

Berenike Gais, Kornelia Möller

Verstehen förderndes Lehrerhandeln im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – eine Videostudie

Dieser Beitrag handelt von einem Forschungsprojekt, in dem der Zusammenhang zwischen Elementen der universitären Lehrerausbildung und Facetten des professionellen Wissens der Lehrkräfte sowie motivationalen und selbstbezogenen Variablen, dem Planungshandeln anhand eines konkreten Unterrichtsbeispiels sowie dem Handeln der Lehrkräfte im Unterricht untersucht wurden. Dazu wurden in drei unabhängigen Stichproben Gruppen von Studienanfängern, Studienabsolventen und praktizierenden Lehrkräften untersucht. Dieses Projekt wurde im Rahmen der Landesarbeitsgemeinschaft „Wirksamkeit unserer Bildungssysteme“ durch das Ministerium für Wissenschaft und Forschung NRW gefördert. In dem vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse der Untersuchung zum unterrichtlichen Handeln von Lehrkräften und Lehramtsanwärtern (LAA) berichtet (Videostudie) und betrachtet, inwiefern dieses Lehrerhandeln verstehende Lernprozesse der Kinder fördern oder behindern kann.

Verstehendes Lernen

Der Begriff der Bildung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht ist eng mit dem des Verstehens verbunden: Naturwissenschaftliche Bildung beruht auf dem Verstehen der Erscheinungen der Erfahrungswelt (Spreckelsen 1992, Klafki 1992, Köhnlein 1992). Was aber bezeichnet der Begriff des Verstehens, genauer gefasst des ‚verstehenden Lernens‘? Und welche Maßnahmen der Lehrperson sind geeignet, solch verstehendes Lernen zu fördern?

Verstehen bedeutet, Unbekanntes mit Bekanntem zu erklären, und dabei das Unvertraute auf Vertrautes zurückführen zu können (Spreckelsen 1992, Soostmeyer 1998). In einem kumulativen Konstruktionsprozess werden neue Informationen in bereits vorhandene eigene (kognitive) Strukturen eingeordnet. Kumulative Konstruktion bezeichnet dabei nicht das rein additive Anfügen von Informationen, sondern ein strukturelles Erfassen von Zusammen-

hängen und Gemeinsamkeiten, eine gedankliche Nachkonstruktion von Sachverhalten mit Hilfe innerer Bilder und Vorstellungen (Soostmeyer 1998, Köhnlein 1998). Verstehen als *Ergebnis* eines Lernprozesses ist also etwas anderes als Wissen. Wissen ist nicht gleich Verstehen, jedoch ohne Wissen ist Verstehen nicht möglich. Verstehen bildet gleichsam die ordnende Dimension des Wissens (Köhnlein 1998), die „generative, organisierende Tieffenstruktur des Wissens“ (Fauser 2004, S. 21). Damit kann man Verstehen als diejenige Dimension bezeichnen, die zur Vermeidung von sogenanntem „inert knowledge“ (Bereiter 1984, Bransford 1989), d.h. trägem, nicht anwendbarem Wissen beiträgt. Verstehen als *Prozess* lässt sich beschreiben als ein kognitiver Modellierungsprozess, strukturiert durch ein Zusammenspiel von Erfahrung, Vorstellung, Begreifen und Metakognition (Fauser 2004, S. 21). Solche Modellierungs- oder Konstruktionsprozesse äußern sich in unterschiedlichen Formen der aktiven Auseinandersetzung, wie z.B. eigene Hypothesen entwickeln, Experimente planen und durchführen, Erklärungen vorschlagen, Zusammenhänge knüpfen, nach Voraussetzungen und Gründen forschen, Anwendungsmöglichkeiten finden, Widersprüche aufdecken, Modelle und Strukturen bilden, Beweise führen, Analogien herstellen, neue und fremde Perspektiven und Gesichtspunkte erfassen, eigenes Wissen und eigene Einsichten für andere verständlich darstellen, die Einsichten anderer angemessen wiedergeben etc.

Verstehen förderndes Lehrerhandeln

Mit Weinert (1998) kann festgehalten werden, dass „etwas verstehen [...] heißt, neue Informationen in ein bereits vorhandenes, sinnvoll nutzbares Wissenssystem einzugliedern. Voraussetzung dafür sind eine gute individuelle Wissensbasis und ein auf verstehendes Lernen gerichteter Unterricht“ (Weinert 1998, o.S.). Wie lässt sich aber der hier geforderte Unterricht realisieren? Eine zentrale Forderung an einen solchen auf Verstehen ausgerichteten Unterricht ist, dass die Lehrpersonen das Lernen der Schüler co-konstruktiv begleiten. Vom Lehrer wird ein „Verstehen zweiter Ordnung“ (Fauser 2004, S. 21) gefordert, eine diagnostische Beobachtung der Verstehensprozesse und Lernschwierigkeiten der Kinder. Diese kann er durch Bereitstellen von bestimmten Lerngelegenheiten fördern bzw. überwinden helfen.

Eine Perspektive, welche den Einbezug des von Weinert angesprochenen, bereits vorhandenen Wissenssystems, nämlich der Erfahrungen und Vorstellungen der Kinder und der Förderung der Umstrukturierung dieser Vorstellungen in Richtung wissenschaftlich angemessener Konzepte zum zentralen

Anliegen macht, liegt in moderat-konstruktivistisch orientierten, lerntheoretischen Sichtweisen sowie Conceptual-Change Theorien und Theorien zur situierten Kognition vor. Gerstenmaier und Mandl (1995, auch Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998) beschreiben in diesem Sinne Lernen als einen aktiven, konstruktiven, selbstgesteuerten, kooperativen und situierten Prozess. Für die konkrete Gestaltung von Unterricht folgt daraus: Verstehendes Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht setzt voraus, dass die Lernumgebung Möglichkeiten für individuelle Konstruktion und deren Überprüfung gibt (konstruktives Lernen). Es müssen Möglichkeiten zur Erfahrungsgewinnung vorhanden sein (aktives Lernen), und diese müssen in sinnvolle/ authentische Kontexte eingebettet sein (situiertes Lernen). Es muss Raum für interaktives Deuten und Aushandeln von Deutungen gegeben sein (kooperatives und soziales Lernen), und Lernwege sollten von den Schülerinnen und Schülern selbst (mit)bestimmt werden können (selbstbestimmtes Lernen) (Möller 2000, S. 54). Das Beobachten von und Nachdenken über Phänomene nimmt eine zentrale Stellung ein. Die Lehrperson muss auf den Vorstellungen der Kinder aufbauen und dort, wo sie auf falsche Vorstellungen trifft, Umbauprozesse anstoßen, indem sie anhand der Phänomene selber – d.h. also anhand objektiver Evidenzen – aufzeigt, dass die Vorstellung nicht in allen Situationen tragfähig ist. Im sozialen Kontext gedacht, trägt das Verständlichmachen der eigenen Gedanken und Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler für andere zum Verstehen aller bei, da es die Partizipation aller an Wissen und Ideen der anderen ermöglicht (Soostmeyer 1998). Dies zeigt bereits, dass die Lehrperson mehr als nur ein möglichst zurückhaltender Begleiter von Lernprozessen, sondern vielmehr ein diagnostisch tätiger Impulsgeber und Perturbator sein muss, der sowohl inhaltliche wie auch organisatorische Strukturen bereitstellt. Besonders leistungsschwächere Kinder benötigen Strukturierungshilfen, um eine Überforderung zu vermeiden und erfolgreiches Lernen zu ermöglichen (Möller et al. 2002).

Gerade im Bereich der Strukturgebung liegt eine potentielle Gefahr, wenn Struktur als enge Lenkung missinterpretiert wird. Eine solche enge Lenkung bedient sich dann vielmehr solcher Maßnahmen, die den Denkspielraum der Kinder eingrenzen und ganz bestimmte Antworten oder Lösungswege implizieren bzw. sogar direkt vorgeben. Das würde eine Abkehr von der Intention bedeuten, den Vorstellungen der Kinder Raum zur Entwicklung zu geben. Eine solche – oft als stark instruktiv oder transmissiv bezeichnete – Form der Lenkung zielt auf das Vermitteln korrekter Fakten, jedoch kaum auf das Entwickeln eigener Denk- und Lösungswege.

Beitrag der universitären Lehrerausbildung

In welcher Form kann nun die universitäre Lehrerausbildung die Fruchtbarkeit eines solchen an den Vorstellungen der Kinder orientierten Vorgehens verdeutlichen und Lehrkräfte dazu befähigen, diesen Ansatz in ihrer eigenen Unterrichtspraxis umzusetzen?

Am Seminar für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Münster wurde ein (fakultatives) spezifisches fachdidaktisches Studienmodul – bestehend aus zwei Teilmorden (siehe Übersicht 1) – mit einem Umfang von insgesamt acht Semesterwochenstunden für das Fach Sachunterricht entwickelt.

Das erste Teilmorden (Lernforschungsmodul) basiert auf genetischen Ansätzen in der Sachunterrichtsdidaktik, auf konstruktivistisch orientierten Theorien zum Wissenserwerb sowie auf Conceptual-Change-Theorien und Theorien zur situierten Kognition. Es soll den Aufbau fachspezifisch-pädagogischen Wissens und insbesondere konstruktivistischer Überzeugungen fördern. Es besteht im wesentlichen aus drei Elementen: Zunächst wird das für die Unterrichtsgestaltung erforderliche lerntheoretische, didaktische und lernpsychologische Wissen erarbeitet und auf naturwissenschaftliche Lernprozesse übertragen. Dabei findet eine Konfrontation der (oft durch einen als sehr instruktiv und einschränkend empfundenen Unterricht geprägten) subjektiven Vorerfahrungen der Studierenden zum Lehren und Lernen mit dem „neuen“ Lernbegriff statt. Theorie und Praxis werden in kritischer Reflexion verschränkt.

In einer weiteren, vertiefenden Veranstaltung werden die Studierenden in Lehr-Lernforschungsprojekte einbezogen. In diesen Projekten geht es um das

Teilmodul 1: Lernforschungsmodul

Erarbeitung moderat- bzw. sozial-konstruktivistischer Lerntheorien, entwicklungspsychologischer Grundlagen und didaktischer Ansätze – Konfrontation mit persönlichem Lehr-Lernverständnis (2 SWS)

+

Entwicklung und Erprobung einer Lehr-Lernumgebung und Erforschung individueller Lernprozesse in der Praxis am Beispiel eines naturwissenschaftsbezogenen Themas (4 SWS)

Teilmodul 2: Fachlich orientiertes Modul

Fachliche Inhalte verstehensorientiert und handlungsintensiv erarbeiten („Pädagogischer Doppeldecker“) und umsetzen: Lernumgebungen planen, erproben, reflektieren („Sandwich-Prinzip“) (2 SWS)

Übersicht 1: Fachdidaktisches Studienmodul zur Förderung des Aufbaus konstruktivistischer Überzeugungen

Verfolgen individueller Lernprozesse von Schülern unter dem Aspekt des Verstehens in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebungen. Mit einer Grundschulklasse führen die Studierenden Präkonzepterhebungen durch, planen gemeinsam den Unterricht, beobachten einzelne Schüler im Unterricht und überprüfen den Unterrichtserfolg durch individuelle Zwischen- sowie Post-Interviews. In Zulassungsarbeiten schließlich werden die vorliegenden Daten qualitativ oder quantitativ im Hinblick auf erreichte kognitive Leistungen, motivationale Wirkungen des Unterrichts usw. ausgewertet. Das selbstständige wissenschafts- und forschungsorientierte Arbeiten steht hier im Mittelpunkt. In diesem Forschungsseminar haben die Studierenden die Möglichkeit, die Fruchtbarkeit und Machbarkeit konstruktivistisch orientierter Lehr-Lernsituationen an Hand individueller Schülerlernwege zu verfolgen.

Im zweiten Teilmodul (fachlich orientiertes Modul) liegt der Schwerpunkt auf dem Erwerb von fachlichem Wissen. Dieses wird hier jedoch nicht von einer Fachsystematik her erschlossen, sondern ausgehend von Naturphänomenen (z.B. wieso ein schweres Schiff aus Stahl schwimmen kann oder Bälle springen können) und den dazu vorhandenen Präkonzepten der Studierenden. Die Studierenden werden dabei unterstützt, sich das zur Klärung solcher Phänomene benötigte fachliche Wissen verstehensorientiert und in der Regel handlungsintensiv zu erarbeiten. Dabei können sie erfahren, dass das erworbene Wissen fruchtbar ist, d.h. für die Erklärung „alltäglicher“ Naturphänomene hilfreich ist.

In einer vorangegangenen Teilstudie dieses Forschungsprojektes konnte gezeigt werden, dass Lehrkräfte, die an dem oben beschriebenen Lernforschungsmodul teilgenommen hatten, gegenüber solchen Lehrpersonen, die nicht an diesem Lernforschungsmodul teilgenommen hatten, eine konstruktivistischere Vorstellung zum Lehren und Lernen aufwiesen (Kleickmann, Gais & Möller 2005, S. 173). So maßen sie beispielsweise dem Entwickeln eigener Ideen und Deutungen durch die Kinder sowie deren vorunterrichtlichen Vorstellungen mehr Bedeutung zu und verstanden naturwissenschaftliches Lernen eher auch als Conceptual Change. Zudem waren sie weniger „praktizistisch“ und weniger „stark instruktiv“ orientiert. Die Teilnahme an dem oben beschriebenen Lernforschungsmodul scheint also geeignet zu sein, Vorstellungen von Lehrkräften zu Gunsten eines eher konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernverständnisses zu beeinflussen.

Das Verhältnis zwischen Lehrerausbildungselementen und dem Handeln von Lehrkräften im Unterricht ist allerdings bisher – besonders im Primarbereich – ein noch weitgehend offenes Forschungsfeld. Es stellt sich die Frage, ob Vorstellungen zum Lehren und Lernen auch das Handeln in der Praxis be-

einflussen, da in vielen Untersuchungen beobachtet werden konnte, dass Lehrer anders handeln als sie eigentlich wollen (Rodriguez 1993, Fischler 1993, 1994, Wahl 1991). Eine Reihe von Autoren beschreiben „constraints“ (z.B. Hewson et al. 1994), welche die Handlungen der Lehrpersonen mitbestimmen, bzw. den Effekt des Handelns unter Druck (Wahl 1991), was zu einem Auseinanderklaffen von Vorstellungen und tatsächlichem Handeln im Unterricht führt. International beschäftigen sich eine große Zahl von Untersuchungen mit den Auswirkungen von Lehrerbildungsprogrammen auf Überzeugungen und Einstellungen (Boone & Gabel 1998, Hubbard & Abell 2005), Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen (Stofflett & Stoddart 1994, Fischler 2000, Skamp & Mueller 2001) sowie Lehrerhandeln (SALISH Research Consortium 1997, Judson & Sawada 2002, NCRTL 1991).

Aufgrund der großen Spannbreite von Untersuchungsaspekten, evaluierten Programmen und verwendeten Analyseinstrumenten lässt sich kein genereller Trend der Ergebnisse formulieren; allerdings scheinen sich tendenziell reflexive, „inquiry-based“ Ansätze, die sich an einer moderat konstruktivistischen Sichtweise des Lernens und Lehrens orientieren, als effektiv abzuzeichnen (Appleton 2003, Judson & Sawada 2002). Offensichtlich jedoch ist der Aussage von Merkens (2003) zuzustimmen, dass die empirische Datenbasis für die Evaluation von Lehrerbildung zurzeit noch ungenügend ist.

Folgende Fragestellungen stehen daher im Mittelpunkt der hier berichteten Untersuchung:

- Gibt es Unterschiede im beobachtbaren Handeln zwischen Lehrkräften bzw. Lehramtsanwärtern (LAA), die an dem o.g. fachdidaktischen Studienmodul teilgenommen haben, und solchen, die nicht an diesem fachdidaktischen Studienmodul teilgenommen haben?
- In welchen Aspekten des Lehrerhandelns zeigen sich mögliche Unterschiede?
- Zeigen sich auf Seiten der Schülerinnen und Schüler Handlungen, welche auf konstruktive, verstehende Lernprozesse hinweisen?

Untersuchungsanlage und Stichproben

Um diesen Fragen nachzugehen, untersuchten wir das unterrichtliche Handeln von Lehrkräften bzw. LAA (siehe Übersicht 2), die an dem oben beschriebenen fachdidaktischen Studienmodul teilgenommen hatten (Experimentalgruppe (EG)) und verglichen dieses mit dem Lehrerhandeln von Lehrkräften bzw. LAA, die daran nicht teilgenommen hatten (Kontrollgruppe

(KG)).¹ Alle Lehrkräfte hatten an Universitäten in NRW studiert, und bis auf eine LAA unterrichteten sie alle an nordrhein-westfälischen Grundschulen.

Während des Studiums:	Lehrkräfte (max. 3,5 Jahre im Dienst); LAA (im 1. oder 2. Ausbildungsjahr)
<u>Experimentalgruppe</u> Teilnahme an o.g. fachdidaktischem Studienmodul	N = 14
<u>Kontrollgruppe</u> Keine Teilnahme an o.g. fachdid. Studienmodul	N = 14

Übersicht 2: Anlage der Untersuchung

Wegen der sehr kleinen zur Verfügung stehenden Stichprobe wurden die Vergleichsgruppen weitestgehend parallelisiert, um eine Vergleichbarkeit zwischen EG und KG zu erreichen. In einem Matching-Verfahren wurden die Kriterien Geschlecht, Alter in Jahren, Dienstalter in Jahren bei praktizierenden Lehrkräften bzw. Jahr des Vorbereitungsdienstes bei LAA, Anteil Lehrkräfte/ LAA, Note im Fach Sachunterricht im Ersten Staatsexamen, Fachinteresse Physik, Grad der Berührung mit physikalischen Inhalten im Referendariat/ bei Fortbildungen/ im Rahmen eigener Auseinandersetzung, und Grad der empfundenen Unterstützung hinsichtlich des Unterrichtens physikalischer Themen im Referendariat/ im Rahmen von Fortbildungen berücksichtigt. Es wurde insgesamt eine gute Vergleichbarkeit der resultierenden beiden Gruppen erreicht. Allerdings ist der Durchschnitt des Dienstalters bei praktizierenden Lehrkräften in der EG etwas höher als in der KG (2,3 Jahre > 1,6 Jahre). Insgesamt sind in der KG mehr praktizierende Lehrkräfte und weniger LAA im Vorbereitungsdienst als in der EG (Verhältnis Lehrer/LAA in EG: 3/11; in KG: 5/ 9). Das Fachinteresse Physik ist in der KG etwas höher als in der EG (2,14 > 1,48 auf 5-stufiger Likert-Skala von 0 bis 4).

Diese Faktoren wirken allerdings konservativ hinsichtlich der Untersuchungsfrage, da sie theoretisch potentielle Nachteile der EG bedingen könnten. Ein höheres Fachinteresse Physik in der KG könnte zu einer anderen Art des Unterrichtens physikalischer Themen im Sachunterricht führen und Unterschiede zwischen EG und KG verringern. Bei Junglehrern in den ersten drei Jahren ihrer Karriere wurde zudem der Effekt beobachtet, dass Lehrpersonen mit zunehmendem Dienstalter nach einer anfänglich mehr schülerori-

¹ Da das hier evaluierte Ausbildungselement erst seit ca. 10 Jahren eingesetzt wird, ist die Zahl der Absolventen, die sich bereits in der Unterrichtspraxis befinden, noch relativ gering; so war es erforderlich, neben praktizierenden Lehrkräften auch Lehramtsanwärter in die Studie einzubeziehen.

entierten Unterrichtsart wieder verstkt auf lehrerzentrierte Methoden zurük greifen (vgl. Simmons et al. 1999); daher könnte der leicht höhere Durchschnitt des Dienstalters in der EG wiederum erwartete Unterschiede bezüglich eines verstehen fördernden Lehrerhandelns verringern.

Zum eingesetzten Instrument

Unter Verwendung der genannten lerntheoretischen Positionen wurde ein Videoanalyse-Instrument entwickelt, welches von einem Unterrichtsverstndnis als Gelegenheitsstruktur für die Unterstützung von Wissenserwerbsprozessen ausgeht und Aspekte des Handelns sowohl der Lehrkräfte als auch der Schüler/innen erfassen soll (Gais 2005). Der Fokus der Analyse liegt hierbei auf dem Handeln wärend gemeinsamer Gespräche zum Unterrichtsthema. Folgende Konstrukte wurden auf der Ebene beobachtbarer Handlungen operationalisiert: (1) ,Lehrperson – aktive Konstruktion frden’: Verhaltensweisen der Lehrkräfte, die die aktive Konstruktion von Konzepten unterstützen (Neuaufbau, Differenzierung und Umstrukturierung) (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998, Hewson, Beeth & Thorley 1998, Driver, Newton & Osborne 2000); (2) ,Lehrperson – Transmission’: Verhaltensweisen der Lehrkräfte, die auf die ,Transmission’ von Wissen abzielen (ohne Unterstützung der konzeptuellen Entwicklung) (Mehan 1979, Lemke 1990, Smerdon, Burkam & Lee 1999), und (3) ,Schüler/innen – aktive Konstruktion’: Verhaltensweisen der Schülerinnen und Schüler, die auf eine aktive Konstruktion von Konzepten hindeuten (Neuaufbau, Differenzierung und Umstrukturierung) (Klieme & Reusser 2003, Klieme et al. 2001, Seidel, Rimmeli & Prenzel 2003).

Hinsichtlich der zuvor genannten Fragestellungen wurde erwartet, dass im Kategorienbereich ,Lehrperson – aktive Konstruktion frden’ die Probanden der EG denen der KG überlegen sind; umgekehrt wird im Kategorienbereich ,Lehrperson – Transmission’ erwartet, dass die KG der EG überlegen ist. Bei den Schülerinnen/ Schülern wird erwartet, dass im Bereich der aktiven Konstruktion von Wissen Schülerinnen und Schüler von Lehrpersonen in der EG denen von Lehrpersonen in der KG überlegen sind.

Für die Prüfung der Zuverlsigkeit (Reliabilität) der Kodierungen wurden Kodierer geschult und die Übereinstimmung ihrer Kodierungen geprüft; dafür wurden Cohens κ und % Übereinstimmung als Maß verwandt. Da die Kategorien bereits als mittel-inferent (d.h. nicht ohne Interpretation kodierbar) eingestuft werden müssen, sind ein Kappa-Wert von $>.70$ und eine prozentuale Übereinstimmung von $>80\%$ als gut zu betrachten. Übersicht 3 zeigt die durchweg guten bis sehr guten bereinstimmungswerte.

Bei der Kodierung der Videosequenzen wurde ein Zeitstichprobenplan auf 10-Sekunden-Basis zu Grunde gelegt. Das bedeutet, dass das gesamte Videomaterial für die Analyse in Einheiten – sog. ‚Time-Slots‘ – á jeweils 10 Sekunden Dauer zerlegt wurde. Für jeden der so entstehenden Time-Slots beurteilten die Kodierer, ob eine bestimmte Handlung zu beobachten war oder nicht. Die im Folgenden berichteten Ergebnisse machen daher Aussagen darüber, in wie viel Prozent der Time-Slots innerhalb der gemeinsamen themenbezogenen Gespräche im Unterricht die fragliche Handlung auftrat.

Die Kategorien sind disjunkte, jedoch nicht exhaustive ‚occurrence codes‘, das bedeutet, dass eine Handlung immer nur einer Kategorie zugeordnet werden kann, dass aber nicht alle nicht alle beobachteten Handlungen notwendigerweise einer der Kategorien zugeordnet werden. Mit diesem Messverfahren wird der Tatsache Rechnung getragen, dass ‚transmissive‘ und ‚aktive Konstruktion fördernde‘ Handlungen der Lehrperson nicht entgegen

Kategorie	Cohen's κ	% Übereinstimmung
Lehrperson – aktive Konstruktion fördern:		
Anregen zum Erklären/Deuten bzw. zum Begründen oder zum Präzisieren von Deutungen	.91	99
Kinder zum Äußern von Vorhersagen anregen	.94	99,7
Übertragung und Analogiebildung anregen	1.0	100
Erklärung eines Kindes mit (objektiver) widersprechender Evidenz konfrontieren	.89	99,7
Entwicklung von Versuchen anregen	.87	99,8
Herausstellen der Notwendigkeit, Vermutungen zu überprüfen bzw. Kinder zum Überprüfen von Vermutungen ermuntern	.80	99,7
Lehrperson – Transmission:		
Denkweg oder Äußerung eines Kindes ablehnen	.83	99,3
Kinderaussage (auch Vermutungen) als falsch bewerten	1.0	100
Inhalte erklären (ggf. unter Verwendung einer Modellvorstellung) bzw. die richtige Lösung selber sagen	.90	99,2
Schüler als Stichwortgeber nutzen	.95	99,6
Schülerinnen/ Schüler – aktive Konstruktion:		
Erklären/Deuten bzw. eine Deutung begründen	.82	95,5
Vorhersagen aufstellen	.89	97,4
Empfundene Dissonanz zwischen Aussagen äußern (ohne Angabe einer konkreten Begründung)	.80	99,4
Äußerung anzweifeln (mit Angabe einer konkreten Begründung)	.74	99,6
Versuche entwickeln	.87	99,7

Übersicht 3: Übereinstimmungswerte der Kategorien der Videoanalyse

gesetzte Enden einer eindimensionalen Skala abbilden, sich also auch nicht gegenseitig ausschließen müssen.

Die Erhebung der Videodaten fand im Zeitraum von September 2003 bis März 2004 statt. Hierfür wurden den teilnehmenden Lehrkräften im Vorfeld Rahmenvorgaben für die durchzuführende Unterrichtsstunde (á 90 Minuten) gegeben, um die Vergleichbarkeit der Unterrichtsvideos bezüglich der Inhalte zu gewährleisten. So sollte es sich um eine Einheit zu Beginn der Unterrichtsreihe zum Themenbereich „Wasserkreislauf (Wolken, Regen, Kondensieren, Verdampfen)“ handeln, und die gezeigten 90 Minuten Unterricht sollten jeweils eine (wie auch immer im Detail gestaltete) Einführungsphase, eine Hauptarbeitsphase sowie eine Auswertungsphase enthalten.

Ergebnisse und Diskussion

Übersicht 4 enthält die jeweiligen Gruppenmittelwerte sowie Ergebnisse des Gruppenvergleichs bezüglich der beiden Kategorienbereiche im Überblick. Die Richtung der gefundenen signifikanten sowie tendenziellen Mittelwertsunterschiede entspricht den oben genannten Hypothesen.

Wie Übersicht 4 zeigt, wurden lediglich zwei der aufgestellten Hypothesen durch die Signifikanztests bestätigt. In sehr kleinen Stichproben wie dieser ($N=28$) werden Unterschiede allerdings häufig allein aufgrund der geringen Gruppengröße nicht signifikant.² In diesem Fall ist es angemessen, zusätzlich zu den Ergebnissen der Signifikanztests die Effektstärken zu betrachten, um Aufschluss über potentielle Unterschiede zu erhalten – so wurde auch in dieser Untersuchung vorgegangen. Die hier beobachteten mittleren und großen Effekte³ sollen daher als tendenzielle Ergebnisse mit diskutiert werden.

Wie erwartet unterschieden sich die Lehrpersonen der EG und der KG in Verhaltensweisen, welche die *Notwendigkeit betonen, Vermutungen auf ihre Angemessenheit hin zu überprüfen bzw. die Kinder direkt ermuntern, eigene Vermutungen konkret zu überprüfen* – solche Lehrerbeiträge sind in der EG signifikant häufiger zu beobachten.

Die Betrachtung der Effekte, die bei der geringen Stichprobengröße ge-rechtfertigt scheint, zeigt, dass die EG eine tendenzielle Überlegenheit hin-

² bei theoretisch zusammenhängenden Kategorien (wie sie hier vorliegen) wirkt außerdem die vorgenommene Holm-Korrektur sehr konservativ.

³ Nach Astleitner (2003) kann neben der statistischen Signifikanz ergänzend die Effektstärke (d) als praktische Signifikanz aus der Differenz der Gruppenmittelwerte dividiert durch die Standardabweichung der Gesamtstichprobe berechnet werden.

Kategorie	Mean EG	Mean KG
Lehrperson – aktive Konstruktion fördern:		
Anregen zum Erklären/Deuten bzw. zum Begründen oder zum Präzisieren von Deutungen	8,39 nicht signifikant, mittlerer Effekt ($d= .73$)	6,06
Kinder zum Äußern von Vorhersagen anregen	1,26 nicht signifikant	1,56
Übertragung und Analogiebildung anregen	1,81 nicht signifikant, mittlerer Effekt ($d= .65$)	0,82
Erklärung eines Kindes mit (objektiver) widersprechender Evidenz konfrontieren	1,46 nicht signifikant, großer Effekt ($d= .83$)	0,35
Entwicklung von Versuchen anregen	0,42 nicht signifikant	0,39
Herausstellen der Notwendigkeit, Vermutungen zu überprüfen bzw. Kinder zum Überprüfen von Vermutungen ermuntern	1,11 signifikant, großer Effekt ($d= 1.04$)	0,17
Lehrperson – Transmission:		
Denkweg oder Äußerung eines Kindes ablehnen	2,01 nicht signifikant	2,14
Kinderaussage (auch Vermutungen) als falsch bewerten	0,31 nicht signifikant	0,51
Inhalte erklären (ggf. unter Verwendung einer Modellvorstellung) bzw. die richtige Lösung selber sagen	4,39 nicht signifikant	4,16
Schüler als Stichwortgeber nutzen	2,89 nicht signifikant	3,80
Schülerinnen/ Schüler – aktive Konstruktion:		
Erklären/Deuten bzw. eine Deutung begründen	27,78 signifikant, großer Effekt ($d= 1.04$)	16,84
Vorhersagen aufstellen	1,48 nicht signifikant	2,23
Empfundene Dissonanz zwischen Aussagen äußern (ohne Angabe konkreter Begründung)	0,84 nicht signifikant, mittlerer Effekt ($d= .48$)	0,44
Äußerung anzweifeln (mit Angabe einer konkreten Begründung)	0,74 nicht signifikant, mittlerer Effekt ($d= .48$)	0,30
Versuche entwickeln	0,70 nicht signifikant, mittlerer Effekt ($d= .50$)	0,24

Übersicht 4: Gruppenmittelwerte sowie Ergebnisse von Tests auf Mittelwertsunterschiede zwischen EG und KG⁴ mit Effektstärken

⁴ Multivariate Varianzanalysen mit dem Faktor „Gruppe“; dargestellt sind die Ergebnisse von Post-hoc-Analysen mit Tukey-HSD-Tests. Die Kategorien *Entwicklung von Versuchen anregen, Konfrontieren, Herausstellen der Notwendigkeit Vermutungen zu überprüfen, Übertragung und Analogiebildung anregen* und *Kinderaussage als falsch bewerten, Vorhersagen auf-*

sichtlich der Häufigkeit von Handlungen, bei denen Lehrpersonen die *Erklärung eines Kindes mit (objektiver) widersprechender Evidenz konfrontieren*. Das gleiche gilt für Lehrermaßnahmen, welche die Schüler zur Übertragung und Analogiebildung anregen sollen, sowie für Maßnahmen, welche die Schülerinnen und Schüler zum *Erklären/Deuten bzw. zum Begründen oder zum Präzisieren von Deutungen anregen* – solche Lehrerbeiträge sind in der EG häufiger zu beobachten.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Lehrer der EG ihr Handeln verstärkt an Konzeptwechseltheorien orientieren: Sie ermutigen die Kinder, ihre Erklärungen zu äußern, machen deutlich, dass diese einer Überprüfung bedürfen, und verwenden Strategien, die kognitive Konflikte auslösen und damit Konzeptveränderungen induzieren können. Eine solche Vorgehensweise lässt sich zurückbeziehen auf die Inhalte des Lernforschungsmoduls, daher liegt der Schluss nahe, dass sich hierin ein erwarteter, positiver Einfluss dieses Ausbildungselementes ausdrückt.

Entgegen den Erwartungen zeigen sich keine Unterschiede hinsichtlich Lehreräußerungen, welche die Schüler zum *Vorhersagen aufstellen* oder zur *Entwicklung von Versuchen anregen* sollen. Eine Erklärung dafür könnte in der zweiten Phase der Lehrerausbildung liegen. Dort wird in den letzten Jahren ebenfalls eine Stärkung des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts verfolgt. Geeignete Themen sollen anhand von Experimenten erarbeitet werden, wobei auch hier einem ‚Muster‘ wissenschaftlichen Arbeitens gefolgt wird. Dieses beinhaltet das Formulieren von Vermutungen („Hypothesen“), das Durchführen, Beobachten und Deuten von Experimenten in verschiedenen Formen. Hierüber würde sich erklären, warum sich die Gruppen in diesen beiden Hinsichten ähneln. Es ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass solche Handlungen in EG und KG insgesamt nur selten auftraten (< 2% der Timeslots).

In bezug auf Lehrerverhaltensweisen wie das Erklären von Phänomenen, das Nutzen der Kinder als Stichwortgeber oder das (nicht durch objektive Evidenz belegte) Ablehnen oder als falsch Bewerten von Schüleraussagen weisen die Ergebnisse jedoch darauf hin, dass solche Lehrerhandlungen nicht substanziell durch das fachdidaktische Studienmodul beeinflusst wurden. Entgegen der Erwartungen zeigten sich bei keiner der Kategorien des Berei-

stellen, Experimente entwickeln, Äußerung anzweifeln, Vorhersagen aufstellen, „Experimente“ entwickeln und Aussagen anzweifeln (mit Begründung) erfüllten nicht die Voraussetzungen für eine varianzanalytische Testung – hier wurden robuste U-Tests gerechnet. Das Alpha-Fehler Niveau wurde mittels Holm-Adjustierung korrigiert.

ches ‚Lehrperson – Transmission‘ Unterschiede zwischen den Gruppen. Vielmehr ist festzustellen, dass die Schwankungen innerhalb der Gruppen sehr groß waren. Es ist jedoch als sehr positiv festzustellen, dass in beiden Gruppen solche Verhaltensweisen nur sehr selten zu beobachten waren. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass andere Faktoren, die von der Gruppenzugehörigkeit unabhängig sind, solche Lehrerverhaltensweisen beeinflussen.

Die dritte Fragestellung verfolgte, ob sich auch seitens der Schüler Unterschiede in solchen Handlungen zeigten, welche auf konstruktive, verstehende Lernprozesse hindeuten. Dazu ist positiv zu vermerken, dass sich die Unterschiede im Handeln der Lehrpersonen hier widerspiegeln. Die von den Lehrpersonen angebotenen Strukturen zur Förderung der aktiven Konstruktion von Konzepten (Neuaufbau, Differenzierung und Umstrukturierung) scheinen von den Kindern entsprechend angenommen und genutzt werden zu können – darauf weisen die parallelen Gruppenunterschiede in den jeweils korrespondierenden Lehrer- und Schülerkategorien hin. Die Ergebnisse bezüglich der Lehrerhandlungen, welche die aktive Konstruktion von Konzepten seitens der Schüler unterstützen, und die Ergebnisse der Schülerhandlungen, die als Indikatoren für kognitive Konstruktionsprozesse anzusehen sind, konvergieren hier. Dieses Ergebnis kann als Hinweis darauf interpretiert werden, dass die Handlungen der Lehrpersonen, welche die Förderung verstehenden Lernens zum Ziel haben, sich tatsächlich auf die Aktivität der Schüler (i.S.v. geistiger Aktivität) auswirken.

Fazit

Die hier berichteten Befunde weisen darauf hin, dass Lehrerbildungselemente, deren Gestaltung sich an konstruktivistischen und an Conceptual Change Ansätze orientiert, ein besonderes Potenzial für die Verbesserung naturwissenschaftsbezogener Lehrerbildung darstellen. Ausbildungselemente, die sich an den Merkmalen des in diesem Beitrag beschriebenen Studienmoduls und vermutlich dort speziell an dem Lernforschungsmodul orientieren (insb. die Erforschung von individuellen Schülerlernprozessen vor dem Hintergrund von konstruktivistisch orientierten Lehr-/Lerntheorien und Conceptual Change Theorien sowie das Erleben der Machbarkeit eines Unterrichts, der diesen Prinzipien entsprechend gestaltet ist), sollten in dieser Hinsicht positive Effekte bewirken. Herzuheben ist, dass eine Fortsetzung dieser positiven Effekte bis auf die Ebene des Schülerhandelns festzustellen war.

In weiteren Forschungen sollten mögliche Zusammenhänge zwischen Vorstellungen zum Lehren und Lernen und dem Handeln von Lehrkräften

aufgeklärt werden. Wie die obigen Ausführungen gezeigt haben, sind in Abhängigkeit von der Teilnahme am spezifischen Studienmodul die schon früher berichteten Unterschiede bei den Vorstellungen zum Lehren und Lernen von Lehrkräften zu den hier berichteten Unterschieden im konkreten Lehrerhandeln parallel. Ob ein direkter Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Handlungen besteht, bzw. welche Faktoren hier potentiell fördernd oder inhibierend wirken, ist damit noch nicht erschlossen. Aufbauend auf die parallelen Gruppenunterschiede beim Verstehen fördernden Handeln der Lehrpersonen und den Handlungen der Schüler, die auf ebensolche Lernprozesse hindeuten, wären konkrete Analysen der Lehrer-Schüler-Interaktion wünschenswert, um so den hier angedeuteten Zusammenhang genauer beschreiben zu können.

Ein weiteres Desiderat betrifft die Frage, inwieweit die hier berichteten Schülerhandlungen zu Steigerungen im kognitiven sowie motivationalen Bereich (hinsichtlich Lernzuwachs, Interesse, motivationale und selbstbezogene Aspekte) führen.

Literatur

- Appleton, K. (2003): How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. In: Research in Science Education, 33 (1), pp. 1-25.
- Astleitner, H. (2003): Praktische Signifikanz. In: Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 3, S. 48-53.
- Bereiter, C. (1984): How to keep thinking skills from going the way of all frills. In: Educational Leadership, 42, pp. 75-77.
- Boone, W.J. & D.L. Gabel (1998): Effectiveness of a model teacher preparation program for the elementary level. In: Journal of Science Teacher Education, 9 (1), pp. 63-84.
- Bransford, J.D.; J.J. Franks, N.J. Vye & R.D. Sherwood (1989): New approaches to instruction because wisdom can't be told. In: S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.): Similarity and analogical reasoning. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 470-497.
- Driver, R.; P. Newton & J. Osborne (2000): Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. In: Science Education, 84, pp. 287-312.
- Fauser, P. (2004): Lernen und Verstehen. Thesen zum pädagogischen Kerngeschäft. Vortrag auf der Tagung "Lernen und Verstehen" des Thüringer Kultusministeriums in Verbindung mit dem ThILM und dem Lehrstuhl für Schulpädagogik und Schulentwicklung der FSU in Jena.
- Fischler, H. (1993): Von der Kluft zwischen Absicht und Handeln - Lehrervorstellungen und Lehreraktionen. In: H. Behrendt (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Alsbach: Leuchtturm, S. 226-228.
- Fischler, H. (1994): Concerning the difference between intention and action: teachers conceptions and actions in physics teaching. In: I. Carlgren, G. Handal & S. Vaage (Eds.): Teach-

- ers' minds and actions: research on teachers' thinking and practise. London: Falmer Press, pp. 165-180.
- Fischler, H. (2000): Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik. Teil 1: Stand der Forschung sowie Ziele und Methoden der Untersuchung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 6, S. 27-36.
- Gais, B. (2005): Assessing Characteristics of Teacher and Student Actions During Instructional Talks in Primary Science Classrooms by Means of Video-Analysis. In: H.E. Fischer (Ed.): Developing Standards in Research on Science Education. The ESERA Summer School 2004. London: Taylor & Francis, pp. 117-123.
- Gerstenmeier, J. & H. Mandl (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41 (6), S. 867-888.
- Hewson, P.W. et al. (1994): Relationships between the conceptions of teaching science and knowledge-in-action of experienced high school science teachers. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA) in New Orleans.
- Hewson, P.W.; M.E. Beeth & R.N. Thorley (1998): Teaching for conceptual change. In: B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.): International Handbook of Science Education. Part One Dordrecht: Kluwer, pp. 199-218.
- Hubbard, P. & S.K. Abell (2005): Setting sail or missing the boat: comparing the beliefs of pre-service elementary teachers with and without an inquiry-based physics course. In: Journal of Science Teacher Education, 16, pp. 5-25.
- Judson, E. & D. Sawada (2002): Tracking transfer of reform methodology from science and math college courses to the teaching style of beginning teachers of grades 5–12. In: D. Sawada (Ed.): Reformed teacher education in science and mathematics: an evaluation of the Arizona collaborative for excellence in the preparation of teachers (Technical Report) Tempe: Arizona State University, pp. 193–202.
- Klafki, W. (1992): Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. In: R. Lauterbach, W. Köhnlein, K. Spreckelsen & E. Klewitz (Hrsg.): Brennpunkte des Sachunterrichts. Kiel: IPN, S. 11-31.
- Kleickmann, T.; B. Gais & K. Möller (2005): Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Gibt es einen Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Lehrerausbildung? In: D. Cech & H. Giest (Hrsg.): Sachunterricht in Praxis und Forschung – Erwartungen an die Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 167-176.
- Klieme, E. & K. Reusser (2003): Unterrichtsqualität und mathematisches Verständnis im internationalen Vergleich - ein Forschungsprojekt und erste Schritte zur Realisierung. In: Unterrichtswissenschaft, 31 (3), S. 194-205.
- Klieme, E. et al. (2001): TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Köhnlein, W. (1992): Sachunterricht und kindliche Entwicklung. In: R. Lauterbach, W. Köhnlein, K. Spreckelsen & E. Klewitz (Hrsg.): Brennpunkte des Sachunterrichts. Kiel: IPN, S. 32-46.
- Köhnlein, W. (1998): Martin Wagenschein, die Kinder und naturwissenschaftliches Denken. In: W. Köhnlein (Hrsg.): Der Vorrang des Verstehens. Beiträge zur Pädagogik Martin Wagenschains. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 66-87.
- Lemke, J.L. (1990): Talking science: Language, learning and values. Norwood, NJ: Ablex.

- Mehan, H. (1979): "What time is it, Denise?": Asking known information questions in classroom discourse. In: *Theory into Practice*, 18 (4), pp. 285-294.
- Merkens, H. (2003): Lehrerbildung in der Diskussion. Opladen: Leske + Budrich.
- Möller, K. (2000): Verstehendes Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften? Forschung für den Sachunterricht. In: *Die Grundschulzeitschrift* (139), S. 54-57.
- Möller, K.; A. Jonen, I. Hardy & E. Stern (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. Weinheim: Beltz, S. 176-191.
- National Center for Research on Teacher Education (1991): Findings from the Teacher Education and Learning to Teach (TELT) Study: Final Report. East Lansing, MI: The National Center for Research on Teacher Learning, Michigan State University.
- Reinmann-Rothmeier, G. & H. Mandl (1998): Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: F. Klix (Hrsg.): *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie 2: Kognition. Band 2: Wissen*. Göttingen: Hogrefe, S. 457-500.
- Rodriguez, A.J. (1993): A dose of reality: understanding the origin of the theory/practise dichotomy in teacher education from the students' point of view. In: *Journal of Teacher Education*, 44 (3), pp. 213-222.
- Salish Research Consortium (1997): Secondary science and mathematics teacher preparation programs: Influences on new teachers and their students. Final report of the SALISH I Research Project to the United States Department of Education. Iowa City, IA: University of Iowa, Science Education Center.
- Seidel, T.; R. Rimmele & M. Prenzel (2003): Gelegenheitsstrukturen beim Klassengespräch und ihre Bedeutung für die Lernmotivation – Videoanalysen in Kombination mit Schülerselbst-einschätzungen. In: *Unterrichtswissenschaft*, 31 (2), S. 142-165.
- Simmons, P.E. et al. (1999): Beginning teachers: beliefs and classroom actions. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), pp. 930-954.
- Skamp, K. & A. Mueller (2001): A longitudinal study of the influences of primary and secondary school, university and practicum on student teachers' images of effective primary science practice. In: *International Journal of Science Education*, 23 (3), pp. 227-245.
- Smerdon, B.A.; D.T. Burkam & V.E. Lee (1999): Access to constructivist and didactic teaching: Who gets it? Where is it practiced? In: *Teachers College Report*, 101 (1), pp. 5-34.
- Soostmeyer, M. (1998): Einzelkristalle des Verstehens und kumulative Konstruktion. In: W. Köhnlein (Hrsg.): *Der Vorrang des Verstehens. Beiträge zur Pädagogik Martin Wagenscheins*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 37-57.
- Spreckelsen, K. (1992): Weltverstehen im Sachunterricht und SelbständigkeitSENTwicklung. In: R. Lauterbach, W. Köhnlein, K. Spreckelsen & E. Klewitz (Hrsg.): *Brennpunkte des Sachunterrichts*. Kiel: IPN, S. 149-155.
- Stofflett, R.T. & T. Stoddart (1994): The ability to understand and use conceptual change pedagogy as a function of prior content learning experience. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 31, pp. 31-51.
- Wahl, D. (1991): Handeln unter Druck. Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildnern. Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Weinert, F.A. (1998): Eine Lernmethode allein wird nicht genügen. Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 272, 23. November 1998.