

TIM N. HÖFFLER & ELKE SUMFLETH

Drei Jahre Graduiertenkolleg und Forschergruppe Naturwissenschaftlicher Unterricht Essen:

Abgeschlossene Dissertationen auf Schulsystem-, Unterrichts- und Individualebene

Anfang des Jahres 2004 genehmigte die DFG den Start der Forschergruppe „nwu-essen“ an der Universität Duisburg-Essen. Daran beteiligt waren Kollegen aus den drei naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken (Physik: Hans Ernst Fischer, Biologie: Angela Sandmann, Chemie: Elke Sumfleth und als Leiter der Nachwuchsgruppe Rüdiger Tiemann), der Erziehungswissenschaft (Klaus Klemm, Isabell van Ackeren) sowie der Lehr-/Lernpsychologie (Detlev Leutner, Joachim Wirth). Ziel war und ist die Integration verschiedener Kompetenzen, um gemeinsam die naturwissenschaftsbezogene Forschung auf drei Ebenen, der Schulsystemebene, der Unterrichtsebene und der Individualebene auszubauen und weiterzuentwickeln. In Kombination mit der Forschergruppe wurde ein Graduiertenkolleg genehmigt, in dem sowohl die in den Projekten der Forschergruppe arbeitenden Doktoranden als auch darüber hinaus eine Reihe von Stipendiaten ausgebildet wurden und werden. Nachdem die erste Phase von 3 Jahren mit dem Jahr 2007 nun weitgehend abgeschlossen ist, soll in diesem Bericht die erste Gruppe der abgeschlossenen und bereits publizierten Dissertationen vorgestellt werden. Diese verteilen sich wie geplant über die drei genannten Ebenen.

Frank Sprütten konzentriert sich in seiner Arbeit auf die Rahmenbedingungen naturwissenschaftlichen Lernens in der Sekundarstufe I und vergleicht diese sowohl auf der System- als auch auf der Unterrichtsebene. Durch sorgfältige Analyse der Vorgaben der Länder und durch ausführliche Lehrerbefragungen entwickelt er eine Konzeption zur Stärkung des Stellenwerts naturwissenschaftlichen Lernens an Schulen.

Ausschließlich auf die Unterrichtsebene beziehen sich hingegen die Arbeiten von *Maik*

Walpuski und *Christian Henke*. Während *Maik Walpuski* die Förderung des Arbeitens in Kleingruppen untersucht und zu diesem Zweck sowohl die Auswirkungen von Strukturierungshilfen als auch von fehlerkorrigierendem Feedback analysiert, evaluiert *Christian Henke* die Wirkung eines am Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut beheimateten Projektes (HIGHSEA) zur Steigerung naturwissenschaftlichen Interesses und naturwissenschaftsbezogener Lernmotivation und zur Verbesserung experimentell-naturwissenschaftlicher Fähigkeiten.

Einen Vergleich zwischen traditionellem naturwissenschaftlichen Unterricht und einem neueren Ansatz, nämlich Chemie im Kontext (ChiK), zieht auch *Ina Glemnitz* in ihrer Arbeit und hebt damit auf das Konzept vertikaler Vernetzung von Unterricht ab. Mittels einer Videostudie vergleicht sie anhand von Beispielen beide Ansätze und sucht gleichzeitig nach Antworten auf die Frage, welcher Zusammenhang zwischen vertikaler Vernetzung im Unterricht und kumulativem Lernen auf Schülerseite besteht. Die Untersuchung effizienzsteigernder Maßnahmen im Unterricht ist ebenso das Ziel der Dissertation von *Katharina Schabram*. Sie konzentriert sich dabei auf die Schwierigkeit von im Unterricht eingesetzten Lernaufgaben, ein bisher erstaunlich wenig erforschtes Gebiet. Mithilfe einer Videostudie sowie eines adaptiven Testverfahrens wird nicht nur der Zusammenhang zwischen Aufgabenschwierigkeit und Schülerleistung untersucht, sondern darüber hinaus auch die Rolle der Passung zwischen der Schwierigkeit der Aufgaben und den Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Gleichfalls mit Aufgaben beschäftigt sich *Paul Jatzwauk* in seiner Dissertation, in der er überwiegend deskriptiv zunächst die im Biologieunterricht

vorkommenden Aufgabentypen auf Basis einer Videostudie beschreibt und auch die Art des Einsatzes im Unterricht thematisiert. Ein überraschend großer zeitlicher Anteil des Biologieunterrichts ist durch Aufgaben bestimmt. Die Ergebnisse lassen begründete Hypothesen auf Zusammenhänge zwischen Lernleistungen und Aufgabenkultur zu, die in weiteren Untersuchungen zu prüfen sind.

Den Bogen von der Unterrichts- zur Individualene schlägt *Jasmin Neuroth* mit ihrer Arbeit zur Rolle des Concept Mapping als Lernstrategie. Neben einem Vergleich zwischen den Lernstrategien des Selbstgenerierens von Concept Maps wie auch von Zusammenfassungen entwickelt und evaluiert sie ein Trainingsprogramm zur Selbstgenerierung von Concept Maps aus Texten mit chemischem Inhalt. Positive Langzeitwirkungen der Selbstgenerierung können dabei festgestellt werden. Ebenfalls auf der Ebene der Auswirkungen auf das Individuum bewegt sich *Hubertina Thillmann*, die sich in ihrer Arbeit dem Selbstregulierten Lernen (SRL) durch Experimentieren widmet. Sie untersucht anhand einer physikalischen Thematik mittels eines computerbasierten Simulationsprogramms den Einfluss metakognitiver Prompts auf die Nutzung der Strategien des SRL, dem Identifizieren und dem Integrieren. Hierzu entwickelt und evaluiert sie einen Test zur Erfassung des Strategiewissens im Bereich Experimentieren.

Abschließend wird die Arbeit von *Tim Höffler* vorgestellt, der die Wirkung computerbasierter Animationen und Standbilder an einem chemischen Lerninhalt untersucht. Dazu ermittelt er anhand einer Metaanalyse zunächst den aktuellen Forschungsstand zum Lernen mit dynamischen und nichtdynamischen Visualisierungen und identifiziert verschiedene Moderatorvariablen, bevor er mit einer Serie von Experimenten einen Vorteil von Animationen besonders für Lernende mit niedrigem räumlichen Vorstellungsvermögen nachweist.

Die hier dargestellten Arbeiten stellen lediglich einen Ausschnitt der Ergebnisse der ersten Phase dar. Sie sollen aber einen Eindruck der

Vielfalt der Forschungsrichtungen innerhalb der nwu-essen liefern. Weitere Dissertationen werden in den nächsten Jahren zusammengefasst vorgestellt werden.

1 Rahmenbedingungen naturwissenschaftlichen Lernens in der Sekundarstufe I: Eine empirische Studie auf schulsystemischer und einzelschulischer Ebene

Frank Sprütten

Ziel dieser Arbeit ist es, Rahmenbedingungen für naturwissenschaftliches Lernen sowohl auf der Ebene des Schulsystems als auch auf der der Einzelschule herauszuarbeiten, um auf dieser Basis Hypothesen für günstige Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens zu entwickeln. Beide Ebenen werden sowohl einzeln analysiert als auch durch eine Befragung von Lehrerinnen und Lehrern miteinander verknüpft.

Grundlage für die systemische Betrachtung sind schulrechtliche Vorgaben der Länder: Stundentafeln, Vorgaben zu schriftlichen Leistungskontrollen, Versetzungsordnungen, Vorgaben zum Lehramtsstudium, Vorgaben zu Parallel- und Vergleichsarbeiten sowie Vorgaben für zentrale Abschlussprüfungen, falls diese in den einzelnen Ländern vorgesehen sind. Ziel der Analyse dieser Vorgaben ist es herauszustellen, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede für den naturwissenschaftlichen Unterricht innerhalb der einzelnen Länder vorliegen. Es können damit länder-, schulform- und teilweise fachspezifische Aussagen über die naturwissenschaftlichen Fächer aller Schulformen der Sekundarstufe I getroffen werden.

Grundlage für die Analyse der Situation der einzelnen Schule ist eine Analyse der Schulprogramme und der Internetauftritte sowie eine Befragung der Schulleitung. Es wird untersucht, welche Rahmenbedingungen für naturwissenschaftliches Lernen an den jeweils acht ausgewählten Gymnasien in Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen vorliegen (z.B. Angebot von naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften).

Im Rahmen einer Lehrerbefragung wird untersucht, wie ausgewählte systemische Ländervorgaben (hier vor allem Studentafeln) einzelschulisch und auch individuell umgesetzt werden. Hierzu wurde ein Fragebogen für alle Lehrerinnen und Lehrer an den jeweils acht untersuchten Gymnasien in Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein, jeweils vier mit und vier ohne naturwissenschaftlichen Schwerpunkt, eingesetzt.

Aufgrund der vorliegenden Befunde und unter Berücksichtigung der Literatur zum Thema 'Schulentwicklung' wird eine Konzeption entwickelt, um aufzuzeigen, wie der Stellenwert des naturwissenschaftlichen Lernens an Schulen gestärkt werden kann.

Sprütten, F. (2007).

Rahmenbedingungen naturwissenschaftlichen Lernens in der Sekundarstufe I: Eine empirische Studie auf schulsystemischer und einzelschulischer Ebene.

Münster: Waxmann.

ISBN: 978-3-8309-1880-6

2 Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback

Maik Walpuski

In dieser Arbeit wird die Steigerung der Effizienz von schülerexperimentbasierten Kleingruppenarbeitsphasen im Chemieunterricht untersucht. Hier steht u.a. durch eine nicht-invasive Lehrerintervention (vgl. Haag & Hopperdietzel, 2000) die Vermeidung von operationalen Fehlern bei der Experimentdurchführung im Vordergrund. Zu diesem Zweck werden zwei Interventionsmaßnahmen eingesetzt: *Strukturierende Lernhilfen* und *Fehlerkorrektur* durch Feedback. Die Datenerhebung in einem 2*2-Design wurde an sieben Gymnasien in NRW durchgeführt. 320 Probanden wurden zu diesem Zweck jeweils in fünf Unterrichtsstunden mit experimentellen Inquiry-Aufgaben aus dem Themenbereich Säuren und Basen konfrontiert,

deren Lernwirksamkeit bereits durch Rummann (2005) nachgewiesen wurde. In einem Prä-/Post-/Follow-up-Test Design wurde der Lernzuwachs im Fachwissen (Reproduktion, Vernetzung, Transfer) ermittelt. Kognitive Fähigkeiten und sozialer Hintergrund wurden kontrolliert. Mittels Videoanalyse von 140 Videos von Kleingruppenarbeitsphasen sowie Auswertung der Schülermitschriften können Aussagen über den Verlauf der Arbeitsprozesse in den einzelnen Gruppen gemacht werden.

Aufgrund der Daten aus dem Multiple-Choice-Fachtest lässt sich im Prä-Post-Vergleich ein signifikanter Vorteil der Intervention Fehlerkorrektur nachweisen. Anhand der Gruppenaggregate auf Kleingruppenbasis wird dieses Ergebnis bestätigt, wobei sich hier sogar ein großer Effekt zeigt. Bei einer Messwiederholung nach ca. 6 Monaten konnte der Trend dieser Ergebnisse in abgeschwächter Form weiterhin nachgewiesen werden.

Bei Betrachtung der prozessbegleitenden Tests (Studententest) zeigt sich über alle 5 Stunden hinweg ein vergleichbares Ergebnis. Es besteht ein signifikanter Vorteil für die Intervention *Fehlerkorrektur*. Für die Interventionsmaßnahme *Strukturierung* ist hingegen kein signifikanter Effekt nachzuweisen. Aus der prozessbegleitenden Videoanalyse lassen sich ebenfalls Unterschiede zwischen den Treatmentgruppen ableiten. Es zeigt sich unter anderem, dass die Schülerinnen und Schüler der Treatmentgruppen mit Strukturierungshilfen zwar mehr Ideen notieren, die Schülerinnen und Schüler mit *Fehlerkorrektur* allerdings deutlich mehr richtige Ideen äußern. Da durch das Feedback die Richtigkeit der Ideen nicht beurteilt wird, sondern nur deren experimentelle Umsetzung, liegt der Schluss nahe, dass sich hier ein Effekt des kumulativen Lernens zeigt. In Summe führen die Schülerinnen und Schüler der Treatments mit *Fehlerkorrektur* pro Experimentiersequenz auch mehr sinnvolle Experimente durch als die anderen, was zu einer größeren Anzahl richtiger Schlussfolgerungen führt.

Außerdem lässt sich aus den Daten ableiten, dass die Wirksamkeit des Treatments *Fehlerkorrektur* sich besonders bei Schülerinnen und Schülern mit mittlerem Vorwissen und hohen kognitiven Fähigkeiten zeigt. Offensichtlich gelingt es ihnen besser, aus dem Hinweis auf einen Fehler eine mögliche Ursache für den Fehler oder eine mögliche Lösung auszumachen. In Hinblick darauf, dass schwache Schülerinnen und Schüler zwar insgesamt von Gruppenarbeit, weniger aber von der Intervention profitieren, besteht in diesem Bereich – eventuell durch gestufte Hilfen – weiteres Verbesserungspotenzial. Beide Interventionsmaßnahmen zeigen jedoch einen Divergenz minimierenden Effekt zwischen Lernenden mit geringem und mit großem Vorwissen im Bereich des Fachwissens. Während sich zwischen Mädchen und Jungen kein unterschiedlicher Einfluss der Interventionsmaßnahmen nachweisen lässt, sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen beteiligten Schulen beträchtlich. Trotzdem kann der beschriebene Vorteil der Interventionsmaßnahme *Fehlerkorrektur* mit einer Ausnahme an allen Schulen belegt werden.

Walpuski, M. (2006).

Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback – eine empirische Studie.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1184-5

3 Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe:

Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven

Christian Henke

Im Jahr 2002 wurde in Bremerhaven die "Highschool of Science and Education at the Alfred-Wegener-Institute" (kurz: HIGHSEA) gegründet. Dieses Projekt verfolgt seitdem das Ziel, experimentell-naturwissenschaftliche Fähigkeiten, naturwissenschaftliches Interesse und naturwissenschaftsbezogene

Lernmotivation der teilnehmenden Projekt-schülerinnen und -schüler zu steigern. Eine an der Überprüfung der Zielerreichung ausgerichtete Evaluation dieses Projekts steht im Mittelpunkt der in dieser Arbeit dargestellten Studie.

Die Messung experimentell-naturwissenschaftlicher Fähigkeiten als Teil einer prozeduralen Kompetenz ist eine direkte Folge der von der KMK verabschiedeten Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern. Die Standards und die Kerncurricula sollen dazu beitragen, den Schulen und Lehrerinnen und Lehrern mehr Freiraum in der Unterrichtsgestaltung und Themenwahl zu ermöglichen. Damit verbunden ist eine Outputsteuerung, die eine regelmäßige Ergebniskontrolle verlangt. Das Erreichen der Standards muss überprüft werden; dazu werden Aufgaben benötigt, die es ermöglichen, individuelle fachbezogene Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern zu erfassen. Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit war es deshalb, für den ausgewählten Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ Aufgaben zur Fähigkeitsmessung bei Oberstufenschülerinnen und -schülern zu entwickeln. Der so als Weiterentwicklung eines von Walpuski (2006) publizierten Tests für die siebte Jahrgangsstufe entstandene "Naturwissenschaftliche-Arbeitsweisen-Test" für die Oberstufe (NAW-Test) wurde in Bremerhaven als zentrales Testinstrument in einer quasi-experimentellen Längsschnittstudie im klassischen Kontrollgruppendesign eingesetzt. Die Ergebnisse eines Prä-Post-Vergleichs der beiden Gruppen unter Kontrolle von kognitiven Fähigkeiten und soziokulturellem Hintergrund zeigen einen wesentlichen Effekt des HIGHSEA-Projekts auf alle getesteten Leistungsmerkmale der teilnehmenden Projektschülerinnen und -schüler. Zur weiteren Validierung des neuen Testinstruments wurden in einer Videofallstudie zwölf ausgewählte Schülerinnen und Schüler (acht HIGHSEA-Projekt- und vier Kontrollgruppenschülerinnen und -schüler) bei der Lösung praktischer Experimentieraufgaben videographiert. Die Videos wurden mittels

Lernprozessgrafiken ausgewertet und die so gewonnenen Daten mit dem individuellen Ergebnis des einzelnen Schülers aus dem Test zur Erfassung experimentell-naturwissenschaftlicher Fähigkeiten verglichen. Ein Effekt auf die motivationalen Variablen wird hingegen nicht nachgewiesen.

Henke, C. (2007).

Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1515-7

4 Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht: Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach *Chemie im Kontext*

Ina Glemnitz

Ausgehend von den schlechten Ergebnissen deutscher Schülerinnen und Schüler in internationalen Vergleichsstudien und der darauf basierenden Forderung nach mehr kumulativem Lernen und vertikaler Vernetzung als mögliche Ursachen wird in dieser Arbeit zunächst eine Bestandsanalyse zur Wirksamkeit so genannter kontext-basierter Ansätze durchgeführt, welche zum Ziel haben, Unterricht ganzheitlich und somit auch bezüglich vertikaler Vernetzung zu verbessern. Hier werden einige zentrale Forschungslücken aufgedeckt, zu deren Schließung diese Arbeit einen Beitrag leisten soll.

Zunächst wird ein umfassendes Modell zur vertikalen Vernetzung und zum kumulativen Lernen entwickelt. Das Modell umfasst die Vernetztheit der Inhalte des Faches als eine Grundlage für die im Unterricht stattfindenden Lehr-Lernprozesse mit dem Ziel der Ausbildung von Wissensstrukturen. Auf der Basis dieses Modells soll geklärt werden, wie Vernetzung und kumulatives Lernen zusammenhängen. Es ist die Modellannahme zu überprüfen, dass sich die Höhe des Vernetzungsangebots der Lehrerinnen und

Lehrer auf das Vernetzungsniveau und auf die Wissensstruktur der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Darüber hinaus wird in verschiedenen Stichproben in einer quasiexperimentellen Vergleichsstudie im Feld die Frage untersucht, ob die deutsche kontextbasierte Konzeption ‚Chemie im Kontext‘ vertikale Vernetzung im Unterricht effektiver fördert als traditioneller Unterricht und sich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler als Folge dessen verbessern.

Nach Kontrolle von Motivation und Interesse sowie kognitiven Fähigkeiten wird in der Stichprobe (17 Gymnasialklassen der Jahrgangsstufe 10) auf der Basis von Videodaten ein mittelstarker Zusammenhang zwischen dem Vernetzungsangebot der Lehrerinnen und Lehrer und den Vernetzungsleistungen auf Schülerseite gefunden. Darüber hinaus wird auch ein Zusammenhang zwischen der individuellen Vernetzungsleistung der Schülerinnen und Schüler und ihrer Wissensstruktur mit Hilfe von Concept Maps und Leistungstests gefunden. Damit erscheint vorerst die Modelltestung als gelungen. Bei genauerer Betrachtung der oberen und unteren Extremklassen mit traditionellem Chemieunterricht ergibt sich aber nicht der erwartete Unterschied in den individuellen Vernetzungsleistungen, den Concept Maps und dem Wissenstest. Dies steht zunächst im Widerspruch zur Modellannahme. Beim Vergleich der verschiedenen Unterrichtskonzepte werden Gruppen mit traditionellem Chemieunterricht mit fünf nach ‚Chemie im Kontext‘ unterrichteten Klassen verglichen. Der ChiK-Unterricht der betrachteten Stichprobe erreicht auf mehreren Ebenen die theoretischen Ziele der Konzeption. Für die hier untersuchten ChiK-Klassen wird nachgewiesen, dass die Schülerinnen und Schüler sowohl im Vernetzungsniveau als auch in den Concept Maps und Wissenstests besser abschneiden als die traditionell unterrichteten Klassen.

Insgesamt spielt sich Chemieunterricht überwiegend auf den untersten Vernetzungsniveaustufen ab und ist stark faktenorientiert. Weitere Analysen stellen pro Untersuchungs-

gruppe spezielle Muster der Ausprägung verschiedener Unterrichtsvariablen zusammen. Es zeigen sich Hinweise darauf, dass neben dem Vernetzungsniveau im Lehrerangebot weitere Unterrichtsvariablen einen entscheidenden Einfluss auf die Vernetzungsleistungen der Schülerinnen und Schüler haben. Dazu zählen eine gute Passung im Vernetzungsniveau zwischen Lehrer- und Schülerseite, ein möglichst hoher Sprechanteil der Schülerinnen und Schüler, ein an Lehrerfragen statt -aussagen orientierter Unterricht, ein gewisser Anteil an Schülereigenarbeit sowie positive Ausprägungen der Unterrichtsqualitätsmerkmale.

Glemnitz, I. (2007).

Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht.

Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1628-4

5 Lernaufgaben im Unterricht: Instruktionspsychologische Analysen am Beispiel der Physik

Katharina Schabram

Eine angemessene Gestaltung von Lernaufgaben als Voraussetzung für effizientes Lernen ist von herausragender Bedeutung für den Unterricht. Lernaufgaben bieten Schülerinnen und Schülern eine Möglichkeit zur intensiven Auseinandersetzung mit den zu lernenden Inhalten, sie fördern ein besseres Verständnis und haben einen positiven Lerneffekt (vgl. Häfele, 1995; Hamaker, 1986). Zwar ist der Nutzen von Lernaufgaben für die Lernleistung empirisch belegt, zu den von den Lehrerinnen und Lehrern im Unterricht eingesetzten Aufgaben und deren Schwierigkeit gibt es jedoch bislang kaum Studien. Daher wird in dieser Arbeit der Zusammenhang zwischen der Schwierigkeit von Lernaufgaben und der Schülerleistung untersucht. Eine bislang ebenfalls kaum erforschte Untersuchungsfrage bezieht sich

auf die Passung zwischen der Schwierigkeit der eingesetzten Unterrichtsaufgaben und den Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Auch diesem Zusammenhang wird in dieser Arbeit nachgegangen.

Dazu wurde systematisch erfasst, welche Arten von Aufgaben im Physikunterricht eingesetzt werden, welche Schwierigkeit sie für die Schülerinnen und Schüler aufweisen und die Frage untersucht, wie Lernaufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit – operationalisiert über die für die Aufgabenbearbeitung erforderlichen kognitiven Prozesse – konstruiert werden können. Dazu wurden in je 15 Gymnasial- und Hauptschulklassen aus einstündigen Unterrichtsvideos die Unterrichtsaufgaben identifiziert. Nach einer Skalierung der Aufgaben sowie der Schülerleistungen in einem Leistungstest auf Grundlage der *Item-Response-Theorie* (IRT) zeigt sich eine moderat positive Korrelation ($r=.26$) des mittleren Schwierigkeitsniveaus der Unterrichtsaufgaben mit dem mittleren Fähigkeitsniveau der Schüler. Jedoch werden beträchtliche Unterschiede bzgl. der Passung der Aufgabenschwierigkeit und der Schülerfähigkeit zwischen den untersuchten Klassen deutlich. Des Weiteren wird gezeigt, dass die entwickelte Methode zur Konstruktion von Lernaufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit eine valide Möglichkeit darstellt, a priori die Aufgabenschwierigkeit zu variieren.

Aufgrund der nachgewiesenen z.T. großen Diskrepanzen zwischen der Aufgabenschwierigkeit der Unterrichtsaufgaben und der Schülerfähigkeit wurde in einer anschließenden Studie eine Möglichkeit untersucht, diese Diskrepanzen zu verringern. Dies erfolgte auf der Grundlage der Idee des adaptiven Testens. Den Schülerinnen und Schülern wurden zu zwei Übungszeitpunkten individuell an die jeweilige Schülerfähigkeit angepasste Aufgaben vorgelegt. Dabei werden drei Untersuchungsgruppen verglichen, die sich in der mittleren Lösungswahrscheinlichkeit der zu bearbeitenden Aufgaben unterscheiden. Eine Gruppe erhielt Aufgaben mit

einer 30%-igen Lösungswahrscheinlichkeit (LW), welche als mäßig schwierig definiert werden, die anderen Gruppen Aufgaben mit 50%-iger (mittelschwierige Aufgaben) bzw. 80%-iger Lösungswahrscheinlichkeit (leichte Aufgaben). Es zeigt sich, dass die Fähigkeitsparameter mit Hilfe mäßig schwieriger Lernaufgaben (30%-ige LW) signifikant erhöht werden, während die Bearbeitung der Aufgaben mit 50%-iger und 80%-iger LW zu keinen Veränderungen der Schülerfähigkeit führt.

Die Bearbeitung von mäßig schwierigen Aufgaben, welche individuell an die jeweilige Schülerfähigkeit angepasst wird, scheint nach den vorliegenden Befunden eine sinnvolle Möglichkeit zu sein, die Leistungen bzw. Fähigkeiten der Schüler in besonderer Weise zu erhöhen. Verschiedene theoretische und praktische Implikationen wie etwa die Forderung nach einer vermehrten Binnendifferenzierung innerhalb der Klasse werden vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse diskutiert.

Schabram, K. (2007).

Lernaufgaben im Unterricht:

Instruktionspsychologische Analysen am Beispiel der Physik.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

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

6 Aufgaben im Biologieunterricht:

Eine Analyse der Merkmale und des methodisch-didaktischen Einsatzes von Aufgaben im Biologieunterricht

Paul Jatzwauk

In der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur wird – insbesondere seit den Ergebnissen der deutschen Schülerinnen und Schüler in den internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA – eine Möglichkeit gesehen, den Biologieunterricht in Deutschland zu verbessern. Aufgaben gelten als ein entscheidendes Element für das Lernen

im Biologieunterricht, da sie nachweislich die Effektivität von Informationsaufnahme- und Informationsverarbeitungsprozessen von Lernenden beeinflussen (vgl. Hamaker, 1986; Peverly & Wood, 2001). Das Ziel der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur wirft die Frage nach geeigneten Ansatzpunkten für Veränderungen auf. Bisherigen kritischen Einschätzungen der Aufgabenkultur liegen jedoch keine abgesicherten empirischen Befunde zugrunde.

Im Rahmen des DFG-Projektes „Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht“ wurde eine videobasierte Analyse des Einsatzes von Aufgaben im Biologieunterricht der Sekundarstufe I durchgeführt. Im Fokus standen dabei der zeitliche Umfang der auf Aufgaben bezogenen Aktivitäten, die Integration der Aufgaben in den Unterrichtsprozess sowie die kognitiven Anforderungen der gestellten Aufgaben. Darüber hinaus wurden mögliche Zusammenhänge zwischen dem Aufgabeneinsatz und der Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler untersucht.

Die Untersuchung wurde in 45 Klassen der neunten Jahrgangsstufe am Gymnasium durchgeführt. Im Mittelpunkt des Instrumentariums stand die Videographie separater Biologieunterrichtsstunden und die anschließende Analyse der darin eingesetzten Aufgaben anhand eines dafür entwickelten Kategoriensystems. Daneben kamen Schülerfragebögen zur Wahrnehmung des Aufgabeneinsatzes durch die Lernenden sowie Leistungstests zum Einsatz.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein großer zeitlicher Anteil des Biologieunterrichts durch die Bearbeitung (37%) und Auswertung (25%) von Aufgaben gekennzeichnet ist. In der Analyse der Aufgabenmerkmale wird deutlich, dass die eingesetzten Aufgaben meist jedoch einen geringen kognitiven Anspruch besitzen und dass zu ihrer Lösung vielfach lediglich kurze Antworten erforderlich sind. Insbesondere die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, Probleme zu lösen und ihre Ergebnisse ausführlich zu verbalisieren, werden mit den eingesetzten

Aufgaben nur unzureichend gefördert. Hinsichtlich der Einbettung der Aufgaben in den Unterrichtsprozess kann festgestellt werden, dass Aufgaben vorwiegend zur Erarbeitung neuen Lernstoffs eingesetzt werden. Eine Binnendifferenzierung über Aufgaben findet jedoch dabei kaum statt.

Neben einer Beschreibung des Status quo ermöglichen die Befunde auch Rückschlüsse auf die Lernwirksamkeit verschiedener Ausprägungen des Aufgabeneinsatzes. Es zeigt sich, dass ein zeitlich umfangreicherer Einsatz von Aufgaben insbesondere bei leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern auch mit einem höheren Lernzuwachs assoziiert ist ($r=.56$). Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse und in der Perspektive einer kompetenzorientierten Aufgabekultur werden in der Arbeit Konsequenzen und Implikationen für die Unterrichtspraxis und die fachdidaktische Forschung erörtert.

Jatzwauk, P. (2007).

Aufgaben im Biologieunterricht – eine Analyse der Merkmale und des didaktisch-methodischen Einsatzes von Aufgaben im Biologieunterricht.

Berlin: Logos.

ISBN 978-3-8325-1780-9

7 Concept Mapping als Lernstrategie:

Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten

Jasmin Neuroth

Das übergreifende Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der Lernwirksamkeit selbst generierter Concept Maps zur Unterstützung des Textverständnisses beim Bearbeiten eines Schulbuchtextes mit chemischem Inhalt. Ausgangspunkt des Projekts sind dabei die Experimente der Arbeitsgruppe Leutner (u. a. Leutner & Leopold, 2003) zum Einsatz von Lernstrategien beim Bearbeiten naturwissenschaftlicher Sachtexte sowie die Forschungen über Concept Mapping-Verfahren als Lernstrategie (u. a. O'Donnell, Danserau & Hall, 2002).

In einem ersten Experiment (mit 175 Probanden der zehnten Jahrgangsstufe des Gym-

nasiums) wird zunächst der Fragestellung nachgegangen, ob das Selbstgenerieren von Concept Maps zu einem höheren Lernerfolg führt als das Selbstgenerieren von Zusammenfassungen. Da es sich bei den Concept Maps um grafische Darstellungen von Konzepten handelt, sollte eine Kombination dieser visuellen Darstellungsform mit einem Text das tiefere Verstehen mehr fördern als eine weitere verbale Präsentationsform der Textinhalte durch eine Zusammenfassung (Schnotz, 2002). Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen dem Lernerfolg der Probanden und der Qualität ihrer Concept Maps untersucht, den Ergebnisse von Johnstone und Otis (2006) nahe legen.

Es zeigt sich jedoch, dass die Gruppe der selbst generierenden Mapper im Vergleich zu den Kontrollgruppen eher schlecht abscheidet. Eine Erklärung kann darin liegen, dass ca. 80 % der Probanden angeben, beim Erarbeiten eines Sachtextes das Mappen generell nicht anzuwenden. Offensichtlich herrscht also ein Nutzungsdefizit bei dieser Lernstrategie – die Schülerinnen und Schüler waren aus ihrem bisherigen Schulalltag mit der Mapping-Technik nicht vertraut und hatten damit kaum Erfahrung. Darum wurde in einem folgenden Schritt ein Trainingsprogramm für das Selbstgenerieren der Concept Maps entwickelt und evaluiert. Mit Hilfe dieses Trainingsprogramms lernen die Probandinnen und Probanden das Prinzip des Mappens und das selbstständige Nutzen dieser Lernstrategie beim Lesen eines Textes mit chemischem Sachverhalt. Anhand einer Stichprobe von 67 Schülern wird die Wirksamkeit des Trainingsprogramms bestätigt.

Nach der erfolgreichen Evaluierung des Trainingsprogramms erfolgte eine zweite Untersuchung (N=177), in der die teilnehmenden Probanden in der Mapping-Strategie trainiert werden und anschließend die Lernwirksamkeit dieser Lernstrategie in Bezug auf das Textverständnis untersucht wird. Diese Studie unterscheidet sich hinsichtlich Design und Struktur der Lernmaterialien von der ersten Studie, da Optimierungsmöglichkeiten genutzt wurden. In der zweiten Studie liegt der Fokus speziell auf der Lernstrategie des

Concept Mapping, um zu überprüfen, ob die Anwendung der Mapping-Strategie nach einem Training effektiver ist und damit zum Textverständnis beiträgt. Die Concept Mapping-Methode wird als Lernstrategie in unterschiedlichen Formen, *selbst generiert*, *extern präsentiert* sowie *selbst generiert mit Rückmeldungen*, eingesetzt und hinsichtlich ihrer Lernwirksamkeit untersucht. Es zeigt sich, dass Lernende, denen eine Concept Map nicht vorgegeben wird, die diese also selbst erstellen müssen, im Follow-Up Test nach vier Monaten eine signifikant höhere Behaltensleistung aufweisen als die anderen Gruppen.

Neuroth, J. (2007).

Concept Mapping als Lernstrategie. Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten.

Berlin: Logos.

ISBN: 978-3-8325-1659-8

8 Selbstreguliertes Lernen durch Experimentieren: Von der Erfassung zur Förderung

Hubertina Thillmann

Der Ausgangspunkt dieser Arbeit liegt im geringen Lernerfolg, der durch das Schülerexperiment erzielt wird (Hofstein & Lunetta, 1982; Hucke & Fischer, 2002). Durch die Konzeptionierung des Schülerexperiments als eine spezielle Form des selbstregulierten Lernens (SRL), nämlich SRL durch Experimentieren, werden in einem ersten Schritt die Anforderungen dieser Lernform theoretisch hergeleitet. Nach Wirth und Leutner (2006) ist diese Lernform durch die Notwendigkeit zur Regulation innerhalb von und zwischen zwei Zielsetzungen gekennzeichnet, nämlich dem Identifizieren neuer Informationen und dem Integrieren neuen Wissens (Wirth, 2004). Während das Identifizieren Gegenstand der Forschung zum *Inquiry Learning* ist (Klahr & Dunbar, 1988; de Jong & van Joolingen, 1998), ist das Integrieren Gegenstand der Modelle des SRL (Boekaerts, 1999; Schrei-

ber, 1998; Winne & Hadwin, 1998; Zimmerman, 2000). Durch die Zusammenführung dieser zwei Forschungsrichtungen können die Regulation zwischen diesen Zielsetzungen als regulative Anforderung auf der „Makroebene“ und die Regulation innerhalb der jeweiligen Zielsetzung als regulative Anforderung auf der „Mikroebene“ beschrieben werden, die sich aus dem Zusammenspiel zwischen dem Strategiewissen und der Strategienutzung ergibt.

Vor diesem Hintergrund erfolgte in einem zweiten Schritt die Erfassung der lernrelevanten Komponenten und Prozesse des SRL durch Experimentieren. Dazu wurden auf der Basis der computerbasierten Lernumgebung *Auftrieb in Flüssigkeiten* verhaltensbasierte Maße für die Nutzung von Strategien des Identifizierens und des Integrierens entwickelt. Zudem wurde ein Test zur Erfassung des Strategiewissens im Bereich Experimentieren entwickelt. Während die Struktur des Tests analog zur Struktur bestehender Tests zum Strategiewissen im Bereich Lesen (Schlagmüller & Schneider, 2007) und im Bereich Mathematik (Ramm et al., 2006) angelegt ist, orientiert sich der Inhalt des Tests an den beiden Zielsetzungen des SRL durch Experimentieren, dem strategischen Identifizieren und Integrieren. Anhand dieser Instrumente ist es nun möglich, die theoretischen Annahmen über die Anforderungen empirisch zu überprüfen. In einer korrelativen Studie zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I über strategisches Wissen zum Experimentieren verfügen, dieses aber nur selten spontan nutzen. Darüber hinaus zeigt sich, dass es von der aktuellen Motivation der Schülerinnen und Schüler abhängt, ob sie ihr vorhandenes Strategiewissen in der Lernsituation nutzen. In einem dritten Schritt wurde eine theoretisch hergeleitete adäquate Förderung des SRL durch Experimentieren evaluiert. Hierzu werden metakognitive Prompts als geeignete Maßnahme erachtet, die selbständige metakognitive Regulation des Lernens zu fördern (Bannert, 2003; Lin & Lehman, 1999). Vor dem Hintergrund des zuvor erfassten optimalen Verlaufs der

Lernprozessregulation wird bestätigt, dass eine zeitliche Anpassung der Darbietung metakognitiver Prompts zum Identifizieren und zum Integrieren gemäß dem optimalen Verlauf der Lernprozessregulation einen positiven Effekt auf den Lernerfolg hat. Zudem zeigt sich, dass die Darbietung metakognitiver Prompts während des Lernprozesses einen positiven Effekt auf die Nutzung der Strategie zum Identifizieren, nicht jedoch der Strategie zum Integrieren hat. Zusammenfassend wird in dieser Arbeit gezeigt, dass eine theoretische Herleitung der zentralen Anforderungen einer Lernform und eine darauf aufbauende Erfassung der Kenntnisse und Fähigkeiten der Lernenden die Entwicklung einer adäquaten und effektiven Fördermaßnahme ermöglicht.

Thillmann, H. (2007).

Selbstreguliertes Lernen durch Experimentieren: Von der Erfassung zur Förderung.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

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

9 Lernen mit dynamischen Visualisierungen: Metaanalyse und experimentelle Untersuchungen zu einem naturwissenschaftlichen Lerninhalt

Tim N. Höffler

Die Frage nach Lernvorteilen von dynamischen Visualisierungen gegenüber Standbildern ist nach wie vor umstritten. Während auf der einen Seite computerbasierte Animationen eine realistischere Abbildung komplexer Prozesse und Prozeduren versprechen und die Vorlage für ein exaktes mentales Modell liefern können, verweisen auf der anderen Seite Forschungsergebnisse der Instruktionspsychologie auf die erhöhte kognitive Belastung, die mit bewegten Bildern einhergehen und so die Lernenden überfordern kann (Tversky, Morrison & Bétrancourt, 2002). Mit Hilfe einer Metaanalyse (vgl. auch Höffler & Leutner, 2007) fasst diese Arbeit

zunächst den aktuellen Stand der Forschung zum Lernen mit Animationen und Standbildern zusammen. Neben einer statistisch signifikanten durchschnittlichen Überlegenheit von Animationen in den publizierten Studien wird darüber hinaus eine Reihe von Moderatorvariablen identifiziert, die Einfluss auf das Lernen mit Visualisierungen haben. Dazu gehört unter anderem die instruktionale Rolle der Animation, d.h. ob die Animation dekorativ oder repräsentational (Carney & Levin, 2002) verwendet wird, der Grad des Realismus der Animation sowie die Funktion erläuternden zusätzlichen Textes.

Ausgehend von den Ergebnissen der Metaanalyse sowie zusätzlicher theoretischer Überlegungen werden sodann die Ergebnisse dreier experimenteller Studien zum Lernen mit Animationen und Standbildern vorgestellt. Mittels verschiedener Versionen einer eigens entwickelten computerbasierten Lernumgebung mit chemischer Thematik wird der Einfluss der Anzahl von Standbildern untersucht, wenn diese mit einer Animation verglichen werden. Es zeigt sich, dass die Animation einer Serie von vier Standbildern überlegen ist, wohingegen zumindest Hinweise dafür gefunden werden können, dass die Steigerung von vier auf elf Standbilder sowie die Ermöglichung minimaler Interaktivität diesen Unterschied reduziert.

Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeit liegt auf dem Einfluss lernerspezifischer Faktoren wie denen des themenspezifischen Vorwissens, des *Cognitive Load* sowie insbesondere des räumlichen Vorstellungsvermögens. Diesbezüglich zeigt sich ein kompensierender „Aptitude-Treatment“-Effekt: Lernende mit hohem räumlichen Vorstellungsvermögen können die Nachteile, die eine Standbildversion gegenüber der Animation hinsichtlich des Lernerfolgs verursacht, kompensieren und mit Standbildern genauso gut lernen wie mit Animationen. Lernende mit niedrigem räumlichen Vorstellungsvermögen profitieren hingegen besonders von einer Animation. Um dieses Ergebnis weiter zu untersuchen, wird auf unterschiedliche Facetten des räumlichen Vorstellungsvermögens fokussiert. Es

zeigt sich, dass der beobachtete Effekt nur für den Bereich der *Spatial Visualization* (Carroll, 1993) gilt.

Die Ergebnisse der Arbeit haben theoretische, praktische und fachdidaktische Implikationen, die abschließend diskutiert werden.

Höffler, T.N. (2007).

Lernen mit dynamischen Visualisierungen: Metaanalyse und experimentelle Untersuchungen zu einem naturwissenschaftlichen Lerninhalt.

Essen: Universität Duisburg-Essen.

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

Literatur

- Bannert, M. (2003). Effekte metakognitiver Lernhilfen auf den Wissenserwerb in vernetzten Lernumgebungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 13-25.
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where are we today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445-457.
- Carney, R.N. & Levin, J.R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14, 5-26.
- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- De Jong, T. & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-201.
- Haag, L. & Hopperditzel, H. (2000). Gruppenunterricht – Aber wie? Eine Studie über Transfereffekte und ihre Voraussetzungen. *Die Deutsche Schule*, 92, 480-490.
- Häfele, G. (1995). *Lehrtexte im Selbststudium erarbeiten: Fördern Studienfragen den Wissenserwerb?* Marburg: Phillips-Universität.
- Hamaker, C. (1986). The effects of adjunct questions on prose learning. *Review of Educational Research*, 56, 212-242.
- Höffler, T.N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17, 722-738.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.M. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- 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 (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory – A look on the European project "Labwork in Science Education"*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Johnstone, A.H. & Otis, K.H. (2006). Concept mapping in problem based learning: A cautionary tale. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 84-95.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Lin, X. & Lehman, J.D. (1999). Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: Effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 837-858.

- Leutner, D. & Leopold, C. (2003). Selbstreguliertes Lernen als Selbstregulation von Lernstrategien – Ein Trainingsexperiment mit Berufstätigen zum Lernen aus Sachtexten. *Unterrichtswissenschaft, 31*, 38-56.
- O'Donnell, A.M., Dansereau, D.F. & Hall, R.H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review, 14*, 71-86.
- Peeverly, S.T. & Wood, R. (2001). The effects of adjunct questions and feedback on improving the reading comprehension skills of learning-disabled adolescents. *Contemporary Educational Psychology, 26*, 25-43.
- Ramm, G., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., et al. (2006) (Hrsg.). *PISA 2003: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Rumann, S. (2005). *Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. Entwicklung und Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik*. Berlin: Logos.
- Schlagmüller, M. & Schneider, W. (2007). Würzburger Lesestrategie-Wissenstest für die Klassen 7-12 (WLST 7-12). In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Deutsche Schultests*. Göttingen: Hogrefe.
- Schnotz, W. (2002). Commentary – Towards an integrated view of learning from text and visual displays. *Educational Psychology Review, 14*, 101-120.
- Schreiber, B. (1998). *Selbstreguliertes Lernen*. Münster: Waxmann.
- Tversky, B., Morrison, J.-B. & Bétrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human Computer Studies, 57*, 247-262.
- Walpuski, M. (2006). *Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback – eine empirische Studie*. Logos: Berlin.
- Winne, P.H. & Hadwin, A.F. (1998). Studying as self-regulated learning. In D.J. Hacker, J. Dunlosky & A.C. Graesser (Eds.), *Metacognition in education theory and practice* (pp. 277-304). Mahwah: Erlbaum.
- Wirth, J. (2004). *Selbstregulation von Lernprozessen*. Münster: Waxmann.
- Wirth, J. & Leutner, D. (2006). Selbstregulation beim Lernen in interaktiven Lernumgebungen. In F. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien*. (S. 172-184). Göttingen: Hogrefe.
- Zimmerman, B.J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). San Diego: Academic Press.