

OLIVER TEPNER UND ELKE SUMFLETH

Graduiertenkolleg und Forschergruppe nwu-essen – Eine Zwischenbilanz in Form von Kurzpräsentationen weiterer abgeschlossener Dissertationen nach 6 Jahren empirischer Unterrichtsforschung an der Universität Duisburg-Essen

In Fortsetzung des Kurzberichts von Höffler & Sumfleth (2007) werden in diesem Beitrag nach einem kurzen Überblick über die zurückliegenden sechs Jahre Forschungstätigkeit in Graduiertenkolleg und Forschergruppe nwu-essen die zwischen 2007 und 2009 abgeschlossenen Dissertationen vorgestellt. Es handelt sich hierbei sowohl um Promotionen, die noch zur ersten Phase zählen (Alexander Kauertz, Silke Klos, Josef Küsting, Harry Kullmann, Rainer Wackermann, Julia Wadouh), um solche, die die Brücke zwischen beiden Phasen bilden (Corinna Kieren, Sabine Fechner, Isabel Wahser) und um die erste Promotion aus der zweiten Phase (Marion Haugwitz), die in enger Kooperation mit Sabine Fechner erfolgt ist und damit ein Musterbeispiel für die Kooperation zwischen zwei Fachdidaktiken, in diesem Fall zwischen Chemie- und Biologiedidaktik ist. Das grundlegende Ziel der von der DFG geförderten Forschungseinrichtung ist die Analyse und Optimierung von Lernbedingungen im Unterricht der drei Naturwissenschaften unter Berücksichtigung unterschiedlicher Rahmenbedingungen auf den drei Ebenen Schulsystem, Unterricht und Individuum. In enger interdisziplinärer Kooperation arbeiten hierbei Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der drei naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken, der Didaktik des Sachunterrichts, der Pädagogik und der Psychologie an aufeinander abgestimmten Fragestellungen. Die Didaktik des Sachunterrichts ist in der zweiten Phase durch Kornelia Möller von der WWU Münster neu hinzugekommen. Dadurch fand auch eine deutliche Erweiterung der Arbeiten zur Unterrichtsebene, die sich bislang schwerpunktmäßig auf die Arbeiten der Sekundarstufe I bezogen, auf die Primarstufe statt. Diese Erweiterung ging einher mit einer Vergrößerung der Anzahl der beteiligten Antragstellerinnen

und Antragsteller und der Forschergruppenprojekte (10 Projekte) sowie der Zahl der Stipendiatinnen und Stipendiaten im Graduiertenkolleg (12 Stipendien und eine Postdoktorandenstelle). Die Studien der Stipendiatinnen und Stipendiaten verknüpfen in der Regel zwei Projekte der Forschergruppe und sorgen damit für eine weitere Vernetzung. Ergänzend bearbeiten aus weiteren Drittmitteln oder aus Haushaltsmitteln finanzierte Doktorandinnen und Doktoranden dem Forschungsprogramm verwandte Fragestellungen und sind als Kollegiatinnen und Kollegiaten auch Mitglied des Graduiertenkollegs. Verantwortlich für die Forschergruppenprojekte im Rahmen der zweiten Förderphase sind Angela Sandmann und Birgit Neuhaus für die Biologiedidaktik, Elke Sumfleth für die Chemiedidaktik, Hans E. Fischer und Knut Neumann für die Physikdidaktik, Klaus Klemm und Isabell van Ackeren für die Pädagogik sowie Detlev Leutner und Joachim Wirth für die Psychologie.

Mit der nun auslaufenden Förderungsphase sollen im Folgenden die bis dato abgeschlossenen Dissertationen vorgestellt werden. Im Regelfall bezieht sich ein Projekt auf zwei der oben genannten Ebenen, um den jeweiligen Forschungsschwerpunkt mehrperspektivisch zu untersuchen.

Sieben der fertig gestellten Arbeiten lassen sich der Unterrichts- und Individualebene zuordnen. So befasste sich Corinna Kieren mit dem Thema Hausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums und führte dazu eine Fragebogenstudie im Themenbereich Säure-Base durch. Wesentliche Ziele ihrer Arbeit waren die Beschreibung der Hausaufgabenvergabe-Praxis und die Entwicklung eines optimierten Hausaufgaben-Designs in der Chemie. Im gleichen Fach evaluierte Silke Klos den Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts zur Kompetenzförde-

rung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. Im Mittelpunkt der Studie stand der direkte Vergleich von Lernenden der siebten Klasse, welche zwei Jahre lang (Jahrgangsstufen 5 und 6) in einem neu entwickelten integrierten Unterrichtsfach unterrichtet worden sind, mit Lernenden, die in dieser Zeit in den getrennten Fächern Biologie und Physik unterrichtet wurden. Die Dissertation von Isabel Wahser ist ein direktes Folgeprojekt zur Dissertation von Maik Walpuski (2006) im Rahmen der Erforschung experimenteller Kleingruppenarbeit und ist ein erfolgreiches Beispiel für die bereits erwähnte Intensivierung der in der ersten Förderphase begonnenen Forschungsansätze. Im Fokus der Arbeit standen dabei die Auswirkungen eines Trainings von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit. Auch die Dissertationen von Sabine Fechner und Marion Haugwitz lassen sich nicht nur als Beispiele für die Intensivierung bereits in der ersten Phase begonnener Forschungsprojekte auffassen, sondern stehen außerdem für die enge interdisziplinäre Vernetzung, welche konzeptionelles Kennzeichen von nwu-essen ist. Beide untersuchten die Wirksamkeit von kontextorientiertem Lernen und unterschiedlichen Wiederholungsmaßnahmen jeweils in den Fächern Chemie und Biologie. Angedockt an das Forschergruppenprojekt zur vertikalen Vernetzung in der ersten Phase evaluierte Julia Wadouh den Einfluss von Vernetzung und kumulativem Lernen auf den Lernerfolg und die Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler im Fach Biologie und ergänzte dadurch die Arbeit von Ina Glemnitz aus der Chemiedidaktik (Glemnitz, 2007). Im Kontext desselben Forschergruppenprojekts hat Alexander Kauertz ein Kompetenzmodell für die Physik entwickelt und dieses anhand von Aufgaben evaluiert. Über den Zusammenhang zwischen den empirisch ermittelten Aufgabenschwierigkeiten und den Aufgabenmerkmalen wie z. B. Komplexität und Leitidee konnten Rückschlüsse auf die Validität des postulierten Modells gezogen werden.

Ebenfalls in der Physikdidaktik – jedoch auf der Unterrichts- und Schulsystemebene – untersuchte Rainer Wackermann eine lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrkräften, die auf den Basismodellen des Lehrens und Lernens von Oser & Baeriswyl (2001) beruht. Die nach der Fortbildung erteilten Unterrichtsstunden der Lehrkräfte wurden u. a. in Bezug auf die Umsetzung der Oser-Basismodelle, die Motivation und den Lernerfolg evaluiert. Auf gleicher Ebene lässt sich die erziehungswissenschaftliche Dissertation von Harry Kullmann verorten, der in Verbindung mit dem Forschergruppenprojekt „Schulsystem und Kultur der Einzelschule als Kontext des naturwissenschaftlichen Lernens in Schulen der Sekundarstufe I“ der ersten Phase die Lehrerver Kooperation am Beispiel des naturwissenschaftlichen Unterrichts an Gymnasien zum Gegenstand seiner explorativen Untersuchung machte. Anhand von Fragebogendaten wurden die Ausprägung und die Wirkungen unterrichtsbezogener Lehrerver Kooperationen und der Zusammenhang mit unterrichtsmethodischen Präferenzen und Schülerleistungen untersucht. Auf der Individualebene erforschte Josef Künsting in dem Forschergruppenprojekt „Diagnose und Förderung von Lern- und Problemlöseprozessen im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (ebenfalls der ersten Phase) anhand einer Experimentierumgebung zum Inhaltsbereich „Auftrieb in Flüssigkeiten“ die Nutzung von Lernstrategien und verglich die Faktoren Zielqualität und Zielspezifität hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Lernerfolg und die Belastung des Arbeitsgedächtnisses. Bei der Zielqualität wurde zwischen Lernzielen und Problemlösezielen differenziert, während sich die Zielspezifität über den Unterschied von spezifisch und unspezifisch formulierten Zielen definierte. Im nächsten Jahr wird die überwiegende Zahl der Dissertationen der zweiten Phase abgeschlossen und dann in einem weiteren Beitrag kurz zusammengefasst vorgestellt.

1 Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums: Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base

Corinna Kieren

Hausaufgabenstudien in den Hauptfächern zeigen deren positive Wirkung auf den Lernerfolg. Allerdings existieren kaum bzw. uneinheitliche Erkenntnisse über die Hausaufgabenpraxis in den Naturwissenschaften (Sumfleth & Nicolai, 2008). Aus diesem Grund wurde im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens zunächst der aktuelle Stand der Hausaufgabenpraxis im Fach Chemie am Ende der Sekundarstufe I im Gymnasium mittels eines Verhaltensfragebogens für Lehrkräfte erhoben. Die gewonnenen Daten wurden auf Basis allgemein in der Forschung anerkannter Kriterien für optimale Hausaufgaben typisiert: Naher Transfer (Becker & Kohler, 2002), „*Lieber oft als viel*“ (Trautwein, Köller & Baumert, 2001), Lösungskontrolle (Lipowski, 2004), Experimentelle Hausaufgaben (Nicolai, 2005), methodische Vielfalt (Ahlring, 2006; Becker & Kohler, 2002).

Der Fragebogen wurde in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein eingesetzt. Die ermittelten Befunde ermöglichten zunächst die Skizzierung der derzeitigen Hausaufgabenpraxis. Dabei zeigen sich nur geringfügige Unterschiede zwischen den drei untersuchten Bundesländern. Die Mehrheit der befragten Lehrkräfte gab an, in jeder oder jeder zweiten Stunde Hausaufgaben zu stellen und jede der erteilten Hausaufgaben zu kontrollieren. Für die Erledigung werden im Schnitt 10 bis 15 Minuten eingeplant, wobei nach Einschätzung der Befragten geschätzte 50 bis 75 Prozent der Schülerinnen und Schüler die gestellten Aufgaben auch bearbeiten. Darüber hinaus diente die Fragebogenhauptstudie der Bildung von Extremgruppen in Nordrhein-Westfalen. Ziel war es, die Probanden in eine obere Extremgruppe mit guter Hausaufga-

benpraxis und eine untere Extremgruppe mit inadäquater oder keiner Hausaufgabenpraxis aufzuteilen. Dazu wurden die Lehrkräfte zunächst anhand der Häufigkeit der Hausaufgabenstellung, dann nach der Häufigkeit der Hausaufgabenkontrolle und zuletzt nach der Erledigungszeit gruppiert. Jeweils ein Fünftel der Befragten konnte der Gruppe der guten Hausaufgabenpraxis und der Gruppe der inadäquaten Hausaufgabenpraxis zugeordnet werden. Die Lehrkräfte der Extremgruppen sollten später für die Intervention herangezogen werden.

Im Rahmen einer Fallstudie wurden in einer achtstündigen Unterrichtsreihe zur Säure-Base-Thematik optimierte Hausaufgaben eingesetzt. Die quasi-experimentelle Fallstudie wurde an einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen mit einer Chemielehrerin und zwei 10. Parallelklassen durchgeführt und gibt Hinweise auf die Lernwirksamkeit des optimierten Hausaufgabendesigns. Die Interventionsgruppe zeigt einen signifikant größeren residualen Lernzuwachs bei mittlerer Effektstärke als die Kontrollgruppe.

Kieren, C. (2008).

Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums: Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1975-9

2 Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht – Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts

Silke Klos

Ausgehend von den in den Naturwissenschaften eher im mittleren Leistungsbereich liegenden Ergebnissen deutscher Schülerinnen und Schüler in internationalen Vergleichsstudien (Baumert et al., 1997; Baumert et al., 2001) wird nach Möglichkei-

ten gesucht, den naturwissenschaftlichen Unterricht und somit die Leistungen der Lernenden zu verbessern. Gerade für die unteren Jahrgangsstufen wird über die Perspektiven eines integrierten oder fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts diskutiert. Neben dem Erlernen grundlegender naturwissenschaftlicher Kompetenzen und Arbeitsweisen könnte sich ein phänomenorientierter und alltagsbezogener Naturwissenschaftsunterricht positiv auf das am Ende der Grundschulzeit vorhandene Interesse an den Naturwissenschaften auswirken. In Nordrhein-Westfalen ist vor dem Hintergrund dieser Diskussion ein Kerncurriculum *Naturwissenschaft* (Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes Nordrhein-Westfalen, 2005) für die Jahrgangsstufen 5 und 6 entwickelt worden, welches die genannten Aspekte aufgegriffen hat.

Ziel dieser Arbeit war es, am Beispiel dieses neu entwickelten integrierten Unterrichtsfachs erste Aussagen über die Wirksamkeit eines integrierten Unterrichtskonzepts machen zu können. Hierzu wurden 300 Schülerinnen und Schüler, die zwei Jahre nach dem neu entwickelten Fach *Naturwissenschaft* unterrichtet worden sind, am Ende der 6. Klasse mit Lernenden verglichen, die in dieser Zeit traditionellen, differenzierten Biologie- und Physikunterricht hatten. Insgesamt nahmen 600 Schülerinnen und Schüler aus 21 unterschiedlichen Gymnasialklassen an der Studie teil. Verschiedene Testinstrumente ermöglichten einerseits Aussagen über die Fähigkeiten experimentelle naturwissenschaftliche Arbeitsweisen durchzuführen und andererseits über das chemische Fachwissen. Weiterhin wurden das Interesse und das Selbstkonzept in Bezug auf die Naturwissenschaften erhoben. Aussagen zu Unterrichtsmethoden und Inhalten sind ebenfalls dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die beiden Schülergruppen nach zwei Jahren nur in wenigen Punkten unterscheiden. Während es im Fachwissenstest Chemie keine Unterschiede gibt – durch die Chemieanteile in einem integrierten Unterrichtsfach wäre dies zu erwarten gewesen – können insbeson-

dere Mädchen vom integrierten Unterricht profitieren und ihre Fähigkeiten im Umfeld experimenteller Untersuchungen weiter ausbauen. Darüber hinaus zeigen sich Unterschiede im Interesse. Das integrierte Unterrichtskonzept wirkt sich positiv auf das Sachinteresse der Probanden aus und schafft es im Gegensatz zu dem differenzierten Unterrichtsansatz, Mädchen und Jungen gleichermaßen zu begeistern. Weiterhin wird der integrierte Unterrichtsansatz von den Lernenden als stärker an Experimenten und den damit verbundenen Arbeitsweisen orientiert empfunden als der Biologieunterricht. In Bezug zum Physikunterricht zeigt sich hier kein Unterschied. Ein Vergleich mit der Chemie ist nicht möglich, da in der 5. und 6. Jahrgangsstufe nur differenzierter Biologie- und Physikunterricht erteilt wird. Insgesamt lässt sich also ein uneinheitliches Bild der Effektivität von integriertem naturwissenschaftlichem Unterricht in Bezug auf Lernwirksamkeit, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und Motivation zeichnen.

Klos, S. (2008).

Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht – Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2133-2

3 Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie

Isabel Wahser

Die Ergebnisse des DFG-Projekts „Prozessorientiertes Experimentieren in kooperativer Kleingruppenarbeit“ zeigen, dass die Intervention Feedback, im Sinne von Fehlerkorrektur, einen signifikant positiven Effekt auf die Schülerleistung hat (Walpuski & Sumfleth, 2007). Die hier vorgestellte Studie hatte zum Ziel, die Intervention Strukturierung, welche im Vorgängerprojekt (Walpuski, 2006) keine

nachweisbaren Effekte zeigte, zu optimieren. Die Optimierung erfolgte durch ein speziell entwickeltes Strukturierungstraining, welches an den Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (Scientific Inquiry; vgl. Abell & Lederman, 2007; American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993) angelehnt ist. Mit Hilfe des Trainings sollten vorgegebene Strukturierungsmaßnahmen im Sinne des Prozesses adäquat von den Schülerinnen und Schülern genutzt werden können.

Die Datenerhebung erfolgte an drei verschiedenen Gymnasien in NRW mit insgesamt 172 Schülerinnen und Schülern der 7. Jahrgangsstufe als experimentelle Laborstudie. Insgesamt wurden drei Treatments durchgeführt. Dabei ist ein Treatment als Kombination von Lehrervortrag und Strukturierungstraining konzipiert, während ein weiteres Treatment als Referenz lediglich aus dem Lehrervortrag bestand. Dadurch sollte der grundsätzliche Einfluss des Lehrervortrags auf den Lernerfolg untersucht werden. Im letzten Treatment wurden weder Strukturierungstraining noch Lehrervortrag zur Strukturierung der Lerninhalte genutzt, sodass dieses als Kontrollgruppe für die beiden anderen Treatments diene.

Die Lernwirksamkeit des Trainings zum Umgang mit den Strukturierungsmaßnahmen wurde mit Hilfe von fachspezifischen Leistungstests geprüft, die durch das Training und die Hilfen induzierten Veränderungen der Kooperationsprozesse in der Gruppenarbeit durch eine kategoriengeleitete videobasierte Analyse der Verhaltensbeobachtungen. Der Vergleich der Testergebnisse zum Pre- und Post-Zeitpunkt zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler der Treatmentgruppe mit Strukturierungstraining einen signifikant höheren Leistungszuwachs im Fachtest aufweisen als die Lernenden der beiden anderen Treatments. Des Weiteren kann mit Hilfe eines Strukturierungstests und der zusätzlich durchgeführten Videoanalysen ein strukturierteres Vorgehen im Sinne des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozesses derselben Schülerinnen und Schüler

nachgewiesen werden. Insgesamt wirkt sich also die Kombination von Strukturierungstraining und Lehrervortrag positiv aus.

Wahser, I. (2007).

Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1815-8

4 Kontextorientiertes Lernen und Concept Mapping in den Fächern Biologie und Chemie

Sabine Fechner und Marion Haugwitz

Der Einfluss kontextorientierten Lernens auf das Interesse und die Lernleistung im naturwissenschaftlichen Unterricht ist nach wie vor ungeklärt (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Taasoobshirazi & Carr, 2008). Während die einschlägige Forschungsliteratur positive Effekte auf Motivation und Interesse beschreibt, werden die teils widersprüchlichen Ergebnisse bezüglich der Lernleistung auf methodische Defizite der Studien zurückgeführt.

Ausgehend von den heterogenen Annahmen und Befunden zum Einfluss kontextorientierten Lernens und den aufgezeigten Defiziten in der methodischen Umsetzung früherer Untersuchungen wurden von Sabine Fechner in der Chemiedidaktik und Marion Haugwitz in der Biologiedidaktik jeweils eine experimentelle Studie durchgeführt. Ein Ziel der Studien war, den Einfluss kontextorientierten Lernens (lebensweltlich versus fachlich) auf das situationale Interesse und die Lernleistung zu untersuchen. Um mögliche Lernschwierigkeiten beim kontextorientierten Lernen zu vermeiden, bieten sich verschiedene Möglichkeiten wie z. B. das Concept Mapping an, das als vielfältig einsetzbare und lernförderliche Methode gilt (Nesbit & Adesope, 2006). Daher sollte zusätzlich die Wirkung von zwei unter-

schiedlichen Wiederholungsmaßnahmen (schriftliche Zusammenfassung versus Concept Mapping) auf die Lernleistung beim kooperativen Lernen aufgeklärt werden. Es ergaben sich also vier Treatments, in denen die beiden Maßnahmen Kontextorientierung (lebensweltlich/fachlich) und Wiederholung (Zusammenfassung/Concept Mapping) variiert sind.

Die resultierende Interventionsstudie im 2x2-Design umfasste fünf kooperative Lernsituationen mit Interaktionsboxen (vgl. Rumann, 2005) und wurde von Tests zum situationalen Interesse sowie Leistungsmessungen zu mehreren Messzeitpunkten begleitet. Lernende der 7. Jahrgangsstufe befassten sich in der Chemie mit dem Thema Säure-Base und darauf folgend in der 8. Jahrgangsstufe mit Funktionsmodellen zum Herz und Blutkreislauf in der Biologie. Ergänzend gaben Videoaufnahmen Aufschluss darüber, welche Schüleraussagen während des kooperativen Lernens in Bezug auf die Kontexte getroffen werden und wie diese in Zusammenhang zu situationalem Interesse und der Lernleistung stehen.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten in der Chemie einen signifikanten Effekt auf die Lernleistung hat, der vollständig durch das gesteigerte situationale Interesse mediiert wird. Betrachtet man die Ergebnisse von Reproduktions- und Anwendungswissen separat, so zeigt sich ein besonders ausgeprägter Effekt im Anwendungswissen, während die Maßnahme im reproduktiven Bereich nur geschlechtsspezifisch wirkt. Entgegen den Erwartungen erweist sich der lebensweltliche Kontext in der Biologie weder als interessens- noch als lernförderlich, auch nicht unter Betrachtung möglicher Moderatorvariablen.

Die Untersuchung der Wirksamkeit kooperativen Concept Mappings im Vergleich zum kooperativen Schreiben von Zusammenfassungen bleibt in der Chemie ohne nennenswerten Einfluss auf die Lernleistung. Nur im Bereich der Vernetzungsleistung zeigt sich ein Interaktionseffekt der beiden Maßnah-

men: Concept Mapping wirkt dann positiv auf die Vernetzungsleistung, wenn männliche Lerner es als Wiederholungsmaßnahme im lebensweltlichen Kontext verwenden. In der Biologie hingegen kann die lernförderliche Wirkung des Concept Mappings nachgewiesen werden, welche durch die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden moderiert ist. Demnach kommen die lernförderlichen Effekte der Concept Maps insbesondere für Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten zum Tragen, u. a. wenn sie in homogen zusammengesetzten Gruppen lernen. Außerdem zeigt sich ein signifikanter Interaktionseffekt der beiden Maßnahmen, indem lebensweltliche Kontexte in Kombination mit Concept Maps förderlich auf die Vernetzungsleistung wirken.

Fechner, S. (2009).

Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-2343-5

Haugwitz, M. (2009)

Kontextorientiertes Lernen und Concept Mapping im Fach Biologie.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

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

5 Vernetzung und kumulatives Lernen im Biologieunterricht der Gymnasialklasse 9

Julia Wadouh

Ausgangspunkt der Arbeit sind Befunde internationaler Schulleistungsstudien über vergleichsweise geringe Lernerfolge der Schülerinnen und Schüler in Deutschland. Dies wird u. a. darauf zurückgeführt, dass im Naturwissenschaftsunterricht zu wenig kumulativ gelernt wird (Baumert, Bos & Wattermann, 1998). Einzelne Wissens Elemente

werden zwar angehäuft, aber nicht ausreichend miteinander vernetzt.

Fachliche Inhalte verstärkt miteinander zu vernetzen, ist bereits eine Forderung der eingeführten Bildungsstandards und Kernlehrpläne (Klieme et al., 2003; KMK, 2005). Bislang existieren jedoch kaum empirische Erkenntnisse über Vernetzung im Biologieunterricht und ihre Bedeutung für kumulatives Lernen. In dieser Studie wurde der Frage nachgegangen, inwieweit Vernetzung im Biologieunterricht stattfindet und welche Bedeutung das Vernetzungsniveau für die Lernleistung und Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler hat.

Hierzu wurden 47 Klassen der Jahrgangsstufe 9 an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen im Fach Biologie videographiert. Das Kategoriensystem, das in Kooperation mit dem Projekt „Vertikale Vernetzung und kumulatives Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht“ entstand (Sumfleth, Fischer, Glemnitz & Kauertz, 2006), wurde um ein zusätzliches System erweitert, mit dem Vernetzung speziell für den Biologieunterricht untersucht werden konnte (Wadouh, 2008). Der Wissenszuwachs wurde anhand eines Leistungstests, die Wissensstrukturen mit Hilfe von Begriffsnetzen und die Lernmotivation mit einem Fragebogen erhoben. Es wurden Klassen miteinander verglichen, die ein hohes und solche, die ein niedriges Vernetzungsniveau erreichten.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Biologieunterricht vornehmlich auf einzelnen Fakten basiert. In ca. 72 Prozent der Unterrichtsstunden werden unverbundene Fakten thematisiert. Zusammenhänge werden selten, Bezüge zu zuvor vermittelten Fachinhalten in lediglich 26 der 47 Klassen hergestellt. Klassen mit einem hohen Vernetzungsniveau generieren signifikant mehr Verknüpfungen zwischen den einzelnen biologischen Fachbegriffen als diejenigen mit einem niedrigen Vernetzungsniveau, die zudem häufiger fachlich richtig sind. Die inhaltliche Qualität der Verknüpfungen ist in beiden Gruppen gering. Im Zuwachs an Faktenwissen ist kein signifikanter Unterschied festzustellen.

Es zeigt sich, dass ein hohes Vernetzungsniveau mit einem höheren Fachinteresse und einer größeren Anstrengungsbereitschaft korreliert.

Die Studie macht deutlich, dass das Vernetzungsniveau im Biologieunterricht eine wichtige Rolle bei der Ausbildung komplexer Wissensstrukturen und der Entwicklung einer positiven Lernmotivation einnimmt.

Wadouh, J. (2008).

Vernetzung und kumulatives Lernen im Biologieunterricht der Gymnasialklasse 9.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

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

6 Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben

Alexander Kauertz

Ausgangspunkt der Arbeit waren die Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss im Fach Physik. Sie strukturieren Physikinhalt durch die Basiskonzepte Energie, Materie, System und Wechselwirkung. Versteht man Basiskonzepte als Leitideen, so vernetzen sie die traditionellen Teilbereiche miteinander und schaffen die Voraussetzung zur Entwicklung komplexer Wissensstrukturen (Fischer, Glemnitz, Kauertz & Sumfleth, 2006).

Dieses Konzept einer vernetzten Inhalts- bzw. Wissensstruktur war Grundlage für die Konstruktion von Testaufgaben zur Erfassung von Physikkompetenz. In Anlehnung an die Definition des Kompetenzbegriffs nach Weinert (2001) sollte in dieser Arbeit untersucht werden, welche spezifischen Merkmale des Inhalts sich mit der Lösungshäufigkeit und somit der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler verbinden lassen. Die inhaltliche Struktur der Aufgaben wurde durch sechs Komplexitätsstufen, drei kognitive Aktivitäten (erinnern, strukturieren und explorieren) und die Leitideen (Basiskonzepte der KMK-Standards) beschrieben.

Die Merkmale der Aufgaben (Komplexität, kognitive Aktivität und Leitidee) ließen sich objektiv beschreiben und wurden mit Hilfe einer detaillierten Anleitung in 147 Testaufgaben umgesetzt, welche an 521 Schülern der 10. Jahrgangsstufe an 20 nordrhein-westfälischen Gymnasien erprobt wurden. Zu einem Teil der Stichprobe lagen weitere Daten zu kognitiver Fähigkeit, Motivation, Noten und Leistungsstand zu Beginn des Schuljahres vor. Der Test wurde auf Basis der Item-Response-Theorie skaliert, da aufgrund der Anzahl an Aufgaben ein Multi-Matrix-Design gewählt werden musste. Zudem konnten so Modellanpassungen an mehrdimensionale Modelle untersucht werden, bei denen jeweils eine Leitidee bzw. eine kognitive Aktivität eine Dimension bilden (Kauertz & Fischer, 2006).

Der Test hatte für die gewählte Population eine hohe mittlere Schwierigkeit, was zu einer eingeschränkten Varianz der Personen und Schwierigkeitsparameter führt. Die Korrelationen sind dadurch verringert ($0.4 < r < 0.6$). Gleiches gilt für die Reliabilität ($\alpha = 0,7$). Dennoch kann bereits ein relevanter Anteil der Aufgaben-Schwierigkeit erklärt werden. Es zeigte sich, dass insbesondere die Komplexität und die zu Grunde liegende Leitidee (z. B. Energie, Materie etc.) die Schwierigkeit beeinflussen. Das Modell eignet sich demnach für die Beschreibung von Kompetenzstufen und inhaltsbezogenen Fähigkeiten. Die Operationalisierung kognitiver Aktivitäten und einzelner Niveaus der Komplexität sollten allerdings überarbeitet werden. Für die Adaption zur Evaluation der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern ist diese Überarbeitung vorgenommen worden (Walpuski, Kampa, Kauertz & Wellnitz, 2008).

Kauertz, A. (2008).

Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1925-4

7 Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer: Lässt sich durch lernergerechte Strukturierung der Unterricht optimieren?

Rainer Wackermann

Hintergrund der Arbeit sind die Basismodelle des Lehrens und Lernens von Oser & Baeriswyl (2001) und ihre vermuteten Auswirkungen auf den Physikunterricht. Die Basismodelle von Oser & Baeriswyl verbinden Lehren und Lernen, indem sie verschiedene Lehrziele wie beispielsweise Problemlösen, Lernen durch Eigenerfahrung oder Konzeptaufbau unterscheiden und jedem Ziel einen Lernprozess mit einer charakteristischen Abfolge von sogenannten Handlungskettenschritten zuweisen. Die Umsetzung der Basismodelle erscheint als vielversprechender Weg, um die Gestaltung des Physikunterrichts zu verbessern. Da der bestehende Physikunterricht kaum nach den Basismodellen strukturiert ist, wurde dem eigentlichen Unterrichten zunächst ein Lehrertraining vorgeschaltet, in welchem die beteiligten Lehrkräfte lernen sollten, ihren Unterricht den Modellen entsprechend zu planen und durchzuführen (Lipowsky, 2004). Anhand eines solchen Basismodell-Lehrertrainings und der nachfolgenden Unterrichtsstunden sollte die Bedeutung der Basismodelle für den Physikunterricht evaluiert werden.

Wichtigstes Mittel der Fortbildung waren Videoaufzeichnungen von Unterrichtsstunden der 18 beteiligten Lehrkräfte, welche mit diesen vorgeplant, aufgenommen und im Rahmen eines individuellen Coachings analysiert wurden. Die Untersuchung der Wirksamkeit des Trainings erfolgte in einem Pre-Post-Design im Vergleich mit einer Kontrollgruppe. Die 17 Lehrkräfte der Kontrollgruppe unterrichteten größtenteils Parallelklassen der jeweiligen Interventionsgruppen. Es wurde auf den drei Ebenen Lehrervorstellungen, unterrichtliches Handeln sowie Schülerwahrnehmung des Unterrichts, Emotionen der Schüler und Schü-

lerleistung nach Veränderungen gesucht. Die Lehrer- und Schülerdaten wurden mit Fragebögen und das Unterrichtshandeln mit einer kategorienbasierten, hochinferenten Videoanalyse erfasst (Reyer, 2004; Seidel & Prenzel, 2004).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Fortbildung auf vielen Ebenen sowohl für Lehrkräfte als auch ihre Klassen erfolgreich zu sein scheint. Eine post hoc gebildete Extremgruppe von Physiklehrkräften, welche die Basismodelle nach Analyse der Unterrichtsvideos besonders gut im Unterricht umsetzen konnte, erzielt größere Effekte. Hier finden sich mittlere Effektstärken bei der Unterrichtswahrnehmung und der Fortbildungseffekt schlägt signifikant beispielsweise bis zum Schülerinteresse durch. Insgesamt wird der Fortbildungserfolg auf der Ebene der Unterrichts- und Schülervariablen deutlicher sichtbar als auf der Ebene der Lehrervorstellungen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass es sinnvoll ist, zielbezogen zwischen verschiedenen Lernwegen zu unterscheiden, wobei die Theorie der Basismodelle begründete Kriterien für die Auswahl der Lernwege liefert.

Wackermann, R. (2008).
Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer.
Berlin: Logos.
ISBN: 978-3-8325-1882-0

8 Lehrerkooperation an Gymnasien – Eine explorative Untersuchung zu Ausprägung und Wirkungen am Beispiel des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Harry Kullmann

Lehrerkooperation gilt als eine der wirkungsmächtigsten Prozessvariablen auf einzelschulischer Ebene. Neben der Unterrichtsentwicklung sind auch die Personal- sowie die Organisationsentwicklung wichtige Zielbereiche, die von ihr positiv beeinflusst

werden können (Gräsel, Fußangel & Parchmann, 2006; Klieme & Steinert, 2004). Allgemein kann das Vorhandensein unterrichtsbezogener Arbeitsgruppen als Indikator für die kollektive Problemlösekompetenz der Kollegien aufgefasst werden. Dennoch bleiben belastbare empirische Belege für eine Abhängigkeit der Unterrichts- und Schulqualität vom Ausmaß der Lehrerkooperation verhältnismäßig rar gesät (Scheerens & Bosker, 1997).

Mehrfach wurde bislang gezeigt, dass in Deutschland die Kooperationskulturen schulformspezifisch ausgeprägt sind. Das Gymnasium erweist sich regelmäßig als jene Schulform, an welcher kooperative Prozesse in geringstem Maße stattfinden. Es stellten sich daher u. a. die Fragen, ob sich überhaupt Gymnasien mit einer intensiv ausgeprägten Kultur der unterrichtsbezogenen Lehrerkooperation finden lassen und inwiefern sich für diese Prozessvariable ein Zusammenhang mit unterrichtsmethodischen Präferenzen und Schülerleistungen ergibt. Untersucht wurde dies am Beispiel der Lehrkräfte für Naturwissenschaften.

Für das Promotionsvorhaben wurden Fragebogendaten von 115 Fachlehrerbeurteilungen genutzt. Die befragten Lehrkräfte gehörten zu elf gymnasialen Naturwissenschaftskollegien, von denen jeweils mindestens 50 Prozent an der Studie teilnahmen. Der Berechnung der fachbezogenen Schuleffektivität liegen die Leistungs- und Hintergrunddaten (kognitive Fähigkeiten und familiäres Unterstützungssystem) der 9. Jahrgangsstufe aller Untersuchungsschulen zugrunde.

Das Niveau der unterrichtsbezogenen Kooperation ist im Schnitt eher gering ausgeprägt (Ackeren van, Block, Klemm, Kullmann & Sprütten, 2008). Jedoch lassen sich für alle untersuchten Bereiche signifikante Unterschiede zwischen den Kollegien feststellen, so dass nicht von einer einheitlichen Kooperationskultur auszugehen ist. Anhand korrelativer Analysen ergeben sich zudem deutliche und theoriekonforme Hinweise darauf, dass eine intensivere Kooperationspraxis mit hilfreicherer Impulsen zugunsten

des Unterrichts der beteiligten Lehrkräfte einhergeht. Ein Beispiel für ein gymnasiales Fachkollegium mit stark ausgeprägter Kooperation konnte detailliert beschrieben werden. Von insgesamt 42 Indikatoren werden hier 33 als vorhanden charakterisiert.

Die Mehrheit der Konstrukte zur unterrichtsbezogenen Lehrerkoooperation erweist sich als positiv korreliert mit „progressiven“ didaktischen Elementen wie der Binnendifferenzierung oder dem fachübergreifenden Unterricht. Mehrere negative Korrelationen ergeben sich dagegen mit „traditionellen“ didaktischen Präferenzen wie dem Frontalunterricht oder der Artikulation hoher Leistungserwartungen gegenüber den Schülern. In der Tendenz unterstreicht die explorative Untersuchung die Vorteile der unterrichtsbezogenen Lehrerkoooperation sowohl für die Lehrkräfte als auch für ihre Schüler.

Kullmann, H. (2009).

Lehrerkoooperation an Gymnasien – Eine explorative Untersuchung zu Ausprägung und Wirkungen am Beispiel des naturwissenschaftlichen Unterrichts.
Essen: Universität Duisburg-Essen.
Elektronische Dissertation: <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de>

9 Effekte von Zielqualität und Zielspezifität auf selbstreguliert-entdeckendes Lernen durch Experimentieren

Josef Künsting

Ausgangspunkt dieser Dissertation war die häufig überschätzte Lernwirksamkeit von Schülerexperimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht (Hucke & Fischer, 2002). Als möglicher Grund hierfür wurde in Anlehnung an Seidel et al. (2002) angenommen, dass Schülern meist Ziele in Form von abzuarbeitenden „Handlungsrezepten“ und gewünschten experimentellen Resultaten vorgegeben werden. Elaboriertes Lernen wird dadurch nicht begünstigt. Anknüpfend daran bestand ein Ziel dieser Dissertation

darin, vier Typen von Zielvorgaben in ihrer Wirkung auf den Erfolg beim selbstreguliert-entdeckenden Lernen durch Experimentieren zu vergleichen.

Studie 1

In einem ersten Schritt wurde eine computerbasierte Experimentierumgebung zum Inhaltsbereich „Auftrieb in Flüssigkeiten“ entwickelt und anhand einer Stichprobe von insgesamt N=436 Schülern der Jahrgangsstufen 8 bis 10 hinsichtlich der Lernwirksamkeit und der Anregung zur Strategienutzung erfolgreich evaluiert. Außerdem wurde mit Hilfe von Strukturgleichungsanalysen gezeigt, dass die kognitive Lernstrategie der isolierenden Variablenkontrolle (Chen & Klahr, 1999; Künsting, Thillmann, Wirth, Fischer & Leutner, 2008) als verhaltensbasiertes Prozessmaß unter jeweiliger Kontrolle von aktueller Motivation, Intelligenz und metakognitivem Strategiewissen den Wissenszuwachs signifikant vorhersagt. Unabhängig von der jeweils einbezogenen Kontrollvariablen lässt sich zudem die Rolle des inhaltlichen Vorwissens als bedeutsamen positiven Moderator für diese Prädiktion bestätigen.

Studie 2

Für die experimentelle Studie mit kovarianzanalytischem 2x2-Design und einer neuen Stichprobe von N=233 Probanden der Jahrgangsstufen 8 bis 10 wurde die Experimentierumgebung weiterentwickelt. Das zentrale Ziel war der Vergleich der Faktoren *Zielqualität* (Lernziele vs. Problemlöseziele) und *Zielspezifität* (spezifische vs. unspezifische Ziele) hinsichtlich ihrer Effekte auf den Wissenszuwachs, die Belastung des Arbeitsgedächtnisses (Cognitive Load; z. B. Sweller, 1994) und die Strategienutzung. Unter Berücksichtigung von Intelligenz, aktueller Motivation, Interesse und Lernzielorientierung als Kovariaten bestätigen die wichtigsten Ergebnisse, dass Lernziele einen statistisch signifikant größeren Wissenszuwachs bewirken als Problemlöseziele. Allerdings erweist sich die Zielqualität nicht als substantiell

relevanter für den Wissenszuwachs als die Zielspezifität. Der Zielspezifitätseffekt bei Problemlösezielen (z. B. Sweller, 1994) kann erwartungsgemäß repliziert und ausgeweitet werden: Im Vergleich zu spezifischen bewirkten unspezifische Problemlöseziele einen deutlich größeren Wissenszuwachs, einen substanziell geringeren Cognitive Load und eine bedeutsam häufigere Strategienutzung. Bei Lernzielen stellt sich hingegen heraus, dass der Zielspezifitätseffekt lediglich für den Cognitive Load gilt.

Künsting, J. (2007).

Effekte von Zielqualität und Zielspezifität auf selbstreguliert-entdeckendes Lernen durch Experimentieren.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

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

Literatur

- Abell, S. K. & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ackeren van, I., Block, R., Klemm, K., Kullmann, H. & Sprütten, F. (2008). Schulkultur als Kontext naturwissenschaftlichen Lernens – Allgemeine und fachspezifische explorative Analysen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 341-360.
- Ahrling, I. (2006). Wider die klassischen Hausaufgaben. *Praxis Schule 5-10*, 17, 14-18.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS), P. 2. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Baumert, J., Bos, W. & Watermann, R. (1998). TIMSS/III. Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. Zusammenfassung deskriptiver Ergebnisse. *Studien und Berichte* (Band 64). Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W. et al. (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I. et al. (1997). *TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske+Budrich.
- Becker, G. E. & Kohler, B. (2002). *Hausaufgaben kritisch sehen und die Praxis sinnvoll gestalten. Handlungsorientierte Didaktik* (4. Auflage). Weinheim: Beltz.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347-370.
- Chen, Z. & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70, 1098-1120.
- Fischer, H. E., Glemnitz, I., Kauertz, A. & Sumfleth, E. (2006). Auf Wissen aufbauen – kumulatives Lernen in Chemie und Physik. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik* (S. 657-678). Berlin: Springer.
- Glemnitz, I. (2007). *Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*. Berlin: Logos Verlag.
- Gräsel, C., Fußangel, K. & Parchmann, I. (2006). Lerngemeinschaften in der Lehrerfortbildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 545-561.
- 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.
- Kauertz, A. & Fischer, H. E. (2006). Assessing students' level of knowledge and analysing the reasons for learning difficulties in physics by Rasch analysis. In X. Liu & W. J. Boone (Hrsg.), *Applications of Rasch Measurement in Science Education*. (S. 212-246). Maple Grove, USA: JAM Press.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Eine Expertise (Band 1)*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Klieme, E. & Steinert, B. (2004). Einführung der KMK-Bildungsstandards. *MNU*, 57, 132-137.

- KMK (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Künsting, J., Thillmann, H., Wirth, J., Fischer, H. E. & Leutner, D. (2008). Strategisches Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 55, 1-15.
- Lipowski, F. (2004). Dauerbrenner Hausaufgaben. Befunde der Forschung und Konsequenzen für den Unterricht. *Pädagogik*, 12, 40-44.
- Lipowsky, F. (2004). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? Befunde der Forschung und mögliche Konsequenzen für die Praxis. *Die Deutsche Schule*, 94, 462-479.
- Ministerium für Schule Jugend und Kinder des Landes Nordrhein-Westfalen (2005). *Naturwissenschaft. Kernlehrplan für die Jahrgangsstufen 5 und 6 Nordrhein-Westfalen. Entwurfsfassung der Lehrplangruppe 01. Februar 2005* [Online]. Verfügbar unter: <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/sinus/projekt/nw/LehrplanNW56-050201.doc> [15.1.2010]
- Nesbit, J. C. & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76, 413-448.
- Nicolai, N. (2005). Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 43). Berlin: Logos Verlag.
- Oser, F. K. & Baeriswyl, F. (2001). Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (S. 1031-1065). New York: Macmillan.
- Reyer, T. (2004). Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht – exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe I. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 32). Berlin: Logos Verlag.
- Rumann, S. (2005). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. Entwicklung und Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 45). Berlin: Logos-Verlag.
- Scheerens, J. & Bosker, R. J. (1997). *The Foundations of educational effectiveness*. Oxford: Pergamon – Elsevier Science.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2004). Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 177-194). Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L. et al. (2002). "Jetzt bitte alle nach vorne schauen!" – Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 52-77.
- Sumfleth, E., Fischer, H. E., Glemnitz, I. & Kauertz, A. (2006). Ein Modell vertikaler Vernetzung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In A. Pitton (Hrsg.), *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Lebren und Lernen mit neuen Medien* (S. 219-221). Münster: Lit.
- Sumfleth, E. & Nicolai, N. (2008). Hausaufgaben. Allgemeines und Spezifisches mit Blick auf die Naturwissenschaften. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 61, 195-199.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Taasoobshirazi, G. & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment. *Educational Research Review*, 3, 155-167.
- Trautwein, U., Köller, O. & Baumert, J. (2001). Lieber zu oft als zu viel: Hausaufgaben und die Entwicklung von Leistung und Interesse im Mathematik-Unterricht der 7. Jahrgangsstufe. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47, 703-724.
- Wadouh, J. (2008). *Vernetzung und kumulatives Lernen im Biologieunterricht der Gymnasialklasse 9*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen [Online]. Verfügbar unter: <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=18732> [15.1.2010]
- 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. (2006). Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback. Eine empirische Studie. *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Band 49). Berlin: Logos Verlag.
- Walpuski, M. & Sumfleth, E. (2007). Strukturierungshilfen und Feedback zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Chemieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 181-198.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of Competence: A Conceptual Clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45-65). Göttingen: Hogrefe.