

Fachwissen von Lehramtsstudierenden zum Thema „Leben in extremen klimatischen Bedingungen“ – Erhebung des Fachwissens im Rahmen einer Interventionsstudie

Julia Kratz, Steffen Schaal und Eva Heran-Dörr

Problemstellung

Das naturwissenschaftliche Fachwissen von Grundschullehrkräften sowie deren fachdidaktisches Wissen sind oftmals nicht ausreichend (vgl. Appleton 2007), um dem interdisziplinären Bildungsanspruch des Sachunterrichts (vgl. Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts 2013) gerecht zu werden. Besonders zu physikalischen Inhaltsbereichen weisen Grundschullehrkräfte ein eher distanzierendes Verhältnis auf (vgl. Landwehr 2002, Möller 2004) und es ergibt sich die Frage, wie die Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften verbessert werden kann. In der vorliegenden Studie wird durch die Anbindung eines physikalischen Inhalts an einen biologischen Themenbereich versucht, die Distanz von Studierenden gegenüber physikalisch-naturwissenschaftlichen Inhalten des Sachunterrichts zu reduzieren: Das Leben unter extremen klimatischen Bedingungen beispielsweise durchdringt nur derjenige, der grundlegende Aspekte der Wärmelehre verstanden hat. In der Gestaltung des Ausbildungsangebotes werden unterschiedliche instruktionale Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit hin getestet.

Theoretische Fundierung und Forschungsstand

Die Beschreibung von Lehrerprofessionalität basiert auf Shulmans (1987) Untergliederung in pädagogisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen. Demnach sei das fachdidaktische Wissen ein „special amalgam of content and pedagogy“ (ebd., S. 8), was die zentrale Bedeutung des Fachwissens für den Erwerb von fachdidaktischem Wissen betont. Auch aktuelle empirische Befunde untermauern die Wichtigkeit des Fachwissens. Lehrpersonen mit einem hohen Maß an Fachwissen und fachdidaktischem Wissen erzielen bei Schülern bessere Lernergebnisse als Lehrkräfte mit einem geringer ausgeprägten Professionswissen in diesen beiden Bereichen (vgl. Kunter et al. 2011, Lipowski 2010). Hier stellt sich nun die Frage, auf welche Weise der Aufbau des Professionswissens

in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften gezielt und strukturiert initiiert und unterstützt werden kann.

Nach Lipowski (2010) sind Professionalisierungsmaßnahmen auf vier Ebenen wirksam:

- i. Die Beeinflussung der affektiv-motivationalen Entwicklung,
- ii. die Erweiterung der (fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen) Lehrerkognitionen,
- iii. die Veränderung des unterrichtspraktischen Lehrerhandelns und schließlich
- iv. die Beeinflussung der Schülerleistungen.

Insbesondere die Strukturierung und die inhaltlich-didaktischen Merkmale eines Professionalisierungsangebots scheinen über deren Wirksamkeit zu entscheiden (Lipowski 2010). Erfolgsversprechende inhaltlich-didaktische Merkmale sind demnach beispielsweise die Domänenspezifität der Lernumgebungen, der Fokus auf die inhaltsbezogenen Lernprozesse der Schüler/innen, die Verwendung von Unterrichtsvideos sowie Phasen kommunikativer Reflexion und handlungspraktische Erprobungsphasen. Betrachtet man den Erfolg von Professionalisierungsmaßnahmen von Lehrkräften unter empirischen Gesichtspunkten, so lassen sich auch aus den gegenwärtigen Befunden einige Empfehlungen für die Gestaltung entsprechender Maßnahmen ableiten:

Ein Ziel der aktuellen kompetenzorientierten Lehrerbildung besteht darin, professionelles Wissen so zu vermitteln, dass es situativ angewendet und reflexiv genutzt werden kann (vgl. Renkl 1996). Mörtl-Hafizovic (2006) stellte den Einsatz von situiertem Lernen in der Lehrerausbildung als geeignet heraus, um diagnostische Kompetenzen im Bereich des Schriftspracherwerbs aufzubauen. Eine Professionalisierungsmaßnahme sollte gemäß den Empfehlungen für die Gestaltung von situierten Lernumgebungen so aufgebaut sein, dass...

- ...der Ausgangspunkt eines Lernprozesses komplexe Ausgangsprobleme sind,
- ... ein Anwendungskontext für das zu erwerbende Wissen durch realistische Probleme und authentische Situationen vorliegt,
- ... Wissen in multiple Kontexte und Perspektiven eingebettet ist und
- ... wiederholte Phasen der Artikulation und Reflexion sowie Lernen im sozialen Austausch ermöglicht wird (vgl. bspw. Fölling-Albers et al. 2005, S. 56).

Demnach fördere die Verbindung von sachlogisch-systematischem Domänenwissen mit anwendungsbezogenen Aspekten und subjektiven Erfahrungen die Handlungskompetenz der angehenden Lehrkräfte im bearbeiteten Bereich.

Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht konnte durch domänenspezifische Lehrerfortbildungen ein Zuwachs an positiven Selbstwirksamkeitserwartungen sowie an Interesse am Unterrichten physikbezogener Inhalte und eine Weiterentwicklung des fachdidaktischen Wissens erreicht werden (Kleickmann 2008).

Videoausschnitte können den Aufbau von Lehrerprofessionalität fördern, da sie unterrichtliches Handeln kontextbezogen und anschaulich verdeutlichen (vgl. Helmke/ Schrader 2006): Die Einsatzmöglichkeiten in der Lehrerbildung sind vielfältig und so können Videos beispielsweise eine Annäherung an authentisches Lehrerhandeln erleichtern. Die wiederholte Beobachtung wird für eine strukturierte Analyse genutzt, in der unterrichtliche Denk- und Handlungsmuster analysiert und reflektiert werden können (vgl. Reusser 2005). Insgesamt erscheint der Einsatz von Unterrichtsvideos in der Lehrerfortbildung erfolgversprechend (vgl. Borko et al. 2008). Nicht zuletzt sei ein aktueller Befund zum Erfolg von Professionalisierungsmaßnahmen durch das Erleben „kognitiver Dissonanzen“ mit bestehenden Konzepten und Vorstellungen durch die Lehrpersonen selbst angesprochen (vgl. Lipowski 2010).

Diese in aller Kürze dargelegten theoretischen Bezüge galt es nun für die vorliegende Arbeit bei der Konzipierung der Treatmentvariationen zu berücksichtigen.

Konzeption der Treatmentvariationen

Die hier vorgestellten Treatments wurden auf Grundlage eines moderat-konstruktivistischen Lernbegriffs entwickelt (vgl. Mandl/ Reinmann-Rothmeier 1995, Möller 2001). Demnach liegt jedem Lernen ein aktiver Konstruktionsprozess zu Grunde und der Einfluss des Lehrenden liegt darin, den Lernenden bei diesem Konstruktionsprozess durch geeignete Impulse zu unterstützen. Instruktion und Konstruktion bilden also keinen Gegensatz. Vielmehr stellt sich die Frage, welche Form der Instruktion am besten geeignet ist, um einen möglichst effektiven Konstruktionsprozess anzuregen.

Gemäß des Modells der didaktischen Rekonstruktion des Lehr-Lerngegenstandes (vgl. Gropengießer/ Kattmann et al. 1997) wurden Leitlinien für die erfolgreiche Anbahnung von Konstruktionsprozessen entwickelt: Demnach werden Konstruktionsprozesse für den Aufbau von sachunterrichtsspezifischem Fach- und fachdidaktischem Wissen erfolgreich angeregt, wenn...

- Lernen in authentischen und anwendungsnahen Situationen stattfindet (vgl. Reusser 2005),

- die Komplexität durch Sequenzierung des Inhalts reduziert wird (vgl. Möller et al. 2006),
- nach dem Prinzip des „Pädagogischen Doppeldeckers“ vorgegangen wird (vgl. Wahl 2005),
- regelmäßig Reflexionsphasen stattfinden (vgl. Stern 2009),
- kooperative und interaktionale Prozesse berücksichtigt werden (vgl. Reinmann/ Mandl 2006),
- Wissen vernetzt vermittelt wird (vgl. Nistor et al. 2005).

Auf dieser Grundlage wurden in der hier vorgestellten Studie zwei Maßnahmen entwickelt und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit auf den Aufbau von interdisziplinärem Fachwissen untersucht: Die Maßnahmen enthalten einerseits die Arbeit an einer inhaltlich, methodisch und material strukturierten Lehr-Lernumgebung für Lehramtsstudierende, andererseits beinhalten sie einen moderierten und strukturierten Einsatz von Videoclips mit Unterrichtsmitschnitten, die im Unterricht nach spezifischen Vorgaben mit Unterstützung erfahrener Lehrkräfte aufgezeichnet wurden.

Forschungsfragen und Untersuchungsdesign

Die vorliegende Studie diene der Entwicklung und Validierung der Erhebungsinstrumente sowie der Erprobung der konzipierten Treatments, um beides für eine nachfolgende Hauptstudie mit größeren Stichproben zu optimieren. Aus den umfassenden Arbeiten wird in dieser Studie nur der Ausschnitt des interdisziplinären Fachwissens dargestellt. Aus dem skizzierten Forschungsstand und den darauf aufbauenden theoretischen Überlegungen ergeben sich demnach folgende Fragestellungen:

- Wie wirken sich themenbezogene Sachunterrichtsseminare in der ersten Phase der Grundschullehramtsausbildung auf den Aufbau von Fachwissen aus?
- Haben die dargestellten instruktionalen Maßnahmen unterschiedliche Auswirkungen auf den Lernerfolg?

Als erste Hypothese wird angenommen, dass in themenspezifischen Seminaren ein höherer Lernzuwachs im Fachwissen der Studierenden festgestellt werden kann als in allgemeinen Sachunterrichtsseminaren. Als zweite Hypothese wird vermutet, dass der Lernerfolg hinsichtlich des Fachwissens in den Treatments, die ein größeres Maß instruktionaler Unterstützung beinhalten, höher ist.

Als quasiexperimentelles Untersuchungsdesign mit drei Messzeitpunkten (pre, post, follow up) ergibt sich ein Experimental-Kontrollgruppendesign mit drei Treatmentgruppen, einer Kontrollgruppe und einer Placebogruppe (siehe Tabelle

1). In den Experimentalgruppen (EG 1 bis 3) und der Kontrollgruppe (KG) wird in einer universitären Lehrveranstaltung themenspezifisch am Thema „Leben in extremen klimatischen Bedingungen“ gearbeitet. In der Placebogruppe (PG) werden themenunspezifische Fragen des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts ohne fortlaufende Anbindung an einen spezifischen Inhalt angesprochen (z.B. „Conceptual Change als didaktisches Prinzip im Sachunterricht“ oder „Die Bedeutung des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Sachunterricht“). Somit lassen sich Aussagen über die Wirksamkeit themenbezogener Sachunterrichtsseminare gewinnen. EG 2 beinhaltet ein strukturiertes Lehr-Lernangebot, in EG 3 wird an Unterrichtsmitschnitten gearbeitet. Die Kombination beider Maßnahmen in EG 1 wurde in dieser Studie nicht durchgeführt. Die Verteilung der Studierenden auf die verschiedenen Seminarkonzeptionen erfolgte randomisiert.

Tabelle 1: Untersuchungsdesign

Instruktionale Unterstützung durch.....	Lehr-Lernumgebung	Text
Unterrichtsmitschnitte	EG 1 <i>[in dieser Studie nicht in dieser Form durchgeführt]</i>	EG 3 <i>n=10</i>
Text	EG 2 <i>n=19</i>	KG <i>n=13</i>

Material und Methoden

Zur Erhebung des Fachwissens wurden verschiedene Instrumente entwickelt. Für die Erfassung des physikalischen und biologischen Fachwissens war ein multiple-choice Fragebogen vorgesehen. Das fachintegrative Wissen wurde durch offene Fragen sowie ein Concept-Mapping Verfahren erfasst, auf welches sich die weiteren Ausführungen im Rahmen dieses Artikels beschränken.

Eine Concept Map besteht aus Begriffen und Beziehungen zwischen diesen Begriffen, den sog. Propositionen, die durch Pfeile symbolisiert und benannt werden. Die entstehenden Einheiten werden als Aussagen bezeichnet und können wiederum durch Propositionen miteinander verknüpft werden. Solche Aussagen („concepts“) „are fundamental units of meaning in our cognitive structure“ (Novak 2010, p. 26). Eine derartige Netzwerkrepräsentation des Gedächtnisses entspricht dem moderat-konstruktivistischen Lernverständnis (z.B. White/ Gunstone 1992, Mintzes et al. 2001, MacKinnon 2009). Entsprechend ist ein Concept-

Mapping Verfahren besonders geeignet, um vernetztes, strukturelles Wissen zu externalisieren (z.B. Jonassen et al. 1993, Ruiz-Primo et al. 2001, Novak 2010, Zumbach/ Reinmann 1999), in diesem Fall ist dies die Vernetzung von physikalischem und biologischem Fachwissen. Somit sind Concept Maps sensibel für Effekte, die schlecht mit anderen Instrumenten gemessen werden können (vgl. Schecker/ Klieme 2000). Grundsätzlich lassen sich offene Concept Mapping-Verfahren (d.h. Probanden erstellen Concept Maps völlig frei ohne Vorgabe von Begriffen und Relationen) und strukturierte Formen des Concept Mapping (d.h. Begriffe und Relationen werden vorgegeben) unterscheiden. In der hier vorliegenden Studie wurde ein strukturiertes Verfahren gewählt. Die Concept Maps der Probanden werden mit einem Referenzmap verglichen, welches die inhaltlichen Lernziele repräsentiert (vgl. Schaal et al. 2010). Das Referenzmap wurde anhand der Fokusfrage „Welche Rolle spielt der Temperaturgleich für die Überwinterung gleichwarmer Tiere?“ von Experten im Bereich der Naturwissenschaftsdidaktik validiert.

Die Befragung der Experten erfolgte ebenso wie die Befragung der Studierenden im Rahmen eines direktiven paper-pencil-Verfahrens (vgl. McClure et al. 1999). Das Erhebungsverfahren wurde zunächst standardisiert vorgestellt. Für die Erstellung der Concept Map wurden 13 Begriffe auf Wortkarten sowie vier Relationen vorgegeben, mit denen die eigenständig einzuzeichnenden Pfeile beschriftet werden sollten. Dabei durfte jede Relation beliebig oft verwendet werden. Eine zeitliche Beschränkung war nicht vorgesehen. Die quantitative Auswertung erfolgte programm basiert mit dem Softwarepaket MaNet 1.4 durch eine Korrespondenzanalyse. Bei der Analyse werden:

- a. die Verknüpfungen des Probandennetzes gezählt, die sich auch im Experten-netz finden (= richtige Verknüpfung),
- b. die Verknüpfungen, die weder im Probandennetz noch im Expertennetz verknüpft sind (= richtige Nicht-Verknüpfungen),
- c. die Verknüpfungen im Probandennetz, die sich nicht im Expertennetz befinden (= falsche Verknüpfung) und
- d. die Verknüpfungen, die im Expertennetz vorgesehen sind, aber die der Proband nicht gesetzt hat (= fehlende Verknüpfungen)

gezählt. Aus der Summe aller richtigen und falschen Verknüpfungen relativ zur Anzahl aller gesamt möglichen Verknüpfungen berechnet sich der Korrespondenzkoeffizient. Der berechnete Korrespondenzkoeffizient C kann Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen. Nach Strenge der Übereinstimmung wird zwischen C_1 (nur die Verknüpfung zweier Begriffe wird berücksichtigt), C_2 (Verknüpfung

und Verwendung der passenden Proposition werden einberechnet) und C_3 (Verknüpfung, Proposition und Pfeilrichtung finden Berücksichtigung) unterschieden. In der gewichteten Variante C_{3w} wird zudem die Verknüpfungsanzahl in der Referenzmap mit einbezogen.

Durch die Auswertung ergeben sich Aufschlüsse über die Übereinstimmung von Netzwerken, und zwar einerseits intraindividuell durch den Vergleich mehrerer Erhebungszeitpunkte und andererseits interindividuell, indem ein Probandennetzwerk durch den Vergleich mit einem Referenznetzwerk bewertet wird.

Insgesamt wurden acht Experten befragt, wobei zwei Concept Maps wegen Verfahrensfehlern bei der Erstellung in der Auswertung nicht berücksichtigt werden.

Die Auswertung der Expertenmaps ergab eine durchschnittliche Übereinstimmung des C_{3w} -Wertes mit der für die Studie erstellten Referenzmap von 87,65%. Dabei lag die geringste Übereinstimmung bei 67,1%, die höchste Übereinstimmung bei 99,65% (vgl. Tabelle 2). Damit kann von einer ausreichenden Validität der eingesetzten Referenzmap ausgegangen werden (vgl. Eckert 1998, 2000).

Tabelle 2: Korrespondenzanalyse der Expertenmaps

Korrespondenzkoeffizient	Experte 1	Experte 2	Experte 3	Experte 4	Experte 5	Experte 6
C_{1w}	0,702 (85,1%)	0,710 (85,5%)	0,993 (99,65%)	0,993 (99,65%)	0,526 (76,3%)	0,780 (93,51%)
C_{2w}	0,702 (85,1%)	0,710 (85,5%)	0,901 (95,05%)	0,993 (99,65%)	0,342 (67,1%)	0,780 (93,51%)
C_{3w}	0,702 (85,1%)	0,710 (85,5%)	0,901 (95,05%)	0,993 (99,65%)	0,342 (67,1%)	0,780 (93,51%)

Ergebnisse der Studie

Zur Ermittlung von Treatmentunterschieden in Prä- und Posttest wurde ein T-Test für verbundene Stichproben verwendet. Es zeigt sich in beiden Experimentalgruppen ein signifikanter Wissenszuwachs (vgl. Tabelle 3). Sowohl die Arbeit in einer strukturierten Lehr-Lernumgebung als auch der Einsatz von Unterrichtsmitschnitten bewirkte eine signifikante Zunahme des Fachwissens zwischen Prä- und Post-Test.

Tabelle 3: T-Test für verbundene Stichproben

Seminar	Korrespondenzkoeffizient	MW	SD	df	T	Sign.
EG 2 n=19	C _{2w}	-,288	,221	18	-5,67	,000***
	C _{3w}	-,293	,219	18	-5,81	,000***
EG 3 n=10	C _{2w}	-,246	,216	9	-3,61	,006**
	C _{3w}	-,255	,201	9	-4,02	,003**
KG n=13	C _{2w}	-,079	,167	12	-1,72	,112
	C _{3w}	-,058	,119	12	-1,77	,103
PG n=17	C _{2w}	-,005	,168	16	-,12	,904
	C _{3w}	-,010	,164	16	-,26	,797

Zur Ermittlung der unterschiedlichen Wirksamkeit der instruktionalen Maßnahmen hinsichtlich des Lernerfolgs wurde eine zweifaktorielle MANOVA mit der Treatmentzugehörigkeit als Zwischensubjektfaktor eingesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich 29,6 bzw. 33,9% der aufgeklärten Varianzen im Lernerfolg auf die Treatmentzugehörigkeit zurückführen lassen (vgl. Abbildung 1 und 2 sowie Tabelle 4).

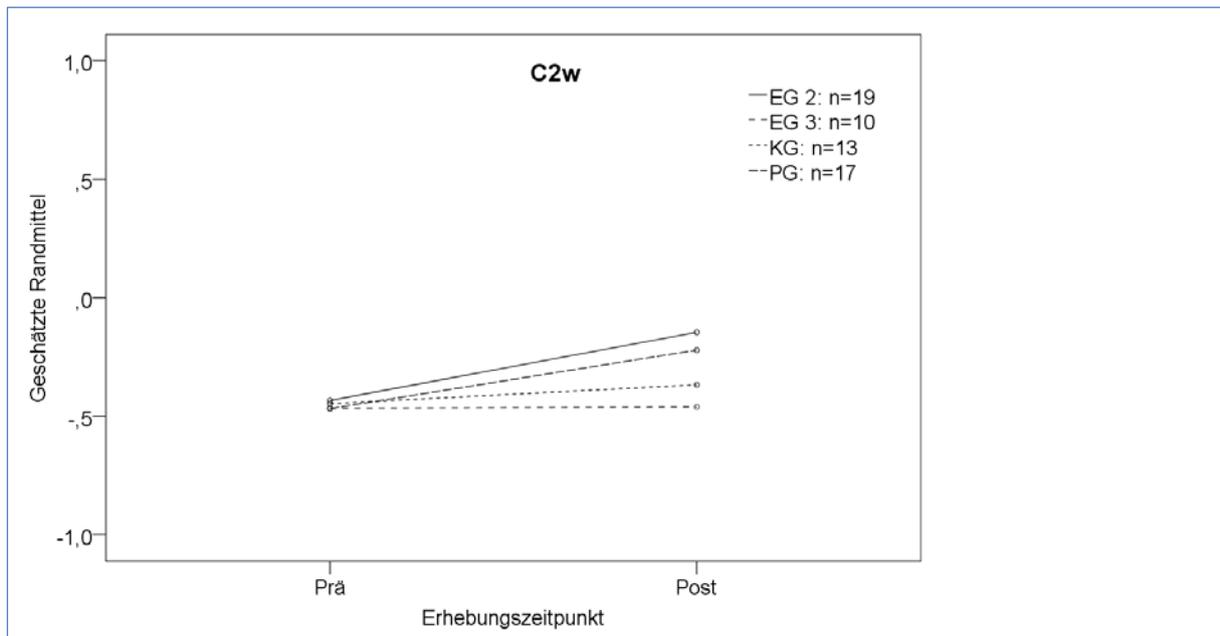


Abbildung 1: MANOVA zum Vergleich der Concept Mapping Ergebnisse (C_{2w}) der Treatmentgruppen im Vor- und Nachtest

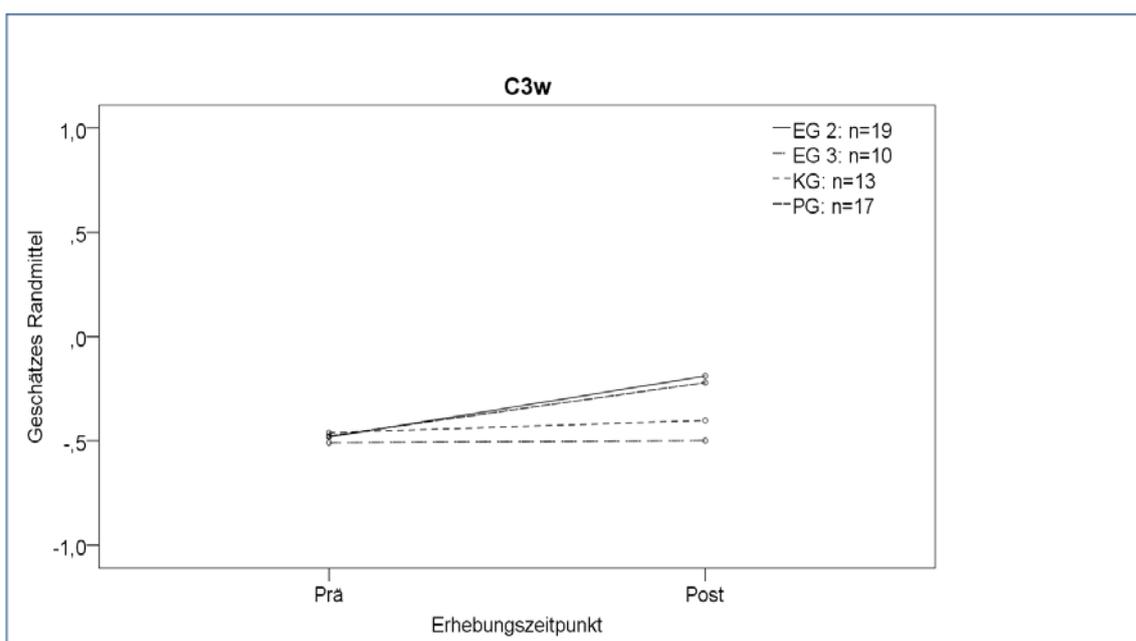


Abbildung 2: MANOVA zum Vergleich der Concept Mapping Ergebnisse (C_{3w}) der Treatmentgruppen im Vor- und Nachtest

Die Forschungsfrage, ob sich der Einsatz der Lehr-Lernumgebung und der Unterrichtsmittschnitte signifikant unterscheidet, wurde ebenfalls mittels einer zweifaktoriellen MANOVA mit der Treatmentzugehörigkeit als Zwischensubjektfaktor erörtert. Die Werte der Tabelle 5 zeigen, dass es keinen signifikanten Unterschied im Lernzuwachs der Studierenden in Abhängigkeit von der angewandten instruktionalen Maßnahme gibt.

Tabelle 4: MANOVA C_{2w} und C_{3w} (Zwischensubjektfaktor: Treatmentzugehörigkeit)

Korrespondenzkoeffizient	Quadratsumme (III)	df	F	p	Partielles Eta ²
C_{2w}	,438	3	7,70	,000***	,296
C_{3w}	,470	3	9,41	,000***	,339

Zuletzt wurde wiederum mittels einer zweifaktoriellen MANOVA mit der Treatmentzugehörigkeit als Zwischensubjektfaktor untersucht, ob sich die Werte der Experimentalgruppen signifikant von denen der Kontrollgruppe unterscheiden. Aus der Tabelle 6 lässt sich ablesen, dass sowohl die Studierenden der EG2 als

auch die der EG3 einen signifikant höheren Lernzuwachs zeigten als die der Kontrollgruppe.

Tabelle 5: MANOVA Lehr-Lernumgebung versus Unterrichtsmitschnitte (Zwischensubjektfaktor: Treatmentzugehörigkeit)

Korrespondenzkoeffizient	Quadratsumme (III)	df	F	p	Partielles Eta ²
C _{1w}	,020	1	,889	,354	,032
C _{2w}	,006	1	,235	,632	,009
C _{3w}	,005	1	,199	,659	,007

Tabelle 6: MANOVA Vergleich Kontroll- und Experimentalgruppen (Zwischensubjektfaktor: Treatmentzugehörigkeit)

KG im Vergleich mit	Korrespondenzkoeffizient	Quadratsumme (III)	df	F	p	Partielles Eta ²
EG 2	C _{1w}	,212	1	9,76	,004**	,245
	C _{2w}	,168	1	8,28	,007**	,216
	C _{3w}	,212	1	12,29	,001***	,291
EG 3	C _{1w}	,069	1	3,28	,084	,135
	C _{2w}	,079	1	4,39	,048*	,173
	C _{3w}	,110	1	8,69	,008**	,293

Resümee

Beide aufgestellten Hypothesen können theoriekonform als bestätigt angesehen werden. Zum einen konnte in themenspezifischen Seminaren ein höherer Lernzuwachs im Bereich des Fachwissens der Studierenden festgestellt werden als in den Seminaren der Placebogruppe zu themenunspezifischen Fragen des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. Interessant ist hierbei ebenfalls die Feststellung, dass auch die themenspezifische Kontrollgruppe, die sich textbasiert mit dem Thema „Leben in extremen klimatischen Bedingungen“ auseinandersetzte, keinen messbaren Wissenszuwachs aufweist. Dieses Ergebnis stützt die Hypo-

these zur vermuteten positiven Wirkung der getesteten instruktionalen Maßnahmen. Wie aufgezeigt führt die instruktionale Unterstützung durch die Arbeit an einer strukturierten Lehr-Lernumgebung bzw. den Einsatz von Unterrichtsmitschnitten zu einer signifikanten Verbesserung des themenspezifischen Fachwissens im Vergleich zur textbasierten Arbeit in Kontroll- und Placebogruppe. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass durch das eigenständige Arbeiten in einer Lehr-Lernumgebung sowie die angeleitete Reflexion von Unterrichtsmitschnitten der Anwendungsbezug und damit die Vernetzung von Fachwissen mit der Unterrichtssituation und damit auch die Anbindung an das fachdidaktische Wissen stärker angebahnt wird als bei der Arbeit an Texten.

Entsprechend wird der Einsatz beider instruktionaler Maßnahmen als Möglichkeit zur erfolgreichen Gestaltung von universitärer Lehrerausbildung angesehen. Auf Grundlage der Ergebnisse bleibt jedoch unklar, ob die Wirksamkeit bei der Förderung fachlicher und fachdidaktischer Facetten des Professionswissens bei einer der beiden Maßnahmen besser ausfällt.

Das Concept-Mapping Verfahren zur Erhebung fachintegrativen Wissens hat sich im Rahmen der vorliegenden Studie bewährt. Es bietet eine gelungene Möglichkeit, das themenimmanente physikalische und biologische Wissen im Zusammenhang abzufragen. Durch dieses Verfahren ergibt sich in Kombination mit traditionellen Testverfahren in der Folgestudie eine Pluralität der eingesetzten Messmethoden.

Eine Schwierigkeit bestand darin, Experten für die Validierung der Referenzmap zu gewinnen. Auf Grund der Fachintegration müssen die Experten zur Validierung sowohl im biologischen als auch im physikalischen Fachwissen bewandert sein. Die Übereinstimmung zwischen den ausgewählten sechs Experten kann zwar durchaus als zufriedenstellend angesehen werden, eine Validierung durch weitere Expertenmaps wäre jedoch wünschenswert.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung finden in einer Folgestudie Berücksichtigung: In dieser gibt es eine dritte Experimentalgruppe, in der beide instruktionalen Maßnahmen kombiniert eingesetzt werden. Außerdem werden die übrigen in der Vorstudie entwickelten Erhebungsinstrumente eingesetzt. Diese beinhalten einen Fragebogen, der geschlossene Fragen zur getrennten Erfassung des physikalischen und biologischen Fachwissens sowie offene Transferfragen enthält. Zudem wird das allgemeine und themenbezogene fachdidaktische Wissen durch offene und geschlossene Items erhoben. Komplettiert wird diese Studie durch die Erfassung motivationaler Dispositionen, die sich auf das fach- und seminarbezogene Interesse und Kompetenzerleben der Studierenden beziehen. Im Rah-

men der Auswertung wird auch die Aufklärung von Interaktionseffekten zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen sowie motivationalen Orientierungen angestrebt. Eine Erfassung der Handlungskompetenz der Studierenden im Unterricht zu diesem Thema und die Erhebung der Schülerleistungen wären weitere interessante Forschungsfelder, die jedoch genauso wie die Übertragbarkeit der Maßnahmen auf andere Inhaltsbereiche im Rahmen dieses Forschungsprojektes nicht geleistet werden können.

Literatur:

- Appleton, K. (2007): Elementary science teaching. In: Abell, S. & Ledermann, N. (Hrsg.): Handbook of Research on Science Education. Mahwah: Lawrence Erlbaum, pp. 493-536.
- Borko, H.; Jacobs, J.; Eiteljorg, E.; Pittman, M. E. (2008): Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), pp. 417-436.
- Eckert, A. (1998). Kognition und Wissensdiagnose: Die Entwicklung und empirische Überprüfung des computerunterstützten wissensdiagnostischen Instrumentariums Netzwerk-Elaborierungs-Technik (NET). Lengerich, Berlin.
- Eckert, A. (2000). Die Netzwerk-Elaborations-Technik (NET) – Ein computerunterstütztes Verfahren zur Diagnose komplexer Wissensstrukturen. In Mandl, H; Fischer, E. (Eds.), *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen, S. 137-157.
- Fölling-Albers, M.; Hartinger, A.; Mörtl-Hafizovic, D. (2005): Diagnose- und Förderkompetenzen erwerben – „Situierete Lernbedingungen“. In: *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 2, 5, S. 54-63.
- Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn.
- Helmke, A.; Schrader, F. (2006): Lehrerprofessionalität und Unterrichtsqualität. Den eigenen Unterricht reflektieren und beurteilen. *Schulmagazin 5 bis 10*, 9, S. 5-12.
- Jonassen, D.; Beissner, K.; Yacci, M. (1993): *Structural knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengießer, H.; Komorek, M. (1997): Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3, 3, S. 3-18.
- Kleickmann, T. (2008): *Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen Verständnis*. Münster: Inaugural-Dissertation.
- Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S.; Neubrand, M. (Hrsg.) (2011): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.

- Landwehr, B. (2002): Die Distanz von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen. Berlin.
- Lipowsky, F. (2010): Lernen im Beruf – Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In: Müller, F.; Eichenberger, A.; Lüders, M.; Mayr, J. (Hrsg.): Lehrerinnen und Lehrer lernen – Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung. Münster, S. 51-72.
- MacKinnon, G. (2009): Electronic concept mapping as a mediator of constructivist learning. In: Leo Tan Wee Hin; Subramaniam, R. (Eds.): Handbook of Research on New Media Literacy at the K-12 Level: Issues & Challenges. pp. 505-528 (Chapter 33) Information Science Reference: Hershey, PA.
- Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G. (1995): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Forschungsbericht Nr. 60. Universität München.
- McClure, J.; Sonak, B.; Suen, H. (1999): Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity and Logistical Practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, pp. 475–492.
- Mintzes, J.; Wandersee, J.; Novak, J. (2001): Assessing understanding in biology. *Journal of Biological Education*, 35, pp. 118-124.
- Möller, K. (2001): Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: Roßbach, H.-G.; Nolle, K.; Czerwenka, K. (Hrsg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule. Opladen, S. 16-31.
- Möller, K. (2004): Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: Merkens, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Opladen, S. 65-84.
- Möller, K.; Hardy, I.; Jonen, A.; Kleickmann, T.; Blumberg, E. (2006): Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In: Prenzel, M.; Allolio-Näcke, L. (Hrsg.): *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms*. Münster, S. 162-193.
- Mörtl-Hafizovic, D. (2006): Chancen situierten Lernens in der Lehrerbildung. Theoretische Analyse und empirische Überprüfung. Regensburg. Dissertationsschrift.
- Nistor, N.; Schnurer, K.; Mandl, H. (2005): Akzeptanz, Lernprozess und Lernerfolg in virtuellen Seminaren – Wirkungsanalyse eines problemorientierten Seminarkonzepts (Forschungsbericht Nr. 174). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Department Psychologie, Institut für Pädagogische Psychologie.
- Novak, J. (2010): *Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York.
- Reinmann, G.; Mandl, H. (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A.; Weidenmann, B. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. Weinheim, S. 613-658.
- Renkl, A. (1996): Vorwissen und Schulleistung. In: Möller, J.; Köller, O. (Hrsg.): *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung*. Weinheim, S. 175-190.

- Reusser, K. (2005): Situiertes Lernen mit Unterrichtsvideos. In: Journal für die Lehrerinnen und Lehrerbildung, 2, 8-18.
- Ruiz-Primo, M.; Shavelson, R.; Li, M.; & Schutlz, S. (2001): On the validity of cognitive interpretations of scores from alternative mapping techniques. Educational Assessment, 7, pp. 99-141.
- Schaal, S.; Bogner, F.X.; Girwidz, R.(2010): Concept Mapping Assessment of Media Assisted Learning in Interdisciplinary Science Education, Research in Science Education, 40, 3, S. 339-352.
- Schecker, H.; Klieme, E. (2000): Erfassung physikalischer Kompetenz durch Concept-Mapping-Verfahren. In: Fischler, H.; Peuckert, J.: Concept mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie, Berlin, S. 23-56.
- Shulman, L. (1987): Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57, pp. 1-23.
- Stern, E. (2009): Implizite und explizite Lernprozesse bei Lehrpersonen. In: Zlatkin-Troitschanskaia, O.; Beck, K.; Sembill, D.; Nikolaus, R.; Mulder, R.(Hrsg.): Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung. Weinheim, S. 355-364.
- Wahl, D. (2005): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handel. Bad Heilbrunn.
- White, R.; Gunstone, R. (1992): Probing understanding. London.
- Zumbach, J.; Reimann, P. (1999). Assessment of a Goal-Based Scenario Approach: A Hypermedia Comparison. In Marquet, P.; Mathey, S.; Jaillet, A.; Nissen, E. (Eds.): Internet-based teaching and learning (IN-TELE) 98). Frankfurt, S. 449-454.