innenworkshops) und die Schulbesuche.

Auch die Kommunikation zwischen SCE und Schüler/innen wird sehr positiv geschildert. Besonders hervorgehoben werden dabei die Betreuer/innen, welche um bestmögliche Rahmenbedingungen und um ein zielorientiertes Arbeiten bemüht waren. Insgesamt kann gesagt werden, dass nahezu alle Befragten die **Rollenverteilung** im Projekt „Forschend Lernen“ als sehr gelungen empfanden.

Was die Erwartungen an eine SCE anlangt, unterschieden sich die einzelnen Antworten wesentlich voneinander. Erwartet wurden Fachpersonal, Bereitstellung von Unterrichtsmaterial und finanzielle Unterstützung, aber auch regelmäßige Treffen, genaue Informationen, eine gut durchdachte Planung sowie gegenseitige Wertschätzung. Darüber hinaus waren auch Verlässlichkeit, Flexibilität, Teamfähigkeit, genauso wie geeignete Räume und genügend Geräte wichtig für eine erfolgreiche Kooperation. Ausnahmslos bejaht wurde die Frage nach mehr Kooperation zwischen den Volksschulen und den SCE.

Bei der Bedeutung der Kooperationen zwischen den Volksschulen und den SCE-Einrichtungen im österreichischen Bildungssystem wurden mehrere Sichtweisen genannt. So wird angegeben, dass es dadurch zu einem entscheidenden Entwicklungsschritt des Bildungssystems in die richtige Richtung kommen wird. Es wird allerdings auch vermutet, dass solche Kooperationen im Schulsystem nicht von Dauer sein werden, da die finanziellen Möglichkeiten nie ausreichen. Zudem wird erwartet, dass Kooperationen zwischen Volksschulen und SCE Auswirkungen auf den weiteren Bildungsweg sowie auf die Berufslaufbahn von Schüler/innen haben. Auch werden die Folgen in einem offenen und transparenten Unterricht gesehen, in denen Lernen auf unterschiedlichste Weise stattfindet und Partnerschaften mit außerschulischen Einrichtungen eingegangen werden können. Alle

Befragten erwarten sich insgesamt positive Auswirkungen von vermehrten Kooperationen zwischen den Volksschulen und den SCE, wie eine Steigerung des Interesses der Kinder an Naturwissenschaften, eine Bereicherung für Schüler/innen als auch für Lehrer/innen, ein besseres Fachwissen sowie eine Qualitätsverbesserung des Unterrichts. Durch systemisches Lernen gelingt es, die Effizienz der Organisationen zu steigern und das Wissen in Handlungen umzusetzen.

Bei den **strukturellen und organisatorischen Rahmenbedingungen**, die im Schulsystem erforderlich sind, um derartige Kooperationen zu fördern, gingen die Ansichten der einzelnen Befragten teilweise weit auseinander. Erforderlich seien u. a. eine Verbesserung des Platzangebotes an Schulen, eine verbesserte Geräteausstattung, gemeinsame Planungen mit den SCE als auch flexiblere Unterrichtseinheiten. Daraus lässt sich gut erkennen, dass viele Lehrer/innen in diesem Zusammenhang unterschiedliche Schwerpunkte setzen.

Last but not least wurde offensichtlich, dass alle teilnehmenden Schulen durchwegs ausgezeichnete **Erfahrungen mit der intensiven Zusammenarbeit der Science Center Einrichtungen** machten, indem vornehmlich positive Schlussfolgerungen erwähnt wurden. Das bedeutet, dass die Kooperationen äußerst erfolgreich verliefen, Synergieeffekte zur Folge hatten und sich viel Innovationspotential für weiterführende Projekte in diesem Kontext entwickelte.

9.5 Literatur

Bachmann, Gerhild / Grundner, Elisabeth (2010): Wissensmanagement im Projekt Forschend Lernen. Eine Online-Fragebogenerhebung. Begleitstudie III. Graz.

Bachmann, Gerhild / Prettenthaler, Evelyn (2009): Forschend lernen im Schulbiologiezentrum NaturErlebnisPark Graz. Eine Interviewstudie bei steirischen VolksschullehrerInnen. Begleitstudie I. Graz.

Bachmann, Gerhild / Streitberger, Edith (2010): Networking im Projekt Forschend Lernen. Eine Online-Fragebogenerhebung. Begleitstudie II. Graz.

Hussy, Walter / Schreier, Margrit / Echterhoff, Gerald (2010): Forschungsmethoden. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Stockmann, Reinhard / Meyer, Wolfgang (2010): Evaluation. Opladen & Bloomfield Hills: Verlag Barbara Budrich.

Wessler, Matthias: Evaluation und Evaluationsforschung. In: Tippelt, Rudolf/Hippel, Aiga von (Hg): Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung. 4. durchgesehene Auflage, Heidelberg: VS-Verlag, S. 1031 – 1048.