



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S2 „Grundbildung und Standards“

FORSCHENDES LERNEN IN DER BIOLOGIE- LEHRERINNENFORTBILDUNG

ID 1569

**Martin Scheuch
Manfred Bardy-Durchhalter
Günther Pass**

**AECC-Biologie
Universität Wien
Althanstr. 14, 1090 Wien**

Wien, 15.7.2009

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	2
ABSTRACT.....	3
1. AUSGANGSSITUATION UND ZIELE DES PROJEKTS.....	4
2. THEORIE UND GRUNDBILDUNGSASPEKTE.....	6
3. MATERIAL UND METHODEN	12
4. ERGEBNISSE	14
5. DISKUSSION UND AUSBLICK	21
6. QUELLEN.....	24
7. ANHANG	25
8. LITERATUR ZUM FORSCHENDEN LERNEN.....	27

ABSTRACT

Dieses Projekt untersucht Erwartungen und Vorstellungen von LehrerInnen zum Thema Forschendes Lernen im Biologieunterricht. Zur Erhebung der Daten wurden leitfaden gestützte Interviews transkribiert, und mit MaxQDA 2007 anhand einer Mischung aus deduktiven und induktiven Kategorien analysiert. Die Ergebnisse zeigen eine individuelle Schwerpunktsetzung der LehrerInnen in Bezug auf Forschendes Lernen.

Schulstufe: -

Fächer: Biologie

Kontaktperson: Ao.-Univ.Prof. Dr. Günther Pass

Kontaktadresse: AECC-Bio, Althanstraße 14, UZA II, 1090 Wien

1. AUSGANGSSITUATION UND ZIELE DES PROJEKTS

Das AECC-Biologie hat seit 2007 ein dreimodulares LehrerInnenfortbildungskonzept entwickelt und mit 3 Kursen (Alpen, Biodiversität, Natur vor der Haustür) durchgeführt. Der Biodiversitätskurs wurde Ende 2007 abgeschlossen, der Alpenkurs im Sommer 2008. Die Fortbildung „Natur vor der Haustüre“ fand bereits drei Mal statt und dauert jeweils von Mai bis Oktober, so auch 2009. Erste Evaluationsergebnisse zum Biodiversitätskurs liegen im Projektbericht 856 (IMST) vor.

Dieses Projekt ist ein Aufbauprojekt vom MNI Projekt Nr. 856 und nimmt sich einem thematischen Entwicklungs- und Forschungsschwerpunkt – dem Forschenden Lernen im Detail an und hilft daher bei der fachdidaktischen Weiterentwicklung des Forschenden Lernen im Biologieunterricht. Gleichzeitig werden durch den neuerlichen Kurs 2009 „Natur vor der Haustür“ in vielen Klassen Projekte durchgeführt, eine große Anzahl an SchülerInnen beteiligt und viel Erfahrung zu diesem Thema gesammelt. Von Mai bis Oktober 2009 gibt es in Kooperation mit der PH Wien und Niederösterreich sowie dem Nawi-Netzwerk Wien eine LehrerInnenfortbildung „Natur vor der Haustür“ nach dem 3-modularen System (Keller, Scheuch, Radits, & Pass, 2008) mit inhaltlichem Schwerpunkt „Forschendes Lernen in der Biologie“. LehrerInnen aller Schultypen, die sich für dieses Thema interessieren und selbst vermehrt Forschendes Lernen im Unterricht einsetzen wollen, waren dazu eingeladen. Durch die schulpraktische Umsetzung aller TeilnehmerInnen werden viele Erfahrungen mit dem Forschenden Lernen in der Biologie zusammen getragen werden.

Ein weiteres Projekt am AECC-Biologie untersucht, gefördert durch das Programm „Sparkling Science“ (www.sparklingsscience.at) des Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Forschendes Lernen in Forschungs-Bildungs-Kooperationen. Das Programm begann im Herbst 2008 und ist auf zwei Jahre angelegt. Zehn LehrerInnen forschen in diesem Projekt mit ihren Schulklassen und einem/einer WissenschaftlerIn gemeinsam an individuell ausgehandelten Schwerpunkten, zentral neben Forschendem Lernen ist ein Vermitteln des Konzepts der Natur der Naturwissenschaft, dem Verständnis von naturwissenschaftlichen Prozessen und dem Entstehen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Eine kontinuierliche LehrerInnenfortbildung zu diesen Themen findet in Reflexionswerkstätten, fachdidaktischen Workshops und individuellen Coachings statt.

Wir wollen so Erwartungen und Vorerfahrungen mit Forschendem Lernen in diesen zwei Gruppen von Biologie-LehrerInnen erheben. Die eine Gruppe arbeitet mit diesem

Thema im Rahmen des oben genannten LehrerInnenfortbildungskurses, im Zuge Ihrer Fortbildung, die andere in direkter Zusammenarbeit mit Bio-WissenschaftlerInnen.

Zielerreichung:

In unserer explorativen Studie möchten wir eine erste Einsicht in die Erwartungen und Vorstellungen der Lehrerinnen und Lehrer zum Forschenden Lernen in Biologie bekommen.

2. THEORIE UND GRUNDBILDUNGSASPEKTE

PISA 2006 zeigt auf, dass SchülerInnen sich in Österreich im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenzen im guten Mittelfeld bewegen (Schreiner, 2007, S.12) Nicht erst seit Veröffentlichung dieser Studien wird Forschendem Lernen im Unterricht breiter Raum gegeben und nicht zuletzt durch IMST, z.B. im Schwerpunkt 5 des IMST-Fonds¹, auch gefördert.

Vielen Kompetenzmodellen und Lernstandards liegt der Gedanke einer erwünschten naturwissenschaftlichen Alphabetisierung (Scientific Literacy) zu Grunde. Dass dies notwendig ist steht weitgehend außer Frage (Fischer, 1998). Alle diese Modelle legen ihren Schwerpunkt ein wenig anders, sind ein wenig anders gegliedert, lassen sich aber mit ihren Elementen meist in anderen Aufstellungen wiederfinden.

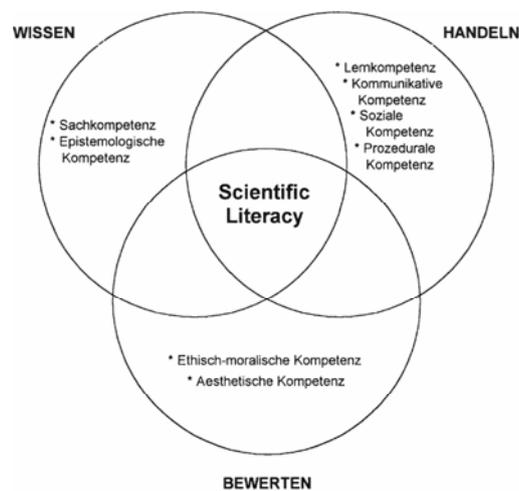
Roger W. Bybee (2002) unterscheidet vier hierarchische Dimensionen:

- **Nominale Scientific Literacy**
Einzelne Begriffe werden mit dem Bereich der Naturwissenschaft verknüpft, aber das Verständnis bleibt unvollständig, die Vorstellungen fehlerhaft und die Theorien naiv.
- **Funktionale Scientific Literacy**
Begriffe werden in ihrer Bedeutung korrekt angewendet, naturwissenschaftliche Texte können gelesen werden. Allerdings sollte das Verstehen von Begriffen nicht im Sinne eines „Vokabellernens“ aufgefasst sein.
- **Konzeptionelle/Prozedurale Scientific Literacy**
Lernende setzen Begriffe miteinander in Form von wissenschaftlichen Konzepten in Beziehung und verknüpfen verschiedene Felder miteinander. Dafür ist auch ein Verständnis von wissenschaftlichen Verfahren und Prozessen notwendig.
- **Multidimensionale Scientific Literacy**
Eine Perspektive der Historie von naturwissenschaftlichen Ideen ist fassbar, die Rolle von Naturwissenschaften in Gesellschaft und auf das persönliche Leben ist bewusst.

¹ http://imst3plus.uni-klu.ac.at/programme_prinzipien/fonds/schwerpunkte/s5/schwerpunktbeschreibung/

Bei der Betrachtung dieser vier hochgesteckten Dimensionen sollte bedacht werden, dass Bybee nicht davon ausgeht, dass eine Person alle möglichen Bereiche auf höchstem Niveau abdecken kann, sondern verschiedene naturwissenschaftliche Fachgebiete in den verschiedenen Dimensionen abgebildet sind. Die Ausbildung einer breiten funktionalen *Scientific Literacy* soll in der Bevölkerung jedoch als Zielvorstellung gedacht werden.

Gräber, Nentwig, & Nicolson (2002, S.137) erweitern die Dimensionierung von Bybee und stellen Scientific Literacy als Überschneidungsbereich dreier Kompetenzfelder dar.



Gräber, Nentwig, & Nicolson (2002, S.137)

Wissensbasis - Wissenskompetenzen

- Sachkompetenz definiert eine inhaltliche Fachkompetenz, orientiert an den gestaffelten Dimensionierungen von Bybee
- Verständnis der Entstehungsprozesse von naturwissenschaftlichem Wissen

Handlungsfähigkeiten - Handlungskompetenzen

- Themenbereichspezifische Lernkompetenz unterschiedlicher Ausprägung
- Fähigkeit, naturwissenschaftliche Inhalte zu diskutieren
- Erwerb von Bildung ist immer auch ein sozialer Prozess
- Beschaffung, Bearbeitung, Darstellung von Informationen. Das inkludiert einen Umgang mit Informationsquellen an sich (Bibliotheken,...) aber auch die Fähigkeit Experimente gestalten und Messungen durchführen zu können

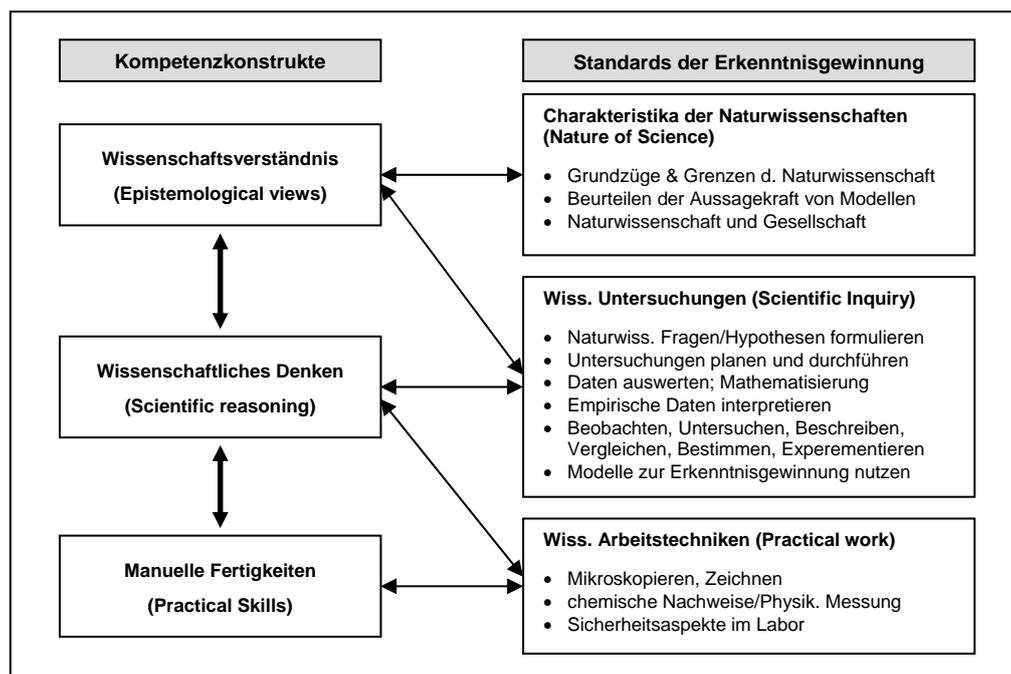
Bewertungsmöglichkeiten - Bewertungskompetenzen

- Verhaltensmöglichkeiten an gesellschaftlichen und persönlichen Werten beurteilen können
- Ästhetik betrifft nicht nur die Schönheit von Naturphänomenen, sondern auch die Eleganz von Formeln und logischen Abfolgen

Mayer (2007) verknüpft den Aufbau von Kompetenzen zum wissenschaftlichem Denken mit der Theorie des Problemlösen und baut für sein *Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen* auf Konzepten der *Scientific Literacy* auf. Überschneidungen zwischen den Elementen der *Standards der Erkenntnisgewinnung* und den Kompetenzmodellen aus der Diskussion um *Scientific Literacy* (s.o.) sind gut zu erkennen.

Die drei Dimensionen der Standards der Erkenntnisgewinnung (wissenschaftliche Arbeitstechniken, Wissenschaftliche Untersuchungen, Charakteristika der Naturwissenschaften) werden mit kognitionspsychologischen Konstrukten (Manuelle Fertigkeiten, Wissenschaftliches Denken, Wissenschaftsverständnis) wechselseitig in Verbindung gesetzt.

Wie SchülerInnen Erkenntnisse über Wissenschaft gewinnen, lässt sich anhand des Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen (Mayer, 2007) nachvollziehen.



Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen (nach Mayer, 2007, S.178)

Das Grundbildungskonzept

Folgende Punkte des Grundbildungskonzeptes (IMST, 2003) sind mit den Zielen des Forschenden Lernen im Einklang. Der besseren Übersicht halber sind die Punkte in einer Tabelle (s.u.) zusammen gefasst:

Literaturrecherche

Wir haben Literatur zu Forschendem Lernen, Inquiry/Enquiry Learning zusammen getragen, um aus diesen Quellen deduktive Kategorien für die Analyse der Interviews zu entwickeln. Im Anhang findet sich eine Liste der Werke (mit Abstracts wo vorhanden).

Internationale Biodidaktik

Forschendes Lernen interessiert unter den verschiedensten Aspekten – kommendes Jahr findet die zweijährliche Tagung von den European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB) unter dem Jahresthema „Authenticity in Biology Education: Benefits and Challenges“² statt.

² <http://projectos.iec.uminho.pt/eridob/documentos/EridobCall-010409.pdf>

In diese Grundbildungstabelle haben wir Argumentationen aus der Literatur zu Forschendem Lernen eingefügt.

Projektname: 1569	Gesellschaftsrelevanz	Weltverständnis	Kulturelles Erbe	Wissenschafts- verständnis	Alltagsbewältigung	Berufliche Orientierung
Maßnahme	Begründung	Begründung	Begründung	Begründung	Begründung	Begründung
Forschendes Lernen	Befähigt naturwissenschaftliche Positionen nachzuvollziehen naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg wird gelernt auf naturwissenschaftlichem Erkenntnisweg entstandenes Wissen kann bewertet werden	Zugang der Naturwissenschaften zur Welt wird gelernt Wer versteht, wie die Erkenntnisse über die Welt entstanden sind versteht die Welt besser	naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg wird gelernt – dieser ist ein kulturelles Erbe, u.a. der Aufklärung	Naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess wird besprochen, damit wird den Zielen der Scientific Literacy zugearbeitet Forschendes Lernen kann Partizipation an der Wissensgesellschaft fördern Wissenschaftsverständnis (Nature of Science) kann besser nachvollzogen werden,	Alltagsprobleme können gute Ausgangspunkte für Aktivitäten des Forschenden Lernen bilden	Wissenschaftspropädeutik ermöglicht SchülerInnen sich auf den Berufswunsch NaturwissenschaftlerIn einzulassen

Projektname: 1569	An Voraussetzungen der Lernenden anknüpfen	An authentischen Problemen und anwendungsbezogen lernen	Erfahrungsgeleitet lernen	Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen	In sozialem Umfeld lernen	Mit instruktionaler Unterstützung lernen
Maßnahme	Begründung	Begründung	Begründung	Begründung	Begründung	Begründung
Forschendes Lernen	Schülerinnen und Schüler als Bezugspunkte suchen ihre eigenen Fragen und können ihr eigenes Interesse einbringen	der Gegenstand des Forschenden Lernen kann im Lebensumfeld der SchülerInnen liegen und als Ausgangspunkt genommen werden, die SchülerInnen definieren die Problemstellung mit	Erfahrungsgeleitetes Lernen – kann dem Forschenden Lernen zu Grunde gelegt werden	Forschendes Lernen hat stark interdisziplinären und fächerverbindenden Charakter Fragen von SchülerInnen halten sich selten an disziplinäre Grenzen → verschiedene Disziplinen geben auf Fragen unterschiedliche Antworten	Austausch ist wesentlich, einerseits innerhalb von kleinen Forschungsgruppen, andererseits über die Ergebnisse zwischen den Forschungsgruppen Heterogenität von Gruppen bringt unterschiedliche Perspektiven von Forschungsgegenstand → dies bewirkt Austausch & gemeinsames, vergleichendes Lernen	Der wissenschaftliche Erkenntnisweg ist eine Richtschnur, das über die Nature of Science generierte Wissen hilft naturwissenschaftliches Wissen besser zu bewerten

3. MATERIAL UND METHODEN

Die Daten zum Forschenden Lernen wurden über leitfadengestützte Interviews (Flick, 2007) erhoben. Eine wichtige Quelle zur Entwicklung des Leitfragens ist die Arbeit zum Teacher Belief Interview von Luft & Roehrig (2007) – der Leitfaden wurde in zwei Arbeitsgruppen des AECC-Bio entwickelt (Scheuch & Heidinger, submitted; Strametz, in progress). Auszüge aus dem Interviewleitfaden die für das vorliegende Vorhaben wichtig waren sind im Anhang zu finden. Die Interviews wurden aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Die Interviewtranskripte wurden auf bedeutungstragende Aussagen für das IMST-Projekt reduziert, die Texte in MaxQDA 2007 verwaltet und von zwei Codierern jeweils eine Interviewserie (KiP & LFB) analysiert.

Über eine Mischung aus einem deduktiven Kategoriensystem (siehe Ergebnisse) und induktiven Kategorien aus den Interviews selbst wurden die Interviewtranskripte nach der Qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2003) ausgewertet. In unserem Projekt sind wir nicht pro interviewte/r LehrerIn sondern über das ganze Material zusammenfassend und strukturierend vorgegangen und haben so eine Globalanalyse der Interviews (Flick, 2007) unter dem Aspekt des Forschenden Lernen vorgenommen. Für die Ergebnisdarstellung in diesem Bericht wurde das Verständnis der LehrerInnen vor allem aus der Kategorie „Ablauf des Forschenden Lernen“ herangezogen, die anderen Kategorien (vor allem „Authentisches Arbeiten“) dienen der Überprüfung der Ergebnisse.

Als Übersicht wurden die wichtigsten Kategorien aller Interviews in einem Code-Matrix-Browser dargestellt und besprochen. Der Übersichtlichkeit halber wurde nach deduktiven und induktiven Kategorien getrennt.

Das Material lieferten folgende Interviews:

LehrerIn	Fächer	Alter	Dienstjahre	Schultyp, Stadt/Land
KiP_1	Biologie, Physik (Unterstufe)	46	20	Gymnasium; Großstadt
KiP_2	Biologie, Chemie, Physik, Umweltökonomie, EDV	45	23	Höheren Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe; Kleinstadt
KiP_3	Biologie, Chemie (Unterstufe)	52	29	Gymnasium; Großstadt
KiP_4	Biologie, Mathematik, Hauswirtschaft, Werken	53	35	Hauptschule; Kleinstadt

LehrerIn	Fächer	Alter	Dienstjahre	Schultyp, Stadt/Land
KiP_5	Biologie	45	26	Gymnasium; Großstadt
KiP_6	Biologie, Chemie und Physik (Unterstufe)	27	4	Gymnasium; Großstadt
LFB1	Biologie, Religion	54	26 (davon 6 in Karenz)	Gymnasium; Großstadt
LFB2	Biologie, Französisch	38	12	Gymnasium; Kleinstadt
LFB3	Biologie & Zoologie Hauptfach	45	5	Montessorischule Sek. I; Großstadt
LFB4	Biologie, Mathematik	24	Probejahr	Gymnasium; Großstadt
LFB5	Biologie, Physik & Chemie (geprüft für Sek I)	47	22	Gymnasium am Land
LFB6	Biologie, Sport	47	16 (davon 8 Jahre in Karenz)	Gymnasium am Land

Die interviewten LehrerInnen sind sehr interessierte und motivierte BiologielehrerInnen. Einerseits haben sie sich entschlossen in einer Forschungs-Bildungs-Kooperation über ein Jahr lang mit einer Klasse zu arbeiten, andererseits haben sie sich für eine sechstägige Fortbildung mit dem Inhalt Freilandarbeit, Ökologie und Forschendem Lernen angemeldet. Die Meldung zum Interview war ebenfalls freiwillig, also nur die, die sich selbst meldeten, wurden interviewt.

4. ERGEBNISSE

Kategoriensystem

Die deduktiven Kategorien wurden vorab aus den Heften der Zeitschrift „Unterricht Biologie“ mit den Nummern 268, 318 und 327 entwickelt. Die induktiven Kategorien wurden aus den Interviews selbst abgeleitet – ausschlaggebend dafür waren die Themen der LehrerInnen zum Forschenden Lernen selbst.

INDUKTIVE KATEGORIEN

+ Induktive Aspekte von Forschendem Lernen

- Unterstützung von Außen
- Lehrerrolle selbstbeschrieben
- Selbstwirksamkeit von LehrerInnen beim Forschenden Lernen (Ursprünglich ist dieser Code entstanden aus "Scheitern" von Forschendem Lernen)
- Interdisziplinarität
- Nature of Science (siehe Besprechung Scientific Literacy)
- Freude daran haben (SchülerInnen freut es in dieser Lernumgebung zu arbeiten)
- Authentisches Arbeiten
- Organisatorisches (Alles was Forschendes Lernen fördert, oder (scheinbar meist aber) hindert)
- Lernorte für Forschendes Lernen (Lernumgebung für Forschendes Lernen, ., Orte zum Recherchieren)
- Unterrichtsmaterialien

DEDUKTIVE KATEGORIEN

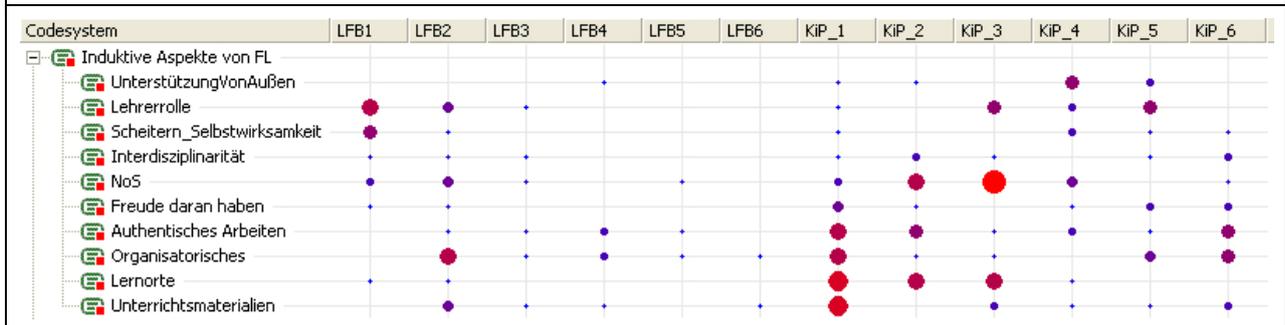
+ Ablauf von forschendem Lernen

- Beobachten
- Forschungsfragen formulieren
- Hypothesen/Vermutungen formulieren
- Planung von Untersuchung (Experiment, Vergleich,...)
- Durchführung & Datensammlung
- Auswertung der Ergebnisse
- Interpretation der Ergebnisse
- Recherchieren, Lesen

+ Erkenntnismethoden

- beobachten und beschreiben
- vergleichen und ordnen
- nachweisen
- experimentieren und erklären – Beziehung zwischen Phänomen und Bedingungen herstellen
- auswerten, präsentieren, schreiben

Deduktive Codes und ihre Verteilung (LFB kennzeichnet die sechs Interviews von LehrerInnen aus der LehrerInnenfortbildung, KiP die sechs LehrerInnen aus dem Forschungs-Bildungs-Kooperations-Projekt Bio-KiP)



Induktive Codes und ihre Verteilung

Eine erste Beobachtung ergibt, dass mehr induktive als deduktive Codes vergeben wurden. Bei den deduktiven Codes lässt sich sehen, dass der Ablauf und die Einbettung von Forschendem Lernen von allen LehrerInnen beschrieben wurden, Recherchieren und Lesen ist ebenfalls allen wichtig. Bei den restlichen Kategorien zeigen sich individuelle Schwerpunkte und Interessenslagen der LehrerInnen, entsprechend nur wenige geben Informationen in vielen Kategorien.

Zusammenfassung des Verständnisses zum Forschenden Lernen

Im folgenden Abschnitt werden die gemeinsamen Aspekte der zwölf Interviews herausgearbeitet und mit Zitaten belegt.

Forschendes Lernen ist praktisch arbeiten

Das Verständnis, dass Forschendes Lernen mit praktischem Arbeiten zu tun hat zieht sich durch alle Interviews. Einige unterschiedliche Zitate von verschiedenen LehrerInnen sollen dies veranschaulichen:

- „Das ist einfach wie learning by doing, nicht? Also, einfach möglichst viel selber tun, selber in die Hand nehmen und selber Schlüsse daraus ziehen, hätte ich gesagt.“ (LFB3, Abs. 35)
- „Also, in der Regel, wenn ich sage, wenn ich was Praktisches machen kann mit ihnen.“ (LFB5, Abs.13)
- „Ich mein, man kann Fruchtknoten und solche Sachen, Blumen anschauen. Also irgendwelche praktische Sachen. Dann habe Offenes Lernen mit Stationenbetrieb und dann bin ich aber eher schon bei Montessori.“

KiP1, Abs. 296)

- „Naja, etwas was sich nicht jetzt auf einen Nachmittag oder zwei oder drei, sondern halt auf längere Zeit sich mit einem Thema beschäftigt und dazu forscht. Für mich ist Forschen in Biologie etwas Praktisches tun.“ (KiP1, Abs 307)

Den LehrerInnen ist die Praxis wichtig, sie definieren sie oft in Abgrenzung zum Frontalunterricht („Im weitesten Sinne Ja, weil wir praktizieren das immer schon so, dass wir nicht den Kindern alles vorgeben, nicht Frontalunterricht haben, sondern, dass wir sie einfach fragen lassen, selbst ein bissl neugierig machen und dann das aufarbeiten.“ KiP4, Abs102-112). Das trifft einerseits die „Theorie“, von der es sich abzugrenzen gilt („Einfach durch die praktische Übung und weil da einfach jetzt ein Herz da liegt, was einfach mehr Aufmerksamkeit auf sich zieht, als wie wenn ich da jetzt ein Bild habe...“ LFB4, Abs. 7), andererseits die Unterrichtsform selbst, indem auf die Frage zum Forschenden Lernen hin als Antwort andere Unterrichtssettings und -methoden genannt werden. Dies sind „Projektunterricht“ (z.B. KiP2, Abs 35-40 „Also in dem Umweltökonomiezweig, also in diesem Ausbildungszweig haben wir sehr viele Projekte, die wir mit den Schülern machen. Also, für mich ist das forschendes Lernen.“ sowie Abs. 56, KiP1, Abs. 340, arbeiten nach Montessori (war Thema in KiP1, KiP6 und LFB3) und „Methode nach Klippert“ (KiP4 Abs. 369) zur Antwort kommt. Eine Aussage wo sich dieses Konzept zuspitzt, indem nämlich in der Praxis nicht mehr gelernt werden muss, stammt aus KiP2 Abs. 112: „Naja, ich hab irgendwie das Gefühl, dass das was ist, wo’s nicht lernen müssen. Also das merken sie sich einfach.“

Von der Haltung, dass praktisches Arbeiten für Forschendes Lernen notwendig ist, gibt es einen fließenden Übergang zu der Einstellung, dass SchülerInnen selbsttätig sein müssen. Die Selbsttätigkeit bezieht sich in erster Linie auf die Handlungen der SchülerInnen:

- „Wir haben in den letzten Biologiestunden für das Wasserprojekt, das wir zurzeit durchführen verschiedene Versuche gemacht und dann Protokolle dazu geschrieben und ich hab die Kinder in Gruppen geteilt, habe eine

Arbeitsanleitung gegeben und sie mussten einmal diese Versuche aufbauen und dann der ganzen Klasse vorführen.“ (KiP4, Abs. 180-181)

- „Das ist einfach wie learning by doing, nicht? Also, einfach möglichst viel selber tun, selber in die Hand nehmen und selber Schlüsse daraus ziehen, hätte ich gesagt.“ (LFB3, Abs. 35)

In dem ersten Zitat kommt ein zweiter Aspekt klar hinzu, der sich ebenfalls in mehreren Interviews finden ließ – die Anleitung als wesentlicher Aspekt des praktischen Arbeitens. Es muss vom Lehrer, von der Lehrerin gut vorbereitet sein, die Materialien müssen den SchülerInnen klare Vorgaben machen:

- „dann überlege ich mir in welcher Form, was gebe ich ihnen an Leitfaden sozusagen. Also sie kriegen halt gewisse Arbeitsaufträge, also ich mache ein Arbeitsblatt, wo das drinnen steht, dass das ein bisschen geleitet ist, nicht?“ (LFB2, Abs. 7)
- „Je nach Fragestellung halt oder Ziel. Ja, die sind eigentlich schon angeleitet. Da ist das Problem, dass es einfach total zeitaufwendig wäre und dann auch nicht vorbereitbar ist.“ (LFB4, Abs. 60)

Forschendes Lernen orientiert sich an der Wissenschaft

Durch alle Interviews zieht sich das Verständnis, dass Forschendes Lernen auch vom Forschen abgeleitet werden kann. Die LehrerInnen nennen in ihren Beispielen drei unterschiedliche Möglichkeiten, wie für das Forschende Lernen von der Wissenschaft abgeleitet werden kann bzw. wie die Wissenschaft Pate steht für diese Art von Lernen.

1. Deduktionsschleifen: zuerst wird biologisches Fachwissen gelernt, um es zu vertiefen, werden die Wissensbestände deduktiv durch Aktivitäten überprüft. „da habe ich es so gemacht: wir haben die Verhaltensfunktionskreise, dass man die einmal, also abgesehen von den Grundlagen, Erlerntes und Angeborenes, was weiß ich, die Grundbegriffe gemacht und dann haben wir so einen groben Überblick über die Verhaltensfunktionskreise und das sollten sie jetzt anwenden.“ (LFB2, Abs. 59) **In diesem Verständnis spielt der wissenschaftliche Erkenntnisweg auch eine wichtige Rolle:** „...das ist mir schon wichtig, dass sie halt ein bisschen naturwissenschaftlich Denken lernen oder wie muss ich das angehen, was will ich überhaupt wissen und welche Methoden muss ich dann anwenden, um halt eine bestimmte Frage, was ist überhaupt die Fragestellung oder wie lautet meine Hypothese und was muss dann am Schluss herauschauen, wie muss mein Ergebnis ausschauen, dass ich dann die Hypothese halt bestätigen kann oder nicht.“ (LFB2, Abs. 49)

2. Das Fachwissen wird an Hand von Erkenntnissen aus der entsprechenden Fachdisziplin vermittelt, d.h. der Vermittlungsinhalt ist einerseits das Wissen über das zu unterrichtende Phänomen, andererseits wie man zur Beschreibung und Erforschung dieses Phänomens gekommen ist.

„Mir ist es darum gegangen, wir haben vorher eben die Chromatographie in einem anderen Zusammenhang schon gemacht, also praktisch, ah, theoretisch besprochen, praktisch durchgeführt und jetzt ist es mir darum gegangen, nur noch zu sagen, wie das jetzt abläuft und sie haben selbst praktisch erkennen sollen, dass das jetzt praktisch eine andere Form davon ist und dazu ein Protokoll zu verfassen. (KiP6, Abs. 91)

3. Wissenschaft beschreibt die Welt – Forschendes Lernen ebenfalls. Über Deskriptive Aufgaben lernen SchülerInnen über Wissenschaft.

„also eben z.B. so ein gewässerökologisches Thema wäre genau das, wo man so viel machen kann. Also eben mit irgendwas messen, ob jetzt Fließgeschwindigkeit schauen, was sind für Tiere da, wie schaut das Substrat aus, etwas draußen kartieren, aufnehmen, aufschreiben und dann halt heim tragen und auswerten und einen Vergleich machen. Und das kann man halt in der Ökologie irrsinnig gut und man kanns nicht ganz so gut mit Evolution oder mit irgendsowas, wo ich nichts habe, was ich in die Hand nehmen oder vermessen kann, wo ich keine Daten habe.“ (LFB3, Abs. 31 - aber auch LFB4, Abs. 48)

Alle drei Zugänge wurzeln im Verständnis über die Funktionsweise der Wissenschaft und bedienen sich des gezielten Heraushebens von Aspekten, die den LehrerInnen wichtig sind. Durch die leitenden Materialien bleibt den SchülerInnen nur der Nachvollzug des zu lernenden Gegenstandes, eigene Fragestellungen kommen kaum vor. Die Fragestellung wird entweder vom Lehrer/ der LehrerIn mitvermittelt, oder vorausgesetzt.

Ein Konflikt, der nur von einem Interviewpartner zum Thema gemacht wurde, weist auf das Problem des angeleiteten Forschenden Lernen hin: „Für mich ist irgendwie das Schwierigste, was ich selbst gemerkt hab, wie ich mit den Schülern da gearbeitet hab, diese unterschiedliche Tiefe herauszufinden, wie weit man da mit Schülern reingehen kann in die wissenschaftliche Forschung. Es fängt schon bei der Fragestellung an, wie viel soll ich vorgegeben, wie viel sollen diese Fragestellungen von den Schülern kommen, Und da ist die Befürchtung von mir halt, dass da halt ein großer Graben dazwischen ist, den ich einfach selber in dem Kurs, den ich gemacht hab, gemerkt hab. Das es einfach nicht darum gehen soll, dass man Wissenschaft so bringt, wie's auf der Uni gebracht

wird und die Schüler sollen dann praktisch das für sich übernehmen müssen.“
(KiP6, Abs. 78).

5. DISKUSSION UND AUSBLICK

Im Rahmen des IMST Vorhabens haben wir ein deduktives Kategoriensystem für Forschendes Lernen entwickelt und getestet und induktiv neue Kategorien gefunden. Dieses Kategoriensystem sehen wir als ein wesentliches Ergebnis unseres Projektes an. Es soll in weiterer Folge am AECC-Bio für Forschungen zur Verfügung stehen.

Die Befunde aus der Literatur dienen im deduktiven Kategoriensatz als theoretisches Wissen über Forschendes Lernen, andererseits sind die induktiven Kategorien eine Bereicherung für künftige Vorhaben, um mit Forschendem Lernen auch in der LehrerInnenfortbildung zu arbeiten.

Material- & Methodendiskussion

In diesem Projekt haben wir erste Erfahrungen mit Forschendem Lernen als fachdidaktischem Forschungsgegenstand gemacht. Interessant ist, die Bedeutung der induktiven Codes, die die unterschiedlichen Fragestellungen in den beiden Interviewserien (KiP, LFB) zum Teil widerspiegeln. Beide Interviewserien sind trotz fast identer Leitfäden (siehe Anhang) mit unterschiedlichen Schwerpunkten verlaufen – was sich durch die unterschiedlichen Projekthintergründe erklären lässt. Wie wir in den Ergebnissen zeigen konnten, waren die induktiven Codes sehr bedeutsam, weil hier die LehrerInnen über ihr Verständnis von Forschendem Lernen frei berichten konnten und das im deduktiven Kategoriensatz nur begrenzt abgebildet werden kann. Nichtsdestotrotz ist auch die Abstimmung zwischen den zwei Codierern hinsichtlich der induktiven Codes nicht ausreichend erfolgt, hier muss in Zukunft besser an den gemeinsamen Definitionen gearbeitet werden.

In diesem Beitrag wurden nur gemeinsame Aspekte aus allen Interviews zum Forschenden Lernen heraus gearbeitet, im Detail präsentieren sich die Interviews natürlich viel differenzierter. Mit dieser globalen Auswertung können und wollen wir den einzelnen LehrerInnen nicht gerecht werden. An einer Auswertung der einzelnen Konzepte zum Forschenden Lernen wird in weiterer Folge gearbeitet.

Forschendes Lernen ist praktisches arbeiten & Selbsttätigkeit von SchülerInnen

Unsere LehrerInnen sind sehr engagierte LehrerInnen, die Aufwand nicht scheuen und neue Ideen im Unterricht umsetzen wollen. Ihre Innovationen im Unterricht sind vor

allem über „praktisches Tun“ umzusetzen, die SchülerInnen müssen selbst Hand anlegen und arbeiten. Sie entfernen sich in solchen Aktivitäten von der Theorie, vom Frontalunterricht, weil ihrem Verständnis nach die praktische Aktivität das Lernen der SchülerInnen fördert. Das Praxisverständnis der LehrerInnen bezieht sich auf „Hands on Aktivitäten“, wo SchülerInnen selbst etwas beim Mikroskopieren sehen, nach Anleitung experimentieren, Tiere fangen sollen.

Eine Interpretationsmöglichkeit dieser Praxisorientierung liefert Gräber (2002, S.138). Er schreibt zur Verknüpfung von Praxis-Handeln und Wissen-Lernen: *„Menschliches Wissen ist untrennbar mit menschlichem Handeln verknüpft. Bereits der Erwerb von Wissen ist nicht ohne Handeln denkbar, und dies gilt insbesondere für den intendierten Wissenserwerb beim organisierten Lehren und Lernen, wie es beispielsweise in der Schule stattfindet“*. Wir haben allerdings in unserem Material keine Hinweise zum Theorieaufbau durch die praktischen Tätigkeiten der LehrerInnen im Unterricht gefunden.

Die Abgrenzung von Forschendem Lernen von anderen Unterrichtsmethoden und Lehr-Lernumgebungen ist für LehrerInnen schwer. Oft werden Projektunterricht, offenes Lernen und recherchierendes Lernen mit Forschendem Lernen gleich gesetzt. Der wissenschaftliche Erkenntnisweg nach Mayer (2007, S.178) spielt nur eine untergeordnete Rolle. Allerdings ist auch die fachdidaktische Forschung in der Ausschärfung der unterschiedlichen Zugänge nicht immer konsequent. Chin & Chia (2004a, 2004b, 2006) haben in ihrer Untersuchung zum Problemorientierten Lernen im Rahmen von Projektunterricht das Forschende Lernen eingebaut und die Beziehungen dieser drei Theoriekonzepte herausgearbeitet.

Wie soeben ausgeführt wird in den Interviews vor allem die praktische Tätigkeit der SchülerInnen betont, der Erkenntnisprozess bei den SchülerInnen wird von den LehrerInnen nicht in die Selbsttätigkeit integriert.

Was wir zeigen konnten ist der Umstand, dass Forschendes Lernen in den Unterricht langsam Eingang findet. Allerdings nicht als Erkenntnis gewinnendes Lernen durch SchülerInnen selbst, wie es die Literatur zur Scientific Literacy fordert (siehe Theorie), sondern unter einem traditionellen Paradigma des Lehrens als Wissensweitergabe, wo Fachwissen und Wissen über die Wissenschaften direkt weitergegeben werden kann. Dies lässt sich vielleicht besser verstehen, wenn man die Studie von Kastenhofer (2004) über die Sozialisierung im Biologiestudium als Interpretationshintergrund heranzieht. Im Studium wird man in die Biologie eingeführt. Dabei ist ein wesentliches

Belief die Verschränkung von „Wissen und Sehen“, wodurch keine Unterscheidung mehr zwischen den beiden Begriffen getroffen wird. So kann ein/e LehrerIn über Aktivitäten wie Mikroskopieren vermeintlich SchülerInnen die Biologie „anschaulich“ machen, die zugrundeliegenden biologische Theorie aber nicht explizit gemacht wird. Die SchülerInnen werden so angeleitet, Lehrbuchabbildungen durch das Mikroskop zu sehen.

Resümierend lässt sich behaupten, dass sich die Beschreibungen der LehrerInnen vom Forschenden Lernen vor allem auf den beiden unteren Stufen des Forschenden Lernen nach Mayer (2007, S. 178) zu finden sind, nach Mayer allerdings vor allem die dritte Ebene als Ziel und die Integration aller Ebenen für naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung wesentlich sind. Das lässt sich auch aus dem Konzept der Scientific Literacy nach Gräber et al (2002, S.137) ableiten, wo die drei Kompetenzbereiche erst in der Überschneidung zu umfassendem Verständnis über Wissenschaft führen.

Für uns haben sich in der Auseinandersetzung mit dem Thema folgende Fragen für weitergehende Arbeiten ergeben:

- Wie lässt sich ein wissenschaftlicher Erkenntnisprozess auf das individuelle Lernen eines Schülers übertragen?
- Was geht in der Gestaltung der Lernumgebung für Forschendes Lernen verloren, was bleibt über?

Aus dem IMST-Projekt planen wir einen Posterbeitrag auf der ERIDOB 2010 mit dem Arbeitstitel: „Erfahrungen von BiologielehrerInnen mit Forschendem Lernen“.

6. QUELLEN

- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy Mythos oder Realität? In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. u. Evans, R. (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. (1. Aufl., S. 21-43). Opladen: Leske + Budrich.
- Chin, C. u. Chia, L.-G. (2004a). Implementing Project Work in Biology through Problem-based Learning. *Journal of Biological Education*, 38(2), S. 69-75.
- Chin, C. u. Chia, L.-G. (2004b). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction. *Science Education*, 88, S. 707- 727.
- Chin, C. u. Chia, L.-G. (2006). Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology Project Work. *Science Education*, 90, S. 44 – 67.
- Fischer, H.-E. (1998). Scientific Literacy und Physiklernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(2), S. 41-52.
- Flick, U. (2007). *Qualitative Sozialforschung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Gräber, W., Nentwig, P. u. Nicolson, P. (2002). Scientific Literacy - von der Theorie zur Praxis. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. u. Evans, R. (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. (1. Aufl., S. 135-145). Opladen: Leske + Budrich.
- IMST. (2003). Grundbildung: Ein dynamisches Konzept für mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung. *IMST Newsletter*, 2(8), S.
- Kastenhofer, K. (2004). Das Leben abbilden. In: Arnold, M. u. Fischer, R. (Hrsg.), *Disziplinierungen - Kulturen der Wissenschaft im Vergleich*. (S. 123-198). Wien: Turia + Kant.
- Keller, E., Scheuch, M., Radits, F. u. Pass, G. (2008). Förderung der Professionalitätsentwicklung von Biologie-LehrerInnen durch Fortbildung. In: Krüger, D., Anette Upmeyer zu Belzen u. Riemeier, T. (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (Vol. 7, S. 183-197): FU Berlin, HU Berlin.
- Luft, J. A. u. Roehrig, G. H. (2007). Capturing Science Teachers' Epistemological Beliefs: The Development of the Teacher Beliefs Interview. *Electronic Journal of Science Education*, 11(2), S. 38-63.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: Krüger, D. u. Vogt, H. (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. (S. 177-186).
- Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz UTB.
- Scheuch, M. u. Heidinger, C. (submitted). Begleitforschungs- und Evaluationsdesign eines LehrerInnenfortbildungsmodells. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 8, S.
- Schreiner, C. (Hrsg.). (2007). *PISA 2006. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse*. Graz: Leykam.
- Strametz, B. (in progress). Forschungs-Bildungs-Kooperationen am Beispiel des Projektes KIP - Kids participation in educational research. Universität Wien.

7. ANHANG

Ausschnitte aus dem Interviewleitfaden

Planung einer Unterrichtssequenz

Können Sie sich /Kannst Du dich an eine gelungene Unterrichtsstunde/Sequenz erinnern?
Mir würde es helfen, wenn es im Bereich Ökologie wäre, weil das mein Fachgebiet und Inhalt unserer LehrerInnenfortbildung ist (es muss aber nicht sein).

Beschreiben Sie mir bitte diese gelungene Unterrichtssequenz (kann von einer Unterrichtsstunde aufwärts gehen). Wie ist diese Stunde/Sequenz so konkret wie möglich abgelaufen?

Was ist Ihnen in dieser von Ihnen gerade beschriebenen Situation bzw. Unterrichtsstunde Ihrer Einschätzung nach gelungen?

- Warum schätzen Sie dies so ein? Bzw. woran lässt sich dies Ihrer Ansicht nach festmachen?

Was ist Ihnen in dieser von Ihnen gerade beschriebenen Situation bzw. Unterrichtsstunde Ihrer Einschätzung nach nicht so gut gelungen?

- Warum schätzen Sie dies so ein? Bzw. woran lässt sich dies Ihrer Ansicht nach festmachen?

Rückfragen beziehen sich auf das Beispiel!

Wie planen Sie so eine Unterrichtssequenz?

Auf was schauen Sie bei der Planung des Unterrichtes? Welche Punkte sind Ihnen da wichtig? (auf das Beispiel bezogen)

Welche Kriterien für die Auswahl wenden Sie für ein bestimmtes Fachthema an?

Wie gehen Sie bei der Auswahl der Lerninhalte vor?

Wie entscheiden Sie, was wichtig ist und was nicht?

Wie entscheiden Sie, wann es angebracht ist, ein neues Thema in den Unterricht zu bringen?

Welche Lernziele haben Sie da verfolgt?

Wie optimieren Sie das Lernen Ihrer SchülerInnen im Unterricht? Bzw. wie verbessern Sie das Lernen in der Klasse?

Wie beschreiben Sie sich als LehrerIn? Wie sehen Sie sich als LehrerIn? Welche Metapher fällt Ihnen spontan ein?

Wann haben Sie bei der Planung von Unterricht das Gefühl, dass der Unterricht klappen wird und die SchülerInnen die Lernziele erreichen?

Wie finden Sie heraus wann SchülerInnen in Ihrem Unterricht lernen?

Woran/Wie erkennen Sie, dass Ihre SchülerInnen verstanden haben, was Sie ihnen vermitteln wollen?

Wo gab es Abweichungen zum Plan?

Wieso sind Sie auf die Abweichungen eingegangen und haben sie zugelassen?

Wofür nehmen Sie sich im Unterricht gerne Zeit?

Wann bzw. wie lernen Ihre SchülerInnen Biologie am Besten?

„Die Biologie als Naturwissenschaft“ (NoS) und deren Rolle bei der Unterrichtsplanung sowie Forschendes Lernen bei SchülerInnen

Wie bedeutend ist biowissenschaftl Forschung für Sie als

BürgerIn bzw. BiologIn? Woran lässt sich das festmachen?

LehrerIn? Weshalb als LehrerIn?

Wie wirkt sich ihr Interesse auf den Unterricht aus?

Verfolgen Sie irgendwelche Forschungsgebiete der Biologie?

Wenn im Zuge der Unterrichtsvorbereitung fachliche Fragen zu einem Thema auftauchen, wie/woher holen Sie sich die benötigten Informationen?

Nennen Sie mir bitte ein Beispiel aus der letzten Zeit?

- Welches Thema hatte Ihre Diplomarbeit, wo haben sie die geschrieben?
- Haben Sie sonst naturwissenschaftlich geforscht?
 - Wenn ja, in welchem Bereich:

Spielt die „Biologie als Naturwissenschaft“ eine Rolle im Unterricht?

Werden biologische Erkenntnisprozesse zum Thema gemacht?

Bringen sie Biologische Forschung auch direkt in den Unterricht?

Gibt es ein Unterrichtsbeispiel von Ihnen, wo biowissenschaftliche Forschung im Mittelpunkt steht?

- Was verstehen Sie unter forschendem Lernen?
- Haben Sie Erfahrungen mit Forschendem Lernen: ja / nein
 - → Wenn nein: Was stellen Sie sich darunter vor?
 - → Wenn ja, welche? Bitte ein Beispiel?

8. LITERATUR ZUM FORSCHENDEN LERNEN

In dieser Liste sind Abstracts, wo vorhanden, inkludiert.

Ayers, J. M. and K. M. Ayers (2007). "Teaching the Scientific Method: It's All in the Perspektive." The American Biology Teacher **69**(1): 17-21.

Becker, G., C. v. Ilsemann, et al. (2001). Evaluation. Erwartungen - Erfahrungen - Herausforderungen. Qualität entwickeln: Evaluieren. G. Becker, C. v. Ilsemann and M. Schratz. Seelze, Friedrich Verlag. **XIX**: 4-7.

Bell, T. (2006). Forschendes Lernen. Piko-Brief: 1-6.

Bolland, A. (2005). Das Sieb des beständigen Versuchens – Forschendes Lernen und Freinet-Pädagogik in der LehrerInnenbildung.

Brunner, E. (2007). Forschendes Lernen, Lehrmittelverlag Kanton Thurgau.

Bulunuz, M. and O. S. Jarrett (2008). Development of positiv interest and attitudes toward science and interest in teaching elementary schience: influence of inquiry methodes course experements. TEPE.

Chin, C. and L.-G. Chia (2004). "Implementing Project Work in Biology through Problem-based Learning." Journal of Biological Education **38**(2): 69-75.

This study employed problem-based learning (PBL) for project work in a Year 9 biology class. The purpose of the study was to investigate (a) how self-generated problems and questions directed students in their learning, (b) how students reacted to this instructional approach, and (c) the problems that they encountered. Students formulated problems that they were interested in investigating and posed questions to which they wanted answers. These became the focus of subsequent inquiry and served to direct student learning in collaborative groups. Data sources included observation and field notes, students' written documents, audiotapes and videotapes of students working in groups, and student interviews. Issues relating to the design, management, and implementation of PBL in project work are discussed.

Chin, C. and L.-G. Chia (2004). "Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction." Science Education **88**: 707- 727.

This study employed problem-based learning for project work in a year 9 biology class. The purpose of the study was to investigate (a) students' inspirations for their self-generated problems and questions, (b) the kinds of questions that students asked individually and collaboratively, and (c) how students' questions guided them in knowledge construction. Data sources included observation and field notes, students' written documents, audiotapes and videotapes of students working in groups, and student interviews. Sources of inspiration for students' problems and questions included cultural beliefs and folklore; wonderment about information propagated by advertisements and the media; curiosity arising from personal encounters, family members' concerns, or observations of others; and issues arising from previous lessons in the school curriculum. Questions asked individually pertained to validation of common beliefs and misconceptions, basic information, explanations, and imagined scenarios. The findings regarding questions asked collaboratively are presented as two assertions. Assertion 1 maintained that students' course of learning were driven by their questions. Assertion 2 was that the ability to ask the "right" questions and the extent to which these could be answered, were important in sustaining students' interest in the project. Implications of the findings for instructional practice are discussed.

Chin, C. and L.-G. Chia (2006). "Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology Project Work." Science Education **90**: 44 – 67.

This case study involved year 9 students carrying out project work in biology via problem-based learning. The purpose of the study was to (a) find out how students approach and work through ill-structured problems, (b) identify some issues and challenges related to the use of such problems, and (c) offer some practical suggestions on the implementation of problem-based project work. Data sources included observation and field notes, students' written documents, audiotapes and videotapes of students at work, and student interviews. The findings showed that several students initially experienced difficulties in identifying a problem themselves but after discussing with family and friends, were able to overcome this initial barrier and subsequently formulated personally meaningful problems for investigation. The ill-structured problems stimulated students to pose questions which charted their courses of action, leading to independent inquiry. Students were led to investigate multidisciplinary elements beyond the boundaries of typical school science, and also learned about different modes of inquiry. The issues and challenges identified included identifying a problem for investigation; asking questions to negotiate the learning pathway; deciding what areas to pursue, given a multitude of possibilities; and figuring out how to extract relevant information from the available mass. Implications of the findings for instructional practice are discussed.

Crawford, B. A. (2007). "Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice." Journal of Research in Science Teaching **44**(4): 613-642.

This study examined the knowledge, beliefs and efforts of five prospective teachers to enact teaching science as inquiry, over the course of a one-year high school fieldwork experience. Data sources included interviews, field notes, and artifacts, as these prospective teachers engaged in learning how to teach science. Research questions included 1) What were these prospective teachers' beliefs of teaching science? 2) To what extent did these prospective teachers articulate understandings of teaching science as inquiry? 3) In what ways, if any, did these prospective teachers endeavor to teach science as inquiry in their classrooms? 4) In what ways did the mentor teachers' views of teaching science appear to support or constrain these prospective teachers' intentions and abilities to teach science as inquiry? Despite support from a professional development school setting, the Interns' teaching strategies represented an entire spectrum of practice - from traditional, lecture-driven lessons, to innovative, open, full-inquiry projects. Evidence suggests one of the critical factors influencing a prospective teacher's intentions and abilities to teach science as inquiry, is the teacher's complex set of personal beliefs about teaching and of science. This paper explores the methodological issues in examining teachers' beliefs and knowledge in actual classroom practice. © 2007 Wiley Periodicals, Inc. *J Res Sci Teach* 44: 613-642, 2007.

Driver, R., H. Asoko, et al. (1994). "Constructing Scientific Knowledge in the Classroom." Educational Researcher **23**(7): 5-12.

The view that knowledge cannot be transmitted but must be constructed by the mental activity of learners underpins contemporary perspectives on science education. This article, which presents a theoretical perspective on teaching and learning science in the social setting of classrooms, is informed by a view of scientific knowledge as socially constructed and by a perspective on the learning of science as knowledge construction involving both individual and social processes. First, we present an overview of the nature of scientific knowledge. We then describe two major traditions in explaining the process of learning science: personal and social constructivism. Finally, we illustrate how both personal and social perspectives on learning, as well as perspectives on the nature of the scientific knowledge to be learned, are necessary in interpreting science learning in formal settings.

Duit, R., H. Gropengießer, et al. (2007). Naturwissenschaftliches Arbeiten - eine Einführung. Naturwissenschaftliches Arbeiten, Unterricht Material 5-10. R. Duit, H. Gropengießer and L. Stäudel. Seelze-Velber, Friedrich.

Duschl, R. A. and R. E. Grandy (2008). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates: 1-37.

Gotwals, A. W. and N. B. Songer (2006). Measuring Students' Scientific Content and Inquiry Reasoning. The 7th international conference on Learning sciences table of contents, Bloomington, Indiana, .

Kelsey, K. A. and E. A. Steel (2001). The truth about science - a curriculum for developing young scientists. Arlington, NSTA press.

Kruckeberg, R. (2006). "A Deweyan Perspective on Science Education: Constructivism, Experience, and Why We Learn Science." Science & Education **15**: 1-30.

This paper investigates a Deweyan interpretation of constructivism as a means of developing a rationale for teaching science. The paper provides a review of constructivism from recent science education literature, along with some relevant criticisms. The paper then presents an interpretation of Dewey's formulation of the role of knowing and scientific concepts as tools for integrating and transforming experience, based primarily on Experience and Nature and The Quest for Certainty, arguing that a Deweyan version of constructivism improves upon recent cognitivist versions of constructivism, while providing a general justification for why ideas in science are worth teaching and learning.

Krüger, D.

Krüger, D. (2009). "Bezaubernde Biologie - mit Hypothesen der Lösung auf der Spur." MNU **62**(1).

Es wird ein "Zauber"-Experiment vorgestellt, das in verblüffender und beeindruckender Weise ein Handeln initiiert und ein Nachdenken über verschiedene Schritte beim Experimentieren anregt. Das Beispiel führt über sein hohes Motivationspotenzial an den naturwissenschaftlichen Problemlösungsprozess heran. Weil das intuitive Handeln der Schüler im Rahmen dieses Experimentes weitgehend naturwissenschaftlich angemessen ist, entfällt eine "Mängeldiskussion" identifizierter Defizite im Vorgehen der Schüler. Die Schüler erfahren und lernen, was auch in anderen Experimentalsituationen im Biologieunterricht gelten sollte: Fragen von Hypothesen abzugrenzen, viele Hypothesen aufzustellen, Untersuchungen zu planen, Kontrollen einzufordern, durch wiederholte Prüfungen (Falsifizieren) von Hypothesen einer Erklärung für das Phänomen schrittweise näher zu kommen und schließlich zu erkennen, dass Theorien ihr Vorgehen geleitet haben. Die Überwindung der zunächst suggerierten Antwort zur Erklärung des Phänomens löst Entdeckerfreude aus und lässt die Schüler aktiv nach der Lösung suchen. Mit gleichem Antrieb gehen engagierte Forscher bei ihrer wissenschaftlichen Arbeit vor.

Krüger, D. and J. Mayer (2006). "Forscherheft; Biologisches Forschen planen und durchführen." Unterricht Biologie - Kompakt **318**.

Langlet, J., Ed. (2001). Wissenschaft - entdecken & begreifen; 268. Unterricht Biologie.

Maschek, M. (2005). Unterricht in Schulfreiräumen; Ideen für forschendes Lernen rund um die Schule für 1. bis 6. Schulstufe. Wien, Umweltdachverband.

Mayer, J., Ed. (2006). Offenes Experimentieren; 317. Unterricht Biologie.

McDonald, S. and N. B. Songer (2008). "Enacting Classroom Inquiry: Theorizing Teachers' Conceptions of Science Teaching." Science Education **92**: 973-993.

National Academy of Sciences, Ed. (1996). National Science Education Standards. Washington, DC, National Academy Press.

Neumann, G.-H. (1979). Forschendes Lernen im Biologieunterricht. Düsseldorf, Pädagogischer Verlag Schwann.

Priemer, B. (2006). "Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen." Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften **12**: 159-175.

Im deutschen Sprachraum stehen Ansichten über die Entstehung, die Bedeutung und die Gültigkeit von Wissen in den Wissenschaften zunehmend im Zentrum didaktischer und psychologischer Forschung. Damit ist vielfach der Wunsch bzw. die Notwendigkeit verbunden, so genannte epistemologische Überzeugungen zu erheben. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über grundsätzliche Verfahren der Erhebung und vorliegende deutschsprachige Instrumente: Dazu wird neben einer Begriffsklärung und zusammenfassenden allgemeinen Bemerkungen ausführlich auf verschiedene prinzipielle Methoden der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen und deren Schwierigkeiten mit dem Schwerpunkt der Naturwissenschaften eingegangen. Darauf aufbauend werden die im deutschen Sprachraum verwendeten Verfahren vorgestellt, deren Ursprung in den Fachdidaktiken oder der Psychologie zu finden sind, und Desiderate weitergehender Forschung und Entwicklung benannt.

Randler, C., K. Kranich, et al. (2007). "Block scheduled versus traditional biology teaching—an educational experiment using the water lily." Instructional Science **36**: 17-25.

In this study, we compared a traditional teaching sequence (four distinct lessons) with a block schedule dealing with the ecological adaptations of the water lily. The educational unit contained original plant material and both experimental groups received the same tasks and working sheets. Pupils worked together in groups of three to four pupils in a self-regulated manner, carrying out hands-on experiments. However, both groups differed in their time schedule (four distinct lessons of 45 min versus one block of 180 min). Pupils from the traditionally scheduled education performed significantly better in the immediate post-test while these differences merged in retention.

Schmidkunz, H. and H. Lindemann (2003). Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Hohenwarsleben, Westarp Wissenschaften.

Songer, N. B. (2006). BioKIDS: An Animated Conversation on the Development of Curricular Activity Structures for Inquiry Science. Cambridge Handbook of the Learning Sciences. R. K. Sawyer. New York, Cambridge University Press: 355-369.

Spieler, M., F. Skiba, et al. (2007). "Forscherheft 2; Daten erfassen & interpretieren." Unterricht Biologie - Kompakt **327**.

Stäudel, L., B. Weber, et al. (2006). Forschen wie ein Naturwissenschaftler. Das Arbeits- und Methodenbuch. Seelze, Friedrich Verlag.

Wallace, C. S. and N.-H. Kang (2004). "An Investigation of Experienced Secondary Science Teachers' Beliefs About Inquiry: An Examination of Competing Belief Sets." Journal of Research in Science Teaching **41**(9): 936-960.

The purpose of this study was to investigate the beliefs of six experienced high school science teachers about (1) what is successful science learning; (2) what are the purposes of laboratory in science teaching; and (3) how inquiry is implemented in the classroom. An interpretive multiple case study with an ethnographic orientation was used. The teachers' beliefs about successful science learning were substantively linked to their beliefs about laboratory and inquiry implementation. For example, two teachers who believed that successful science learning was deep conceptual understanding, used verification labs primarily to illustrate these concepts and used inquiry as a type of isolated problem-solving experience. Another teacher who believed that successful science learning was enculturation into scientific practices used inquiry-based labs extensively to teach the practices of science. Tension in competing beliefs sets and implications for reform are discussed.

Welzel, M., K. Haller, et al. (1998). "Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden - Ergebnisse einer europäischen Umfrage." Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 4(1): 29 - 44.

Windschitl, M. (2004). What types of knowledge do teachers use to engage learners in "doing science"?: Rethinking the continuum of preparation and professional development for secondary science educators, National Academy of Sciences.

Windschitl, M. and J. Thompson (2006). "Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model-Based Inquiry." American Educational Research Journal 43(4): 783-835.

This study examined 21 preservice secondary teachers as they engaged in activities aimed at fostering an understanding of the epistemic roles that models, theory, and argument play in scientific inquiry. Findings indicate that instruction can help preservice teachers develop more sophisticated understandings of scientific models and promote incorporation of model-based lessons in their classrooms. However, even with scaffolding, the majority of these preservice teachers were unable to use theoretical models to ground their own empirical investigations. Two factors shaped participants' thinking about these inquiries. One was previous school-related research experience, which influenced not only what they recognized as models but also the way they believed models could be incorporated into inquiry. The other was a widely held simplistic view of "the scientific method" that constrained the procedures and epistemic frameworks they used for investigations. On the basis of these findings, the authors offer a more focused, evidence-based design for instruction around model-based inquiry.

Zion, M. and I. Sadeh (2007). "Curiosity and open inquiry learning." JBE 41(4): 162-169.

Asking questions is an activity central to inquiry learning. This research examined documents created during an open inquiry learning process of the Biomind programme for Israeli high school students. In addition, to understand how students express and develop curiosity in learning, we observed students during a molecular biology lesson, a subject not included in their inquiry project. We performed a grounded theory qualitative approach, based on content analysis. This paper presents four models for establishing logical associations between inquiry questions, and these can serve as a framework for the open inquiry plan. We found that students develop an open inquiry process on the basis of these models. In addition, we found that curious students conduct their inquiries by using the model providing the least degree of certainty, but a high degree of dynamic inquiry.

Zion, M., D. Shapira, et al. (2004). "Biomind – A new biology curriculum that enables authentic inquiry learning." Journal of Biological Education 38(2): 59-67.

In recent years, the science teaching community and curriculum developers have emphasised the importance of teaching inquiry and teaching science as inquiry. One way of developing learners' skills for planning and carrying out scientific research is by allowing them to perform independent research, guided by a teacher. It was recently discovered that there are considerable differences between experiments conducted by scientists and those conducted by students, with regard to the cognitive processes that the experimenters go through. Developing inquiry study activities that emphasise authentic inquiry was suggested in order to introduce students to cognitive activity that more closely resembles that of scientific professionals. This article describes the Biomind programme, intended for students of Grades 11 and 12 (ages 16 to 18 years) majoring in biology. The curriculum, developed by biology teachers, enables students to conduct independent research under teacher guidance. The curriculum emphasises the learning process, not just the outcome, and so students must reflect upon the work in progress. Moreover, the Biomind curriculum follows the principles of authentic inquiry. Biomind may improve students' scientific thinking abilities, expand the guidance aspect of teachers' work, and inspire curriculum developers to further emphasise inquiry.

Zion, M. and M. Slezak (2005). "It takes two to tango: In dynamic inquiry, the self-directed student acts in association with the facilitating teacher." Teaching and Teacher Education 21: 875-894.

The current research presents a qualitative view of a teacher–student association within the context of dynamic inquiry, as encouraged by a new biology curriculum, “Biomind”. This curriculum enables open inquiry learning through teacher guidance. We characterized the various aspects of the student’s functioning as a self-directed student during the open inquiry learning process. The student’s functioning corresponds closely to the teacher’s efforts to facilitate the student’s scientific literacy, initiative, responsibility, and motivation. Dynamic inquiry does not separate teaching from learning, but creates a learning community of teachers and students that is crucial to the success of the inquiry process.

Zion, M., M. Slezak, et al. (2004). "Dynamic, open inquiry in biology learning." Science Education **88**(5): 728-753.

In the new biology-learning curriculum for Israeli high schools, known as Biomind, students experience "open-inquiry." This paper describes a qualitative action research project that was performed in order to investigate the characteristics of the open inquiry learning process. Specifically, the research investigates this process in terms of the concepts of evidence, affective aspects, and other aspects that may emerge by following the open inquiry process. This paper also discusses how the findings from the open inquiry process can be used for further curriculum improvement. This research characterized the open inquiry as a dynamic inquiry learning process. The main criteria for characterizing the dynamic inquiry are learning as a process, changes occurring during the research, procedural understanding, and affective points of view. The paper further suggests methods of documenting the dynamic inquiry process. This documentation can assist in understanding the inquiry process from both the cognitive and metacognitive points of view. The educational and research processes described here contributed both to improving the curriculum and to establishing an infrastructure through which the science education community can emphasize dynamic aspects of science in open inquiry learning.