

BERICHT

JILL GÖSSLING UND ELKE SUMFLETH

Sieben Jahre Graduiertenkolleg und Forschergruppe nwu-essen

Ein Überblick über abgeschlossene Dissertationen im Bereich der empirischen Unterrichtsforschung an der Universität Duisburg-Essen

In Ergänzung des Kurzberichts von Tepner & Sumfleth (2010) wird in diesem Beitrag ein Überblick über die abgeschlossenen Dissertationen der zweiten Förderungsphase (2006–2009) des Graduiertenkollegs und der Forschergruppe nwu-essen gegeben.

Das Graduiertenkolleg und die Forschergruppe nwu-essen haben sich in den letzten sieben Jahren intensiv mit der empirischen Unterrichtsforschung auf der Ebene der Schule und des Schulsystems, der Ebene des Unterrichts und der Ebene der individuellen Schülerinnen und Schülern befasst. Ziel war es, in enger Kooperation zwischen den Fachdidaktiken Chemie, Physik und Biologie, der Didaktik des Sachunterrichts, der Erziehungswissenschaft sowie der Psychologie gemeinsam empirische Fragestellungen hinsichtlich der Optimierung von Lernbedingungen und -prozessen zu bearbeiten. Alle in der zweiten Förderungsphase genehmigten zehn Forschergruppenprojekte sowie zwölf Projekte, die von Stipendiatinnen und Stipendiaten des Graduiertenkollegs bearbeitet wurden (vgl. Tepner & Sumfleth, 2010), befassten sich mit einer der oben genannten Ebenen. Die Struktur des Graduiertenkollegs ist dabei so angelegt, dass die Projekte der Stipendiatinnen und Stipendiaten jeweils inhaltlich zwischen zwei Forschergruppenprojekten

verankert sind und somit eine inhaltliche Vernetzung aller Projekte gegeben ist. Zudem wurden weitere Doktorandinnen und Doktoranden, die aus anderen Drittmitteln oder Haushaltsgeldern finanziert wurden und inhaltsnahe Projekte bearbeiteten, als Kollegiatinnen und Kollegiaten im Graduiertenkolleg aufgenommen. Auf der Ebene der Schule und des Schulsystems stehen die Schulorganisation und -entwicklung im Mittelpunkt. Hierzu gehörten in dieser Phase von nwu-essen zum einen die zentralen Abschlussprüfungen. Svenja Kühn analysierte in ihrer Dissertation beispielhaft Abituraufgaben der drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik in zentralen und dezentralen Prüfungsverfahren, um die Steuerungswirkung administrativer Vorgaben zu klären und mittels einer retrospektiven Längsschnittstudie die Abituraufgaben der letzten 15 Jahre zu vergleichen.

Zum anderen beschäftigten sich drei weitere Dissertationen zur Systemebene mit dem Übergang zwischen Primar- und Sekundarstufe und wurden im Rahmen der Längsschnittstudie „Professionswissen von Lehrkräften, naturwissenschaftlicher Unterricht und Zielerreichung im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe“ (PLUS) durchgeführt. Eine zentrale Rolle in diesen Arbeiten spielten Fragestel-

lungen zum Professionswissen von Lehrkräften (Bromme, 1997; Shulman, 1987) und dessen Einfluss auf Lehr-Lernprozesse (Helmke, 2003). Kim Lange untersuchte den Zusammenhang zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachdidaktischen Wissen von Grundschullehrkräften und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülerinnen und -schülern. Dabei stand die Entwicklung eines Instruments zur Erfassung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens bezogen auf den physikbezogenen Sachunterricht im Mittelpunkt. Mittels eines Stipendiums an dieses Projekt angedockt untersuchte Anne Ewerhardy den Zusammenhang zwischen Verständnisorientierung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschulkindern. Ihr wesentliches Ziel dabei war die Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Merkmalen eines verständnisorientierten Unterrichts. Annika Ohle analysierte den Einfluss des fachlichen Professionswissens von Primarstufenlehrkräften auf den Unterricht und die Leistung von Grundschülerinnen und -schülern. Ihr zentrales Vorhaben war es, die Struktur des physikalischen Fachwissens zum Thema „Aggregatzustände und ihre Übergänge“ von Grundschullehrkräften zu modellieren und Aspekte dieses Wissens im Unterricht zu identifizieren. Da diese drei Arbeiten im Rahmen einer Längsschnittstudie ausgeführt wurden, ist es möglich, Veränderungen über die Zeit und auch den Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe zu untersuchen.

Auch in drei weiteren Arbeiten, die aber schwerpunktmäßig der Unterrichtsebene zuzuordnen sind, stand der Einfluss von fachspezifischen und pädagogisch-fachspezifischen Wissen auf Aspekte der Unterrichtsqualität und auf die Schülerleistung (Helmke, 2003) im Fokus. Jennifer Olszewski untersuchte den Einfluss fachdidaktischen Wissens von Physiklehrkräften hinsichtlich der kognitiven Aktivierung von Schülerinnen und Schülern. Hauptaugenmerk dabei war die Entwicklung eines Tests zur Erfassung des theoretischen fachdidaktischen Wissens und eines Videokodiersystems für die entsprechenden Facetten des Lehrerhandelns, um das Professionswissen mit der Schülerleistung verknüpfen zu können. Stephan Schmelzing analysierte den Einfluss des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften auf die Unterrichtsqualität. Auch hier lag der Fokus auf der Entwicklung eines Instruments zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens, in diesem Fall von Biologielehrkräften. Darauf aufbauend hat Stefanie Wüsten die allgemeinen und fachspezifischen Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie untersucht. Ihr wesentliches Ziel war dabei, die empirisch beschriebenen fachunabhängigen Kriterien von Unterrichtsqualität in ihrer Bedeutsamkeit für den Biologieunterricht zu überprüfen, um fachspezifische Kriterien zu erweitern und hinsichtlich der Schülerleistung zu überprüfen. Im Mittelpunkt eines weiteren Projektes zur fachspezifischen Unterrichtsqualitätsforschung stand bei Alexandra Schulz die Analyse von Experimentierphasen im Chemieunterricht, um so fachspezifische

Qualitätsmerkmale zu identifizieren, in einem Lehrertraining explizit zu fördern und die Auswirkungen auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler zu untersuchen.

Zwei weitere Projekte, die auf der Unterrichtsebene angesiedelt sind, nahmen auch die Unterrichtsqualität in den Blick, hatten aber einen anderen Schwerpunkt. Melanie Keller untersuchte in ihrer Arbeit den Einfluss von Lehrerenthusiasmus auf die Unterrichtsqualität im Fach Physik. Ziel war es, ein Modell für Lehrerenthusiasmus zu entwickeln und den Einfluss dessen auf das physikbezogene Interesse und die Motivation der Schülerinnen und Schüler zu untersuchen. Anna Lau überprüfte, ob eine gute Passung des Aufgaben- und Antwortvernetzungs-niveaus sowie die Strukturierung von Aufgabenfolgen im Unterricht einen Einfluss auf die Schülerleistung und die Unterrichtsqualität haben.

An der Schnittstelle von Unterrichts- und Individualebene sind fünf weitere Dissertationen angesiedelt. Im Mittelpunkt der Dissertation von Holger Stawitz stand eine ausführliche Anforderungs- und Merkmalsanalyse, um im Anschluss Aufgabenprofile und Aufgabentypen zu variieren.

Die anderen vier Dissertationen greifen die verabschiedeten Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss (KMK, 2005) und das Problem der Kompetenzmessung auf. Auf Basis des im Projekt *Evaluation der Standards für die Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I* (ESNaS) entwickelten dreidimensionalen Kompetenzstrukturmodells mit den Dimensionen Kompetenzbereiche, Komplexität des Inhalts und kognitive Prozesse beim

Lösen wurden unterschiedliche Fragen untersucht (Walpuski et al., 2010; Walpuski, Kampa, Kauertz & Wellnitz, 2008). Mathias Ropohl modellierte Schülerkompetenzen im Fach Chemie und analysierte systematisch den Einfluss von Fachinformationen im Aufgabenstamm. Aufgaben zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung entwickelte Susanne Mannel und untersuchte hier schwierighkeitsbestimmende Faktoren. Sie knüpft mit dieser Arbeit auch an die Arbeit von Silke Klos (2009) zum naturwissenschaftlichen Arbeitsweissentest an, der Hauptfokus lag aber auf der Entwicklung von Aufgaben für den unteren Leistungsbereich. Die Dissertation von Irene Neumann bezieht sich ebenfalls auf den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, aber auf die Entwicklung eines Verständnisses über *nature of science*. Ein wesentliches Ziel war dabei die Modellierung von Kompetenz im Bereich *nature of science*. Im Fach Physik hat Hendrik Härtig (geb. Notarp) die curriculare Validität von Kompetenztest-Aufgaben überprüft. Dabei stand die Entwicklung eines reliablen Verfahrens zur Erfassung der Sachstruktur in Physik-Schulbüchern im Vordergrund, um Indikatoren für die Aufgabenentwicklung zu generieren.

Auf der Individualebene beschäftigen sich drei Dissertationen mit den Experimentierphasen im naturwissenschaftlichen Unterricht und knüpfen inhaltlich sowohl an die Arbeiten von Susanne Mannel und Alexandra Schulz auf der Unterrichtsebene als auch an die Erkenntnisse aus den Dissertationen von Josef Künsting (2008), Hubertina Thillmann (2008) und Isabel Wahser (2008) an.

In der Dissertation von Markus Emden war das zentrale Ziel einen Papier-Bleistift-Test zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (NAW; Klos et al., 2008) mit als Testinstrument genutzten Interaktionsboxen (Sumfleth, Rumann & Nicolai, 2004) hinsichtlich der Eignung zur Leistungsüberprüfung bezogen auf Prozesse experimenteller Arbeitsweisen zu vergleichen. Jill Gößling untersuchte die Lernwirksamkeit der Anwendung von Experimentierstrategien beim experimentellen Arbeiten mit Hilfe computerbasierter Lernumgebungen zu unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Inhaltsbereichen. Angedockt an dieses Projekt und aufbauend auf dem Projekt von Isabel Wahser zur experimentellen Kleingruppenarbeit (Wahser, 2008) untersuchte Jessica Marschner in ihrer Dissertation die Wirkung adaptiven Feedbacks zur Unterstützung des experimentellen Arbeitens. Die beiden letzten Projekte richteten sich vor allem auf die Lernprozesse und -strategien beim Experimentieren von Schülerinnen und Schülern, die mittels computerbasierter Lernumgebungen erfasst werden konnten.

Ebenfalls auf der Individualebene hat sich Annett Schmeck (geb. Schwamborn) mit Lernstrategien befasst. In ihrer Dissertation widmete sie sich angelehnt an das Dissertationsprojekt von Tim Höffler (Höffler, 2008) der Lernförderlichkeit von Visualisierungen beim Verstehen naturwissenschaftlicher Sachtexte. Die Dissertation von Diana Jost knüpft insofern an diese Arbeit an, dass hier auch das Verstehen naturwissenschaftlicher Texte thematisiert wurde. Der Fokus dieser Arbeit lag aber auf dem

unteren Leistungsniveau und zielte auf die konkrete Förderung des Lesens von naturwissenschaftlichen Sachtexten bei Hauptschülerinnen und Hauptschülern.

1 Abituraufgaben in zentralen und dezentralen Prüfungsverfahren Analysen zur Steuerungswirkung administrativer Vorgaben

SVENJA KÜHN

Basierend auf dem unbefriedigenden Abschneiden der deutschen Schülerinnen und Schüler bei Schulleistungsstudien wie TIMSS (Baumert, Bos & Watermann, 1999) und PISA (Baumert et al., 2001; OECD, 2001) erfolgten in Deutschland eine Vielzahl bildungspolitischer Reformen. Im Zuge dessen stellten weitere Bundesländer ihr Abiturprüfungsverfahren von einem dezentralen auf ein zentrales Prüfungsverfahren um. Obwohl damit mittlerweile 15 von 16 Bundesländern eine zentrale Abiturprüfungsorganisation haben, sind die Ausgestaltung und die Wirkungen der Prüfungsmodalitäten auf schulische und unterrichtliche Arbeitsprozesse bisher nicht differenziert analysiert worden (vgl. Schümer & Weiß, 2008). Im Rahmen dieses Dissertationsprojekts wurde die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der länderspezifischen Abiturprüfungsorganisation und der Gestaltung der im Rahmen des Abiturprüfungsverfahrens eingesetzten Prüfungsaufgaben untersucht, und zwar exemplarisch in den drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern Biologie, Chemie und Physik.

Zunächst wurde eine vergleichende Bestandsaufnahme der unterschiedlichen Abiturprüfungsverfahren in allen Bundesländern vorgenommen (Klein, 2009; Kühn, van Ackeren, Block & Klein, 2009), wobei die Bedeutung und die Besonderheiten der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer betrachtet wurden. Man findet hier teilweise beträchtliche Unterschiede, aber insgesamt ließen sich keine eindeutigen Ländertypen oder Vergleichsländer identifizieren, die in der Mehrheit der untersuchten Kategorien Kongruenzen aufweisen oder sich grundsätzlich unterscheiden.

Anschließend wurden Prüfungsaufgaben aus vier Bundesländern (Baden-Württemberg und das Saarland als traditionell zentral, Rheinland-Pfalz als traditionell dezentral und Nordrhein-Westfalen als neu zentral prüfendes Bundesland) für drei Zeiträume (1993–1998 / 1999–2004 / ab 2005) analysiert. Hierbei zeigt sich, dass die bundesweit gültigen einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung (EPA), die für die drei naturwissenschaftlichen Prüfungsfächer identisch aufgebaut sind, fachspezifisch unterschiedlich adaptiert werden. Ein Einfluss der Modifizierung der Prüfungsstandards und des Wechsels der Prüfungsorganisationsform wurde nicht nachgewiesen. In einer weiteren Analyse, in der exemplarisch die Klausuren der Qualifikationsphase aus jeweils 5 Schulen aus den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg analysiert wurden, wurden die zuvor aufgezeigten Unterschiede in den Abituraufgaben bestätigt.

Folglich wurde die Annahme der Educational Governance, dass die Umsetzung

der Prüfungsstandards nicht auf Grund formaler Weisungen, sondern durch spezifische Übersetzungs- und Adaptionprozesse auf bildungsadministrativer, fach-, kurs- und schulkultureller Ebene erfolgt, bestätigt.

Kühn, S. M. (2010).

Steuerung und Innovation durch Abschlussprüfungen?

Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

978-3-531-17550-8; 3-531-17550-5

2 Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachspezifisch-pädagogischem Wissen von Grundschullehrkräften und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülerinnen und -schülern

KIM LANGE

Aufbauend auf den Studien von Shulman (1986; 1987) richtet sich die Forschung zum Professionswissen von Lehrkräften verstärkt auf das fachdidaktische Wissen, das auch als fachspezifisch-pädagogisches Wissen bezeichnet wird (PCK). Dies ist Wissen darüber, wie konkrete fachliche Inhalte Schülerinnen und Schülern zugänglich gemacht werden können und welche Probleme dabei auftreten können (z. B. Bromme, 1997). Die große Bedeutung des PCK wird in Studien im Bereich Mathematik bereits empirisch belegt (Baumert et al., 2010; Hill, Rowan & Ball, 2005). Das Ziel der vorliegenden Ar-

beit war es, zu überprüfen, ob sich auch für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht ein Zusammenhang zwischen dem fachspezifisch-pädagogischen Wissen von Lehrkräften und dem Lernfortschritt von Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Verständnis aufzeigen lässt.

Im Rahmen der PLUS-Längsschnittstudie wurde zur Überprüfung dieser Fragestellungen zunächst ein Instrument zur Erfassung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts entwickelt. Jeweils 60 Lehrkräfte aus der Primar- und der Sekundarstufe (Hauptschule und Gymnasium) wurden gebeten, eine Unterrichtsreihe zum Thema Aggregatzustände und ihre Übergänge am Beispiel Wasser durchzuführen. Die Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler sowie das fachspezifisch-pädagogische Wissen der Lehrkräfte wurden zu diesem Inhaltsbereich erfasst. Mehrebenenanalysen zeigten unter Kontrolle individueller Lernvoraussetzungen und bedeutsamer Kontextmerkmale einen positiven Zusammenhang zwischen dem fachspezifisch-pädagogischen Wissen der Lehrkräfte und den Lernfortschritten der Schülerinnen und Schüler. Damit stehen die Erkenntnisse dieser Arbeit im Einklang mit der theoretisch postulierten Bedeutung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens (Gess-Newsome, 1999; Grossman, 1990) und den Ergebnissen aus der mathematikdidaktischen Forschung (Baumert et al., 2010). Somit konnten Hinweise darauf gefunden werden, dass das fachliche Lernen der Schülerinnen und Schüler im

physikbezogenen Fachunterricht an der Grundschule durch eine bessere Aus- und Fortbildung ihrer Lehrkräfte gesteigert werden kann.

Lange, K. (2011).

Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachspezifisch-pädagogischem Wissen von Grundschullehrkräften und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülerinnen und -schülern.

Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Elektronische Dissertation;

<http://miami.uni-muenster.de>

3 Zusammenhänge zwischen Verständnisorientierung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschulkindern

ANNE EWERHARDY

Ziel dieser Arbeit war ebenfalls im Rahmen der PLUS-Studie zu untersuchen, wie Unterricht gestaltet sein muss, um das konzeptuelle Verständnis von Lernenden zu fördern (z. B. Bybee & Ben-Zvi, 1998). Zwar schnitten deutsche Viertklässler beim ersten direkten internationalen Leistungsvergleich TIMSS 2007 erfreulich ab (Wittwer, Saß & Prenzel, 2009), aber der Abstand zu den Spitzenreitern ist signifikant und sollte verringert werden.

Vor dem Hintergrund der Ansätze zum *Conceptual Change*, zur *Situierten Kognition* und des *Social Constructivism* wurden

Implikationen für die Gestaltung eines verständnisfördernden Unterrichts abgeleitet. Dies führte zu folgenden Hauptkriterien: Umgang mit Schülervorstellungen (1), Strukturierung (2), Kommunikation und Aushandlung von Bedeutungen (3) und Phänomen- und Problemorientierung (4).

Um zu überprüfen, wie diese vier Merkmale der Verständnisorientierung von Unterricht mit Zuwächsen im konzeptuellen Verständnis von Lernenden im Sachunterricht zusammenhängen, wurden in einer Videostudie diese Konstrukte hoch-inferent beurteilt und auf Zusammenhänge zu den Lernfortschritten der Lernenden hin untersucht. Dazu wurden 60 Videos zum Thema „Aggregatzustände und ihre Übergänge am Beispiel Wasser“ im Rahmen einer Feldstudie im Sachunterricht der Grundschule in vierten Klassen aufgenommen. Die Videos zeigen jeweils die erste von drei Doppelstunden dieser Unterrichtsreihe, die von den 60 Lehrpersonen selbstständig geplant und durchgeführt wurde. Vor und nach der Unterrichtsreihe wurde die Leistung der ca. 1300 Lernenden zum Thema „Aggregatzustände und ihre Übergänge am Beispiel Wasser“ erfasst.

Die Zusammenhänge zwischen den Merkmalsausprägungen und den Zuwächsen im konzeptuellen Verständnis der Lernenden wurden unter Kontrolle von Individual- und Aggregatmerkmalen anhand von Mehrebenenanalysen berechnet. Die Ergebnisse zeigen signifikante positive Zusammenhänge für die Merkmale Kommunikation und Aushandlung von Bedeutungen (3) und Phänomen- und

Problemorientierung (4) und den Lernfortschritten der Lernenden. Auch für den Gesamtscore der Verständnisorientierung konnte ein signifikant positiver Zusammenhang gefunden werden. Die positiven Zusammenhänge der Strukturierung und Kommunikation mit den Lernfortschritten sind nicht statistisch bedeutsam.

Ewerhardy, A. (2011).

Zusammenhänge zwischen Verständnisorientierung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschulkindern.

4 Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement

ANNIKA OHLE

Ausgehend von den Erkenntnissen, dass die Leistungen deutscher Schülerinnen und Schülern in internationalen Vergleichsstudien auf motivationale und leistungsbezogene Unterschiede zwischen der Primar- und Sekundarstufe hinweisen (z. B. Bos et al., 2008) und der Annahme, dass das physikalische Fachwissen von Grundschullehrkräften signifikant geringer ist als das von Sekundarstufenlehrkräften (Draxler, 2007), wurde in dieser Arbeit der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen das Fachwissen auf die konkrete Gestaltung des Unterrichts und die daraus resultierenden Lernerfolge der Schülerinnen und Schüler hat. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen

des Fachwissens auf die Qualität des Unterrichts untersucht. Unterrichtsqualität wurde dabei einerseits über die inhaltliche Sachstruktur der Unterrichtsstunden und andererseits über die Sequenzierung von Lernprozessen beschrieben. Angenommen wurde, dass nicht nur eine umfassende Sachstruktur zum Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern beiträgt, sondern auch eine angemessene Sequenzierung der Lernprozesse im Sinne der Basismodelle von Oser (1995).

Vor diesem Hintergrund wurde ebenfalls im Rahmen des Projekts PLUS in einem ersten Schritt ein Test für das Fachwissen von Lehrkräften entwickelt. An der Studie nahmen 29 Hauptschul-, 25 Gymnasial- (6. Klasse) und 58 Primarstufenlehrkräfte (4. Klasse) teil, die eine Unterrichtsreihe zum Thema „Aggregatzustände und ihre Übergänge am Beispiel Wasser“ mit einem Umfang von sechs Doppelstunden unterrichteten und dabei gefilmt wurden. Darüber hinaus wurde die Schülerleistung erfasst. Bei der Entwicklung des Tests wurde angenommen, dass sich das Fachwissen über die Dimensionen der Komplexität und des Inhaltsniveaus von der Grundschule bis zur Universität beschreiben lässt und dass Korrelationen zwischen physikbezogenen Ausbildungsaspekten und dem Fachwissen bestehen.

Aus den Ergebnissen der Rasch-Analyse wurde deutlich, dass kein Einfluss der Komplexität auf die Schwierigkeit der Items aufgezeigt werden konnte. Für die Dimension Inhalt konnten aber signifikante Unterschiede zwischen Items auf Grundschul- und Universitätsniveau gezeigt werden. Bezogen auf die Aufklä-

rung des Einflusses von Lehrerfachwissen auf Unterrichtsqualität und Schülerleistung zeigten Mehrebenenanalysen, dass das Fachwissen von Lehrkräften, unter Berücksichtigung einer basismodellkonformen Lernprozessesequenzierung des Unterrichts, einen positiven Einfluss auf die Schülerleistung hat. Für die Sachstrukturtypen konnte aber kein signifikanter Einfluss auf Schülerleistung nachgewiesen werden.

Ohle, A. (2010).

Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement.

Berlin: Logos.

5 The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes

JENNIFER OLSZEWSKI

In dieser Arbeit geht es um den Einfluss des fachdidaktischen Wissens von Physiklehrkräften auf ihren Unterricht. Diese Dissertation ist Teil einer internationalen Vergleichsstudie „Quality of Instruction in Physics“, die im Physikunterricht dreier Länder (Finnland, Deutschland und der Schweiz) durchgeführt wurde, um Merkmale der Oberflächen- und Tiefenstruktur des Unterrichts zu identifizieren und Leistungsunterschiede zu erklären. Vor dem Hintergrund der Annahme, dass das Professionswissen und insbesondere das fachdidaktische Wissen von Lehrkräften Einfluss auf die kognitive Aktivierung

(Baumert, Blum & Neubrand, 2004; Baumert et al., 2010) und auf effektiven Unterricht und Schülerleistung (Ball et al., 2005) hat, wurde in allen drei Ländern zum ersten Mal sowohl das deklarative fachdidaktische Wissen mit einem Papier-Bleistift-Test (Baumert & Kunter, 2006; Bromme, 1995; Shulman, 1986) erhoben als auch das Handeln der Lehrkraft im Unterricht erfasst (Baxter & Lederman, 1999; Fischler, 2008). Hierzu wurden mittels einer hochinferenten Videoanalyse zwei Stunden der Physiklehrkräfte zum Thema „Der Zusammenhang von elektrischer Energie und Leistung“ analysiert.

Die Datenerhebung erfolgte in 47 deutschen Klassen der Jahrgangsstufe 10 (NRW), in 25 finnischen und in 31 Schweizer Klassen. Aus den Analysen zeigte sich entgegen den Erwartungen, dass finnische Lehrkräfte im Test signifikant schlechter abschnitten als deutsche und schweizerische. Anschließende Analysen hinsichtlich der Länderfairness ergaben, dass der Test für die finnische Stichprobe nicht valide ist. Dies lässt sich möglicherweise auf andere Studieninhalte oder aber auf eventuelle Übersetzungsprobleme zurückführen. Die weiteren Analysen wurden folglich nur für die deutsche und schweizerische Stichprobe gemacht. Es zeigte sich, dass das Videokodiersystem objektiv funktionierte, aber bestimmte Variablen zur Gesprächskultur (z. B. Art der Lehrerantwort; Feedback) nur selten kodiert werden konnten, da sie fast nie vorkamen und damit auch keine Korrelationsanalysen möglich waren. In Bezug auf die kognitive Aktivierung zeigte sich erwartungskonform, dass Lehrkräfte, die mehr Punkte

im schriftlichen Test erzielten, auch eine bessere Passung erreichten. Ebenso wurde eine signifikante Korrelation zwischen der Passung und dem Wissenszuwachs der Schüler im Bereich Elektrizitätslehre aufgezeigt. Darüber hinaus wurde ein direkter Zusammenhang zwischen fachdidaktischem Wissen und Schülerleistung festgestellt.

Olszewski, J. (2010).

The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2680-1

6 Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften: Konzeptionalisierung, Diagnostik, Struktur und Entwicklung im Rahmen der Biologielehrerbildung

STEPHAN SCHMELZING

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist ebenfalls die Expertise der Lehrkraft (vgl. Helmke, 2009) und insbesondere das professionelle Wissen (Abell, 2007; Bromme, 1995). Das Konstrukt der Lehrerexpertise postuliert, dass es möglich ist, die Komplexität erfolgreicher Unterrichtsprozesse auf Aspekte der Lehrerexpertise zurückzuführen (Bromme, 1995, 1997; Shulman, 1986, 1987). Obwohl die Förderung des fachdidaktischen Wissens sowie der fachdidaktischen Reflexionsfähigkeiten als Bestandteil der Lehrerbildung eingefordert wird (vgl. Terhart, 2002; KMK, 2004; KMK, 2008), ist bisher nur wenig darüber bekannt, wie sich fachdidaktische

Kenntnisse und Reflexionsfähigkeiten von Lehrkräften entwickeln und wie diese im Rahmen der Lehrerbildung wirksam gefördert werden können (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008).

Ausgehend davon war das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Diagnoseinstruments zur Erfassung des fachdidaktischen Lehrerwissens, um den Einfluss dessen auf die Unterrichtsqualität im Biologieunterricht untersuchen zu können. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine explorative Interviewstudie durchgeführt, um biologiespezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale identifizieren zu können. In einem zweiten Schritt wurden zwei Instrumente entwickelt: ein Papier-Bleistift-Test mit offenem Antwortformat zur Erfassung deklarativer Komponenten des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften sowie ein videogestützter Papier-Bleistift-Test zur Erfassung reflexiver Komponenten des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften. Im dritten Schritt wurden beide Instrumente in einer Studie mit angehenden und erfahrenen Biologielehrkräften eingesetzt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Instrument zum deklarativen fachdidaktischen Wissen von Biologielehrkräften eine gute Reliabilität aufweist. Mittels eines Kodiermanuals konnte auch eine gute Objektivität in der Auswertung festgestellt werden. Zudem lagen alle Testitems in einem sinnvollen Schwierigkeitsbereich ($.20 < pm < .80$; Bortz & Döring, 2006).

Die Evaluation des videogestützten Instruments zur Erfassung reflexiver Komponenten des fachdidaktischen Wissens zeigt eine zufriedenstellende Reliabilität

und eine akzeptable Objektivität. Auch hier lagen die Items im entsprechenden Schwierigkeitsbereich. Mit Hilfe eines Experten-Novizen-Vergleichs zwischen Biologen/innen und erfahrenen Biologielehrkräften konnten empirische Hinweise auf die Validität der entwickelten Testskalen aufgezeigt werden.

Schmelzing, S. (2010).

Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften: Konzeptionalisierung, Diagnostik, Struktur und Entwicklung im Rahmen der Biologielehrerbildung.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2605-4

7 Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie

STEFANIE WÜSTEN

Bezogen auf Qualitätsmerkmale von Unterricht wurden in bisherigen Studien sehr unterschiedliche und schlecht replizierbare maßgebliche Einflussgrößen und Effekte gefunden (Fraser, Walberg, Welch & Hattie, 1987; Wang, Haertel & Walberg, 1993; Helmke & Weinert, 1997). Möglicherweise wird dies durch eine geringe Übertragbarkeit der Ergebnisse auf unterschiedliche Fächer und Inhaltsbereiche bedingt (Ditton, 2002). Folglich war das Ziel dieses Projekts, die empirisch beschriebenen fachunabhängigen Kriterien von Unterrichtsqualität in ihrer Bedeutsamkeit für den Biologieunterricht zu überprüfen und um fachspezifische Kriterien zu erweitern. Dazu wurde zunächst eine Videostudie durchgeführt, für die ein Ka-

tegoriensystem zur Analyse wesentlicher Qualitätsmerkmale entwickelt wurde. Ein Fokus lag dabei auf der Rekonstruktion der Sachstruktur der videographierten Stunden, um inhaltsspezifische Qualitätskriterien (z. B. die Komplexität oder die inhaltliche Struktur einer Stunde) zu analysieren. Es zeigte sich, dass im Gegensatz zu den allgemeinen Qualitätsmerkmalen fachspezifische Merkmale im Unterricht gegen die Erwartungen sehr wenig berücksichtigt wurden.

Um die Effekte von Sachstrukturen weitergehend analysieren zu können, wurden anschließend in einer Interventionsstudie gezielt allgemeine und fachspezifische Qualitätsmerkmale variiert, um ihre Bedeutsamkeit für kognitive und affektive Schülervariablen experimentell zu prüfen. Hierfür wurden vier Treatments entwickelt, in denen zwar die gleichen Lernziele verfolgt wurden, aber ein unterschiedlicher Fokus auf allgemeine und/oder fachspezifische Qualitätskriterien gelegt wurde. Bei Treatment A standen allgemeine Merkmale (z. B. Organisationsklarheit) im Mittelpunkt, bei Treatment B wurde der Schwerpunkt auf fachspezifische Aspekte (z. B. Einsatz realer Objekte bei naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen) gelegt. In Treatment C wurden sowohl allgemeine als auch fachspezifische Qualitätskriterien miteinander kombiniert. Mittels der Videoanalyse wurden durchschnittliche Unterrichtsstunden für das Treatment D als Kontrollgruppe realisiert. Es zeigte sich, dass Schülerinnen und Schüler, die Unterricht mit fachspezifischen oder einer Kombination aus allgemeinen und fachspezifischen Merkmalen erhalten, ein höheres

Fachwissen erwerben als Schülerinnen und Schüler der anderen Treatments.

Wüsten, S. (2010).

Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2668-9

8 Chemiespezifische Qualitätsmerkmale in Experimentierphasen Eine Videostudie im Chemieunterricht

ALEXANDRA SCHULZ

In der Arbeit von Alexandra Schulz ist ebenso wie in den Arbeiten von Stephan Schmelzing und Stefanie Wüsten die Untersuchung von Unterrichtsqualität zentral. In dieser Arbeit wurde der Chemieunterricht in den Blick genommen und ein besonderer Fokus lag hier auf Qualitätsmerkmalen für Experimentierphasen. Im Fokus stand dabei die an die Fachdidaktik gestellte Forderung, bestehende Qualitätsdimensionen der Unterrichtsforschung mit Annahmen über fach- und domänenspezifische Prozesse und mit fachspezifischen Aspekten zu ergänzen (Ditton, 2000; Helmke, 2002; Rakoczy & Pauli, 2006).

Dazu wurde in einem ersten Schritt der reguläre Chemieunterricht von zehnten Klassen an Realschulen videographiert. Für die Analyse der videographierten Unterrichtsstunden wurde zunächst ein Kategoriensystem zur Erfassung von experimentierspezifischen Qualitätsmerkmalen entwickelt. Die kategoriengeleitete Auswertung der Videos zeigte,

dass insbesondere zwischen den Qualitätsmerkmalen *Redeanteil der Schüler, Schülererklärung, Nachbereitung des Experiments, mündliche Sicherung, Instruktionseffizienz, Offenheit der Auswertung, Strukturierungshilfen, Problemlösender Unterricht, Schülerorientierung und Nachvollziehbarkeit des Experiments* und dem Lehrerfolg, der Motivation und dem Interesse der Schülerinnen und Schüler signifikante Zusammenhänge bestehen. Um die Bedeutung dieser identifizierten Qualitätsmerkmale zu überprüfen, wurde anschließend eine Interventionsstudie durchgeführt. Dabei wurden Unterrichtsstunden mit einem Fokus auf diese Qualitätsmerkmale konzipiert und in einem Kontrollgruppendesign getestet. Hinsichtlich der Motivation wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede gefunden. Bezogen auf den Lernerfolg zeigten die Ergebnisse aber, dass die Interventionsgruppe signifikant besser abschnitt als die Kontrollgruppe. Somit konnte mit dieser Arbeit ein Beitrag zur empirischen Überprüfung der fachspezifischen Qualitätsmerkmale (Ditton, 2000; Helmke, 2002) geleistet werden.

Schulz, A. (2011).

Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht . Eine Videostudie.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2817-1

9 Teacher Enthusiasm in Physics Instruction

MELANIE KELLER

Melanie Keller hat ebenfalls die Qualität des Unterrichts und die Schülerleistung in den Blick genommen. Der Fokus lag in dieser Arbeit aber auf der Wirkung von Lehrerenthusiasmus auf diese Variablen. Aufgrund der Uneindeutigkeit des Enthusiasmus-Konstrukts in der bisherigen Forschung – als Persönlichkeits- oder Verhaltenskomponente von Lehrkräften – wurde in einem ersten Schritt ein übergreifendes Modell entwickelt, in dem beide Aspekte berücksichtigt werden. In einem zweiten Schritt wurde untersucht, ob die Persönlichkeits- und die Verhaltenskomponente von Lehrerenthusiasmus die Lernergebnisse von Schülerinnen und Schülern positiv beeinflussen und ob die Verhaltenskomponente als Mediator zwischen Persönlichkeitskomponente und Lernergebnissen wirkt.

Eine confirmatorische Faktorenanalyse zeigte, dass Lehrerenthusiasmus als zweidimensionales Konstrukt mit den Dimensionen Interesse und Motivation modelliert werden kann. Des Weiteren ergaben die Ergebnisse, dass das Fachinteresse auf Lehrerseite als guter Prädiktor für Motivation und situationales Interesse fungiert, nicht aber das Unterrichtsinteresse. Weder Motivation noch situationales Interesse auf Lehrerseite kann signifikant das enthusiastische Lehrerverhalten vorhersagen. Aber das enthusiastische Lehrerverhalten dient wiederum als Prädiktor für Schülerinteresse, nicht aber Schülermotivation. Allerdings weist das Modell trotz guter Fit-

parameter nur schwache Prädiktoren für die Schülervariablen auf. Zudem kann die Annahme, dass enthusiastisches Verhalten gewissermaßen als Manifestation der Persönlichkeitskomponente von Enthusiasmus im Unterricht dient, nicht bestätigt werden: Enthusiastisches Lehrerverhalten ist nicht substantiell mit den Variablen der Persönlichkeitskomponente korreliert.

Keller, M. (2011).

Teacher Enthusiasm in Physics Instruction.
Essen: Universität Duisburg-Essen.
Elektronische Dissertation; <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de>

10 Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht

ANNA LAU

Ausgehend von der Annahme, dass ein hohes Vernetzungsangebot der Lehrerkraft nicht notwendigerweise zu besseren Schülerleistungen führt (Neumann, Fischer & Sumfleth, 2008), sondern die Passung zwischen dem Vernetzungsniveau der Lehrerkraft und dem Vernetzungsniveau der Schülerinnen und Schüler entscheidend ist, wurde in der Dissertation von Anna Lau in einem ersten Schritt die Passung auf Basis des Modells der vertikalen Vernetzung operationalisiert. In einem zweiten Schritt wurde untersucht, wie sich eine gute Passung zwischen Aufgaben- und Antwortvernetzungs niveau auf den Zusammenhang zwischen dem Vernetzungsniveau der Lehrerkraft und der Schülerleistung auswirkt. Die Analyse

von 33 Chemie- und 28 Physik-Unterrichtsvideos zeigte, dass in Chemieklassen mit guter Passung ein Zusammenhang zwischen dem Vernetzungsniveau der Aufgaben und der Schülerleistung besteht. In Klassen mit schlechter Passung kann dieser Zusammenhang erwartungsgemäß nicht gefunden werden. Im Physikunterricht konnte der Zusammenhang für Klassen mit guter Passung nur dann gefunden werden, wenn nur Aufgaben berücksichtigt werden, die von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht beantwortet werden konnte. In einem weiteren Schritt wurde die Wirkung einer guten Passung sowie die Strukturierung von Aufgabenfolgen auf die Schülerleistung und die Unterrichtsqualität für die Fächer Chemie und Physik überprüft. Dazu wurden Klassen mit guter Passung, die das Niveau in Aufgabenfolgen häufiger steigern als senken, hinsichtlich des Abschneidens der Schülerinnen und Schüler im Leistungstest mit Klassen verglichen, in denen das Niveau häufiger gesenkt als gesteigert wird. Für die Chemieklassen zeigte sich kein Unterschied zwischen den Klassen. Für die Physikklassen zeigte sich, dass Klassen, in denen das Vernetzungsniveau gesteigert wird, eine bessere Schülerleistung erzielten. Hinsichtlich der Unterrichtsqualität zeigten sich aber weder in den Chemie- noch den Physikklassen signifikante Unterschiede.

Lau, A. (2011).

Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-3021-1

11 Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung

HOLGER STAWITZ

Der Ausgangspunkt dieser Arbeit waren die Ergebnisse der PISA 2003-Studie. Neben den fachspezifischen Kompetenzen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften wurde in der Erhebung von 2003 das fächerübergreifende analytische Problemlösen im internationalen Vergleich untersucht. Die Kompetenzen in den Naturwissenschaften und im Problemlösen weisen dabei eine hohe Korrelation auf ($r = .80$; PISA-Konsortium Deutschland, 2006). Die Ergebnisse für deutsche Lernende weisen diesbezüglich aber eine Diskrepanz auf. Während deutsche Schülerinnen und Schüler im Bereich des Problemlösens signifikant besser abschneiden als der internationale Durchschnitt, liegen sie in den Naturwissenschaften nur im Mittelfeld aller Teilnehmerstaaten. Dieser Effekt tritt besonders deutlich im unteren Leistungsbereich auf. Aufgrund dieser Ergebnisse lässt sich annehmen, dass deutsche Lernende über kognitives Potenzial verfügen, dieses aber nicht in den Naturwissenschaften ausschöpfen können (Leutner, Sumfleth, Wirth & Rumann, 2006). Untersucht man die Aufgaben, die zur Kompetenzmessung eingesetzt wurden, lässt sich feststellen, dass die Naturwissenschaften- und Problemlöse-Aufgaben unterschiedlich konstruiert und strukturiert sind. In vielen empirischen Studien wurde in diesem Zusammenhang nachgewiesen, dass sich bestimmte Aufgabenmerkmale

auf die Schülerleistung auswirken können (z. B. für Antwortformat: Martinez, 1999). Vor diesem Hintergrund war in diesem Forschungsvorhaben die Durchführung einer ausführlichen Anforderungs- und Merkmalsanalyse zentral, um Aufgabenprofile von Naturwissenschaften- und Problemlöse-Aufgaben der PISA 2003-Studie zu erstellen. Diese Profile wurden in einem weiteren Schritt genutzt, um die Aufgaben zu variieren. Die neuen Aufgaben wurden so konstruiert, dass es Naturwissenschaften-Aufgaben mit sowohl einem Naturwissenschaften- als auch einem Problemlöse-Profil gab. Ebenso wurden Problemlöse-Aufgaben mit beiden Profilen entwickelt.

Diese neu konstruierten Aufgaben sowie einige der originalen Aufgaben wurden deutschen Lernenden unter PISA-ähnlichen Bedingungen vorgelegt. Mit Hilfe der Rasch-Analyse wurde überprüft, inwiefern sich die jeweiligen originalen und abgewandelten Aufgaben voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse zeigten, dass die Problemlöse-Aufgaben mit einem Naturwissenschaften-Profil signifikant schwerer waren als die originalen Aufgaben. Für die Naturwissenschaften-Aufgaben zeigte sich, dass Aufgaben mit einem Problemlöse-Profil tendenziell leichter waren als die originalen Aufgaben.

Stawitz, H. (2010).

Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. Vergleich von Naturwissenschaften- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2451-7

12 Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion – Entwicklung und Analyse von Testaufgaben

MATHIAS ROPOHL

Hintergrund dieser Dissertation von Mathias Ropohl sind die von der KMK (2005) verabschiedeten Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss für die Sekundarstufe I und die dort beschriebenen Kompetenzen, die zur Sicherung und Entwicklung der Qualität im Bildungssystem beitragen sollen. Das Ziel des Kooperationsprojekts ESNaS (Walpuski et al., 2010; Walpuski, Kampa, Kauertz & Wellnitz, 2008) ist in diesem Zusammenhang die Evaluation der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern. Dazu wurde ein dreidimensionales Kompetenzstrukturmodell mit den Dimensionen Kompetenzbereiche, Komplexität und kognitive Prozesse beim Lösen der Aufgabe entwickelt. Dieses Kompetenzstrukturmodell differenziert die normativ definierten Kompetenzen über die Beschreibung von Kompetenzausprägungen systematisch (Schecker & Parchmann, 2006). Somit werden einerseits die gestellten Anforderungen verdeutlicht und andererseits wird die Konstruktion modell- und standardkonformer Testaufgaben erleichtert. Die zu entwickelnden Aufgaben bilden dabei die Brücke zwischen Standards und Modellen, die laut Helmke und Hosenfeld (2004) das entscheidende Element zu deren Validierung darstellt.

Das zentrale Forschungsanliegen dieser Arbeit war es, modell- und standardkonforme

Testaufgaben dem Kompetenzmodell ESNaS entsprechend für das Fach Chemie zu entwickeln und zu analysieren. Alle Aufgaben beziehen sich auf den Kompetenzbereich *Umgang mit Fachwissen Chemie* und den Teilbereich *Chemische Reaktion*. Überprüft wurde, ob die entwickelten Testaufgaben für diese Inhaltsbereiche das Kompetenzstrukturmodell valide und reliabel abbilden. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere die Dimension Komplexität des Inhalts des Kompetenzmodells ESNaS gut abgebildet werden kann. Problematischer erwies sich die Modellierung der Dimension kognitive Prozesse. Regressionsanalysen zeigten einen Einfluss einzelner Aufgabenmerkmale auf die Aufgabenschwierigkeit. Somit können diese Aufgabenmerkmale der Konstruktion neuer Aufgaben zugrunde gelegt werden. Ein weiteres Ziel war es, das für die Evaluation der Standards verwendete Aufgabenformat vorwissensunabhängiger Aufgaben zu validieren. Dabei sollte überprüft werden, welchen Einfluss die Bereitstellung von Fachinformationen (Typ A), die für die Lösung der Aufgabe nötig sind, auf die Lösungswahrscheinlichkeit dieser Aufgabe hat im Vergleich zu Aufgaben ohne diese Zusatzinformationen (Typ B). Es zeigte sich, dass die mittlere Schwierigkeit von Aufgabentyp A im Vergleich zu Aufgabentyp B deutlich geringer ist. Mit dem Anstieg des Komplexitätsniveaus nimmt der Schwierigkeitsunterschied zwischen den beiden Aufgabentypen ab. Daraus kann geschlossen werden, dass eine hohe Komplexität das Lösen einer Aufgabe auch bei Vorgabe von Fachinformationen im Aufgabenstamm erschwert.

Ropohl, M. (2010).

Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2609-2

13 Assessing scientific inquiry. Development and evaluation of a test for the low-performing stage

SUSANNE MANNEL

Ebenfalls basierend auf dem Kompetenzstrukturmodell ESNaS (Walpuski et al., 2010; Walpuski, Kampa, Kauertz & Wellnitz, 2008) lag in der Arbeit von Susanne Mannel der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Aufgaben zur Leistungsmessung im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie. Ausgehend von Arbeiten von Klahr und Dunbar (1988) zum Scientific Discovery as Dual Search-Modell (SDDS) sowie Untersuchungen von Walpuski (2006), Henke (2006) und Klos (2009) wurde Erkenntnisgewinnung in dieser Arbeit auf drei charakteristische Schritte für experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (NAW) reduziert: Hypothesenbildung, Experimentieren und Schlussfolgern. Bei der Konstruktion der Aufgaben wurden diese drei Schritte als Basis für drei Aufgabentypen berücksichtigt. Zu jedem Aufgabentyp wurden Aufgaben zu sieben Kontexten aus der Lebens- und Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler entwickelt. Dabei war das allgemeine Ziel, Aufgaben zu dem latenten Konstrukt naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen zu

entwickeln, die im unteren Anforderungsbereich der Jahrgangsstufe 5 ausreichend differenzieren können. Demnach wurden bei der Aufgabenentwicklung die Kompetenzerwartungen für die Jahrgangsstufe 4, wie sie in dem neuen Kernlehrplan für den Sachunterricht an Grundschulen in NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008) beschrieben werden, herangezogen. Susanne Mannel ist in ihrer Arbeit der Frage nachgegangen, ob anhand dieses entwickelten Tests (NAW-L) Leistungsunterschiede zwischen Hauptschülern und Gymnasiasten (Jgst. 5) nachgewiesen werden können. Die Ergebnisse zeigten, dass die typischen, in der Literatur zum *scientific reasoning* und *scientific inquiry* beschriebenen Defizite von jüngeren Kindern repliziert werden können. Dies wird als Indikator für die Validität des entwickelten Testinstruments gesehen.

Mannel, S. (2011).

Assessing scientific inquiry. Development and evaluation of a test for the low-performing stage.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2761-7

14 Inhaltsvalidität bei physikalischen Kompetenztest-Aufgaben

HENDRIK HÄRTIG (GEB. NOTARP)

Ebenso wie in den Arbeiten von Mathias Ropohl und Susanne Mannel liegt der Ausgangspunkt der Dissertation von Hendrik Härtig in den nationaler Bildungsstandards (KMK, 2005) und de-

ren Evaluation (ESNaS; Walpuski et al., 2010; Walpuski, Kampa, Kauertz & Wellnitz, 2008). Die vorliegende Arbeit setzt an der Kritik an, dass die Inhaltsvalidität bei solchen Large-Scale Assessments häufig vernachlässigt wird. Ein Grund für die mangelnde Inhaltsvalidität sind die Differenzen zwischen den Lehrplänen beteiligter Länder oder Staaten. Um die curriculare Validität zu steigern, müssen der Inhalt der naturwissenschaftlichen Fächer und dessen Struktur angemessen beschrieben werden und Indikatoren gefunden werden, die relevante Inhalte in Lehrplänen und Aufgaben kennzeichnen. Da Schulbücher als wichtiges Indiz für die Sachstruktur im (Physik-) Unterricht angesehen werden, war das erste Ziel dieser Arbeit folglich ein reliables Verfahren zu entwickeln, um die Sachstruktur von Schulbüchern zu erfassen.

Dazu wurde ein Concept-Mapping Verfahren angewandt (Neumann et al., 2006). Strukturparameter wurden genutzt, um Rückschlüsse auf die dargestellte Sachstruktur zu ziehen. Die Analysen ergaben, dass die Güte des Concept-Mapping Verfahrens bestätigt werden konnte und dass die Inhaltsstruktur der Maps mit der des durchschnittlichen Physikunterrichts übereinstimmt.

Das zweite Ziel dieser Arbeit war zu überprüfen, inwiefern das Concept-Mapping Verfahren dazu dienen kann, bereits während der Aufgabenkonstruktion die curriculare Validität besser zu berücksichtigen. Es zeigte sich aber, dass die Einschätzung der Inhaltsvalidität der Aufgaben anhand dieses Verfahrens von einer durchgeführten Expertenbefragung abweicht.

Härtig, H. (2010).

Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2511-8

15 Beyond Physics Content Knowledge. Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge

IRENE NEUMANN (GEB. ZILKER)

Die Entwicklung eines Verständnisses über nature of science, also über die Charakteristika der Naturwissenschaften, wird in der internationalen naturwissenschaftsdidaktischen Literatur als ein wichtiger Bestandteil der scientific literacy (naturwissenschaftliche Grundbildung) angesehen. Das Dissertationsprojekt von Irene Neumann verbindet diesen zentralen Themenbereich mit der Kompetenzforschung. Kernstück ist dabei die theoretische Herleitung eines Kompetenzmodells, das Kompetenz im Bereich *nature of science* beschreibt. Aufbauend auf der aktuellen Studie zur Evaluation der Bildungsstandards werden auch in diesem Kompetenzmodell die drei Dimensionen Komplexität, kognitive Prozesse und Inhalt unterschieden. Die ersten beiden Dimensionen beschreiben die Art der Information, die zur Lösung eines Problems verarbeitet werden muss, und die Weise, wie dies geschieht. Der Inhalt (nature of science) wird entsprechend gegenwärtiger Literatur durch zwei Komponenten operationalisiert: Na-

ture of Scientific Inquiry (NOSI) umfasst Eigenschaften naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnungsprozesse und Nature of Scientific Knowledge (NOS) Eigenschaften naturwissenschaftlichen Wissens.

Zwei Studien dienten der empirischen Untersuchung dieses Modells im Hinblick auf Aspekte der Konstrukt- und der Kriteriumsvalidität. Die erste Studie untersuchte deutsche Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe und fokussierte auf die Abgrenzung von NOSI/NOS-Kompetenz gegen andere kompetenzbezogene Konstrukte. In der zweiten Studie stand der Vergleich von deutschen und amerikanischen Schülerinnen und Schülern im Mittelpunkt. In beiden Studien wurde außerdem die innere Struktur des Kompetenzmodells untersucht.

Die Ergebnisse dieser beiden Studien zeigten, dass die angenommene Struktur des Modells nur teilweise empirisch gestützt werden kann. Insbesondere die empirische Untermauerung der Trennung von NOSI-Kompetenz und NOS-Kompetenz als zwei Konstrukte sowie die Aufklärung weiterer, schwierigkeitserzeugender Itemmerkmale bedürfen weiterer Forschung. NOSI/NOS-Kompetenz konnte jedoch erfolgreich von anderen, kompetenzbezogenen Konstrukten empirisch abgegrenzt werden. Der Vergleich deutscher und amerikanischer Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihrer NOSI/NOS-Kompetenz zeigte gegen die Erwartungen ein besseres Abschneiden der deutschen Teilstichprobe. Dieses überraschende Ergebnis bedarf ebenfalls weiterer Aufklärung.

Neumann, I. (2011).

Beyond Physics Content Knowledge. Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge
Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2880-5

16 Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens

MARKUS EMDEN

Ebenso wie in der Arbeit von Susanne Mannel befasst sich die Arbeit von Markus Emden basierend auf der Verabschiedung der Bildungsstandards mit dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. Bezogen auf das Experimentieren zeigen sich bislang unklare Forschungsergebnisse: Einerseits wird es als einzigartige Lernumgebung gelobt (Hofstein & Lunetta, 2004), andererseits haben Studien gezeigt, dass die Effektivität des Experiments im Unterricht eingeschränkt ist (Lunetta, 1998). Daraus leitet sich die Notwendigkeit der Entwicklung von Maßen ab, die zuverlässig und valide das Prozesswissen von Schülerinnen und Schülern beim Experimentieren erfassen können (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Vor diesem Hintergrund und aufbauend auf der Forderung von Klieme (2003), dass die Standards zur Kompetenz erfassung in Aufgaben umgesetzt werden sollen, ist das Ziel dieser Arbeit, ein Testverfahren zur Überprüfung des Erwerbs dieser Kompetenzen zu entwickeln. Wie auch in der Arbeit von Susanne Mannel diente das SDDS-Modell als Grundlage

(Klahr & Dunbar, 1988), auf dem bereits auch ein Papier-Bleistift-Test zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (NAW; Klos et al., 2008) und Interaktionsboxen zu Instruktionzwecken konzipiert worden sind (Sumfleth et al., 2004), die auch als Testinstrument eingesetzt werden können. Da beide Entwicklungen auf derselben theoretischen Grundlage beruhen, wurde davon ausgegangen, dass sie prinzipiell dasselbe messen können. Mit diesem Dissertationsvorhaben sollte der Zusammenhang zwischen diesen unterschiedlichen Testformen genauer untersucht werden. Dazu wurden Schülerinnen und Schülern zu drei Messzeitpunkten Aufgaben zum naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeiten vorgelegt. Bei der Arbeit mit den Interaktionsboxen wurden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihr Vorgehen in einem prozessorientierten Protokollverfahren festzuhalten (Kemper & Tatzki, 2010). Die Ergebnisse zeigen, dass es generell eine Möglichkeit ist, Lernaufgaben in ein Leistungsarrangement zu übersetzen, wobei weitere Optimierungszüge hierfür identifiziert worden sind. Für Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums konnten gute Übereinstimmungen zwischen dem Protokollverfahren und den Videoanalysen aufgezeigt werden, während dies für Schülerinnen und Schüler der Gesamtschule nicht der Fall war. Hinsichtlich der Einsetzbarkeit eines geschlossenen Papier-Bleistift-Tests (NAW-Test) als Alternative zur direkten Beobachtung kann aus dieser Arbeit abgeleitet werden, dass es sich nicht um eine adäquate Alternative zum tatsächlichen Experimentieren handelt.

Emden, M. (2011).

Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2867-6

17 Selbständig entdeckendes Experimentieren. Lernwirksamkeit der Strategieanwendung

JILL GÖSSLING

Wie im Forschungsvorhaben von Markus Emden war der Ausgangspunkt dieser Arbeit ebenfalls die Diskrepanz zwischen dem Bildungsziel der Entwicklung wissenschaftsmethodischer Kompetenzen zum Erlangen eines tiefergehenden Verständnisses naturwissenschaftlicher Inhalte (z. B. KMK, 2005) durch Experimentieren (Hamann, Phan & Bayrhuber, 2007) und der damit verbundene Lernerfolg beim Experimentieren (z. B. Hucke & Fischer, 2002). Vor diesem Hintergrund war das zentrale Forschungsvorhaben dieser Arbeit die Überprüfung der Lernwirksamkeit der Strategieanwendung und des Einflusses von Fehlern beim Experimentieren hinsichtlich des zu erwerbenden deklarativ-konzeptuellen Wissens und des Handlungswissens. Dazu wurde das Experimentieren ebenfalls basierend auf dem Scientific discovery as Dual Search Modell (Klahr & Dunbar, 1988) als selbständig entdeckendes Experimentieren konzipiert. Dabei wurde angenommen, dass die Interaktion zwischen dem Aufstellen von Hypothesen und dem Durchführen von Experimenten ausschlaggebend für den Erfolg von wissenschaftlichen Bestre-

bungen ist (z. B. Vollmeyer, Burns & Holyoak, 1996).

Um die Anwendung von Strategien beim Experimentieren bei einer Vielzahl von Schülerinnen und Schülern untersuchen zu können, wurden in einem ersten Schritt zwei computerbasierte Lernumgebungen entwickelt, die es ermöglichen, jede einzelne Handlung der Schülerinnen und Schüler zu registrieren und zu speichern. Darauf aufbauend wurden verhaltensbasierte Maße entwickelt, die die Identifizierung der Anwendung von Strategien und der Fehler beim Experimentieren ermöglicht. In drei durchgeführten Studien konnte damit die Lernwirksamkeit der Strategieanwendung und der Effekt von Fehlern empirisch überprüft werden. Die Ergebnisse von Varianzanalysen und Pfadmodellen zeigten, dass Interaktionen zwischen dem Aufstellen von Hypothesen und dem Durchführen von Experimenten effektiver sind als die Durchführung einzelner systematischer oder unsystematischer Handlungen. Diese Ergebnisse konnten sowohl für das deklarativ-konzeptuelle als auch für das Handlungswissen zu einem physikalischen Inhaltsbereich bestätigt werden. Für einen chemischen Inhaltsbereich zeigten sich zwar in den Pfadmodellen gleiche Muster, allerdings mit schwächeren Pfadkoeffizienten. Ebenso zeigten die Ergebnisse, dass eine fehlerhafte Strategieanwendung einen negativen Einfluss auf den Lernerfolg im Sinne des erworbenen deklarativ-konzeptuellen Wissens und des erworbenen Handlungswissens hat.

Die Erkenntnisse dieser Arbeit können als Grundlage zur Entwicklung und Imple-

mentation von Fördermaßnahmen zum selbständig entdeckenden Experimentieren genutzt werden.

Gößling, J. (2011).

Selbständig entdeckendes Experimentieren. Lernwirksamkeit der Strategieanwendung.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

Elektronische Dissertation; <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de>

18 Adaptives Feedback zur Unterstützung des selbstregulierten Lernens durch Experimentieren

JESSICA MARSCHNER

Die Dissertation von Jessica Marschner befasst sich ebenfalls mit dem Bereich Erkenntnisgewinnung und dem Experimentieren im Spezifischen. Als Grundlage wird ebenfalls das SDDS-Modell von Klahr und Dunbar (1988) herangezogen. Im Gegensatz zu den vorab beschriebenen Arbeiten steht hier aber aus lernpsychologischer Sicht die Förderung des Experimentierens, das hier als eine spezielle Form des selbstregulierten Lernens (SRL) verstanden wird, zentral.

Ausgangspunkt ist die Erkenntnis aus der Forschung zum selbstregulierten Lernen (SRL) durch Experimentieren, dass häufig Experimentierstrategien gar nicht oder unangemessen genutzt werden (de Jong & van Joolingen, 1998; Klahr & Dunbar, 1988). Ursache dafür scheint das Vorliegen eines Produktionsdefizits zu sein, was bedeutet, dass Lernende zwar über Strategiewissen verfügen, dieses aber nicht an-

wenden (Veenman, van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006). Demnach wird angenommen, dass Lernende Unterstützung beim SRL durch Experimentieren benötigen, um die Strategienutzung und damit auch den Lernerfolg zu fördern. Demnach ist das Ziel der vorliegenden Arbeit mittels Unterstützungsmaßnahmen und Feedback Motivation und Strategienutzung beim SRL durch Experimentieren zu fördern.

In einer ersten Korrelationsstudie konnten Hinweise darauf gefunden werden, dass bei Lernenden, die selbstreguliert experimentieren, tatsächlich ein Produktionsdefizit vorliegt.

In einer folgenden experimentellen Studie erhielten Schülerinnen und Schüler während der Bearbeitung der Experimentierumgebung Unterstützung, die sich auf Experimentierstrategien bezog. Dabei wurden vier Bedingungen umgesetzt: Feedback mit adaptiven Prompts (Hinweisen), adaptive Prompts, nicht adaptive Prompts und keine Unterstützung (Kontrollgruppe). Die Ergebnisse zeigten, dass Lernende in der Feedback-Bedingung stärker motiviert werden konnten als die anderen Lernenden. Zusätzlich zeigte die Feedback-Gruppe signifikant mehr Strategienutzung als die Kontrollgruppe und die Gruppe mit nicht adaptiver Unterstützung. Schülerinnen und Schüler nahmen außerdem die adaptive Unterstützung als hilfreicher wahr als die nicht adaptive Unterstützung, aber adaptive Unterstützung ohne Feedback konnte die Strategienutzung nicht verbessern.

Die Ergebnisse sprechen für die theoretische Annahme, dass Feedback bezogen

auf die Strategienutzung die metakognitive Regulation fördert (Butler & Winne, 1995), da dieses Feedback die Strategienutzung verbessert hat. Aus praktischer Perspektive geben die Ergebnisse hilfreiche Informationen zur Gestaltung von geeigneten Methoden, um selbstregulative Kompetenzen zu unterstützen. Das Geben von Feedback mit Informationen zur individuellen Strategienutzung und adaptiven Hinweisen für die weitere Strategienutzung während des SRL scheint die Motivation aufrechtzuerhalten und die Strategienutzung zu verbessern.

Marschner, J. (2011).

Adaptives Feedback zur Unterstützung des selbstregulierten Lernens durch Experimentieren.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

Elektronische Dissertation; <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de>

19 Visualisieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte: Der Einsatz von vorgegebenen und selbst generierten Visualisierungen als Textverstehenshilfen beim Lernen aus naturwissenschaftlichen Sachtexten

ANNETT SCHMECK (GEB. SCHWAMBORN)

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist die Erkenntnis, dass Lernende häufig mit den kognitiven Anforderungen, die das verstehende Lesen von komplexen und schwierigen naturwissenschaftlichen Sachtexten an sie stellt, überfordert sind (Baumert et al., 2001; Kintsch & van Dijk, 1978; Schnotz, 1994, 2003). Basierend auf den Theorien

zum multimedialen Lernen (z. B. Mayer, 2001) und zum selbstregulierten Lernen (z. B. Leutner & Leopold, 2006) war das zentrale Forschungsvorhaben zu untersuchen, inwiefern das verstehende Lesen eines naturwissenschaftlichen Sachtextes durch den Einsatz von Visualisierungen gefördert werden kann. Visualisierungen werden dabei als Textverstehenshilfen angesehen, die einerseits dem Lernenden zusätzlich zu einem Text angeboten werden können, aber andererseits auch vom Lernenden selbstständig erzeugt werden müssen („selbstständiges Visualisieren“; z. B. Alesandrini, 1984; van Meter & Garner, 2005).

Anhand von vier experimentellen Studien wurde systematisch die Wirksamkeit dieser beider Arten des Einsatzes von Visualisierungen als Textverstehenshilfe in papierbasierten und in computerbasierten Lernumgebungen untersucht.

Die Ergebnisse replizierten den Befund, dass vorgegebene Visualisierungen zu einem Text geeignete Verstehenshilfen beim Lernen aus einem Sachtext darstellen. Bezogen auf die instruktionale Gestaltung des Lernens mit vorgegebenen Visualisierungen ergaben sich Hinweise darauf, dass eine vorgegebene fixierte Lernzeit im Vergleich zu einer durch den Lernenden bestimmten Lernzeit förderlich für das Textverständnis sein könnte. Darüber hinaus zeigten die Ergebnisse, dass auch das selbstständige Generieren von Visualisierungen zu einem Text eine geeignete Verstehenshilfe beim Lernen aus einem Sachtext ist, wenn Lernende in der Lage sind, qualitativ gute Visualisierungen zu erstellen, ohne sich bei diesem Visua-

lisierungsprozess kognitiv zu überlasten. Die Qualität der selbst generierten Visualisierungen zu einem Sachtext erweist sich hierbei als geeigneter Prädiktor für das aus dem Text erworbene Verständnis. Bezogen auf die instruktionale Gestaltung des Lernens mit selbst generierten Visualisierungen ergeben sich Hinweise darauf, dass Lernende nicht nur von einer instruktionalen Unterstützung während des Zeichenprozesses in Form vorgegebener Bildelemente und Zeichenhintergründe profitieren, sondern zudem auch eine ausreichende Lernzeit benötigen. Zusammengefasst belegen die Ergebnisse dieser Arbeit demzufolge nicht nur das aus der Literatur bekannte *Multimedia Principle* (Mayer, 2001, 2005), sondern bieten Hinweise für die Formulierung eines *Generative Drawing Principle* sowie eines *Prognostic Drawing Principle*.

Schmeck (geb. Schwamborn), A. (2011). *Visualisieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte: Der Einsatz von vorgegebenen und selbst generierten Visualisierungen als Textverstehenshilfe beim Lernen aus naturwissenschaftlichen Sachtexten*.

Essen: Universität Duisburg-Essen. Elektronische Dissertation; <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de>

20 Textverstehen von Hauptschülern der fünften Jahrgangsstufe

DIANA JOST

Auch in dieser Arbeit stellen die aufgezeigten Probleme, die Schülerinnen und Schüler beim verstehenden Lesen von

Sachtexten haben, die Ausgangslage dar. PISA 2000, PISA 2003 und PISA 2006 zeigten, dass über die Hälfte der 15-jährigen Hauptschülerinnen und Hauptschüler kaum in der Lage ist, Texte adäquat zu verstehen. Folglich scheint eine frühzeitige Förderung direkt nach der Grundschule indiziert. Demnach lag der Fokus dieses Forschungsvorhabens auf der Entwicklung eines Trainingsprogramms für Hauptschülerinnen und Hauptschüler der fünften Jahrgangsstufe.

In einem ersten Schritt sollte untersucht werden, welche basalen Subprozesse beim Textverstehen noch defizitär sind und dadurch zu einer Überlastung des Arbeitsgedächtnisses führen könnten. Eine explorative Studie zeigte, dass die Lernenden basale Prozesse wie das akkurate und schnelle Vorlesen zusammengesetzter Wörter noch nicht beherrschten.

Angenommen wurde, dass durch eine erhöhte Lesegeschwindigkeit – als Zeichen voranschreitender Automatisierung – Arbeitsgedächtniskapazität frei werden sollten, die dann zum Textverstehen genutzt werden kann (LaBerge & Samuels, 1974). Nach Pressley (1994) ist neben der Verbesserung der Lesegeschwindigkeit aber auch die Nutzung von Strategien zum Textverstehen essentiell, um eine Erhöhung des Textverstehens zu erzielen.

Basierend darauf wurde ein Trainingsprogramm mit zwei Phasen entwickelt. In einem Kontrollgruppendesign wurden die Schülerinnen und Schüler der Trainingsgruppe in einer ersten Trainingsphase vier Wochen lang schultäglich 15 Minuten hinsichtlich ihrer Lesegeschwindigkeit trainiert, während die Kontrollgruppe in

den Grundrechenarten trainiert wurde. In der zweiten Trainingsphase wurden Lesestrategien trainiert.

Die Ergebnisse der Trainingsstudie zeigten, dass obwohl nach der ersten Trainingsphase Lesegeschwindigkeit und Leseverstehen auf Wort- und Satzebene durch das silbenbasierte Training erhöht werden konnten, entgegen der Theorie der automatischen Informationsverarbeitung (LaBerge & Samuels, 1974) kein besseres Textverstehen festgestellt werden konnte. Dies deutet daraufhin, dass die gewählte Trainingszeit zu kurz ist, um durch das silbenbasierte Lesegeschwindigkeitstraining eine Automatisierung aller deutschen Silben zu erreichen.

In einem weiteren Schritt wurden folglich Hauptschülerinnen und Hauptschüler anschließend drei Monate lang jeweils 45 Minuten dreimal wöchentlich hinsichtlich silbenbasierten Lesegeschwindigkeit trainiert, während eine gematchte Kontrollgruppe im gleichen Umfang an einem herkömmlichen textbasierten Lesegeschwindigkeitstraining teilnahm. Die Ergebnisse zeigten, dass Lesegeschwindigkeit und Leseverstehen auf Wortebene signifikant zugunsten der Trainingsgruppe erhöht werden konnten, sich aber noch keine Verbesserung des Textverstehens nachweisen ließ.

Jost, D. (2011).

Textverstehen von Hauptschülern der fünften Jahrgangsstufe.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

Elektronische Dissertation; <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de>

Literatur

- Abell, S. (2007). Research on science teachers' knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 1105–1149). Mahwa, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Alesandrini, K. L. (1984). Pictures and adult learning. *Instructional Science*, 13, 63–77.
- Baumert, J., Bos, W. & Watermann, R. (1999). *TIMSS/III. Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. Zusammenfassung deskriptiver Ergebnisse* (2. Aufl.). Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Drawing the lessons from PISA 2000. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Beiheft 3*, 143–157.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (Hrsg.) (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske und Budrich.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 469–520.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., et al. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47, 133–180.
- Baxter J. A. & Lederman N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In: J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge* (S. 147–161). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (2008). *Professionelle Kompetenz angehende Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematik-Studierender und -Referendare – erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bos, W., Bonsen, M., Baumert, J., Prenzel, M., Selter, C., & Walther, G. (Hrsg.) (2008). *TIMSS 2007. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz von Grundschulern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Bromme, R. (1995). Was ist ‚pedagogical content knowledge‘? Kritische Anmerkungen zu einem fruchtbaren Forschungsprogramm. Didaktik und/oder Curriculum. *Zeitschrift für Pädagogik (Beiheft)*, 33, 105–115.
- Bromme, R. (1997): Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (Enzyklopädie der Psychologie, Pädagogische Psychologie, Bd. 3, S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Bybee, R. W., & Ben-Zvi, N. (1998). Science curriculum: Transforming goals to practices. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Hrsg.), *International handbook of science education*. Part one (S. 487–498). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ditton, H. (2002). Unterrichtsqualität – Konzeption, methodische Überlegungen und Perspektiven. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 197–212.
- de Jong, T. & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179–201.
- Draxler, C. (2007). Facetten professioneller Handlungskompetenz von Physik- und Sachunterrichtslehrerinnen und -lehrern. Dissertationsschrift. Online: <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-17798/Diss.Draxler.pdf>. *Universitätsbibliothek der Universität Duisburg-Essen, Campus Essen*.
- Fischler, H. (2008). Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 51–55.
- Fraser B. J., Walberg, H. J., Welch, W. W. & Hattie, J. A. (1987). Syntheses of educational productivity research. *International Journal of Educational Research*, 11, 145–252.

- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: A introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Hrsg.), *Examining pedagogical content knowledge*. The construct and its implications for science education (S. 3–17). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher. Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Hammann, M. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59, 292–299.
- Hammann, M., Phan, T. T. H. & Bayrhuber, H. (2007). Experimentieren als Problemlösen: Lässt sich das SDDS-Modell nutzen, um unterschiedliche Kompetenzen beim Experimentieren zu messen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, Sonderheft 8*, 33–49.
- Helmke, A. (2002). Unterrichtsqualität und Unterrichtsklima – Perspektiven und Sackgassen. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 261–277.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität Erfassen, Bewerten, Verbessern*. Seelze: Kallmeyer.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität – Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velbert: Kallmeyer/Klett.
- Helmke, A. & Hosenfeld, I. (2004). Bildungsstandards und Unterrichtsqualität. *Pädagogische Führung*, 4, 173–176.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie* (Themenbereich D, Serie I, Bd. 3). Göttingen: Hogrefe.
- Henke, C. (2006). Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 59). Berlin: Logos Verlag.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42, 371–406.
- Höffler, T. N. (2008). Lernen mit dynamischen Visualisierungen: Metaanalyse und experimentelle Untersuchungen zu einem naturwissenschaftlichen Lerninhalt. Dissertationsschrift. Online: <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-18984/Diss.Hoeffler.pdf>. *Universitätsbibliothek der Universität Duisburg-Essen*, Campus Essen.
- Höffler, T. N. & Sumfleth, E. (2007). Drei Jahre Graduiertenkolleg und Forschergruppe Naturwissenschaftlicher Unterricht Essen: Abgeschlossene Dissertationen auf Schulsystem-, Unterrichts- und Individualebene. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 221–232.
- Hucke, L. & Fischer, H. E. (2002). The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos & H. Niedderer (Hrsg.), *Teaching and learning in the science laboratory – A look on the European project "Labwork in Science Education"* (S. 205–218). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Kemper, S. & Tatzki, V. (2010). *Entwicklung eines Bewertungsschemas zur Leistungsbepunktung von Lernprozessgraphiken und Protokollbögen*. Unveröffentlichte Seminararbeit im Modul „Wissenschaftliches Arbeiten“, Universität Duisburg-Essen.
- Klein, E. D. (2009): *The Differing Effects of State-Wide Exit Examinations. An International Comparison Focusing on Science Subjects*. Posterbeitrag im Rahmen des Joint Meeting of Graduate Schools in Rovaniemi, Finnland.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363–394.
- Klos, S. (2009) Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht: Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 89). Berlin: Logos Verlag.
- Klos, S., Henke, C., Kieren, C., Walpuski, M., & Sumfleth, E. (2008). Naturwissenschaftliches Experimentieren und chemisches Fachwissen – zwei verschiedene Kompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 3, 304–321.

- KMK (2004). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004: *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Bonn / Berlin: Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- KMK (2008). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 08.12.2008: *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Bonn / Berlin: Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- KMK, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1–48.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H. E. & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Berlin: BMBF.
- Kühn, S., van Ackeren, I., Block, R. & Klein, E.D. (2009). Zentrale Abiturprüfungen: heterogen. Zu den Prüfungsverfahren in Deutschland. *Schulverwaltung, Ausgabe Nordrhein-Westfalen*, 20, 320–323.
- Künsting, J. (2007). Effekte von Zielqualität und Zielspezifität auf selbstreguliert-entdeckendes Lernen durch Experimentieren. Dissertationsschrift. Online: <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=16955>. *Universitätsbibliothek der Universität Duisburg-Essen, Campus Essen*.
- LaBerge, D. & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293–323.
- Leutner, D. & Leopold, C. (2006). Selbstregulation beim Lernen aus Sachtexten. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 162–171). Göttingen: Hogrefe.
- Leutner, D., Sumfleth, E., Wirth, J. & Rumann, S. (2006). *Antrag auf Gewährung einer Sachbeihilfe im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1293 „Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen“* (genehmigt). Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In B. J. Fraser and K. G. Tobin (Hrsg.), *International handbook of science education* (S. 249–262). London, England: Kluwer Academic.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 393–441). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Martinez, M. E. (1999). Cognition and the Question of Test Item Format. *Educational Psychologist*, 34, 207–218.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. Aufl.). New York: Cambridge University Press.
- Neumann, K., Fischer, H. E., & Sumfleth, E. (2008). Vertikale Vernetzung und kumulatives Lernen im Chemie- und Physikunterricht. In E.-M. Lankes (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung*. (S. 141–151). Münster: Waxmann.
- OECD (2001). *Knowledge and skills for life*. First Results from PISA 2000. Paris: OECD/PISA.
- PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.) (2006). *PISA 2003 – Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Pressley, M. (1994). Embracing the complexity of individual differences in cognition: Studying good information processing and how it might develop. *Learning and Individual Differences*, 6, 259–284.

- Rakoczy, K. & Pauli, C. (2006). Hoch inferentes Rating: Beurteilung der Qualität unterrichtlicher Prozesse. In: E. Klieme, C. Pauli, K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie „Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“*. Materialien zur Bildungsforschung (S. 206–233). Frankfurt am Main: DIPF/GFPE.
- Schecker, H., & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 45–66.
- Schnotz, W. (1994). *Aufbau von Wissensstrukturen. Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (2003). Informationsintegration mit Sprache und Bild. In G. Rickheit, W. Deutsch & T. Herrmann (Hrsg.), *Psycholinguistik: Ein internationales Handbuch* (S. 577–587). Berlin: De Gruyter.
- Schümer, G. & Weiß, M. (2008). *Bildungsökonomie und Qualität der Schulbildung* (S.53). Frankfurt a.M.: GEW-Hauptvorstand.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Sumfleth, E., Rumann, S. & Nicolai, N. (2004). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. In K. Klemm (Hrsg.), *Essener Unikate: Bd. 24* (S.75–85). Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Tepner & Sumfleth (2010). Graduiertenkolleg und Forschergruppe nwu-essen – Eine Zwischenbilanz in Form von Kurzpräsentationen weiterer abgeschlossener Dissertationen nach 6 Jahren empirischer Unterrichtsforschung an der Universität Duisburg-Essen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 235–260.
- Terhart, E. (2002). *Standards für die Lehrerbildung – Eine Expertise für die Kultusministerkonferenz*. Münster: Institut für Schulpädagogik und Allgemeine Didaktik; Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Thillmann, H. (2008). *Selbstreguliertes Lernen durch Experimentieren: Von der Erfassung zur Förderung*. Dissertationsschrift. Online: http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-18970/Dissertation_Thillmann_online-Version.pdf. Universitätsbibliothek der Universität Duisburg-Essen, Campus Essen.
- van Meter, P. & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17, 285–325.
- Veenman, M. V. J., van Hout-Wolters, B. H. A. M. & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition Learning*, 1, 3–14.
- Vollmeyer, R., Burns, B. D. & Holyoak, K. L. (1996). The impact of goal specificity on strategy use and the acquisition of problem structure. *Cognitive Science*, 20, 75–100.
- Wahser, I. (2008). Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 73). Berlin: Logos Verlag.
- Walpuski, M. (2006). Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback. Eine empirische Studie. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 49). Berlin: Logos Verlag.
- Walpuski, M., Kampa, N., Kauertz, A., & Wellnitz, N. (2008). Evaluation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 61, 323–326.
- Walpuski, M., Kauertz, A., Fischer, H., Kampa, N., Mayer, J., Sumfleth, E., & Wellnitz, N. (2010). ESNaS – Evaluation der Standards für die Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I. In: A. Gehrman, U. Hericks, M. Lüders (Hrsg.): *Bildungsstandards und Kompetenzmodelle – Eine Verbesserung der Qualität von Schule, Unterricht und Lehrerbildung* (S. 171–184). Klinkhardt.

- Wang, M. C., Haertel, G. D., Walberg, H. J. (1993).
Toward a Knowledge Base for School Learning. *Review of Education Research*, 63,
249–294.
- Wittwer, J., Saß, S. & Prenzel, M. (2009). Gut, aber
nicht spitze... Naturwissenschaften: Wo steht
Deutschland? *Grundschule*, 6, 14–17.