



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

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

DIDAKTISCHE KONZEPTE ZUM EXPERIMENTIEREN-LERNEN UND –LEHREN

ID 972

Dr. Roswitha Greinstetter

**Bakk. Josef Kriegseisen
Teilnehmer/innen eines Weiterbildungskurses
Pädagogische Hochschule Salzburg**

Salzburg, Juli 2008

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT.....	4
1 EINLEITUNG	5
2 THEORIEGRUNDLAGEN IM ÜBERBLICK	6
2.1 Konzepterwerb und Wissensstrukturierung.....	6
2.2 Wissenserwerb im Grundschulalter	6
2.3 Konstruktivistische Ansätze im Unterricht.....	7
3 PHASEN DER EVALUATIONSSTUDIE.....	9
4 KURSKONZEPT ZUR LEHRER/INNEN-WEITERBILDUNG	10
4.1 Inhaltliches Konzept zu den Rahmenthemen „Wasser“ und „Auftrieb“	10
4.2 Inhaltliches Konzept zum Rahmenthema „Luft“	12
4.3 Methodisches Konzept „Ergänzende Übungen zum Naturwissenschaftlichen-Lernen“	14
5 EVALUATION ZUM SCHÜLER/INNEN-FEEDBACK	18
5.1 Methoden und Instrumente.....	18
5.2 Auswertung der Evaluation	20
5.2.1 Tendenzielle Unterschiede: personenbezogene Items	22
5.2.2 Tendenzielle Unterschiede: Unterrichtsgestaltung	23
6 ERGEBNISSE AUS DEN REFLEXIONEN ZU DEN UNTERRICHTSERFAHRUNGEN	24
7 DISKUSSION DER ERGEBNISSE AUS DER EVALUATION	26
7.1 Interpretation der Ergebnisse aus der Schüler/innenbefragung.....	26
7.2 Zusammenfassung und Diskussion der Lehrer/innen-Rückmeldung zur Erprobung der Konzepte.....	28
7.3 Erfahrungsaustausch mit Kolleg/innen der Aus- und Weiterbildung	29
8 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK	31
LITERATUR	33
ABBILDUNGEN	35

ANHANG

Feedback zu den EXPERIMENTIERSTUNDEN	37
Rückmeldungen der Kursteilnehmerinnen zu den Erprobungen in der Klasse	39

ABSTRACT

Im Rahmen einer Lehrer/innenfortbildung wurden anhand konkreter Beispiele zu den physikalischen Phänomenen des Auftriebs und der Wirkung von Kräften (Themen: Wasser, Luft) ein Konzept zum Naturwissenschaftlichen Lernen vorgestellt. Das Konzept umfasste drei Perspektiven: Inhalt, Methode, und Unterrichtsevaluation mit Schüler/innen. Angeknüpft wurde dabei an aktuelle Forschungsstudien zum Experimentieren und konstruktiv-stisch orientiertem Lernen. Besonders berücksichtigt wurde dabei der gezielte Einsatz methodischer Tools zum Vorbereiten tiefergehender Reflexionsgespräche im Anschluss an die Experimentierphasen (Lernen auf höherem Denkniveau). Neu war auch die gemeinsame Schulung von Volks- und Hauptschullehrer/innen der 3. bis 6. Schulstufe. Die Rückmeldungen der Lehrer/innen und Schüler/innen nach der Erprobung zeigen Gelingensbedingungen und Problemstellen zu den drei Perspektiven auf.

Schulstufe: 3.-6. Schulstufe

Fächer: SU, PH/CH

Kontaktperson: Dr. Roswitha Greinstetter

Kontaktadresse: Pädagogische Hochschule Salzburg, Akademiestraße 23, 5020 Salzburg

roswitha.greinstetter@phsalzburg.at

1 EINLEITUNG

Das vorliegende Projekt schließt an die Forschungsstudie "Naturwissenschaftliches Experimentieren in der Volksschule - konstruktivistisches Unterrichtsmodell", gefördert durch das bm:bwk 2005-2007, an. In der genannten Studie zeigte sich unter anderem, dass *Unterrichtskonzepte zum Experimentierenlernen mit dem Ziel, auf höherem Denkniveau Experimentieren zu lernen*, zusätzlich zum Durchführen der Versuche gezielte Impulse bzw. weitere methodische Zugänge zum Reflektieren benötigen. Die Mitschnitte (Ton, Video) während der Handlungsphase des Experimentierens zeigten, dass nur selten nach Erklärungen der Phänomene (höheres Denkniveau) gesucht wurde. Vielmehr standen Beschreibungen der Vorgänge und Äußerungen zur Organisation im Vordergrund. Offen geleitete Reflexionsgespräche im Anschluss an die Phase der Versuchsdurchführung hingegen animierten, je nach Gesprächsführung, zur Herstellung von Verknüpfungen, Analogien und Alltagsbeziehungen. Aus den Ergebnissen der Studie entwickelte sich der Bedarf nach zusätzlichen Impulsen für die Gestaltung von Reflexionsgesprächen und weiteren methodischen Tools für naturwissenschaftliches Lernen in der Gruppe.

Im Rahmen des IMST3-Projektes galt es zunächst, die methodischen Zugänge auszubauen und zu präzisieren (Vorbereitungsphase für den Fortbildungskurs). Dabei war gezieltes Literaturstudium mit dem Fokus auf Handlungsanweisungen, Instruktionen und Denkimpulsen aus der englischsprachigen Literatur hilfreich. In weiterer Folge wurden diese ergänzenden methodischen Zugänge den Teilnehmer/innen des Fortbildungskurses exemplarisch präsentiert und diskutiert. Die inhaltlichen Konzepte zu den beiden Rahmenthemen Wasser und Luft orientierten sich an den Materialien der Forschungsgruppe um Frau Prof. Möller (Universität Münster).

Ziel der Fortbildungsveranstaltung war es, unter den drei Perspektiven

- Inhalt,
- Methode,
- Schüler/innen-Feedback

im Rahmen des Kurstages Unterrichtskonzepte zu ausgewählten Themen für die eigene Klasse zu adaptieren. Dazu wurde im Rahmen eines Nachmittags-Workshops mit konkreten Versuchsmaterialien und Anleitungen unter fachlicher Beratung in Kleingruppen gearbeitet. Die so entwickelten Unterrichtsentwürfe sollten in den beiden Monaten danach mit den individuellen Schwerpunktsetzungen in der eigenen Klasse erprobt werden. Die Unterrichtserfahrungen dazu galt es im Rahmen eines gesonderten Kurshalbtages mit den Kolleg/innen der Fortbildung (zwei Monate später) zu reflektieren und auszutauschen. Die Evaluation zum Projekt bezog sich auf den Erfahrungsaustausch der Lehrer/innen des Kurses und auch auf Daten aus Rückmeldungen von Schüler/innen der Klassen.

Zunächst werden in Kapitel 2 zur Grundlegung der Unterrichtsmodelle Basistheorien aus der Pädagogik und der Fachdidaktik sowie Forschungsergebnisse dazu vorgestellt. Die hier präsentierten Theoriehintergründe entsprechen zeitgemäßen Bildungszielen aus allgemeinpädagogischer Perspektive (hierzu auch ein Einblick in eine der Schlüsselkompetenzen „Scientific Literacy“) und orientieren sich an konstruktivistischen Denkvorgängen.

2 THEORIEGRUNDLAGEN IM ÜBERBLICK

2.1 Konzepterwerb und Wissensstrukturierung

„Der Erwerb von Konzepten gehört“ nach Weinert und Waldmann (1988) „zu den fundamentalen Leistungen des kognitiven Systems. Konzepte erlauben die Reduktion der Erlebnisvielfalt, indem sie unterschiedliche Dinge mit übereinstimmenden Attributen zu einer gemeinsamen Klasse zusammenfassen“ (a.a.O., S. 163). In dieser Beschreibung kommt deutlich zum Ausdruck, welche bedeutenden Stellenwert Konzepte in Bezug auf Wissenserwerb und mentaler Repräsentation haben. Es handelt sich hierbei um einen Abstraktionsprozess, bei dem unbedeutende Inhalte vernachlässigt und wesentliche Merkmale und Aussagen auf ein Mindestmaß reduziert, jedoch auch bewusst betrachtet und auf ähnliche (auch neue) Situationen übertragen werden können. Regelmäßigkeiten werden entdeckt. (Weinert & Waldmann, 1988, S. 165).

Ausschlaggebend für die Wissenskonstruktion sind sowohl personen- als auch äußere Faktoren. Interesse, Motivation, Selbstkonzept, Intelligenz und spezielles Vorwissen sind als *subjektspezifische Einflussfaktoren* einzustufen. In einer Wechselbeziehung zwischen Subjekt und Objekt (Vorgänge der Akkomodation und Assimilation) wird Wissen konstruiert. Dies geschieht sowohl über Interaktionen mit Objekten als auch mit weiteren Subjekten in Form von Kommunikation und Diskussion.

2.2 Wissenserwerb im Grundschulalter

Kinder im Alter von sechs bis zehn Jahren müssen ihre kognitiven Zugänge zur Welt erst ausbilden. Sie finden großteils auch ohne Anleitung auf natürlichem Wege ihre Vorgangsweisen zur Erkundung ihrer Umwelt. Vor allem sensomotorische und konkret-handelnde Aktivitäten ermöglichen jungen Kindern intensive und anhaltende Erfahrungen. Um Wissenskonzepte zu entwickeln, bedarf es allerdings weiterer zielgerichteter und strukturierter Auffassungen und Erkenntnisse, denen Abstraktionsprozesse zugrunde liegen.

Sodian (1995) hält fest, dass Wissenskonzepte basierend auf frühen Alltagserfahrungen auch Denkfehler entstehen lassen und betont, dass „Irrtümer“ von Kindern sehr schwer korrigierbar sind: „Es handelt sich nicht einfach um faktische Irrtümer, die durch korrekte Information leicht richtig gestellt werden können, sondern um alternative Denkweisen, die nur im Rahmen des begrifflichen Systems, in dem sie stehen, verstehbar sind, und deren Korrektur die Modifikation dieses Gesamtsystems voraussetzt“ (Sodian 1995, S. 633). Die Autorin geht auch davon aus, dass Grundschulkindern bereits grundlegende physikalische Intuitionen aufgrund ihrer Alltagserfahrungen besitzen. In diesem Zusammenhang wird von bereichsspezifischem Wissen gesprochen.

Um komplexe Wissensnetze entwickeln zu können, bedarf es entsprechender Lernumgebungen. Lerneinheiten sind so zu gestalten, dass Analogiebildungen, Abstraktionsprozesse und Vernetzungen ermöglicht werden. Stern und Möller (2004) betonen, dass das Denken von Grundschulkindern nicht auf das „Konkrete“ beschränkt bleiben soll und empfehlen anspruchsvollere Lerngelegenheiten. (a.a.O., S. 28).

2.3 Konstruktivistische Ansätze im Unterricht

Wissen wird nicht einfach transportiert sondern ist das Ergebnis von Konstruktionsprozessen einzelner Individuen. Bei den „Wissensvermittlungsprozessen“ im konstruktivistisch orientierten Unterricht geht es nicht um Eins-zu-Eins-Übertragungen, die Konstruktionsweisen der Einzelnen sind prinzipiell nicht planbar (vgl. Klein & Oettinger, 2000, S. 37). Reinmann-Rothmeier (1998) nennt folgende Merkmale des Prozesses (Abbildung 1).

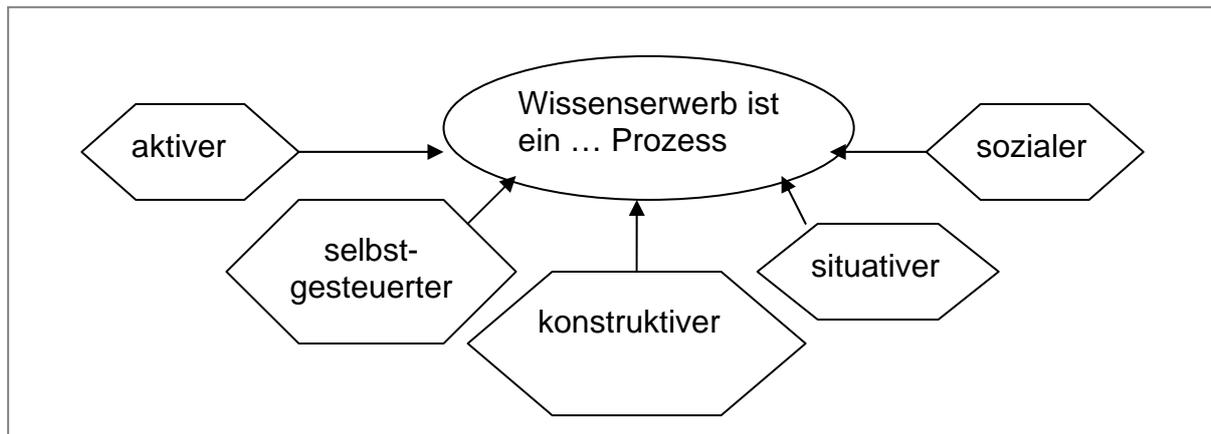


Abb. 1: Merkmale zum Prozess des Wissenserwerbs (nach Reinmann-Rothmeier 1998)

Klein und Oettinger (2000) konkretisieren Erfordernisse an die Persönlichkeit des Lehrenden und nennen folgende grundsätzliche Einstellungen:

Der/die konstruktivistisch orientierte Lehrer/in muss

- ◆ Unsicherheit annehmen,
- ◆ häufige Umstrukturierungen und Neukonzeptionen zulassen,
- ◆ Widersprüchlichkeit und Unvereinbarkeit (zunächst) unaufgelöst stehen lassen,
- ◆ mehrere Rollen einnehmen und zwischen diesen „switchen“,
- ◆ sich selbst stets neu entwerfen,
- ◆ improvisieren und
- ◆ mit Kritik leben können.

Auch außerhalb von didaktischen Situationen wird ein/e konstruktivistische/r Lehrer/in diese Haltung nicht einfach abstreifen können (a.a.O., S. 74 – 83).

Zentrale Ideen zu *Merkmale konstruktivistischen Unterrichts* sind zusammengefasst folgende:

- *Autonomie und Selbststeuerung*: Selbstgesteuertes Lernen umfasst die Entwicklung von Kompetenzen zu strategischem Lernen, ist von Merkmalen und Voraussetzungen des Lerners abhängig und benötigt sowohl offene als auch strukturierte Lehr- und Lernumgebungen (vgl. Duffy 1992, Einsiedler 1996, Gastager 1998, Konrad 2000, 2003, Mandl 2006, Reinmann-Rothmeier 2003).

- *Viabilität und fokussierende Elemente*: Prozesse der Viabilität (Überprüfung, Passung) stellen eigenes Denken mit der Realität in widerspruchsfreie Verbindung, ein Fokussieren auf wesentliche oder allenfalls zunächst konträre Erfahrungen stützt dabei den Prozess der Passung (vgl. Klein & Oettinger 2000, Patry 2001, Reich 2004, Weinberger 2005).
- *Interaktion, Kooperation und Reflexion*: Wirksames Feedback passiert in Phasen der Kooperation mit anderen, eigene Konzepte werden mit denen anderer reflektiert, eingepasst und ausgebaut (vgl. Beck 1995, Diekmann 2001, Heinzl 2006, Huber 1986, Konrad & Traub 2001, Mandl 1986, Reich 1999, 2004, Renkl 1997).

Wissenschaftsverständnis ist auf drei Ebenen anzubahnen (im Sinne von „Scientific Literacy“):

- *Auf methodischer Ebene*: Naturwissenschaftliche Vorgehensweisen wie detaillierte Fragen stellen, gezieltes Beobachten, Vergleichen, Messen, Tabellen anlegen, Kommunizieren und Argumentieren, Regelmäßigkeiten feststellen werden in der Grundschule zunächst isoliert betrachtet und in weiterer Folge zu komplexen Lernformen wie das Experimentieren an sich zusammengeführt.
- *Auf sachinhaltlicher Ebene*: Inhalte sind mehrperspektivisch und in Zusammenhängen zu erlernen und mit Gegenbeispielen zu differenzieren und zu konkretisieren. Die Relevanz der Inhalte bezieht sich auf die Altersstufe, auf die speziellen Interessen, auf das vorhandene Vorwissen der Kinder und auf zukunftsorientierte gesellschaftliche Anliegen und Herausforderungen.
- *Auf Metaebene* (Wissenschaftsbegriff an sich): Wissen ist immer vorläufig und muss aufs Neue hinterfragt werden.

3 PHASEN DER EVALUATIONSSTUDIE

Die Evaluation zum Naturwissenschaftlichen Lehren und Lernen wurde einerseits mit Schüler/innen im Alter von 8 bis 12 Jahren im Rahmen der Unterrichtserprobungen der Kursteilnehmer/innen durchgeführt, andererseits während des Kurshalbtages mit den Kursteilnehmer/innen selbst. Diese beiden Perspektiven werden im Bericht zur besseren Orientierung mit **S** oder mit **L** gekennzeichnet.

Zusätzlich werden in den Folgekapiteln folgende Hilfen mitgeführt:

Kurs-Input

Kursinput,

Unterricht

Unterrichtserprobung, Schüler/innen-Feedback

Kurs-Output

Reflexion und Kurs-Feedback

1. Phase: Erstellung des Kurskonzeptes

Das Kurskonzept zu den Unterrichtsmodellen sowie zur Evaluation mit Schüler/innen und Lehrer/innen wurde so angelegt, dass bewusst auf die Einbindung individueller Bedürfnisse der Lehrer/innen beim Fortbildungskurs geachtet werden konnte. Die entwickelten und beim Kurs vorgestellten Instrumente und Materialien wurden als Anregung verstanden, eine Anpassung an die jeweilige Klassensituation war erwünscht. Der Diskussion zu den Materialien wurde breiter Raum gegeben. Ergänzend wurde fachliche Beratung (z.B. Mail-Kontakte) in Aussicht gestellt.

2. Phase: Durchführung des Kurses und Evaluation (Schüler/innen-Feedback)

Die Durchführung des Weiterbildungskurses wurde durch die Pädagogische Hochschule Salzburg getragen. Die inhaltlichen Schwerpunkte des ersten Kurstages bezogen sich auf die Theoriehintergründe, auf konkrete Praxisbeispiele zu den beiden Themen „Wasser – Auftrieb“ und „Luft – Luftbewegungen“ und auf methodische Konzepte zu den Phasen des Experimentierens und der Reflexion. In den beiden darauffolgenden Monaten wurde der Unterricht erprobt und mit den Schüler/innen der Klasse evaluiert. Der zweite Kurshalbtag war ganz der Reflexion und dem Erfahrungsaustausch zu den Erprobungen im Unterricht gewidmet.

3. Phase: Auswertung der Evaluation (Schüler/innen-Feedback und Lehrer/innen-Feedback)

Diese Phase war der Auswertung der Rückmeldungen der Schüler/innen und Lehrer/innen gewidmet. In dieser Phase galt es einerseits die Konzepte zum Naturwissenschaftlichen Lehren (Inhalte, Versuche, Methoden) bezüglich Tauglichkeit zu prüfen (bestätigen, verwerfen), mögliche Zusammenhänge aufzuspüren (neue Hypothesen generieren) und die Konzeptideen zu erweitern bzw. zu korrigieren.

4 KURSKONZEPT ZUR LEHRER/INNEN-WEITERBILDUNG

Der Fortbildungskurs war für die Zielgruppe Lehrer/innen an VS und Lehrer/innen an HS (PC) unter dem Hinweis auf die Schwerpunktsetzung für den Unterricht mit 8-12-jährigen Schüler/innen ausgeschrieben.

Kurs-Input

Neben theoretischen Grundlagen zum Aufbau von Naturwissenschaftsverständnis auf Basis neuerer Forschungsansätzen wurden im Rahmen der Lehrer/innenfortbildung zu den Themenfeldern "Schwimmen/sinken von Gegenständen - Auftrieb des Wassers" und "Eigenschaften der Luft - braucht Platz, hat Kraft, bewegt" zunächst Versuchsreihen präsentiert und individuell erprobt.

Für das Kurskonzept waren verschiedene Kategorien von *Lehrer/innenkompetenzen zum Experimentieren-Lehren* berücksichtigt:

- (1) Bedeutung naturwissenschaftlichen Vorgehens erkennen, eigenes *Interesse* entwickeln, Mut zu neuen didaktischen Konzepten und Inhalten entwickeln
- (2) eigene Physik-/Chemiekenntnisse erweitern (*Fachspezifische Weiterbildung*)
- (3) Basiskenntnisse zu ausgewählten Themen *fokussieren* können, Grundstrukturen erkennen (Reduktion auf Schüler/innen-Niveau),
- (4) *Methodische Unterrichtskonzepte* zum Naturwissenschaftlichen Lernen (auch auf höherem Denkniveau) kennen und erfolgreich anwenden können
- (5) Unterrichtskonzepte zu neuen Themenfeldern sowohl aus inhaltlicher als auch aus methodischer Sicht vielfältig und subjektbezogen anlegen können (*Transfer*).

Die breite Streuung der Schulstufenzugehörigkeit der Kursteilnehmer/innen (Vorschulklasse bis 8. Schulstufe) stellte für die Kursabwicklung aufgrund unterschiedlicher Interessenslagen eine ganz besondere Herausforderung dar.

4.1 Inhaltliches Konzept zu den Rahmenthemen „Wasser“ und „Auftrieb“

Das inhaltliche Konzept zum Thema „Wasser“ wurde am Konzept der Forschungsgruppe der Universität Münster und an den Materialboxen dieser Gruppe orientiert (KiNT-Boxen 2005 Thema „Wasser“, Spectra).

Kurs-Input

Für ein Verstehen der Phänomene zu „Auftrieb im Wasser und Schwimmen“ gilt es, folgende Teilaspekte zu fokussieren und erfahrbar zu machen. Zunächst sind die *Stoffeigenschaften* der Gegenstände (Vollkörper), die ins Wasser gesetzt werden, näher zu betrachten. Wenn diese Körper eine deutlich höhere oder deutlich niedrigere Dichte im Vergleich zur Dichte des Wassers aufweisen, sind Schwimm- und Sinkvorgänge relativ eindeutig wahrzunehmen. Differenziert zu betrachten sind Stoffe mit „ähnlicher“ Dichte wie Wasser (z.B. Obst) sowie auch Materialien, die in unterschied-

lichen Dichte-Abstufungen vorliegen. Holz aus mitteleuropäischen Regionen hat eine geringere Dichte als Wasser und schwimmt daher. Spezielle Holzsorten wie z.B. Teakholz haben hingegen eine etwas höhere Dichte als Wasser und sinken daher. Ähnlich verhält es sich bei Kunststoffen und Wachs. In den meisten Fällen sinken Vollkörper aus Kunststoff, jene aus Wachs schwimmen im Normalfall auf Wasser. Auf diese Spezialfälle ist im Unterricht in Hinblick auf die Erfahrungswelt der Kinder besonders Rücksicht zu nehmen.

Das Volumen eines Körpers ist unter dem Aspekt seiner *Wasserverdrängung* zu betrachten. Sinkende Gegenstände verdrängen so viel Wasser, wie ihr Volumen ausmacht. Schwimmende Gegenstände tauchen mehr oder weniger tief im Wasser ein, ragen jedoch über die Wasseroberfläche heraus. Die Vorgänge müssen bei ruhigem Wasser durchgeführt werden, um zusätzliche Kräfte ausschließen zu können.

Die Versuche rund um das Phänomen „Auftrieb“ betreffen demnach die Teilschwerpunkte

- Verdrängung des Wassers,
- spezifisches Gewicht (Dichteeseigenschaft) eines Materials und
- Gesamtgewicht und Eintauchtiefe des Gegenstandes.

Abbildungen 2 und 3 zeigen das Unterrichtskonzept mit Versuchen aus den vier Unterrichtseinheiten zum Thema Wasser - Auftrieb des Wassers“.

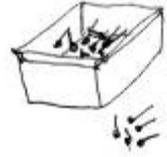
<p>UE 1: Gegenstände (Vollkörper) aus den Materialien, Holz, Plastik, Metall, Wachs</p>	<p>Tabellenblatt zum Vermuten und Überprüfen von Schwimm- und Sinkvorgängen</p> <p>Aussagesätze zum Überprüfen</p>	<p>Gegenstände: Stecknadel, Kieselstein, Styroporplatte mit Löcher, Zweig, Draht, Plastikmesser, Holzknopf, Holzbrett mit Löcher, dünne Metallplatte, Geldstück, Messer aus Holz, Glasmurmel, Kerze, Bimsstein, Korken, Metallkugel</p>	
<p>UE 2: Verdrängung</p>	 <p>Gegenstände gleich schwer, unterschiedlich groß</p>	 <p>Unterschiedlich große Gegenstände</p>	 <p>„Schiff“ unterschiedlich schwer beladen.</p>

Abb. 2: Übersicht über die Versuche zum Rahmenthema „Wasser – Auftrieb, UE 1-2“

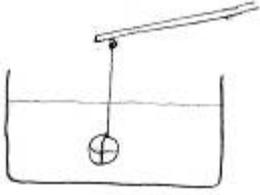
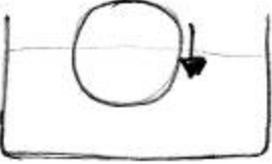
<p>UE 3: Auftrieb erfahren</p>	 <p>Schweren Gegenstand an Angel (bzw. Gummischnur) ins Wasser senken</p>	 <p>Ball (luftgefüllt!) eintauchen.</p>	 <p>Hand mit Plastiksack eintauchen.</p>
<p>UE 4: Inhaltliche Vertiefung und Erweiterung</p>	 <p>Wasserdruck in unterschiedlichen Höhen</p>	 <p>Ei im Wasser mit unterschiedlichen Salzmen- gen</p>	 <p>Plastikflaschen unterschiedlich gefüllt (Wassermenge, Luftmenge) >> U-Boot</p>

Abb. 3: Übersicht über die Versuche zum Rahmenthema „Wasser – Auftrieb, UE 3-4“

4.2 Inhaltliches Konzept zum Rahmenthema „Luft“

Erst auf der grundlegenden Erkenntnis aufbauend, dass *Luft Raum einnimmt*, kann in weiterer Folge der Teilaspekt **Kurs-Input** „*Luftwiderstand*“ erarbeitet werden. Der Luftwiderstand hängt von Form, Größe, Oberflächenbeschaffenheit und Geschwindigkeit des Körpers ab (Brockhaus 2003, S. 1239). Versuche mit mehr oder weniger Luftwiderstand lassen sich an sehr leichten, flächigen Gegenständen (z.B. Papier, Blätter) in unterschiedlichen Größen und Formen durchführen.

Indirekt wird Luft auch über *Luftbewegungen* wahrgenommen. Das Auge nimmt Objekte wahr, die durch den Wind bewegt werden, und Haut lässt bewegte Luft spüren. Für das Zustandekommen von Luftbewegungen sind verschiedene Ursachen möglich, oftmals wirken mehrere Ursachen zusammen. Durch isoliertes Betrachten einzelner Aspekte des Phänomens mittels ausgewählter Versuchssituationen werden die Phänomene bewusster wahrgenommen. Erst in weiterer Folge wird ein Erklären von wahrscheinlichen Ursachen spezieller Luftbewegungen möglich. In diesem Zusammenhang sind auch mechanisch herbeigeführte Luftbewegungen zu thematisieren.

Luftbewegungen werden durch Unterschiede im Luftdruck zwischen den Luftmassen verursacht. Dabei fließen Luftteilchen aus dem Luftbereich mit höherem Luftdruck in Richtung Luftgebiet mit niedrigerem Luftdruck so lange, bis der Luftdruck zwischen beiden Massen ausgeglichen ist. Unterschiedlicher Luftdruck kann durch unterschiedliche Temperatur und durch unterschiedliche Druckverhältnisse in der Atmo-

sphäre verursacht werden. Je größer der Druckunterschied zwischen den Luftbereichen ist, umso stärker ist auch die Luftbewegung.

Bei *Erwärmung der Luft* vergrößert sich das Volumen, es kommt zur Luftausdehnung. Die erwärmte Luft bewegt sich aufgrund der geringeren Dichte aufwärts. Ähnlich dem hydrostatischen Druck bei Flüssigkeiten gibt es auch bei Gasen das Phänomen des Auftriebs.

Generell ist die *Elastizität der Luft* als besondere Eigenschaft hervorzuheben. Gase können bis zu einem gewissen Grad komprimiert werden. Sie nehmen nach der Krafteinwirkung das ursprüngliche Volumen wieder ein. Brockhaus (2003) definiert Kompressibilität als „Volumenveränderung eines Stoffes unter Druckeinwirkung. [...] Diese Kompressibilität nimmt bei Gasen sehr große Werte an“ (a.a.O., S. 1104). Die Elastizität der Luft lässt sich mit Hilfe mechanischer Pressung bei gleichzeitiger Schließung der vorderen Öffnung des Gerätes (z.B. Pumpe, Spritze) gut wahrnehmen.

Für das inhaltliche Konzept zum Thema „Luft“ ergaben sich für die Fortbildung aus den genannten Teilaspekten folgende Schwerpunkte:

- Luft nimmt Raum ein und leistet Widerstand.
- Luftdruck lässt sich durch Erwärmung verändern.
- Luft lässt sich mechanisch komprimieren (Elastizität).
- Luft hat Kraft und bewegt.

In der tabellarischen Übersicht Abbildung 4 und 5 ist eine Auswahl der zentralen Versuche kurz dargelegt.

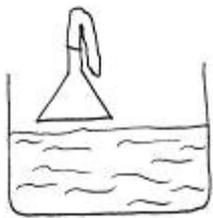
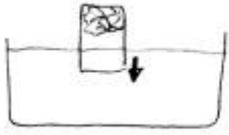
<p>UE 1: Luft nimmt Raum ein, ist elastisch</p>	<p>Mehrere vorne geschlossene Spritzen</p>	 <p>Trichter mit Ballon ins Wasser senken</p>	 <p>Taucherglocke</p>
<p>UE 2: Luft dehnt sich bei Erwärmung aus</p>	<p>Münze auf der Flasche</p>	 <p>Luftballon erwärmen (z.B. mit Föhn)</p>	 <p>Luftballon abkühlen – Umfang messen</p>

Abb. 4: Übersicht zu den Versuchen zum Rahmenthema „Luft, UE 1-2“

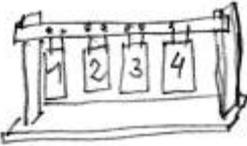
<p>UE 3: Luft hat Kraft, bewegt, leistet Widerstand</p>	 Luftballon hebt schwere Bücher	Luftballon in der Flasche aufblasen	 Fallschirm geöffnet und geschlossen
<p>UE 4: inhaltliche Vertiefung und Erweiterung</p>	 „Ansaugen“ von Gegenständen	Versuch mit der Weinpumpe: Luftballon in der Flasche beginnt zu wachsen	 Wetterstation „Wind und Windstärke“

Abb. 5: Übersicht zu den Versuchen zum Rahmenthema „Luft, UE 3-4“

Zu beiden Themen (Wasser, Luft) wurden beim Fortbildungskurs konkrete Versuche und Theoriehintergründe präsentiert bzw. zur eigenen individuellen Auswahl und Erprobung zur Verfügung gestellt.

Ein weiterer Schwerpunkt des Kurses war der Blick auf methodische Zugänge zum Naturwissenschaftlichen-Lernen. Diesem Inhalt und Ziel widmet sich daher folgend ein eigenes Kapitel.

4.3 Methodisches Konzept „Ergänzende Übungen zum Naturwissenschaftlichen-Lernen“

Harlen und Qualter (2004) für das Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen in den unterschiedlichen Phasen folgende unterrichtsorganisatorische Maßnahmen:



1. *Unterrichtsmaßnahmen zum Fragen, Voraussagen und Planen:* Unterstützend sind Wandtafeln oder Boxen im Klassenraum, in denen Fragen und Außergewöhnliches gesammelt und für forschendes Arbeiten bereitgestellt werden. Oftmals ist es nötig, beim Formulieren von Fragen beratend einzuwirken und für Planungsprozesse ein „planning board“ mit teilweiser Vorstrukturierung zur Verfügung zu stellen.
2. *Unterrichtsmaßnahmen zum Interpretieren von Informationen und Darstellen von Zusammenfassungen:* Für das Zusammenführen von Ergebnissen ist ausreichend Zeit zu geben und sicherzustellen, inwiefern eine Frage beantwortet oder eine Vermutung bestätigt bzw. widerlegt wurde. Gespräche über den Lernprozess selbst sollen das erforschte Phänomen betonen und nicht ausschließlich den beobachteten Effekt. Sämtliche Beobachtungen müssen zusammengeführt werden. Die Rolle der Moderation fällt in erster Linie der Lehrperson zu.

3. *Unterrichtsmaßnahmen zum Kommunizieren und Reflektieren:* Für das Berichten über die Erkenntnisse sind eigene Vorbereitungsphasen zur Verfügung zu stellen. Hierbei kann die Nutzung von Notizblöcken hilfreich sein. Die Präsentationen lassen sich durch Darstellungen in Form von Tabellen und Skizzen sowie durch Reflexion über die Art der Diskussion unterstützen. Hierzu können Aufforderungen und Anregungen durch die Lehrperson nötig werden.

Ausgehend von dieser und weiterer Publikationen (Harlen&Qualter 2004; Kaiser 2007; Köster 2006; Ministère de l'Éducation Nationale 2002) wurde den Kursteilnehmer/innen eine Auswahl an methodischen Zugängen zum gezielten Reflektieren und Kommunizieren-Lernen bzw. zum Darstellen und Interpretieren exemplarisch vorgestellt. In einer Übersicht sind diese mit drei besonderen Zielperspektiven (Planen/Konstruieren, Reflektieren/Kommunizieren, Darstellen/Interpretieren) in Abbildung 6 dargestellt:

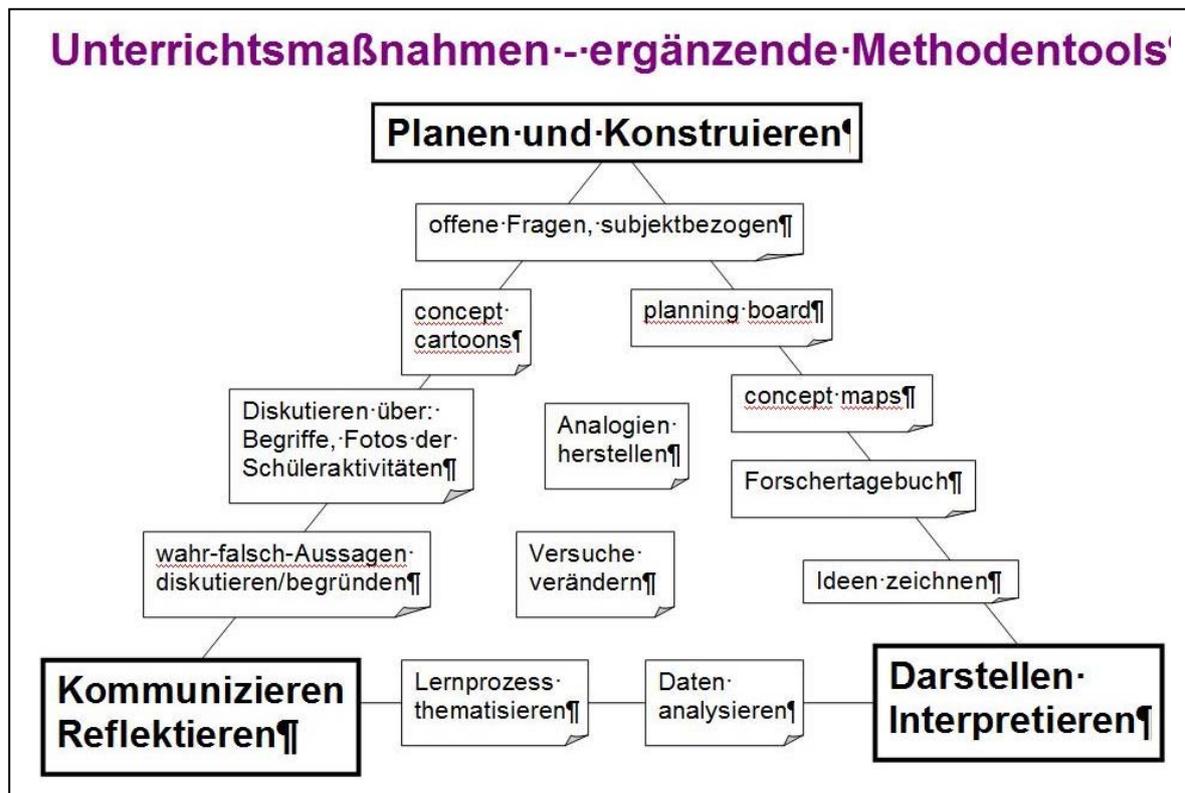


Abb. 6: Ergänzende Methodentools – Übersicht

Exemplarisch wurden zu der Auswahl im Rahmen des Fortbildungskurses folgende Beispiele zu den *Unterrichtsmaßnahmen (Methoden/Medien) zum Reflektieren/Kommunizieren* (lernen) vorgestellt (Abbildung 7 auf der Folgeseite):

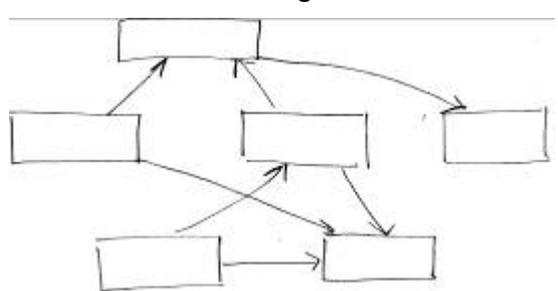
<p>(01) concept cartoon</p> <p>Bildimpuls mit Diskussionsbeiträgen einiger Kinder (Sprechblase)</p> <p>Das Floß zur Überquerung des Flusses schwimmt, weil ...</p> 	<p>(02) concept map mit Begriffskarten (Gruppe), oder concept sentences (jeweils 2 Begriffskarten zuordnen)</p> <p>ähnlich der Kartenlegetechnik</p> 
<p>(03) Kommunikation über den Lernprozess</p> <p>vorausgehend: Kurzprotokoll, Tagebuch</p>	<p>(04) wahr/falsch-Aussagen begründen</p>

Abb. 7: Beispiele zur Unterrichtsmaßnahme „Reflektieren/Kommunizieren“

Zu den Unterrichtsmaßnahmen (Methoden/Medien) zum Darstellen (lernen) wurden folgende Beispiele präsentiert (Abbildung 8):

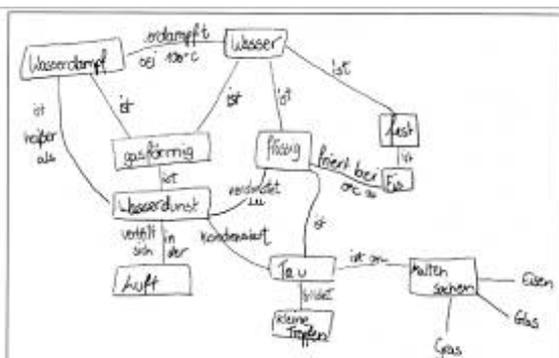
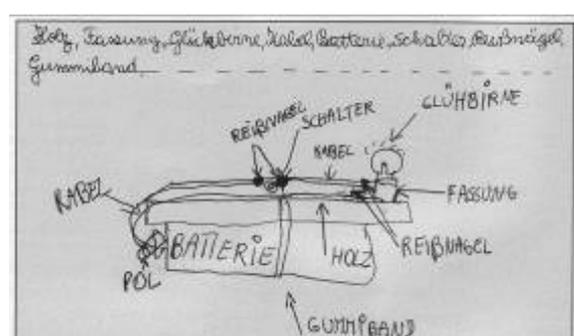
<p>(06) concept map mit Begriffskarten (einzeln),</p>  <p><small>Konzeptkarte - Wasser</small> Eine solche Darstellung des Konzepts «Wasser» durch die Kinder bringt dem Lehrenden wertvolle Einblicke in den Aufbau eines Wissens, die Verknüpfungen unter bestimmten Begriffen sowie die Veränderungen im Laufe des Lernens.</p> <p>Schülerbeispiel aus: Ministère de l'Éducation Nationale 2002, S. 28</p>	<p>(07) Zeichnungen/Skizzen von eigenen Ideen/Gedanken</p>  <p>Schülerbeispiel aus: Ministère de l'Éducation Nationale 2002, S. 50</p>						
<p>(08) schriftlich zuordnen/kategorisieren</p> <p>Begriffe in Tabellen sortieren,</p> <table border="1" data-bbox="199 1848 774 1948"> <tr> <td></td> <td>sinkt schnell</td> <td>sinkt langsam</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		sinkt schnell	sinkt langsam				<p>(09) Forscherbericht/Tagebuch</p>
	sinkt schnell	sinkt langsam					

Abb. 8: Beispiele zur Unterrichtsmaßnahme „Darstellen“

Im Rahmen des Kurstages war das Ausarbeiten von konkreten Materialien (Anleitungen, Instruktionen auf Karteikarten/Arbeitsblättern) geplant. Da die Kursteilnehmer/innen jedoch einen erhöhten Bedarf an Studium der Unterlagen (Karteikarten, Experimentiermaterialien, Literatur, ...) meldeten und die Konkretisierung der Ausarbeitungen für den Unterricht auf den Zeitpunkt „2-3 Wochen vor Unterrichtsdurchführung“ verschieben wollten, wurde an einer inhaltlichen Vertiefung zu den Experimentierinhalten und an der grundsätzlichen methodischen Erweiterung durch Impulse zum Kommunizieren/Reflektieren und Darstellen von Schüler/innen-Ideen weitergearbeitet, nicht jedoch konkretes Material ausgearbeitet.

Als Anregungen für die beiden Rahmenthemen „WASSER“ und „LUFT“ werden an dieser Stelle zu den in Kapitel 4.3 genannten Methodentools einige konkrete Entwürfe zu Anleitungen für die Experimentierphasen präsentiert. Die sich aus den Lehrer/innen-Impulsen ergebenden Diskussionsanlässe in der Schüler/innen-Kleingruppenarbeit oder Einzelarbeit sind Ausgang für Diskussionen und Zusammenfassungen im Rahmen der Klassengespräche im Anschluss an die Experimentierphasen.

<p>(03) Kommunikation über den Lernprozess</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Rolle spielt die Luft bei sinkenden und schwimmenden Gegenständen? • Meine Versuche, die mir geholfen haben, die Antwort zu finden: • Das fand ich dabei heraus: 	<p>(04) wahr/falsch-Aussagen prüfen und begründen</p> <p>Stimmen diese Sätze? Überprüfe sie anhand von eigenen Versuchen!</p> <p>„Alle Dinge, die aus Holz sind, schwimmen.“ „Alle Dinge, die aus Metall sind, gehen unter.“ „... Wachs“ „... Styropor“ „... Plastik“</p>
<p>concept map gemeinsam erstellen (Begriffskärtchen zur Anregung):</p> <p>Begriffe wie z.B. Auftriebskraft, Verdrängung, Raum/Volumen, große Glaskugel, kleine Glaskugel, schwimmen, sinken, Dinge aus ..., verdrängt, ist schwerer als, ist leichter als, ...</p>	<p>„Alle Dinge, die flach sind, schwimmen.“ „Alle Dinge, die Löcher haben, gehen unter.“ „Alle Dinge, die schwer sind, gehen unter.“ „Alle Dinge, die klein sind, schwimmen.“ „Alle Dinge, die kugelförmig sind, gehen unter.“</p> <p>„Luft kann sich ausdehnen.“ „Luft kann sich nicht ausdehnen.“ „Luft kann zusammengedrückt werden“ „Luft kann nicht zusammengedrückt werden.“ „Luft kann in eine andere Form gebracht werden.“ „Luft ist elastisch.“ „Luft braucht Platz, nimmt Raum ein.“</p>

Abb. 9: Ausgewählte Beispiele zu den Themen „Wasser“ und „Luft“: Kommunizieren

<p>(06) concept map mit Begriffskarten (einzeln), eigene Begriffe zum Versuch auf Kärtchen schreiben – Vorbereitung für die Gruppenarbeit</p>	<p>(07) Zeichnungen/Skizzen von eigenen Ideen/Gedanken</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lass dir eigene Versuche zum heutigen Thema einfallen!</i> • <i>Welche Materialien/Gegenstände eignen sich?</i> • <i>Wie baust du dein Experiment auf?</i> • <i>Worin liegen die Unterschiede, worin die Gemeinsamkeiten zu den anderen Versuchen von heute?</i> <p><u>Zeichne deinen Versuch auch auf und klebe ihn in deinem Forscherheft ein!</u></p>						
<p>(08) schriftlich zuordnen/kategorisieren Begriffe in der Tabelle ergänzen</p> <table border="1" data-bbox="204 884 774 974"> <tr> <td></td> <td>sinkt schnell</td> <td>sinkt langsam</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		sinkt schnell	sinkt langsam				<p>(09) Forscherbericht/Tagebuch</p> <p><u>Zeichne deinen Versuch auch auf und klebe ihn in deinem Forscherheft/ bzw. Tagebuch ein oder auf der Plakatwand auf! Beschreibe deinen Versuch!</u></p>
	sinkt schnell	sinkt langsam					

Abb. 10: Ausgewählte Beispiele zu den Themen „Wasser“ und „Luft“: Eigene Ideen, Darstellen

5 EVALUATION ZUM SCHÜLER/INNEN-FEEDBACK

Der Unterricht zum Experimentieren wurde in den Klassen etwa ein-zwei Monate nach dem ersten Weiterbildungsteil (Mitte November – Mitte Jänner) erprobt. Die Inhalte der Experimentiereinheiten waren grundsätzlich freigestellt, das Angebot des Kurstages (Rahmenthemen Wasser und Luft) konnte direkt genutzt werden. Das methodische Ziel der Erprobung konzentrierte sich auf die Kommunikation im Anschluss an die Experimentierphasen. Ein tiefergehendes Reflektieren und Evaluieren mit den Schüler/innen war erwartet.

5.1 Methoden und Instrumente

Zur Evaluation der Unterrichtsgestaltung gab es ein vorgefertigtes Instrument (Schüler/innen-Feedback), das der Überprüfung der Unterrichtsgestaltung (Empfinden durch Schüler/innen) dienen und die Motiviertheit im Umgang mit den „neuen“ Methoden-Tools“ erheben sollte. Über dieses Instrument wurde einerseits die Einschätzung der Schüler/innen zu den Unterrichtseinheiten allgemein (mehr/weniger konstruktivistisch orientiert), andererseits zu den neu erprobten Methoden erfragt.



Ein daran anknüpfendes Gespräch mit den Schüler/innen zu den Erfahrungen während der Experimentierphase sollte Bewusstheit über Gelingensbedingungen, aber auch zu Problemsituationen schaffen und allenfalls Details offenlegen. Dieses Vorgehen kann neben dem Zweck der Evaluation zum Kurserfolg auch als methodi-

sches Tool im Rahmen von Unterrichtsentwicklung (Selbstevaluation) verstanden werden.

Das begleitende Instrument dazu - ein Schüler/innen-Fragebogen – umfasste die Aspekte wie „Diskussionsausmaß“, „Eigenständigkeit“ und „eigene Ideen“. Die einzelnen Items waren mit 4 Abstufungen nach der Likert-Skalierung zu bewerten (trifft nicht zu – trifft wenig zu – trifft eher zu – trifft sehr zu). Dieser Fragebogen diente als Rückmeldung für die Lehrperson (Feedback zum Unterricht) und wurde darüber hinaus deskriptiv statistisch ausgewertet (siehe dazu Kap. 5.2). Folgende Items wurden verwendet:

1. Unterrichtseinheit zum Thema
Die Experimentierstunde war..... <u>interessant</u> .
In der Experimentierstunde habe ich <u>dazugelernt</u> .
Den Inhalt der Experimentierstunde habe ich <u>verstanden</u> .
Ich traue mir zu, <u>anderen</u> die Experimente der Stunde zu <u>erklären</u> .
In der Experimentierstunde durften wir <u>eigene Ideen</u> ausprobieren.
In der Experimentierstunde durften wir <u>selbst entscheiden</u> .
Nach dem Experimentieren <u>diskutierten</u> wir mit der Klasse über die <u>Ergebnisse</u> unserer Versuche.
Im Gespräch mit der gesamten Klasse suchten wir nach <u>Gemeinsamkeiten und Unterschieden</u> zu den Versuchen.
Wir suchten gemeinsam nach passenden <u>Alltagssituationen</u> .
Im Gespräch nach dem Experimentieren brachten Schüler und Schülerinnen <u>eigene Ideen</u> ein.

Aus dieser Untersuchung liegen 63 Fragebogen aus 3 Klassen vor. Im folgenden Kapitel werden die Daten zunächst deskriptiv (Häufigkeiten, Unterschiede) dargestellt und in weiterer Folge unter Verwendung von Testprozeduren zu Zusammenhangsmaßen ausgewertet.

Der zweite Teil zur Evaluation mit Schüler/innen (Feedback zur neuen Methode) war die Zielscheibe vorgesehen. Die Wertungen sollten sich dabei auf die eingesetzten – im Kurs vorgestellten - methodischen Tools beziehen. Die Vorlage zu diesem Instrument ist im Anhang (XY) präsentiert, wird hier nicht näher ausgeführt, da dazu dauerlicherweise keine Daten vorliegen. Die Problematik wird in Kapitel 5.3 (Diskussion der Ergebnisse) aufgegriffen und kurz erläutert.

5.2 Auswertung der Evaluation

Die drei Klassen, von denen Daten zur Fragebogenerhebung vorliegen wurden getrennt nach Geschlecht, Schulart und Klassen ausgewertet.

S

Zunächst die prozentuellen Häufigkeiten der jeweiligen Klassen in grafischer Darstellung zu den ersten vier (personenbezogenen) Items (interessant, dazugelernt, verstanden, traue mir zu zu erklären) (Abbildung 11).

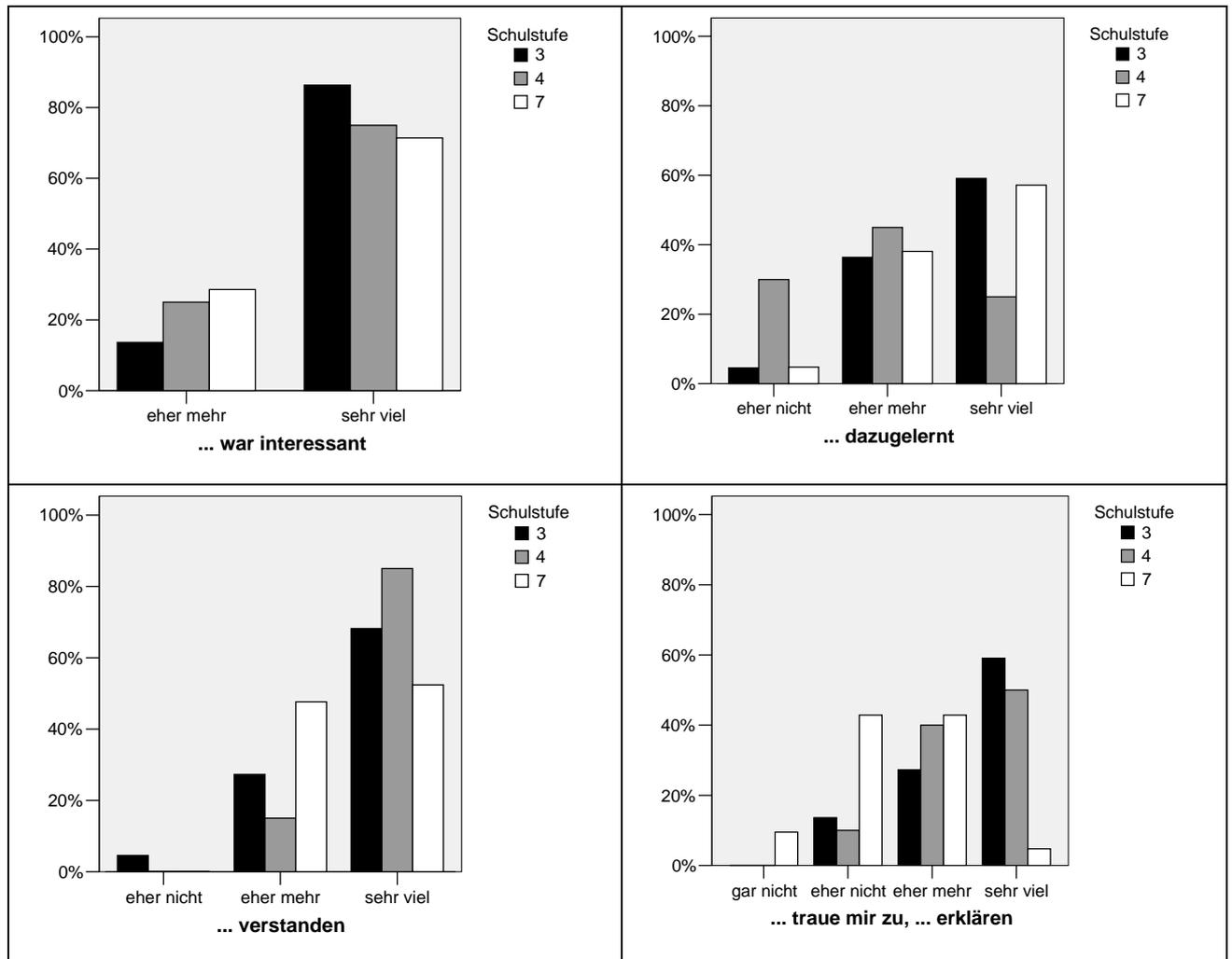


Abb. 11: Prozentuelle Häufigkeiten zu den personenbezogenen Items – nach Schulstufen getrennt

Das Interesse an den Unterrichtseinheiten lag bei allen drei Klassen ausschließlich im positiven Bereich. Der Lernzuwachs wurde in einer Klasse von etwa 30% mit „eher wenig“, bei den beiden anderen Klassen von einem Kind abgesehen positiv bewertet. Bemerkenswert sind die beiden Grafiken im Vergleich zu „verstanden“ und „traue mir zu, zu erklären“. Während zum Item „verstanden“ fast alle Schüler/innen die beiden positiven Werte wählten, waren es bei „traue mir zu“ teilweise auch im Negativbereich (gar nicht, eher nicht) liegende Werte. Dies fällt besonders bei der Klasse auf der 7. Schulstufe auf: jeweils die Hälfte der Klasse bewertete positiv bzw. negativ.

Die Items zur *Unterrichtsgestaltung* (konstruktivistisch orientiert) sind wie folgt bewertet (Abbildung 12).

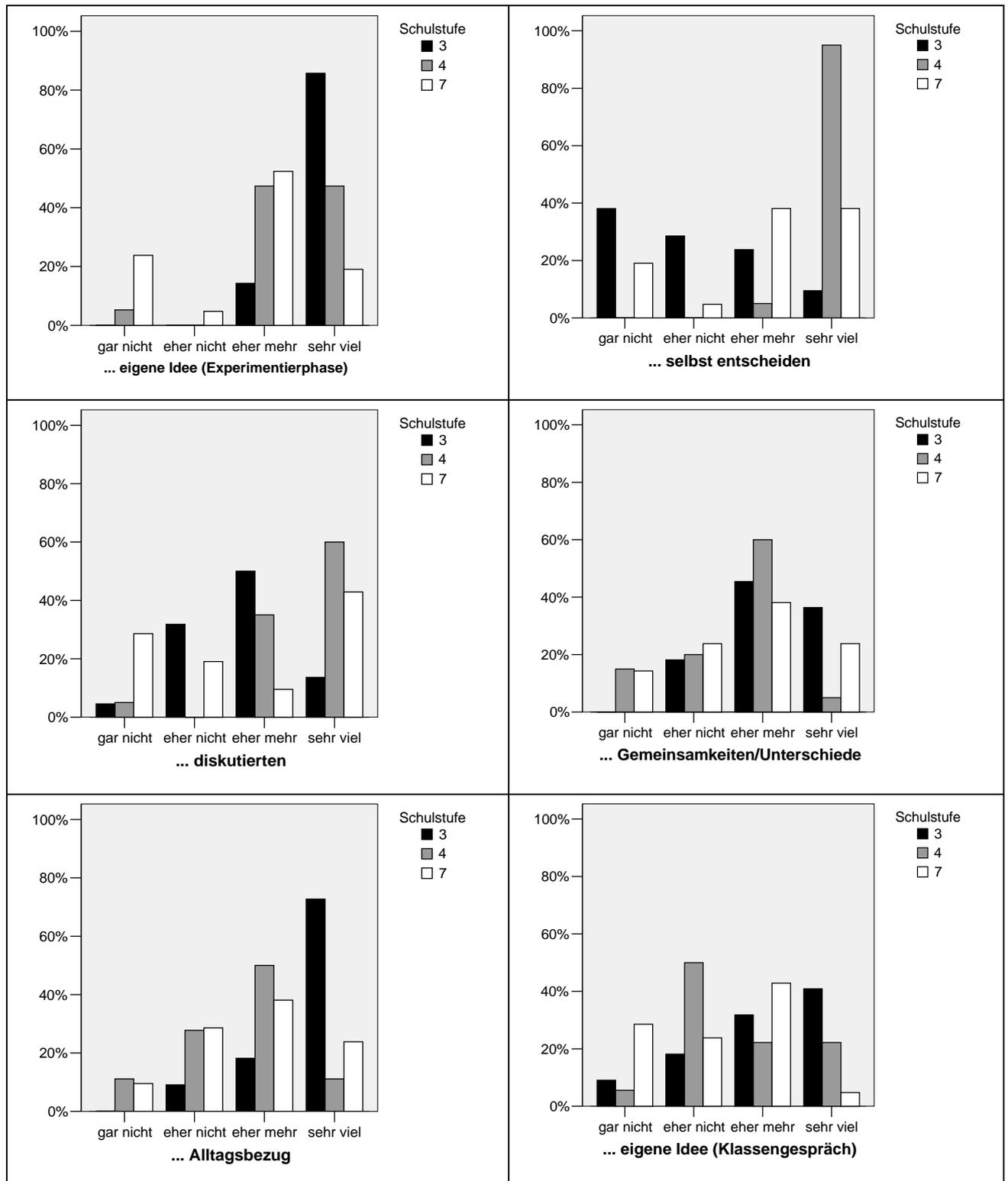


Abb. 12: Prozentuelle Häufigkeiten zur Unterrichtsgestaltung – nach Schulstufen getrennt

Gesamt betrachtet fällt zunächst auf, dass von den Schüler/innen der Unterricht zu ein und derselben Situation unterschiedlich empfunden wird (Bewertungen sämtlicher Items auf allen vier Stufen). Das ist besonders bemerkenswert, da anzunehmen ist, dass (planmäßig oder intuitiv) ein bestimmtes Unterrichtskonzept von der Lehr-

person umgesetzt wird, aber auf die einzelnen Schüler unterschiedlich wirkt. Offensichtlich liegen sehr unterschiedliche Erwartungen (Dimensionen) bezüglich Eigenständigkeit im Unterricht vor. Mit Ausnahme des Items „Gemeinsamkeiten/Unterschiede gesucht“ waren die übrigen auch vom Klassenspezifikum geprägt (keine einheitliche Verteilung der drei Schulklassen).

Ob die jeweiligen Unterschiede der Klassen auch als signifikant gelten, wird in den beiden Unterkapiteln (5.2.1 und 5.2.2) berechnet und näher dargestellt.

5.2.1 Tendenzielle Unterschiede: personenbezogene Items

S

Eine Gegenüberstellung von jeweils zwei ausgewählten Variablen ein und derselben Person legte teilweise signifikante Unterschiede in den Einstufungen bei der Bewertung der ersten vier Items offen. An dieser Stelle werden ausschließlich die Paarvergleiche mit den signifikanten Unterschieden vorgestellt. Berechnet wurde diese Prozedur mit SPSS Version 13 mit dem nonparametrischen Test nach Wilcoxon. Aus der Item-Gruppe „habe verstanden“, „habe dazugelernt“, „war interessant“, „traue mir zu zu erklären“ sind dabei folgende Paarvergleiche signifikant aufgefallen:

- ◆ Item „habe verstanden“ wurde im Paarvergleich mit „habe dazu gelernt“ signifikant häufiger (5%-Niveau) höher eingestuft als umgekehrt.
- ◆ Item „interessant“ wurde im Paarvergleich mit „habe dazugelernt“ signifikant häufiger (1%-Niveau) höher eingestuft als umgekehrt.
- ◆ Item „habe verstanden“ wurde im Paarvergleich mit „traue mir zu zu erklären“ signifikant häufiger (1%-Niveau) höher eingestuft als umgekehrt.

Bemerkenswert erscheint mir dabei der dritte Itemvergleich „habe verstanden“ mit „traue mir zu zu erklären“. Es ist nicht selbstverständlich, dass eine Schülerin bzw. ein Schüler eine Sache, die sie/er verstanden hat, sich auch zutraut, anderen die Sache zu erklären. Wir können davon ausgehen, dass im Bereich des Transferierens bzw. Kommunizierens Defizite vorhanden sind.

Ein Splitting nach Geschlecht bzw. nach Schultyp zeigte zu den einzelnen Variablen der ersten Itemsgruppe keine signifikanten Werte auf. Nahe an der 5%-Signifikanzgrenze ($p=0,069$) lag getrennt nach Geschlechtern (mittels U-Test nach Mann&Whitney) der Vergleich zum Item „traue mir zu zu erklären“. Schüler legten hierzu höhere Bewertungen als Schülerinnen vor.

Ein Splitting nach Schultyp (Volksschulklassen, Hauptschulklasse) brachte mittels U-Test nach Mann&Whitney einen signifikanten Wert auf dem 1%-Niveau beim Item „traue mir zu zu erklären“: Die Volksschüler trauten sich diesbezüglich mehr zu als die Hauptschüler. Nahe an der 5%-Signifikanzniveaugrenze ($p=0,072$) lag das Item „habe verstanden“: Volksschüler beurteilten häufiger höher als die Hauptschüler. Selbst wenn die beiden Volksschulklassen getrennt betrachtet werden (Vergleich von drei unabhängigen Stichproben, Kruskal-Wallis-Test), ist bei Item „traue mir zu ...“ ein höchstsignifikanter Wert feststellbar ($p=0,000$), der allerdings nach Bonferroni auf das 1%-Niveau abgeschwächt werden muss, da es sich um eine Einzelitem-Abfrage handelt. Das Item „habe verstanden“ liegt im Vergleich aller drei Klassen für die beiden Volksschulklassen deutlich höher als für die Hauptschulklasse.

Zusammengefasst möchte ich die auffallenden Variablen noch einmal hervorheben. Dazu erscheint aus meiner Sicht Forschungsbedarf bzw. die Notwendigkeit im Unterricht besonderes Augenmerk zu legen:

Das Zutrauen, etwas zu erklären liegt bei der Hauptschulklasse deutlich unter der Einschätzung, eine Sache verstanden zu haben. Bei den beiden Volksschulklassen sind die Bewertungen (mittlere Ränge) dieser beiden Variablen annähernd ähnlich. Ob es sich dabei um eine spezielle Klassensituation handelt, kann allerdings aufgrund der Daten nicht gesehen werden. Hierzu müssten noch weitere Hauptschulklassen befragt werden, will man generelle Tendenzen festhalten.

5.2.2 Tendenzielle Unterschiede: Unterrichtsgestaltung

S

Die Items zur Unterrichtsgestaltung bezogen sich auf:

- ◆ „eigene Idee während der Experimentierphase“,
- ◆ „durften selbst entscheiden“,
- ◆ „diskutierten in der Gesamtgruppe“,
- ◆ „suchten nach Gemeinsamkeiten/Unterschieden“,
- ◆ „stellten Alltagsbezug her“,
- ◆ „eigene Idee während des Klassenreflexionsgespräches“.

Ein signifikanter Unterschied konnte im Paarvergleich (nach Wilcoxon) zum *Einbringen eigener Ideen* festgestellt werden. Bei einer Splitting nach Geschlechter wurde ein signifikanter Wert auf dem 5%-Signifikanzniveau errechnet: Schüler empfanden das Einbringen eigener Ideen im Klassenreflexionsgespräch häufiger als Schülerinnen. Getrennt nach Schultyp war genau zu diesem Item ein signifikant höherer (5%-Niveau) mittlerer Rang für die Volksschüler festzustellen als für die Hauptschüler. Zusätzlich die beiden Volksschulklassen getrennt betrachtet, zeigt den Unterschied von einer der beiden Klassen im Vergleich zur Hauptschulklasse nicht mehr im gleichen Ausmaß so deutlich, dennoch liegen beide Volksschulklassen zu diesem Item über dem mittleren Rang der Hauptschulklasse.

Bei der Testabfrage zu „*diskutierten*“ gab es zwar einen signifikanten Unterschied, betrachtet man alle drei Klassen, zeigt sich der Unterschied jedoch nicht schultypenspezifisch sondern klassenspezifisch. Eine der drei Klassen (4. Schst.) lieferte einen signifikant höheren Wert als die beiden anderen Klassen (3., 7. Schulstufe).

Ebenso sind der *Alltagsbezug* und „*selbst entscheiden*“ als Klassenspezifikum zu werten. Signifikant höher liegender Alltagsbezug wurde in der 3. Schulstufe festgestellt, hingegen lagen die Daten zum Item „selbst entscheiden“ bei dieser Klasse deutlich unter den Daten der beiden anderen Klassen.

Die Antworten der Schüler/innen konnten als unmittelbare Rückmeldung für die Klassenlehrpersonen und somit als interner Beitrag zur Unterrichtsentwicklung verstanden werden. Die Daten zu allen drei Klassen gesamt betrachtet lieferten darüber hinaus Hinweise zu tendenziellem Vorgehen und schafften Grundlagen für neue Thesen.

6 ERGEBNISSE AUS DEN REFLEXIONEN ZU DEN UNTERRICHTSERFAHRUNGEN

Neben der Evaluation zur Schüler/innen-Befragung wurden die Unterrichtserfahrungen mit den Lehrer/innen am zweiten Kurstag reflektiert und evaluiert. Jede Teilnehmer/in berichtete über die Unterrichtserfahrungen zum inhaltlichen und methodischen Konzept bzw. zu den Erfahrungen zum Schüler/innen-Feedback. Diese Berichte wurden vor Ort in gekürzter – für die Teilnehmer/innen unmittelbar sichtbar – mitprotokolliert.



Kurs-Output

Am Reflexionsnachmittag im Jänner 2008 nahmen zehn Lehrer/innen teil. Dies sind um sieben Personen weniger als beim ersten Termin. Beim ersten Termin (Ganztag) waren Inhalte zu Physikalischen Phänomenen, zur Grundtheorie Naturwissenschaftlichen Lernens und zu Methoden vermittelt bzw. in Workshops erarbeitet. Der zweite Termin war als Erfahrungsaustausch nach Durchführung in der Klasse konzipiert. Von einem Absprung aufgrund negativer Erfahrungen zum ersten Kurstag gehen wir nicht aus, da die Feedback-Runde zum ersten Tag ein durchaus positives Bild wiedergab.

Dennoch ergeben die Rückmeldungen in reduzierter Anzahl der Teilnehmer/innen ein durchaus nachvollziehbares Bild zu den Erprobungen sowohl zu Gelingesbedingungen als auch zu Problemstellen.

Die Einzelberichte wurden direkt während des Kurses für die Teilnehmer/innen sichtbar in Stichworten mitprotokolliert. Die Analyse der Beiträge erfolgte im Anschluss an den Kurs systematisch qualitativ, in Ansätzen auch quantitativ. Neben den Einzelberichten wurden in knappen Ausführungen auch Ergebnisse zweier Kleingruppendiskussionen (Volksschule und Hauptschule getrennt) zur Methode und zu Besonderheiten gesammelt.

Im Detail wurden bei den *Einzelberichten* folgende Aspekte betont¹:

Aus den Einzelberichten über die Erprobungen (Tabelle im Anhang) geht hervor, dass von den Teilnehmer/innen des Kurshalbtages in überwiegender Maße positive Rückmeldungen eingebracht wurden. Besonders positiv aufgenommen und umgesetzt wurden dabei die inhaltlichen Ideen, die Schüler/innen zeigten Interesse an den Versuchen. Das Schüler/innen-Feedback in schriftlicher/grafischer Form wurde unterschiedlich bewertet.

Auffallend ist, dass die im Kurs vorgestellten methodischen Konzepte zum Reflektieren nicht gesondert angesprochen wurden. Vielmehr wurde allgemeinmethodisch reflektiert. Betont wurden dabei das Zusammenführen von Teilinhalten und das Vergleichen von Versuchen im Anschluss an die Experimentierphase.

Zusätzlich zu den Einzelberichten wurden beim Kursnachmittag getrennt nach Schultyp (HS, VS) in zwei *Kleingruppen die Erfahrungen* ausgetauscht und eine Zusammenfassung formuliert und präsentiert.

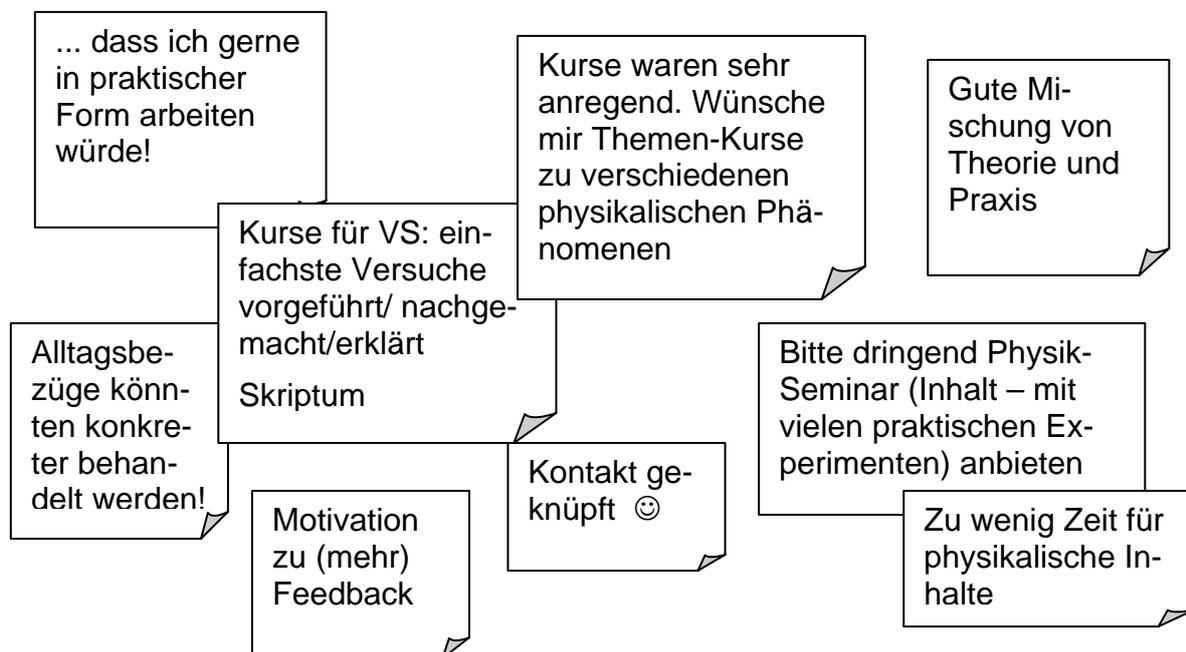
¹ Nähere Details zu den einzelnen Personen (Kurzprotokoll) sind im Anhang unter „Rückmeldungen der Kursteilnehmer/innen tabellarisch erfasst.“

Die VS-Lehrer/innengruppe beschäftigte sich mit der Durchführung von Feedback und hielt fest, dass erfolgreiches Feedback unmittelbar im Anschluss an die Versuche/Unterrichtseinheit sinnvoll erscheint, das Vorlesen der Fragen (bei Fragebogenmethode) wird dabei als günstig erachtet. Die Fragen müssen vorher genau überlegt werden. Eine weitere Methode („Aufstellung in 4 Ecken oder entlang einer Linie“) wurde mit jüngeren Lernern empfohlen. Dabei werden die Ergebnisse für alle gleich unmittelbar sichtbar.

Von großer Bedeutung erscheinen auch das Ansprechen der Lebenserfahrungen sowie das Anknüpfen an andere Medien (Internet, Fernsehen, Museen). Viele Schüler/innen nutzen außerschulisch die Angebote. Ein Weiterführen und Vertiefen wird als unterrichtsrelevant erachtet. Die Internetseite www.tryscience.org wurde empfohlen. Als Problem wurde das geschlechterspezifische Rollenbild zu physikalischen Themen angesprochen.

Die HS-Lehrer/innengruppe betonte als erfolgreiche Zugänge ein Zusammenspiel zwischen Schule und zu Hause. Experimente, die in der Schule durchgeführt wurden, sollen auch zu Hause erprobt und vertieft werden. Diskutiert wurden Möglichkeiten von Kursen für ungeprüfte Physiklehrer/innen. Die gemeinsame Weiterbildung auch mit Grundschullehrer/innen wurde als positiv erlebt. Inhaltlich besteht Interesse am Experimentieren mit Haushaltsartikeln.

Eine kurze *Rückmeldung am Ende des Kurses* zum Gedanken „Was ich noch sagen möchte“ wurde anhand von Postits gesammelt und offen ausgehängt. Die Rückmeldungen zum Kursnachmittag waren folgende



Zusammengefasst zeichnete sich eine leichte Tendenz dahingehend ab, dass besonders hoher Bedarf an der Bearbeitung physikalischer Themen (Inhaltsebene) und Bedarf für Weiterarbeit und Weiterentwicklung von Fortbildungsveranstaltungen zu speziellen Schwerpunktsetzungen (Methoden-Ebene) wie praktische Beispiele mit Alltagsbezug besteht.

7 DISKUSSION DER ERGEBNISSE AUS DER EVALUATION

7.1 Interpretation der Ergebnisse aus der Schüler/innenbefragung

Die in Kapitel 5.2 dargestellten Ergebnisse zeigten zu einigen ausgewählten Items Besonderheiten und Unterschiede je nach Klasse. Ob dies dem Zufall zuzuschreiben bzw. einer ganz speziellen Klassensituation zuzuschreiben ist, müsste gesondert untersucht werden. Dennoch geben die Auswertungen Anlass, über spezielle Fragestellung weiter nachzudenken und durch Befragungen weiterer Klassen zu überprüfen.



Die hohe Motiviertheit bei Unterrichtseinheiten zum Experimentieren ist unabhängig von der Schulstufe zu sehen. Wir können von einem allgemeinen Interesse an physikalisch-chemischen Versuchen ausgehen. Zu einem wesentlichen Teil könnten die Handlungsorientierung und Selbsttätigkeit für die Motiviertheit ausschlaggebende Faktoren sein.

Anders verhält es sich bei den beiden Items nach „habe dazugelernt“ und „traue mir zu, zu erklären“. Hierzu gab es auch Einschätzungen im negativen Bereich (nicht, wenig). Daraus kann geschlossen werden, dass sich trotz hoher Motivation der Lernerfolg nicht automatisch gleichzeitig auch einstellt. Hier sind andere Faktoren beteiligt. Mögliche Ursachen sind: (a) die Inhalte (zumindest teilweise) waren schon bekannt, oder (b) die Teilinhalte wurden nicht im Detail im Rahmen der Selbsttätigkeitsphase bewusst. Eine Variante (c) „zu schwierig und daher nicht/wenig dazugelernt“ kann ausgeschlossen werden, da die Antworten zum Item „habe verstanden“ dem entgegenstehen würden. Aus dem Ergebnis kann daher abgeleitet werden, dass ein Erweitern des Lernzuwachses im Sinne von Herausforderungen spezielle Impulse benötigt. Diese Erkenntnis deckt sich mit den in den Kapiteln 2.3 und 4.3 dargelegten Theoriegrundlagen. Auch die Gesprächsführung im Anschluss an die Experimentierphase ist mitentscheidend, auf welchem Denkniveau das Lernen erfolgt. Dazu gibt es in der vorliegenden Untersuchung keine Dokumente.

Gesondert hervorheben möchte ich das Ergebnis zum Item „traue mir zu, zu erklären“. Die Werte liegen gesamt betrachtet unter denen der drei anderen Items. Daraus lässt sich schließen, dass das Erklären von Phänomenen schwieriger ist als das Verstehen von Phänomenen. Dem Erklären müsste gezielt durch Unterrichtssequenzen begegnet werden, z.B. durch Partner-Rollenspiele, bei denen die Partner einander auch Rückmeldungen geben oder durch Schüler/innen-Erklärungen in der Gesamtgruppe, bei denen auf Meta-Ebene die Äußerungen und Erläuterungen des Erklärenden reflektiert werden. Anders ausgedrückt: Erklären von Inhalten gehört auch „trainiert“.

Abschwächend muss an dieser Stelle der signifikante Unterschied zum Item „traue mir zu, zu erklären“ zwischen den Ergebnissen der Volks- und Hauptschüler festgehalten werden. Die Untersuchung kann keineswegs als repräsentativ verstanden werden (1 HS-Klasse, 2 VS-Klassen), dennoch gibt es Anlass über das Ergebnis nachzudenken und in weiteren Untersuchungen (weiteren Klassen) zu überprüfen. Darüber hinaus ist der Begriff „erklären“ differenziert zu betrachten. Geht es um Beschreibungen, um Erläuterungen oder um Erklärungen im Sinne von Ursachenzu-

schreibungen? Es ist durchaus möglich, dass Volksschüler/innen den Begriff auf der Basis von Beschreibungen verstehen. Dennoch fällt auf, dass 50% der Schüler/innen der HS-Klasse sich nicht zutrauen, den Inhalt zu erklären, obwohl sämtliche Schüler der Klasse den Inhalt eher mehr oder sehr gut verstanden haben. Das erachte ich als deutlichen Hinweis dahingehend, dass das sprachliche Ausdrücken, Präsentieren und Kommunizieren von Gedanken zu physikalischen Themen Schwierigkeiten bereitet. Ob das ein Phänomen der Sekundarstufe I oder speziell der Hauptschule ist, kann hier nicht abgeleitet werden. Dieses Phänomen könnte wiederum auf die Notwendigkeit, das Erklären zu üben, hinweisen.

Die Ergebnisse der *Items zur Unterrichtsgestaltung* legten eine breite Streuung der Empfindungen zu ein- und demselben Unterricht offen. Die Wahrnehmung der Schüler/innen, den Unterricht betreffend, ist unterschiedlich und demnach von Vorerfahrungen und Erwartungen der Schüler/innen abhängig. Das Offenlegen von Einschätzungen der Schüler/innen und anschließendes Reflektieren über Unterricht im Sinne von Evaluation mit Schüler/innen würde dazu differenziertere Betrachtungen zu den Begriffen und Erkenntnissen und allenfalls Bewusstwerdung und Einstellungsveränderungen ermöglichen. Detaillierte Betrachtungen und Erkenntnisse können als Denkstufen auf höherem Niveau (entspricht Lernzuwachs) betrachtet werden.

Da keine Rückmeldungen zum zweiten Teil der Schüler/innenbefragung (*Einschätzungen zu den „neuen“ Methoden-Tools*) vorliegen, kann diesbezüglich nur angenommen werden, warum keine vorliegen. Es ist davon auszugehen, dass die „neuen“ Methodentools nicht gezielt erprobt wurden. Die Lehrpersonen äußerten in den Rückmeldungen während des Kursnachmittages bewusstes methodisches Vorgehen in Hinblick auf das Suchen nach Gemeinsamkeiten und Querverbindungen zu den Versuchen im Rahmen von Gesprächen nach der Experimentierphase. Der Einsatz von vorausgehenden Impulsen über zusätzliche Materialien (z.B. Auftragskarten, Bildimpulse) wurde noch nicht als so wesentlich erachtet.

Die an dieser Stelle diskutierte Untersuchung (Schüler/innenbefragung) kann auch als hypothesengenerierend betrachtet werden. Die Thesen-Aussagen zielen auf die Notwendigkeit speziellen methodischen Vorgehens mit den Aspekten „Erweiterung der Sprach- und Reflexionskompetenz“ (erklären lernen) sowie „selbstverantwortliches Lernen“ (eigene Ideen einbringen) ab.

Zusammenfassend formuliere ich Thesen, die aus meiner Sicht bei weiteren Studien zu hinterfragen und zu überprüfen wären.

S

Thesen, die sich auf die personenbezogenen Items beziehen:

(1): Bezüglich verstehen/erklären: Schüler/innen stufen Sachinhalte im Physik-Unterricht signifikant häufiger als „verstanden“ ein als sie sich zutrauen, jemanden den Inhalt selbst zu erklären.

(2): Bezüglich Schultyp: Schüler/innen der Hauptschule trauen sich signifikant seltener zu, anderen physikalische Sachverhalte zu erklären als Schüler/innen der Volksschule.

(3): Bezüglich Geschlechter: Schüler trauen sich signifikant häufiger zu, anderen physikalische Sachverhalte zu erklären als Schülerinnen.

Thesen, die sich auf die Unterrichtsgestaltung beziehen:

(4): Bezüglich Schultyp: In Volksschulklassen nützen Schüler/innen häufiger die Möglichkeit, eigene Ideen einzubringen als in Hauptschulklassen.

(5): Bezüglich Phase: Im gemeinsamen Klassengespräch bringen Schüler/innen signifikant weniger eigene Ideen ein als während der Experimentierphase.

7.2 Zusammenfassung und Diskussion der Lehrer/innen-Rückmeldung zur Erprobung der Konzepte

Die Rückmeldungen der Lehrer/innen werden nachstehend zu den drei Kursschwerpunkten „Inhalt, Feedback mit Schüler/innen, Methode“ getrennt voneinander diskutiert.



Kurs-Output

(1) *Rückmeldungen zu den inhaltlichen Konzepten:*

Gut angenommen wurden die im Kurs präsentierten inhaltlichen Konzepte zu den beiden Themen Wasser und Luft (siehe Kapitel 4.1 und 4.2). Die beim Kurs fokussierten Querverbindungen zwischen den Versuchen zu den Teilthematiken und die jeweiligen Beziehungen der Teilthematiken untereinander waren geeignet, die physikalischen Phänomene umfassender zu verstehen und auch im eigenen Unterricht gezielter Zusammenhänge herzustellen. Zu weiteren Themen physikalisch-chemischer Phänomene in Verbindung mit ähnlichen Gesamtkonzepten (mehrere zusammenhängende Teilthematiken, Alltagsbezüge) besteht hoher Fortbildungsbedarf. Der eigene Wissenserwerb bzw. –ausbau scheint als Basis für produktive Unterrichtsarbeit verstanden zu werden.

(2) *Rückmeldungen zu Schüler/innen-Feedback:*

Deutlich seltener wurden die Ideen zum Schüler/innen-Feedback umgesetzt. Sehr unterschiedlich sind dazu die Einstellungen zur Bedeutung der Rückmeldungen durch Schüler/innen. Hierzu liegen auch noch wenige Vorerfahrungen vor. Beim Umgang mit der Schüler/innen-Befragung sind die Ersterfahrungen sowohl auf Schüler/innenebene als auch auf Lehrer/innenebene mitzuberücksichtigen. Schülermitbeteiligung muss sich sukzessive aufbauen, dazu ist eine Grundhaltung miteinander zu reflektieren, zu entwickeln nötig. Diese kann im Rahmen eines Kurses auch nicht erwartet werden. Dazu wären Langzeitstudien nötig. Dennoch zeigten die wenigen Erprobungen des Einsatzes von Feedback-Instrumenten auf, dass auch Rückmeldungen von Schüler/innen Sinn machen und fallweise zu Überraschungen führen können. Der Austausch dieser Erfahrungen während des Kurses brachte vereinzelt anfängliche Skepsis ins Wanken.

(3) *Rückmeldungen zu den „neuen“ Methoden-Tools:*

Die „neuen“ Methoden-Tools (siehe Kapitel 4.3) wurden nicht erprobt. Aus meiner Sicht ist dies weniger auf die Eignung dieser Konzepte zurückzuführen, sondern auf die Tatsache, dass die Anforderungen an die Schüler, tiefergehend auch im Vorfeld in der Kleingruppe oder auch einzeln Zusammenhänge herzustellen und über Erklärungen zu diskutieren, relativ hoch sind und von der Lehrperson lieber/häufiger geleitet durchgeführt wird. In der abschließenden Kursrückmeldung wurde mehrmals die

Komprimiertheit der Inhalte zum Kurs oder anders formuliert die Zeitknappheit geäußert. Die Beschäftigung mit „neuen“ Methoden-Tools erfordert viel mehr Zeit als angenommen. Ein Ausarbeiten der Materialien müsste dazu innerhalb von Workshops erfolgen. Dazu ist offensichtlich Begleitung zum Unterricht durch bereits erfahrene Personen oder zumindest kooperatives Arbeiten im Team zur Unterrichtsvorbereitung nötig. Dieses Kursziel konnte nicht erreicht werden. Dazu sind alternative Fortbildungskursformen zu überlegen.

7.3 Erfahrungsaustausch mit Kolleg/innen der Aus- und Weiterbildung

Nach den Erfahrungen zum Fortbildungskurs mit den genannten Problemen wurde angestrebt mit Kolleg/innen der Aus- und Weiterbildung zu reflektieren. Kollegen des Fachdidaktikzentrums der Universität Graz arbeiteten ebenso mit Materialien zu den beiden Themen in der Lehrer/innenfortbildung und stellten fest, dass die Materialpakete (KinT-Boxen Wasser und Luft), die einer größeren Anzahl von Volksschulen kostenlos zur Verfügung gestellt wurden, bedauerlicherweise nur sehr selten eingesetzt wurden. Daraus ergab sich der Bedarf der Gruppe nach Reflexion und Erfahrungsaustausch dazu. Das Gespräch (Juni 2008) konzentrierte sich auf Teilfragen zu speziellen Bedingungen der Versuche, zur Organisationsarbeit von Volksschullehrer/innen und zu Methoden im Naturwissenschaftunterricht der Grundschule. Das Kurskonzept mit den drei Perspektiven (Inhalt, Feedback, Methode) konnte präsentiert und Problemstellen wurden kritisch näher betrachtet.

Konsens bestand darüber, dass auch beim Experimentieren das gewünschte Lernen nicht von selbst entsteht. Motivation und Freude stellen sich schnell ein, oftmals bleibt jedoch die Tätigkeit im Spielerischen hängen. Wesentlich wäre ein Zugang zu den Gesprächen während des Experimentierens selbst bzw. weiterer Unterrichtssequenzen zum Naturwissenschaftlichen Lernen. Die vorgestellten Methoden-Tools wurden als angemessen erachtet, die Problematik, was die Umsetzung dieser betrifft (siehe Kapitel 7.2, Punkt 3), konnte nachvollzogen werden. Bezüglich Lösung des Problems, wurde diskutiert, dass eintägige Kursveranstaltungen diese Ziele kaum erreichen können. Ein Begleiten über einen längeren Zeitraum wird als notwendig erachtet, um die Chance zu bekommen, neben Unterrichtstechniken auch Einstellungen und Haltungen verändern zu können. Möglicherweise bieten Netzwerke und Arbeitsgemeinschaften geeignetere Ausgangsbedingungen dafür.

Bezüglich Erfahrungen zum Experimentiermaterial konnten folgende Detail-Erkenntnisse genannt werden:

Das Material ist grundsätzlich sehr gut aufgebaut, ohne inhaltliche und methodische Einschulung werden Lehrkräfte der Grundschule jedoch aufgrund der Fülle von Materialien und des Umfangs des Lehrerhandbuches möglicherweise überfordert.

Die umfassenden Materialpakete setzen eine intensive Auseinandersetzung voraus. Vereinzelt traten bei konkreten Versuchen Schwierigkeiten im Detail auf, die nicht vorhersehbar waren: z.B. brauchen die Kunststoffwannen für die Versuche sehr viel Wasser. Ist der Wasserstand zu niedrig, kommt es nicht zu den erwünschten Auf-

triebseffekten bzw. größere Gegenständen können nicht deutlich sichtbar sinken, weil sie zu früh den Boden der Wanne berühren.

Als Überlegungen für Lehrer/innen-Weiterbildung wurde eine Erhebung der Bedürfnisse angedacht, die Ermöglichung von Erfahrungsaustausch von Lehrer/innen im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften und die gemeinsame Weiterbildung von Lehrer/innen der Grundschule und Sekundarstufe 1 (voneinander lernen).

8 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Kommunizieren über physikalische Phänomene und Lernen auf höherliegendem Denkniveau waren zentrale pädagogische Anliegen im vorgestellten Unterrichtskonzept. Wie und wodurch dies gelingt (Lehrer/innenperspektive) wurde im Projekt im Rahmen der Fortbildung initiiert und über Unterrichts- und Kursevaluation untersucht.

Ein Rückblick auf die Ziele des Projektes zeigt, dass diese nur teilweise erreicht werden konnten. Ähnlich wie bei der Kompetenzentwicklung bei Schülern zum Naturwissenschaftlichen Lernen muss davon ausgegangen werden, dass ebenso bei Lehrer/innen der Kompetenzerwerb in bestimmter Reihenfolge gestuft erfolgt. Die in Kapitel 4 (Seite 10) vorgestellten Kategorien von Lehrer/innenkompetenzen zum Experimentieren-Lehren können als Stufen in der genannten Abfolge betrachtet werden. Methodische Verfeinerungen von Unterrichtskonzepten (mit dem Ziel „Lernen auf höherem Niveau“) sind von gesichertem Wissen über die Teilinhalte abhängig. Einfachere methodische Konzepte wie z.B. zum gezielten Wahrnehmen von Phänomenen und Messen von Größen lassen sich jedoch gut zu einem früheren Zeitpunkt einbauen.² Erst dann lassen sich methodische Konzepte, die ein Diskutieren und Analysieren im Detail unter den Schülern selbst, bei dem die Lehrperson fachinhaltlich beratend lenkt, erfolgreich umsetzen. Dies bedeutet für die Lehrer/innenweiterbildung, dass die Ausgangsbedingungen der Kursteilnehmer/innen entsprechend Berücksichtigung finden müssten (stärkere Individualisierung!). Ähnlich wie bei Schüler/innen sind dafür der Einsatz von Feedback-Methoden und das reflektierende (individuelle) Überprüfen neuer Inhalte (z.B. in angeleiteten Partner- und Gruppengesprächen) sinnvoll. Ebenso ist der Einsatz der „neuen“ Methoden direkt am Beispiel exemplarisch zu erproben, um Erfahrungen auch mit anderen Methoden-Werkzeugen sammeln zu können.

Zusammengefasst ergibt die Rückschau auf die Teilziele bezogen auf Inhalt, Methode und Feedback folgende Bilanz, zugleich sehe ich darin Hinweise für die Gestaltung weiterer Kurse (Gelingsbedingungen, Problemstellen):

Erreicht wurde, das *Interesse* für die inhaltlichen Konzepte (mehrperspektivisch) und das Experimentieren-Lernen zu wecken. Dies geschah durch die ansprechenden und konkreten Versuchsmaterialien, durch anschauliche Erläuterungen zu den Teilinhalten und auch durch Berichte anderer Teilnehmer/innen aus ihrer Praxis. In diesem Fall war die heterogene Zusammensetzung äußerst förderlich.

Auch der *inhaltliche Lernzuwachs* wurde rückgemeldet. Durch (a) fachlich detaillierte Ausführungen mittels Bild- und Anschauungsmaterial und das Herstellen von Querverbindungen, durch (b) direktes Erproben der Versuche sowie (c) durch das geleitete wiederholte Fokussieren auf besondere Momente (z.B. was spürt man, wenn der Gegenstand mit der Angel aus dem Wasser in die Luft gehoben wird?) konnte inhaltliche Kompetenz erweitert werden.

Nicht erreicht wurde die Kompetenzentwicklung, was die *methodischen Konzepte* betrifft. Unterrichtsmethoden, die über das herkömmliche Gespräch im Anschluss an die Experimentierphase hinausgehen bzw. durch gezielte Aufträge dafür vorbereiten, wurden nicht erprobt. Das alleinige Präsentieren von den in Kapitel 4.3 vorgestellten Unterrichtsmethoden im Rahmen des Kurses kann als nicht ausreichend erachtet

² Arbeitsaufträge können in Hinblick auf einfache Arbeitsweisen (= niedriges Niveau) und auf komplexe Arbeitsweisen unter eigenständigem Denken (= höheres Denkniveau) gestaltet sein.

werden. Dazu muss auch bei Weiterbildungskursen ausreichend Platz für konkrete Übungen eingeräumt werden. Allerdings wird das Interesse für die methodischen Zugänge oftmals erst dann geweckt, wenn die Basisstufen der Lehrerkompetenzen (Interesse, Inhalt) zum Experimentieren-Lehren als gesichert gelten. Ein Festlegen einer Methoden-Erprobung als „verpflichtender“ Auftrag bis zum Erfahrungsaustausch im Rahmen des Folgekurstages erscheint dennoch als sinnvoll. Günstigerweise liegt dieser zweite Kursteil in nicht allzu langem zeitlichem Abstand.

Das Einholen von *Schüler/innen-Rückmeldung* lässt sich hingegen leichter verwirklichen. Hier sind die unterschiedlichen Möglichkeiten je nach Vorliebe und Klassensituation frei wählbar. Erfahrungen und Ideen von Klassenlehrer/innen können eingebracht und weitergegeben werden oder eine kleine Übersicht über Feedback-Methoden bereitgestellt werden. Das gezielte Einbauen von Schüler/innenmitgestaltung kann als Unterstützung dienen, über Lernwege, Lernerfolge und Methoden zu reflektieren und andere Einstellungen und Haltungen zu entwickeln. Dies ist sowohl auf Schüler/innen- als auch auf Lehrer/innenebene anzunehmen.

Für die *Weiterentwicklung von Fortbildungskursen* für Lehrer/innen der Allgemeinen Pflichtschule (Grund- und Hauptschule) zum Experimentieren-Lehren erachte ich zusammenfassend folgende Aspekte als besonders bedeutend. L

1. Zu Kursbeginn Interesse wecken durch Aktivierung über ansprechendes Material und durch geeignete Problemfragen
2. Detailinhalte und Zielsetzungen von komplex angelegten Inhalten am konkreten Beispiel herausarbeiten und durch Theorien (Pädagogik, Fachdidaktik) ergänzend begründen.
3. Feedback-Methoden während des Kurses unmittelbar einsetzen, gleichzeitig ein Repertoire an Feedback-Methoden mit Schüler/innen aufbauen.
4. Neue Methodische Zugänge in kleinen Portionen präsentieren, an Beispielen erproben und unmittelbar an konkreten Themen(zunächst gemeinsam) entwickeln.
5. Mehrere Schwerpunktsetzungen auf mehrere Halbtage verteilen, die in nicht allzu weitem zeitlichem Abstand zueinander liegen.
6. Erfahrungsaustausch zwischen Kolleg/innen bzw. das Arbeiten im Team auch außerhalb des Kurses anregen bzw. gezielt vorsehen.

Diese Ideen unterscheiden sich vom durchgeführten Kurskonzept vor allem in der Abfolge und in der unmittelbaren Einbindung von Methoden.

Darüberhinaus sind *alternative Formen der Fort- und Weiterbildung* anzudenken, die ein permanentes Weiterlernen an naturwissenschaftlichem Unterricht ermöglichen. Kommunizieren über den Lernprozess im Rahmen von Erfahrungsaustausch und direkte Erprobung von Versuchen ist wesentlicher Bestandteil erfolgreichen Lernens. Lernwerkstätten und auch schultypenübergreifende (regionale) Netzwerke könnten geeignete Formen sein, bei denen auf unterschiedlichen Ebenen ausreichend miteinander diskutiert wird. Auch Partnerschaften zwischen Sekundarstufe-I- und Grundschullehrer/innen könnten dazu hilfreich sein. Ein gezieltes Coaching-Angebot könnte Lehrpersonen bei den hohen Anforderungen naturwissenschaftlichen Lernens produktiv unterstützen.

LITERATUR

- Beck, E., Guldemann, T., Zutavern, M. (1995). Eigenständig lernende Schülerinnen und Schüler. In Beck, E., Guldemann, T. & Zutavern, M. (Hrsg), *Eigenständig lernen* (S. 15-58). St. Gallen: UVK, Fachverlag für Wissenschaft und Studium.
- Brockhaus, F.A. (2003). *Brockhaus. Naturwissenschaft*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Diekmann, J. (2001). Die Bedeutung der Reflexion im handlungsorientierten Sachunterricht. In Kahlert, J. & Inckemann, E. (Hrsg), *Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht* (S. 83-96). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Duffy, T.M. & Jonassen, D.H. (Eds.) (1992). *Constructivism and the technology of instruction. A conversation*, LEA Hillsdale: Erlbaum Einsiedler 1996
- Harlen, W. & Qualter, A. (2004). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London: David Fulton Publishers.
- Heinzel, F. (2000). Kinder in Gruppendiskussionen und Kreisgesprächen. In Heinzel F. (Hrsg.), *Methoden der Kindheitsforschung, Ein Überblick über Forschungszugänge zur kindlichen Perspektive* (S. 117-130). Weinheim: Juventa.
- Huber, G.L. (1986). Pädagogische Interaktion in der Schule. In Weidenmann B. (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S 397-426). Weinheim: Beltz..
- Kaiser, A. (2007). Möglichkeiten und Grenzen der Messung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen im Sachunterricht. In Lauterbach, R., Hartinger, A., Feige, B. & Cech, D. (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen* (S. 173-181) Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Klein, K. & Oettinger, U. (2000). *Konstruktivismus. Die neue Perspektive im Sachunterricht*. Hohengehren: Schneider.
- Konrad, K. (2000). Selbstgesteuertes Lernen: Differentielle Effekte unterschiedlicher Handlungsfelder und demographischer Variablen. *Unterrichtswissenschaft* 28, 75-91.
- Konrad, K. (2003). Wege zum selbstgesteuerten Lernen, Vom Konzept zur Umsetzung. *Pädagogik* 5/03, 14-17.
- Konrad, K. & Traub, S. (2001). *Kooperatives Lernen, Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung*, Hohengehren: Schneider.
- Köster, J. (2006). Erst arbeiten – dann diskutieren. *lernchancen* 54, 16-18.
- Mandl, H., Felix, H. & Hron, F.u.A. (1986). Psychologie des Wissenserwerbs. In Weidenmann, B. (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 210-218). München: Psychologie Verlags Union.
- Mandl, H. (2006). Wissensaufbau aktiv gestalten, Lernen aus konstruktivistischer Sicht. *Friedrich Jahresheft, Schüler Wissen für Lehrer*, Friedrich Verlag, 28-30.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2002). Kinder gehen eigene Wege. *Eveil aux Sciences*. Lehrerhandbuch. Luxembourg: Imprimerie Fr. Faber.
- Möller K. (2005). KiNT-Boxen. Wasser – schwimmen, sinken. SPECTRA.

- Naylor St., Keogh B., Goldsworthy A. (2004). *Active Assessment. Thinking Learning and Assessment in Science*. David Fulton Publishers.
- Patry, J-L. (2001). Die Qualitätsdiskussion im konstruktivistischen Unterricht. In Schwetz, H., Zeyringer, M. & Reiter, A. (Hrsg.), *Konstruktives Lernen mit neuen Medien* (S. 73 – 94). Innsbruck: Studienverlag.
- Reich, K. (1999). Systemisch-konstruktivistische Didaktik. In Voß, R. (1999), *Die Schule neu erfinden. Systemisch-konstruktivistische Annäherungen an Schule und Pädagogik* (S. 70-91). Neuwied: Luchterhand.
- Reich, K. (2004). *Konstruktivistische Didaktik, Lehren und Lernen aus interaktionistischer Sicht*, Neuwied: Luchterhand.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (Hrsg.) (1998). Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In Klix, F. & Spada, H. (Hrsg.), *Wissen* (S. 457-500). Göttingen: Hogrefe.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2003). Vom selbstgesteuerten zum selbstbestimmten Lernen, Sieben Denkanstöße und ein Plädoyer für eine konstruktivistische Haltung. *Pädagogik* 5/03, 10-13.
- Renkl, A. (1997). Lernen durch Erklären: Was, wenn Rückfragen gestellt werden? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 11 (1), 41-51.
- Sodian, B. (1995). Entwicklung bereichsspezifischen Wissens. In Oerter, R. & Montada, L. (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (S. 622-653). Weinheim: Beltz.
- Weinberger, A. (2001). Verbindung von konstruktivistischer Moralerziehung und Wissensvermittlung. Unveröffentlichte Dissertation. Universität Salzburg. Institut für Erziehungswissenschaften.
- Weinert, F.E. & Waldmann, M. R. (1988). Wissensentwicklung und Wissenserwerb. In Mandl, H. & Spada H. (Hrsg.), *Wissenspsychologie*. (S. 161-201). München: Psychologie-Verlags-Union.

ABBILDUNGEN

Abb. 1: Merkmale zum Prozess des Wissenserwerbs (nach Reinmann-Rothmeier 1998)	7
Abb. 2: Übersicht über die Versuche zum Rahmenthema „Wasser – Auftrieb, UE 1-2“	11
Abb. 3: Übersicht über die Versuche zum Rahmenthema „Wasser – Auftrieb, UE 3-4“	12
Abb. 4: Übersicht zu den Versuchen zum Rahmenthema „Luft, UE 1-2“	13
Abb. 5: Übersicht zu den Versuchen zum Rahmenthema „Luft, UE 3-4“	14
Abb. 6: Ergänzende Methodentools – Übersicht	15
Abb. 7: Beispiele zur Unterrichtsmaßnahme „Reflektieren/Kommunizieren“	16
Abb. 8: Beispiele zur Unterrichtsmaßnahme „Darstellen“	16
Abb. 9: Ausgewählte Beispiele zu den Themen „Wasser“ und „Luft“: Kommunizieren	17
Abb. 10: Ausgewählte Beispiele zu den Themen „Wasser“ und „Luft“: Eigene Ideen, Darstellen	18
Abb. 11: Prozentuelle Häufigkeiten zu den personenbezogenen Items – nach Schulstufen getrennt	20
Abb. 12: Prozentuelle Häufigkeiten zur Unterrichtsgestaltung – nach Schulstufen getrennt	21