

Germ, Michael; Müller, Andreas; Harms, Ute

Naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgaben, generatives Lernen und wahrgenommene Kohärenz im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 287-314



Quellenangabe/ Reference:

Germ, Michael; Müller, Andreas; Harms, Ute: Naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgaben, generatives Lernen und wahrgenommene Kohärenz im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 287-314 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317158 - DOI: 10.25656/01:31715

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317158>

<https://doi.org/10.25656/01:31715>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

MICHAEL GERM, ANDREAS MÜLLER UND UTE HARMS

Naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgaben, generatives Lernen und wahrgenommene Kohärenz im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium

Learning tasks for pedagogical content knowledge, generative learning, and perceived coherence in science teacher education

ZUSAMMENFASSUNG

Die mangelnde Kohärenz der einzelnen Studienbereiche ist ein Hauptproblem der deutschen Lehrerbildung. Um der daraus resultierenden Gefahr des Erwerbs isolierter Wissensanteile entgegenzuwirken, wurde ein Pool von Lernaufgaben zur Vernetzung der Bereiche Fachdidaktik und allgemeine Bildungswissenschaften für die naturwissenschaftliche Lehrerbildung entwickelt („naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgaben“, NDLA). Theoretische Grundlage waren das Modell des generativen Lernens sowie der Stand der Forschung über die Bedeutung von Lernaufgaben und intelligentem Üben. Es wird über die Entwicklung des Aufgabenpools und seine Erprobung in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen berichtet. Die Datengewinnung erfolgte dabei durch eine schriftliche Befragung der Studierenden im Prä-Posttest-Design. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Auseinandersetzung mit den Aufgaben positiv auf die Einschätzung der Vernetzung der Studieninhalte sowie der Entwicklung anwendbaren professionellen Lehrerwissens auswirkt. Das ebenfalls erhobene Studieninteresse erweist sich als hoch und wird durch die Intervention nicht signifikant verändert. Insgesamt kann der entwickelte Ansatz, der überwiegend positiv bewertet wurde, als sinnvolle Ergänzung der universitären Ausbildung naturwissenschaftlicher Lehrkräfte angesehen werden.

Schlüsselwörter: Aufgabenkultur, generatives Lernen, Lehrerbildung, Lernaufgaben, PCK

ABSTRACT

A lack of coherence between the different fields of study is considered to be one essential problem of the German teacher education system, leading to the acquisition of rather isolated knowledge components. In order to remedy this problem, a pool of learning tasks was designed, requiring teacher students to work explicitly on links between these study components. The theoretical and empirical basis of this approach is explained: “Generative learning” on the one hand, and research on task-based learning and intelligent exercise as central elements of instructional quality on the other hand. The developmental process of the task pool is described, and the methodological approach and results of its evaluation in biology education courses at university are reported. The findings indicate that working with the tasks positively affects students’ perception of coherence of the study components and their development of applicable professional knowledge. The study interest is generally on a high level and was not sig-

nificantly raised by the intervention. In conclusion, the implementation of this task-based approach may be considered as a valuable contribution for improving science teacher education at university.

Keywords: task culture, generative learning, teacher education, task based learning, PCK

1 Einleitung

Ein kritischer Punkt der deutschen Lehrerbildung ist die mangelnde inhaltliche Kohärenz der verschiedenen Studienbereiche, die für die Ausbildung von Lehrkräften an der Universität notwendig sind, d.h. Fachwissenschaft, Fachdidaktik und allgemeine Bildungswissenschaften¹. Ohne verzahnende Elemente und entsprechend vorstrukturierte Lerngelegenheiten in der Ausbildung, die sich dieses Mankos annehmen, kann es in der Folge kaum verwundern, wenn das in der Lehrerbildung erworbene Wissen in der Regel „eher einem beliebig zusammengeflickten Teppich als einer guten Wissensbasis“ (Wellenreuther, 2008, 471; Großschedl, Harms & Glowinski, 2013; Kleickmann et al., 2013) gleicht.

An dieser Stelle setzt die hier berichtete Studie an. Mit dieser wird in Form einer explorativen Untersuchung ein Vorschlag

für ein kohärenzstiftendes Element in der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung vorgestellt. Es handelt sich um einen Ansatz mit speziellen fachdidaktischen Lernaufgaben, der zum einen auf „guter Praxis“ in den Fachstudien, zum anderen auf theoretischen Grundlagen in Fachdidaktik und Pädagogischer Psychologie beruht („naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgaben“, NDLA). Grundgedanke ist eine in den Studiengängen der Naturwissenschaften (und der Mathematik) fest etablierte Tradition, nämlich das eigenständige Er- und Nacharbeiten der Lerninhalte durch Aufgaben. Ein solches aufgabenbasiertes Lernen greift mehrere aus der Lehr-Lern-Forschung bekannte Faktoren für erfolgreiches Lernen auf (siehe 2.2) und bietet Gelegenheit für den Aufbau einer konsolidierten und vernetzten Wissensstruktur, wie sie als wesentliche kognitive Komponente innerhalb aktueller Modelle zur professionellen Handlungskompetenz von Fachlehrkräften (Baumert & Kunter, 2006; Kleickmann et al., 2013) vielfach betont wird.

Im Folgenden wird zunächst die theoretische Basis des aufgabenbasierten Instruktionsansatzes vor dem Hintergrund zentraler Problembereiche der Lehrerbildung erläutert und anschließend

1 I. S. einer Erweiterung der klassischen Gegenstände der Erziehungswissenschaften (Wissenschaftsrat, 2001; II.3.1), u. a. um Gegenstände wie Kognitionspsychologie, Bildungsmonitoring, Schulentwicklung, Fort- und Weiterbildung; die Bezeichnung „allgemeine Bildungswissenschaften“ soll die Unterscheidung zu den Fachdidaktiken als disziplinspezifische Bildungswissenschaften klarstellen.

der Aufgabenpool selbst und dessen Entwicklung dargestellt. Sodann werden Durchführung und Ergebnisse einer explorativen Wirksamkeitsstudie vorgestellt und die sich daraus ergebenden Perspektiven für die Praxis und die weitere Forschung diskutiert.

2 Theoretischer Hintergrund, Stand der Forschung und Forschungsfragen

2.1 Kompetenzerwerb in der Lehrerbildung – Probleme beim Aufbau einer anwendungsfähigen Wissensbasis

Der Expertiseforschung und ihrer Anwendung auf die Lehrerprofessionalisierung zufolge muss erfolgreiche Lehrerbildung notwendigerweise mit einer zunehmenden anwendungsbezogenen Integration der allgemein-bildungswissenschaftlichen mit den fachbezogenen Wissensanteilen einhergehen, so dass als Ergebnis ein gut vernetztes Expertenwissen herausgebildet wird (vgl. Baumert & Kunter, 2006; Berliner, 2001; Bromme, 1997, 2008; Blömeke, Felbrich, Müller, Kaiser & Lehmann, 2008). Bezogen auf das Angebot an Lerngelegenheiten in der Ausbildung bedeutet dies folglich, „dass weder eine kontextfreie Präsentation von lehr-lernbezogenen Theorien, Methoden und Erkenntnissen noch eine von diesen unabhängige Präsentation des fachlichen Stoffs zu angemessenen Ergebnissen führt“ (Blömeke, 2002, 92). Die hieraus ableitbare notwendige Integration der fachbezogenen und der allgemeinen

bildungswissenschaftlichen Perspektive ist eine zentrale Aufgabe der fachdidaktischen Ausbildung im Lehramtsstudium. Dem dabei herauszubildenden fachdidaktischen Wissen kommt als spezielle Form professionellen Lehrerwissens eine entscheidende Bedeutung zu, die im internationalen bildungswissenschaftlichen Diskurs wegweisend durch Shulman (1986, 1987) unter dem Stichwort *pedagogical content knowledge* (PCK) diskutiert wurde. Nach Shulman (1987, 15) zeichnet sich das Expertenwissen von Lehrern in Abgrenzung zu dem anderer Experten in einer gegebenen Disziplin dadurch aus, dass erstere Fachwissen in ein Wissen transformieren können müssen, das pädagogisch wirksam werden kann. Auch die neuere Forschung, insbesondere das COACTIV-Forschungsprogramm (Baumert & Kunter, 2006; Kunter et al., 2011), sieht darin eine wesentliche Komponente der professionellen Handlungskompetenz erfolgreicher Lehrer. Die spezielle, mit PCK gemeinte integrative Wissensform wird damit zum Alleinstellungsmerkmal der Wissensbasis von Lehrkräften eines gegebenen Schulfaches; sie ist eine Art von Wissen, über das sonst keine andere Berufsgruppe verfügt.

Aktuelle fachdidaktische Studien der Lehrerbildungsforschung beschäftigen sich insbesondere mit Fragen nach der Struktur professioneller Handlungskompetenz angehender Lehrkräfte und in diesem Zusammenhang mit der Entwicklung von Instrumenten für eine valide Erfassung des fachdidaktischen Wissens (u. a. Riese & Reinhold, 2010; Jüttner & Neuhaus, 2012, 2013). Im KiL-Projekt (Messung professi-

oneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen) am IPN in Kiel werden in den drei naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken und in der Mathematikdidaktik derzeit Tests für alle drei Bereiche des Lehrberufswissens nach Shulman (fachdidaktisches, fachliches und bildungswissenschaftliches Wissen) entwickelt und parallel eingesetzt. Erste Ergebnisse zeigen für das Fach Biologie die stärkste Korrelation für die Beziehung zwischen biologischem Fachwissen und biologiedidaktischem Wissen ($r = .64$). Deutlich geringer fällt die Korrelation der Bereiche biologiedidaktisches und bildungswissenschaftliches Wissen aus ($r = .36$). Biologisches Fachwissen und bildungswissenschaftliches Wissen korrelieren erwartungsgemäß nicht miteinander ($r = .03$; Großschedl, Harms & Glowinski, 2013). Der sehr geringe Zusammenhang von fachdidaktischem und bildungswissenschaftlichem Wissen weist wiederum auf eine schwache instruktionale Integration dieser beiden Wissensbereiche in der ersten Phase der Lehrerbildung hin. Studien, die sich auf systemisch-struktureller sowie curricularer Ebene mit der Verzahnung der drei Wissensbereiche der Lehrerbildung auseinander setzen, zeigen ebenfalls auf, dass diese aktuell nur sehr unzureichend gelingt. Der derzeitige Kenntnisstand hierzu ist auffallend konvergent (z. B. Terhart, 2000; Wissenschaftsrat, 2001; Cochran-Smith & Zeichner, 2005; Abel, 2006; Hammerness, 2006; Cochran-Smith, Feiman-Nemser, McIntyre & Demers, 2008; Ölkens, 2009; vgl. auch Merzyn, 2004).

Der Mangel an Kohärenz des Lehramtsstudiums hat zur Folge, dass fachwissenschaftliche, fachdidaktische und allgemein bildungswissenschaftliche Kompetenzen im Verlaufe des Studiums weitgehend isoliert voneinander erworben und daher oft nicht aufeinander bezogen werden. Auf diese Weise wird nicht nur deutlich zu wenig (Nolle, 2004; Reintjes, 2006), sondern auch in weiten Bereichen „träges“ Wissen erworben, also Wissen, das in berufsbezogenen Problemsituationen nicht zur Anwendung kommt (Schadt-Krämer, 1992; Wissenschaftsrat, 2001; Nolle, 2004). Auf der Grundlage aktueller Theorien zu Wesen und Entstehung trägen Wissens (z. B. Gruber & Renkl, 2000; Renkl, Mandl & Gruber, 1996) ist es auch nicht überraschend, dass bildungswissenschaftlich-didaktisches Wissen, wenn es (wie in der Lehrerbildungsforschung mehrfach belegt, vgl. z. B. Oser, 2001; Wellenreuther, 2008) nur bruchstückhaft vorliegt, besonders leicht Gefahr läuft, ein solcher „träger“ Bestandteil in der Wissensstruktur angehender Lehrkräfte zu werden. Dies kann auch eine Erklärung dafür sein, dass besonders die „unterrichtsbezogenen“ bildungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Studienanteile im Urteil von Studierenden (bzw. im Rückblick von Referendaren) sowohl im zeitlichen Umfang als auch in der Qualität oft als nicht hinreichend bewertet werden (Flach, Lück & Preuss, 1995; Lersch, 2006; Merzyn, 2002, 2004; Schadt-Krämer, 1992). Insgesamt ist somit festzuhalten, dass gerade der Erwerb desjenigen Wissens, das das wesentliche Merkmal der Expertise von Fachlehrkräften darstellt und eine

entscheidende Grundlage für ein erfolgreiches berufliches Handeln bildet, einen der größten Problembereiche der universitären Lehrerbildung darstellt, nämlich der Erwerb eines Wissens, das die ganze Spannweite zwischen Fachwissenschaft und allgemeinen Bildungswissenschaften kohärent zusammenführt.

Im Folgenden wird eine mögliche Maßnahme aufgezeigt, die einen Beitrag zur Lösung dieser strukturellen und curricularen Probleme auf der Ebene fachdidaktischer Lehrveranstaltungen im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium leisten kann. Dabei wird auf das Lernen mit Aufgaben als methodisches Element zurückgegriffen, dessen herausgehobene Bedeutung in Unterrichtspraxis und didaktischer Forschung zunächst vor einem lernpsychologischen Hintergrund erläutert wird.

2.2 Aufgaben zur Unterstützung generativer Lernprozesse – eine Grundlage zum Aufbau anwendbaren, intelligenten Wissens

Dem Lernen mit Aufgaben wird im naturwissenschaftsdidaktischen Diskurs seit mehreren Jahren große Aufmerksamkeit geschenkt. Unter „Weiterentwicklung der Aufgabenkultur“ werden dabei eine Reihe von Maßnahmen verstanden, die eine verstärkte Integration von Aufgaben in alle Artikulationsstufen des naturwissenschaftlichen Unterrichts anstreben sowie die Konzeption verschiedener Aufgabentypen nach bestimmten Qualitätskriterien zum Ziel haben (BLK, 1997; Häußler

& Lind, 1998). Im Fokus steht dabei u. a. die Entwicklung von Lern- und Übungsaufgaben, die – zunächst im schulischen Bereich – als ein vielversprechender Faktor zur Qualitätsentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts angesehen werden und die das eigenständige Erarbeiten und Durchdringen sowie das Festigen, vielfältige Verknüpfen und Anwenden von Lerninhalten entscheidend befördern sollen. Aus schulpraktischer wie lerntheoretischer Sicht wird diese Bedeutung von Aufgaben für die gezielte Unterstützung von produktiven Lernprozessen vielerorts betont (z. B. Müller & Müller, 2002; Peterßen, 2004; Taconis, Ferguson-Hessler & Broekkamp, 2001). Das hohe lernförderliche Potential, das Lern- und Übungsaufgaben dabei zugemessen wird, kommt auch in Bezeichnungen für Aufgaben wie „Katalysatoren von Lernprozessen“ (Thonhauser, 2008) oder „Kondensationskeime im Prozess des Verstehens“ (Leisen, 2003, 118) anschaulich zum Ausdruck – eine Bewertung, die von allen beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen, sowohl der Pädagogischen Psychologie (z. B. Blömeke, Risse, Müller, Eichler & Schulz, 2006) als auch der Naturwissenschaftsdidaktik allgemein (z. B. Leisen, 2006; Müller & Helmke, 2008; Kühn, 2011) und den einzelnen Fachdidaktiken (z. B. Harms, Mayer, Hammann, Bayrhuber & Kattmann, 2004; Jatzwauk, Rumann & Sandmann, 2008; Tepner, Roeder & Melle, 2010) weitgehend geteilt wird. Schließlich sind Aufgaben auch die Grundlage wissenschaftlich fundierter Modelle naturwissenschaftlicher Kompetenz (z. B. Schecker & Parchmann, 2006; Kulgemeyer & Sche-

cker, 2007). Einen guten Überblick über die Facetten der aktuellen Diskussion zur Aufgabenkultur gibt Thonhauser (2008).² In engem Zusammenhang mit diesen Aspekten des aufgabenbasierten Lernens wird ebenso auf die Bedeutung von Übungsphasen als weiteres Qualitätsmerkmal von Unterricht hingewiesen (Helmke, 2006; Meyer, 2005). Dem liegt die kognitionspsychologische Erkenntnis zugrunde, dass differenzierte, vernetzte und reichhaltig elaborierte Wissensstrukturen, die für Anwendung und selbständigen Transfer genutzt werden können, in der Regel erst durch wiederholte Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand nachhaltig konstruiert werden (Edelmann, 2000). Im Mittelpunkt intelligenter, qualitätssteigernder Übung sollen hierbei weniger mechanisch-repetitive, auf Routinisierung und Automatisierung zielende, sondern stärker elaborierende, die Lerninhalte weiter ausarbeitende und vertiefende Übungsformen stehen. Wechselt man die Blickrichtung vom schulischen Unterricht auf das *Studium* der Naturwissenschaften, so haben auch dort „Übungen“ (als Lehrveranstaltungsform und als die eigentlichen Aufgaben, die darin bearbeitet werden) eine lange Tradition und einen hohen Stellenwert: In der Physik beispielsweise gibt es im Grundstudium in aller

Regel keine Vorlesung ohne „Übung“ (Ni enhaus, 2007).

Diese grundsätzliche Idee von Arbeitsphasen mit Übungen, die den Lernenden als aktiven Konstrukteur von für ihn bedeutungshaltigen Wissensstrukturen durch eigene kognitive Verarbeitungsprozesse sieht, rekurriert auf eine Vorstellung von Lernen, die dem Modell des ‚generative learning‘ (‚generativen‘, syn. ‚bedeutungserzeugenden‘ Lernens) nach Wittrock (1974, 1992) nahe kommt. Nach dieser Theorie erzeugen Lernende den Bedeutungsgehalt neuer Lerngegenstände selbst, indem sie Beziehungen zwischen den einzelnen zu lernenden Informationen sowie zwischen diesen und ihren bestehenden Wissensstrukturen als Ergebnissen von bereits vorausgegangen Lernprozessen aufbauen (Wittrock, 1974, 1992; Gage & Berliner, 1996). Für generatives Lernen wird den Lernenden deshalb Gelegenheit gegeben, neue Lerninhalte in aktiver Auseinandersetzung zu organisieren, sie mit bestehenden Wissensselementen in ihrer kognitiven Struktur zu integrieren und z. B. in Hinblick auf Anwendungsmöglichkeiten oder eigene Erfahrungen zu elaborieren (z. B. Sharp, Knowlton & Weiss, 2005). Dementsprechend können verschiedene Strategien generativen Lernens unterschieden werden: Organisationsstrategien, durch die der Lernende den Lerngegenstand in Form einer neuen, für ihn bedeutungshaltigen Form reorganisiert (z. B. das Erstellen von Zusammenfassungen), Integrationsstrategien, bei denen der Lernende die neuen Informationen mit seinem Vorwissen und seinen Vorer-

2 Zu erwähnen ist, dass der Gebrauch des Suffixes „-kultur“ im Zusammenhang mit der Diskussion über Unterrichtsqualität wegen des teilweise ebenso inflationären wie wenig aussagekräftigen Gebrauches auch kritisiert wurde (Helmke, 2006). Wir verwenden hier dennoch den Terminus ‘Aufgabenkultur’ in Anlehnung an die in der Naturwissenschaftsdidaktik unter diesem Begriff laufende, durchaus fruchtbare Entwicklung.

fahrungen in Zusammenhang bringt (z. B. Umformulieren eines Sachverhalts in eigenen Worten oder Entwerfen von Analogien) und Elaborationsstrategien, die der eigenen vertiefenden gedanklichen Ausarbeitung des neuen Lerninhaltes dienen. Zu letzteren zählen etwa die Suche nach konkreten Beispielen oder das In-Verbindung-Bringen fachbezogener Wissensinhalte mit Wissen aus anderen Disziplinen (vgl. Sharp et al., 2005).

Im Folgenden wird beschrieben, wie diese theoretischen Überlegungen in Form von fachdidaktischen Lernaufgaben umgesetzt werden können.

2.3 Lernaufgaben für die naturwissenschaftsdidaktische Lehrerbildung

Im Gegensatz zur herausgehobenen Bedeutung, die dem Einsatz von Aufgaben im schulischen Unterricht und im Fachstudium beigemessen wird, hat die Etablierung einer adäquaten Aufgabenkultur im Rahmen der fachdidaktischen universitären Ausbildung von Lehramtsstudierenden bisher nur wenig Aufmerksamkeit gefunden. Aufgrund der vorstehenden Ausführungen kann hierin jedoch ein möglicher Ansatzpunkt zur Qualitätssteigerung der Lehrerbildung gesehen werden: Zum einen kann die didaktische Konsistenz der Lehrerbildung entscheidend befördert werden, wenn den Forderungen nach einer stärkeren Berücksichtigung von Aufgaben zur Unterstützung von Lernprozessen und zum intelligenten Üben, die als Momente ge-

lingenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in der *Schule* angeführt werden, auch im Rahmen des universitären *Lehramtsstudiums* nachgekommen wird. Zum anderen scheint gerade ein aufgabenorientierter didaktischer Ansatz, der sich an der Theorie des generativen Lernens orientiert, geeignet, den bezeichneten Problembereichen der mangelnden Verknüpfung der verschiedenen Studienanteile sowie der daraus resultierenden Gefahr weitgehend tragen und zusammenhanglosen Wissens angemessen begegnen zu können. Im Mittelpunkt der hier berichteten Arbeit stehen daher die Entwicklung und erste Untersuchung von Wirkungen und Wirksamkeit naturwissenschaftsdidaktischer Lernaufgaben (NDLA), durch die Fachdidaktik und Grundbegriffe der allgemeinen Bildungswissenschaften gezielt miteinander verbunden werden können. Aufgrund kaum vorliegender Arbeiten zu Forschung und Entwicklung in diesem Bereich trägt die Untersuchung notwendigerweise explorativen Charakter. Qualitativ wird über die Entwicklung und den Praxiseinsatz eines einschlägigen Aufgabenpools berichtet (im Sinne einer Machbarkeitsstudie), quantitativ erfolgt eine Fokussierung auf die Einschätzung durch die Studierenden, zum einen bei der Bewertung der Aufgaben, zum anderen für die Veränderung des kompetenzspezifischen Selbstkonzeptes. Abbildung 1 stellt die bisher umrissene Grundidee dieses Ansatzes noch einmal zusammenfassend dar.

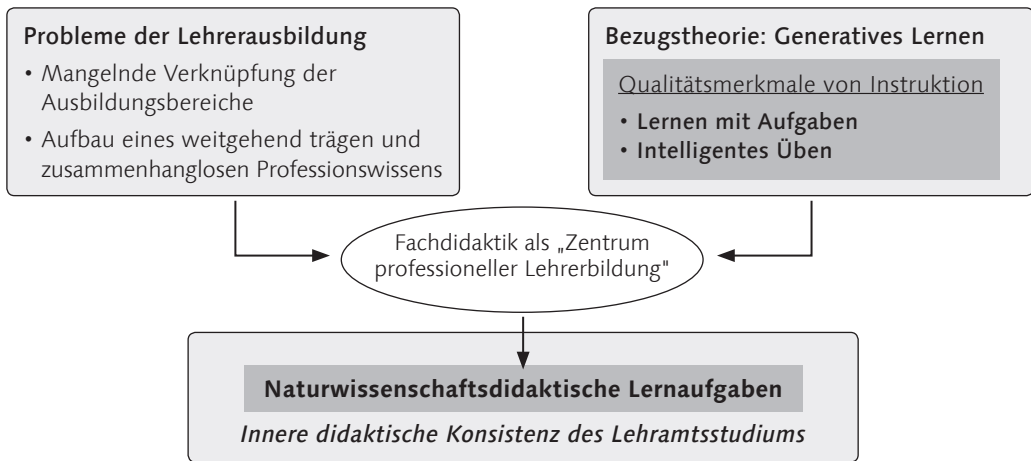


Abb. 1: Bedeutung und Stellung von naturwissenschaftsdidaktischen Lernaufgaben in der Lehrerbildung.

2.4 Forschungsfragen und Hypothesen

Für eine erste empirische Untersuchung des NDLA-Ansatzes sollten in einer explorativen Feldstudie zunächst grundsätzlich Aussagen darüber gewonnen werden, auf welche Akzeptanz NDLA bei den Studierenden stoßen und welche erkennbaren Wirkungen mit ihrem Einsatz verbunden sind. Im Einzelnen wurden folgende Fragestellungen untersucht³:

³ Zusätzlich wurde in einem qualitativen Untersuchungsanteil (vgl. Germ, 2009) analysiert, auf welche grundsätzlichen und spezifischen Probleme Lehramtsstudierende bei der Bearbeitung der Aufgaben stoßen. Ziel war es, aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen die Aufgabenstellungen evidenzgeleitet optimieren zu können und im Sinne einer formativen Evaluation genauere Parameter für ihren erfolgversprechenden Einsatz herauszuarbeiten (Rahmenbedingungen, Studienabschnitt, Passung mit Vorkenntnissen etc.). Entsprechende Forschungsmethodik und Ergebnisse werden aus Platzgründen nicht hier, sondern in einer separaten Veröffentlichung vorgestellt.

Inwieweit eignen sich die Aufgaben als Teil einer Aufgabenkultur in der naturwissenschaftlichen Lehrerausbildung, bei der auf die Verknüpfung von allgemeinen Bildungswissenschaften und Fachdidaktik fokussiert wird (Förderung der Kohärenz der Studienanteile)?

Langfristiges Ziel des Forschungsprojekts ist es, einen Aufgabenpool zu erarbeiten, der – mit Blick auf die oben dargestellte Problemlage – eine vernetzte Wissensentwicklung (Fachdidaktik – allgemeine Bildungswissenschaften) bei den Lehramtsstudierenden befördert. Daher sollte erfasst werden, inwieweit die Teilnehmer den Aufgaben diese Kohärenz fördernde Wirkung beimessen und sie als sinnvolle lernerunterstützende Maßnahme in ihrer Ausbildung ansehen.

Führt die Auseinandersetzung mit den Aufgaben zu einer Zunahme selbsteingeschätzten konzeptuellen Wissens, das für die

Planung, Durchführung und Evaluation von Unterricht anwendbar ist (Professionsorientierung)?

Vor dem Hintergrund des Modells des generativen Lernens und der hervorgehobenen Bedeutung von intelligentem Üben und Arbeiten mit Aufgaben als „Good Practice“ in schulischen Lehr-Lernprozessen (vgl. 2.2) wird die Hypothese formuliert, dass angehende Lehrer, die mit NDLA gearbeitet haben, in ihrer eigenen Bewertung sowohl einen Zuwachs ihres fachdidaktischen Wissens feststellen, als auch ihrer Fähigkeit, dieses für ihren Fachunterricht anwenden zu können.

Erhöht sich das Interesse der Teilnehmer an fachdidaktischen und allgemein bildungswissenschaftlichen Studieninhalten auf der Basis eines erfahrenen Kompetenzzuwachses?

Entsprechend der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1985) wird für die Entwicklung von Interesse als besondere, durch spezifische Merkmale ausgezeichnete Person-Gegenstands-Beziehung die Erfahrung von Kompetenz neben der Erfahrung von Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit als bedeutsames Kriterium angesehen (Krapp, 2006). Da davon ausgegangen wird, dass die Teilnehmer durch die Auseinandersetzung mit den NDLA ihre bestehenden Wissensstrukturen wiederholt aktivieren, anwenden, umstrukturieren und konsolidieren können sowie durch die Integration der allgemein bildungswissenschaftlichen und fachdidaktischen

Studienbereiche vermehrt berufsbezogene Anwendungsmöglichkeiten dieses elaborierten Wissens erfahren, wird die Hypothese formuliert, dass die Bearbeitung der Aufgaben bei den Teilnehmern auch zu einer Steigerung ihres Interesses an Bildungswissenschaften und Fachdidaktik führt.

3 Material und Methoden

3.1 Aufgabenpool

Ausgehend von dem im vorigen Abschnitt dargestellten Grundgedanken wurde ein Pool von Aufgaben für den Einsatz in der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung entwickelt. Dabei wurde folgendes Leitbild von Zielkriterien für die Entwicklung der Aufgaben zugrunde gelegt: Die Aufgaben

- fokussieren auf die fachdidaktische Konkretisierung allgemeiner bildungswissenschaftlicher Begriffe, Modelle und Theorien;
- erfordern die Aktualisierung und Anwendung allgemeindidaktischer sowie pädagogisch-psychologischer Studieninhalte auf die speziellen Themen und Bedingungen des Fachunterrichts und
- sind damit konsistent mit der übergeordneten Zielsetzung des Erwerbs und der Konsolidierung eines kohärenten, anwendbaren Berufswissens für naturwissenschaftliche Fachlehrer.

Diese Zielkriterien orientieren sich am Innovationsprogramm LeNa („Lehrer-

bildung in den Naturwissenschaften“), das unter der Förderung des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft und der Stiftung Mercator an der Universität Koblenz-Landau ausgearbeitet wurde (Müller, Müller & Schwarz, 2005; Kuhn, Müller & Schneider, 2008; Kuhn & Müller, 2010) und in dem u. a. der Einsatz spezieller fachdidaktischer Lernaufgaben als kohärenzbildende Maßnahme enthalten ist. Zum Zweck der Ausrichtung auf die Stichprobe der empirischen Studie (Biologielehramtsstudierende, s. 3.2) ist der Hauptteil der vorliegenden Aufgaben speziell auf das Unterrichtsfach Biologie bezogen (Germ, Müller & Harms, 2009a,b, 2010). Zusätzlich liegen von der Universität Koblenz-Landau Vorarbeiten, Beispielsammlungen und Praxistests für andere Fächer vor, die in die Entwicklung des Aufgabenpools einbezogen wurden.

Für die Auswahl der Aufgabenthemen wurde, mit Blick auf eine erste Untersuchung des bislang kaum erforschten Gebietes, noch keine systematische (oder gar vollständige) Abdeckung eines fachdidaktischen Kanons angestrebt (diese ist Ziel einer weiteren Teilstudie des Projektes). Gleichwohl war es jedoch erforderlich die *Zugehörigkeit* der Aufgabenthemen zu einem kanonischen Kern der Biologiedidaktik systematisch zu prüfen. Ein erster Schritt der Aufgabenentwicklung bestand deshalb in einer Analyse ausgewählter biologiedidaktischer Dokumente mit dem Ziel, passende allgemeine bildungswissenschaftliche Begriffe zu identifizieren, die in der biologiedidaktischen Lehre aktuell curricular relevant sind und deshalb als „Anknüpfungspunkte“ für die

curriculare Verbindung allgemein bildungswissenschaftlicher und biologiedidaktischer Studienanteile geeignet sind. Hierzu wurden als Referenzquellen insgesamt fünf Werke herangezogen (jeweils in der zum Zeitpunkt der Entwicklung aktuellen Auflage), die drei unterschiedlichen Literaturkategorien angehören: Bei den drei Lehrbüchern handelt es sich um Standardwerke der Biologiedidaktik, die an vielen Universitäten in Deutschland verwendet werden und dort teilweise auf eine gut etablierte Tradition zurückblicken können (Gropengießer & Kattmann, 2006; Killermann et al., 2005; Spörhase-Eichmann & Ruppert, 2004). Das biologiedidaktische Fachlexikon von Berck und Graf (2003) ist das umfassendste Werk dieser Art im deutschsprachigen Raum. Die empirische Arbeit von Mende (1994) stellt eine umfassende, methodisch aufwendige Bestandsanalyse (Dokumentenanalyse, Experteninterviews) des biologiedidaktischen Begriffsinventars dar. Die curriculare Validität für die Auswahl der relevanten Begriffe wurde somit durch die Bezugnahme auf (1) den aktuellen Stand biologiedidaktischer Lehre, (2) eine enzyklopädische Bestandaufnahme und (3) eine empirische Analyse abgesichert. Die zusätzliche Auswahlbedingung, lediglich auf solche Begriffe zu fokussieren, die in mindestens zwei der fünf Dokumente angeführt werden, ergab eine noch ausreichend breite Begriffssammlung ($N=111$) für die sinnvolle praktische Realisierung eines Aufgabenpools.

Für die NDLA wurden – in enger Anlehnung an die Konzeption von Aufgaben für das schulische Lernen (vgl. z. B. Anderson

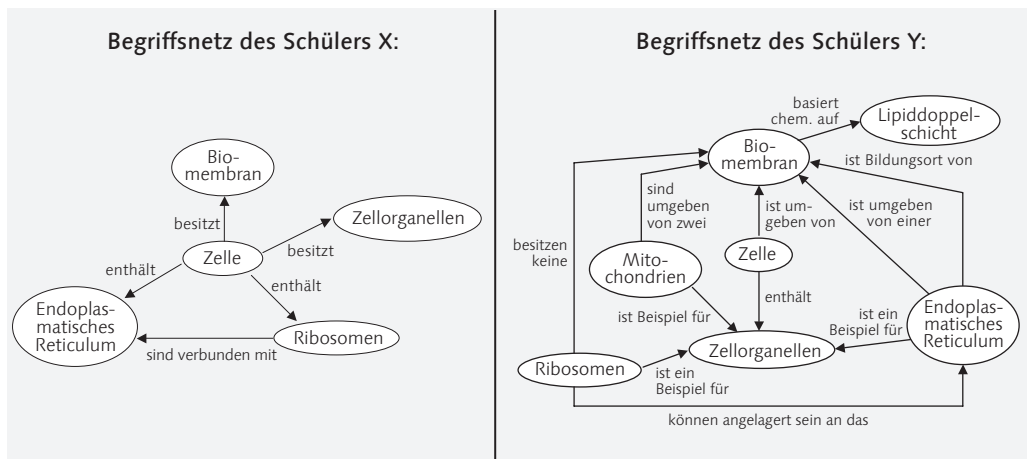
et al., 2001; Bloom et al., 1956) – folgende Anforderungsarten und -stufen gewählt:

- **Identifikation:** Erkennen und Benennen von allgemeinen bildungswissenschaftlichen Aspekten in vorgegebenen fachdidaktischen Fragestellungen.
- **Transfer/Anwendung:** Eigenständiges Übertragen allgemeiner bildungswissenschaftlicher Konzepte und Theorien auf fachdidaktische Fragestellungen, Anwenden auf vorgegebene, unterrichtsbe-

zogene Standardsituationen (vgl. Leisen, 2005, 2012).

- **Entwicklung/Ausarbeitung:** Entwickeln von fachdidaktischen Beispielen und Ausarbeitung von Unterrichtselementen zu allgemeinen bildungswissenschaftlichen Aspekten.

Auf dieser konzeptionellen Basis wurde ein (derzeit vorrangig auf die Biologiedidaktik ausgerichteter) Aufgabenpool von 40 NDLA entwickelt und zur Erprobung



- Vergleichen Sie die beiden entstandenen Concept Maps und zeigen Sie die wesentlichen Unterschiede auf! Interpretieren Sie diese Unterschiede im Hinblick auf gängige Lernziele!
- Wie und warum kann der Einsatz von Concept Maps einen geeigneten Weg darstellen, um gezielt kumulative Lernprozesse in Ihrem Unterricht zu fördern?

Für die Aufgabe angeführte (und zur Verfügung gestellte) Literatur:

Behrendt, H. & Reiska, P. (2001). Abwechslung im Naturwissenschaftsunterricht mit Concept Mapping. *Plus Lucis*, 1, 9–12.

v. Davier, M. & Hansen, H. (1998). *Erläuterung zu Modul 10 der BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“: „Prüfen – Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs“*. <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/db/11/modul10.doc>, Abruf 23.09.2012.

Mößel, W. (2001). Kumulatives Lernen – Verknüpfung von Wissen durch Begriffsnetze. *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule*, 50(7), 5–7.

Abb. 2: Beispiel für eine naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgabe (NDLA) zum Thema „Concept Mapping“.

Tab. 1: Lernaufgaben in der universitären Lehrerbildung. Kurzcharakterisierung ausgewählter Beispiele aus dem entwickelten Aufgabenpool

Kurzcharakterisierung der Aufgabenstellung	Allgemeiner bildungswissenschaftl. Begriff/Theorie
Herausarbeiten von Kriterien für den Vergleich von Concept Maps im Fachunterricht anhand einer gegebenen Gegenüberstellung von verschiedenen Varianten zu einem fachwissenschaftlichen (z. B. biologischen) Thema	Concept Maps (Begriffsnetze), kumulatives Lernen
Zuordnung von kurzen Skizzierungen von Lernprozessen im Fachunterricht zu psychologischen Grundformen des Lernens	Lerntheorien
Identifizierung von kognitiven Anforderungsbereichen nach gängigen Lernzieltaxonomien in gegebenen Übungs- oder Testaufgaben aus dem Fachunterricht	Lernziele, Taxonomisierung von Lernzielen
Beurteilung der Umsetzung bestimmter allgemeiner Unterrichtskonzepte in gegebenen Kurzbeschreibungen von Fachunterricht	z. B. Projektunterricht

exemplarisch in universitären Lehrveranstaltungen eingesetzt (zum Ablauf s. Abschnitt 3.2, insbes. Tab. 2). Ein Beispiel einer solchen NDLA zeigt Abbildung 2, des Weiteren finden sich in Tabelle 1 als Überblick Kurzcharakterisierungen weiterer Aufgaben (eine detaillierte Darstellung zusätzlicher Einzelaufgaben kann hier aus Platzgründen nicht erfolgen; s. hierzu jedoch Germ (2009)).

3.2 Stichprobe, Interventions- und Untersuchungsablauf

Die Untersuchung zu dem spezifisch biologie-didaktischen Aufgabenpool fand im Rahmen von zwei Teilstudien im Wintersemester 2006/07 und im Sommersemester 2007 an den Universitäten Bremen und München statt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Stichprobe und den Ablauf der Intervention.

Die Aufgaben wurden auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse nach jeder Teilstudie überarbeitet und weiterentwickelt, wodurch die Evaluation sowohl summativen als auch formativen Charakter erhält. Insgesamt konnte die grundsätzliche Durchführbarkeit des NDLA-Ansatzes mit dem vorhandenen Aufgabenpool für verschiedene Studienphasen (Studienanfänger, Fortgeschrittene) und zwei Formen des Aufgabeneinsatzes (Präsenzübung im Rahmen der Veranstaltungszeit, häusliche Begleitübung) untersucht werden. Darüber hinaus wurden aufgrund der unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkte der in Tabelle 2 genannten Lehrveranstaltungen z. T. verschiedene Aufgaben aus dem Pool ausgewählt oder angepasst, sodass in der 2. Teilstudie ein Spektrum von insgesamt 14 verschiedenen Aufgabenstellungen zum Einsatz kam. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf diese Teilstudie.

Tab. 2: Untersuchungsablauf für den Einsatz des Aufgabenpools in biologiedidaktischen Lehrveranstaltungen

Zeit	Ort, Veranstaltung, Stichprobe, Aufgabeneinsatz	Datenquelle (Stichprobengröße)
Wintersemester 2006/07	Verschiedene biologiedidaktische Lehrveranstaltungen an den Universitäten Bremen und München; Einsatz der entwickelten Aufgaben als Übungen im Rahmen der jeweiligen Veranstaltungszeit	

Revision der eingesetzten Aufgaben auf der Grundlage der Evaluationsergebnisse

Sommersemester 2007	Universität Bremen (B2)	Vorlesung „Theoretische und praktische Grundlagen des Lehrens und Lernens von Biologie“; 40 Studierende verschiedener Lehramtsstudiengänge (größtenteils Lehramt Gymnasium), 4. Fachsemester; insgesamt 4 Aufgaben als Übungen im Rahmen der Veranstaltungszeit eingesetzt	Prä-Post-Befragung (N=29 ⁴)
	Universität München (M2)	Seminar „Ausgewählte Themen der Biologiedidaktik für Fortgeschrittene“; 13 Studierende der nicht-vertieften Lehramtsstudiengänge, 8. Fachsemester; insgesamt 10 Aufgaben als häusliche Begleitübungen zur Veranstaltung eingesetzt	Prä-Post-Befragung (N=10)

Revision der eingesetzten Aufgaben auf der Grundlage der Evaluationsergebnisse

3.3 Methoden der Datenerhebung

Methodisch stützt sich die Untersuchung der unter 2.4 explizierten Fragestellungen auf eine schriftliche Befragung der Teilnehmer, die am Anfang bzw. Ende des jeweiligen Semesters im Rahmen eines Prä-Posttest-Designs erfolgte (vgl. auch Tab. 3). Dabei wurden Daten über den Ausgangszustand der Teilnehmer hinsichtlich ihres Lehramtsstudiums erhoben (Prätest), über Aspekte deren selbsteingeschätzter Kompetenz sowie deren Studieninteresse (Prätest und Posttest) sowie über

ihre Bewertung der NDLA im Anschluss an die Intervention (Posttest).

Ausgangszustand (Prätest):

Um ein Bild des selbstwahrgenommenen Ausgangszustands zu erhalten, mit dem die Lehramtsstudierenden ihre Studiensituation beschreiben, enthielt der Prätest

⁴ Die Anzahl der vorliegenden Datenquellen schwankt mit der Zahl der Teilnehmer an dem jeweiligen Veranstaltungstermin; die angegebenen Werte sind daher kleiner als die Gesamtanzahl der Teilnehmer an der Veranstaltung.

Tab. 3: Überblick über die schriftliche Befragung der Studierenden im Rahmen des Prä-Post-test-Designs

Untersuchungsaspekt	Items/Skalen in den Untersuchungsinstrumenten	
	Prätest	Posttest
Ist-/Soll-Zustand	• Kohärenz FD–EW • Qualität FD • Qualität EW • Bedarf an kohärenzstiftenden Übungen	–
Kompetenz- und Interessenentwicklung	• reproduzierbares Wissen • anwendbares Wissen • Fähigkeit zur Verknüpfung EW–FD • Interesse an EW • Interesse an FD	• reproduzierbares Wissen • anwendbares Wissen • Fähigkeit zur Verknüpfung EW–FD • Interesse an EW • Interesse an FD
Bewertung der NDLA	–	• Beitrag der NDLA zur allgemeinen Professionsentwicklung • Beitrag der NDLA zur Kohärenzstiftung

Items zur Bewertung der bisher erfahrenen Kohärenz allgemein bildungswissenschaftlicher und fachdidaktischer Anteile im Lehramtsstudium („Im Lehramtsstudium sind die erziehungswissenschaftlichen⁵ und die fachdidaktischen Studienanteile ... miteinander verknüpft.“) sowie zur insgesamt wahrgenommenen Qualität von Fachdidaktik und Bildungswissenschaften („Die Qualität meiner Ausbildung in der Biologiedidaktik / in den Erziehungswissenschaften schätze ich insgesamt als ... ein“). Diese summarische Einschätzung diente zur Anbindung an den in der Literatur be-

schriebenen Ist-Zustand (s. Abschnitt 2.1) und insbesondere der Prüfung, ob dieser sich auch in den untersuchten Stichproben tatsächlich wiederfinden lässt. Die Einschätzung erfolgte jeweils auf einer 6-stufigen notenartigen Likert-Skala von 1 = „sehr gut“ bis 6 = „ungenügend“. Die Studierenden wurden mit einem weiteren Item ergänzend auch dazu befragt, ob sie für sich einen prinzipiellen Bedarf an Übungen sehen, die sie dabei unterstützen, allgemein bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven besser zu integrieren („Ich fände Übungen sinnvoll, in denen man die Inhalte aus dem erziehungswissenschaftlichen Studium auf den Biologieunterricht beziehen kann.“, Einschätzung auf 6-stufiger Likert-Skala von 1 = „stimme voll und ganz zu“ bis 6 = „stimme überhaupt nicht zu“).

5 Obwohl im Rahmen dieses Artikels bevorzugt von „Bildungswissenschaften“ gesprochen wird (vgl. Fußnote 1), wurde in der Befragung der Studierenden die für sie vertrautere Bezeichnung „Erziehungswissenschaften“ verwendet.

Kompetenz- und Interessensentwicklung (Prätest/Posttest):

Sowohl Prä- als auch Posttest umfassten Itembatterien zur Einschätzung der Teilnehmer im Hinblick auf:

- (i) reproduzierbares und anwendbares Wissen über allgemein bildungswissenschaftliche Begriffe im Kontext des Lehrens und Lernens von Biologie. Erfragt wurde bei beiden Messzeitpunkten (vor und nach der Intervention) die Selbsteinschätzung des Wissens über zentrale Begriffe aus dem in 3.1 erläuterten Begriffsrepertoire. Dabei sollte dieses Wissen sowohl hinsichtlich seiner Reproduzierbarkeit als auch seiner Anwendbarkeit für das Unterrichten von Biologie beurteilt werden („Schätzen Sie bitte ein, inwieweit Sie diese Begriffe erklären und charakterisieren können“; „Schätzen Sie bitte ein, inwieweit Sie sich zutrauen, diese Begriffe bei der Vorbereitung, Durchführung oder Analyse von Biologieunterricht anwenden bzw. berücksichtigen zu können“; Einschätzung auf 6-stufiger Likert-Skala von 1 = „sehr gut“ bis 6 = „ungenügend“; Stichprobe B2: 8 Items, Stichprobe M2: 18 Items; $\alpha_C = .86$ (für reproduzierbares Wissen) bzw. $\alpha_C = .83$ (für anwendbares Wissen)⁶).
- (ii) Fähigkeit, allgemeine bildungswissenschaftliche und biologiedidaktische Studien miteinander zu verknüpfen (zwei Items, z. B. „Ich kann Inhalte aus dem allgemein erziehungswissenschaftlichen Studium ... mit dem Fachunterricht Biologie in Verbindung bringen.“, Einschätzung auf

6-stufiger Likert-Skala von 1 = „sehr gut“ bis 6 = „ungenügend“, $\alpha_C = .82$).

- (iii) Interesse an Erziehungswissenschaften und Biologiedidaktik (je vier Items, z. B. „Wenn ich ehrlich sein soll, sind/ist mir die Erziehungswissenschaften/die Biologiedidaktik eher gleichgültig.“, Einschätzung auf 6-stufiger Likert-Skala von 1 = „stimme voll und ganz zu“ bis 6 = „stimme überhaupt nicht zu“; α_C (EW) = .85, α_C (FD) = .65).

Bezüglich der Methodik von Selbsteinschätzungen im Berufsfeld „Lehrer“ ist festzustellen, dass diese in mindestens zwei Anwendungsbereichen als gut etabliert gelten: zum einen bezüglich allgemeiner arbeitsbezogener Einstellungen und personaler Kompetenzen, mit weitreichenden und gut belegten Konsequenzen für die Arbeitshaltung und daraus resultierende Arbeitsgesundheit (Schaarschmidt, 2002; Kieschke & Schaarschmidt, 2008), zum anderen für professionsbezogene Beratung (wie z. B. in dem EU-weiten Projekt *Career Counselling for Teachers*, Mayr, 2001, 2010; zu beachten ist, dass dort neben allgemeinen Aspekten auch fachbezogene die Selbsteinschätzung von Neugierde und, ähnlich wie in dieser Arbeit, von theoretischem Wissen und praktischem Können erhoben wird). Die psychologische Grundlage der Validität dieser Verfahren dürfte zumindest teilweise der beträchtliche Einfluss des Selbstkonzeptes, insbesondere der akademischen und disziplin-bezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf den Lernerfolg sein, der in vielen Studien nachgewiesen wurde (mittlere Effektstärke $d = .43$, einzelne Meta-Analysen bis $d = .76$; vgl. Hattie, 2009).

⁶ Angegeben sind hier und im Folgenden jeweils die Cronbachs Alpha-Werte für die größere Stichprobe B2.

Bewertung des Aufgabeneinsatzes (Posttest):

Mit Blick auf die Hauptziele der Untersuchung wurden nach Abschluss der Intervention des Weiteren direkte Beurteilungen des Aufgabeneinsatzes als hilfreiche und lernunterstützende Maßnahme in der Biologielehrerbildung erhoben. Dabei zielten drei Items auf die Wahrnehmung der Aufgaben als Beitrag für die Entwicklung professioneller Kompetenz im Allgemeinen („Professionsorientierung“, z. B. „Die Aufgaben sind ein guter Baustein für die Vorbereitung auf den späteren Biologieunterricht.“) und vier Items auf die Wahrnehmung der Aufgaben als kohärenzbildende Elemente zur Verknüpfung von Fachdidaktik und Bildungswissenschaften im Besonderen („Kohärenz“, z. B. „Die Aufgaben forderten mich heraus, mich mit der Anwendung allgemein bildungswissenschaftlicher Begriffe oder Theorien auf das Unterrichtsfach Biologie auseinander zu setzen.“). Die Einschätzung erfolgte wieder auf einer 6-stufigen „Noten“-Skala von 1 = „stimme voll und ganz zu“ bis 6 = „stimme überhaupt nicht zu“; $\alpha_C = .84$.

Über diese Prä-Post-Befragung hinaus wurden des Weiteren auch spezifische Evaluationsbögen zu jeder einzelnen Aufgabe eingesetzt, die direkt im Zuge der jeweiligen Aufgabenbearbeitung beantwortet wurden. Hier sollten die Teilnehmer u. a. folgende Aspekte einschätzen: Potential der Aufgaben in Bezug auf die zentrale Zielsetzung der NDLA (Unterstützung von Kohärenzbildung), die eigene Vertrautheit mit den inhaltlichen Schlüsselbegriffen der Aufgabe (als Maß

für das aufgabenrelevante Vorwissen der Probanden), und schließlich deren subjektiven Schwierigkeitsgrad. Diese Daten auf der Ebene der Einzelaufgaben waren vor allem wichtig für die Auswahl geeigneter (und das Verwerfen ungeeigneter) Aufgaben in den Revisionsphasen (s. Tab. 2) und sollen zum Gegenstand weiterführender Untersuchungen und Publikationen werden.

4 Ergebnisse

Die folgenden Darstellungen beziehen sich bei den statistischen Daten, soweit nicht anders vermerkt, auf die Ergebnisse aus der zweiten Teilstudie im Sommersemester 2007 (d.h. auf der Basis des überarbeiteten Aufgabenpools, Stichproben B2 und M2, vgl. Tab. 2). Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Prüfung der grundsätzlichen Umsetzbarkeit und Wirksamkeit des NDLA-Ansatzes (Aufgabenpool, Interventionsablauf).

Ausgangssituation

Die aus der Literatur bekannte unbefriedigende Bewertung der Qualität von allgemein bildungswissenschaftlichen (EW) und fachdidaktischen (FD) Studienanteilen findet sich in den untersuchten Stichproben grundsätzlich wieder (s. Tab. 4, Abb. 3), ausgeprägt vor allem am Anfang des Studiums (Stichprobe B2); dies kann sich gegen Ende des Studiums verbessern (Stichprobe M2) und für die Fachdidaktik sogar gegen „gut“ tendieren. Ein Vergleich mit Daten aus der Litera-

Tab. 4: Bewertung des Ausgangszustandes (Ist/Soll) von Qualität und Kohärenz der Studienanteile Erziehungswissenschaften und Fachdidaktik sowie des Wunsches nach Übungen zur Kohärenzbildung (6-stufige Likert-Skalen; s. 3.3)

Bewertung des Ausgangszustands (Ist/Soll)	Stichprobe B2		Stichprobe M2	
	M	SD	M	SD
Qualität allgemein bildungswissenschaftliche Studien allgemein (Ist-Zustand)	4.7	1.3	3.7	1.1
Qualität Fachdidaktik allgemein (Ist-Zustand)	4.6	1.6	2.3	.8
Kohärenz (Verknüpfung Fachdidaktik – Erziehungswissenschaften, Ist-Zustand)	5.2	1.1	4.3	1.4
Wunsch nach Übungen zur Kohärenzbildung, in denen allgemein bildungswissenschaftliche Inhalte auf den Biologieunterricht bezogen werden (Soll-Zustand)	1.9	1.2	1.5	.9

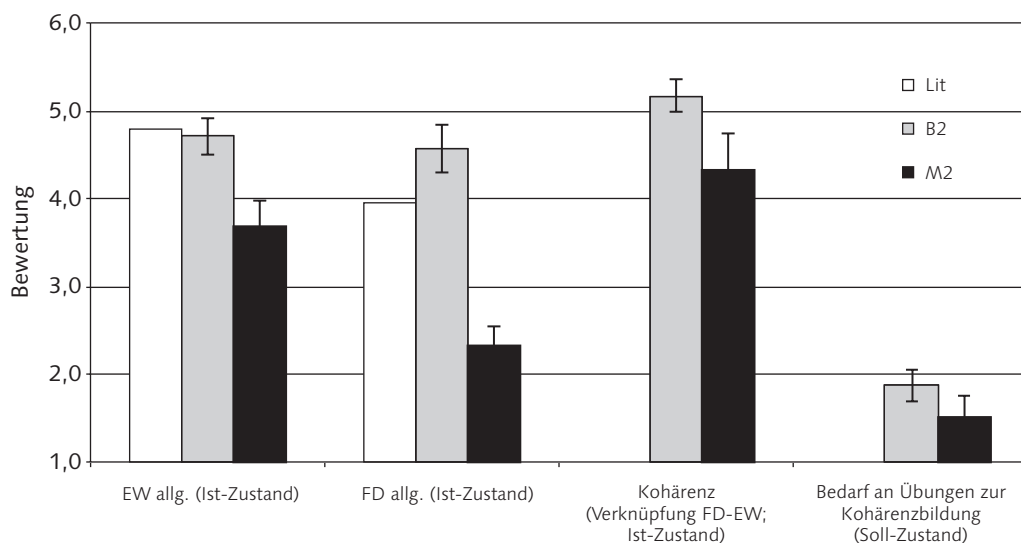


Abb. 3: Bewertung des Ausgangszustandes (Ist/Soll) von Qualität und Kohärenz der Studienanteile Erziehungswissenschaften und Fachdidaktik sowie des Bedarfes an Übungen zur Kohärenzbildung im Prätest (6-stufige „Noten“-Skala; s. 3.3; Fehlerbalken sind Standardfehler).

tur (Merzyn, 2002; erhoben bei angehenden Gymnasiallehrern direkt nach dem 2. Staatsexamen, $N=180$) bestätigt dieses Gesamtbild: ungünstige Bewertung der Erziehungswissenschaften, etwas bessere Bewertung der Fachdidaktik (umskaliert auf die hier verwendete Skala: $M=4.8$ für EW, $M=4.0$ für FD).

Eine besonders ausgeprägte Negativbewertung besteht (in Übereinstimmung mit den Defizitanalysen in der Literatur) bezüglich der bisher erfahrenen Verknüpfung allgemein bildungswissenschaftlicher und fachdidaktischer Anteile, die sich auch in einer späten Studienphase nicht merklich verbessert (Stichprobe B2: $M=5.17$ ($SD=1.10$); Stichprobe M2: $M=4.33$ ($SD=1.37$), 6-stufige Skala mit 1 als bestem Wert, s. 3.3). Dementsprechend hoch ist das Interesse der Teilnehmer an Übungen, in denen allgemein bildungswissenschaftliche Inhalte auf den Biologieunterricht bezogen werden (Stichprobe B2: $M=1.87$ (1.15); Stichprobe M2: $M=1.50$ (.90), 6-stufige Skala mit stärkster Ausprägung bei 1; s. 3.3). Interessant ist hier, dass der Bedarf bei fortgeschrittenen Studierenden (Stichprobe M2), bei denen bezüglich der Fachdidaktik ja eine Verbesserung festgestellt werden kann, sogar noch ausgeprägter ist.

Aufgabenbewertung

Unmittelbar an die bisher genannten Befunde zur Ausgangssituation schließt die Frage an, inwieweit die im Rahmen der Studie entwickelten NDLA dem Bedarf der Studierenden entsprechen können (erhoben wurde im Posttest die Bewertung der Aufgaben in Bezug auf Kohärenz im Besonderen und *a fortiori* auf Professionsorientierung im Allgemeinen, vgl. Abschnitt 3.3). Die Ergebnisse zeigen, dass dies für beide Teilstichproben der Fall ist, und zwar für B2 etwas besser als befriedigend, für M2 gut bis sehr gut. Dies gilt sowohl bezüglich des kohärenzstiftenden Potentials wie bezüglich allgemeiner Professionsorientierung (vgl. Tab. 5, Abb. 4).

Kompetenz- und Interessensentwicklung

Eine wichtige Frage im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist, ob die positive Bewertung der NDLA auch mit einer positiven Entwicklung in der Bewertung von fachdidaktischem Wissen und Kompetenzen sowie möglichen Auswirkungen auf das Interesse an den beteiligten Studiendisziplinen einhergeht. Dies wurde über einen statistischen Vergleich der Prä- und Posttest-Daten zu dem Frage-

Tab. 5: Bewertung der Wirkung der NDLA im Posttest (6-stufige „Noten“-Skala; s. 3.3)

	B2		M2	
	M	SD	M	SD
Professionsorientierung	2.8	1.0	1.6	.5
Kohärenz (Verknüpfung FD-EW)	2.7	1.0	1.6	.6

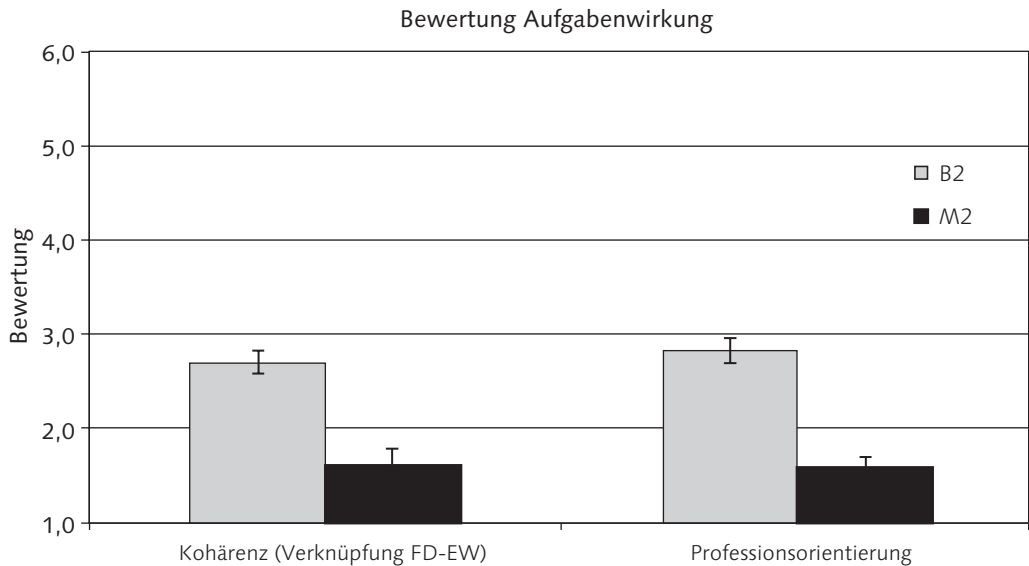


Abb. 4: Bewertung der NDLA im Posttest (6-stufige „Noten“-Skala; s. 3.3; Fehlerbalken sind Standardfehler).

bogen zur Kompetenz- und Interessensentwicklung (s. Abschnitt 3.3) ermittelt. Die Ergebnisse (s. Tab. 6 und Abb. 5; folgende Angaben in allen Fällen auf 6-stufiger notenartiger Likert-Skala mit 1 als bestem Wert, vgl. 3.3) belegen insbesondere für die Einschätzung der eigenen Fähigkeit zur Verknüpfung von allgemeinen Bildungswissenschaften und Fachdidaktik eine signifikante bzw. höchst signifikante Verbesserung (Stichprobe B2: prä $M=5.2$ ($SD=1.0$), post $M=3.5$ ($SD=1.0$), $p<0.001$; Stichprobe M2: prä $M=2.8$ ($SD=.8$), post $M=2.4$ ($SD=.7$), $p<0.05$). Zusätzlich wurde auch die Einschätzung der eigenen Entwicklung sowohl bezüglich reproduzierbarem wie anwendbarem fachdidaktischem Wissen erhoben; auch hier ist eine hoch bzw. höchst signifikante positive Entwicklung zu verzeichnen (*re-*

produzierbares Wissen: Stichprobe B2: prä $M=4.3$ ($SD=1.1$), post $M=2.6$ ($SD=.6$), $p<0.001$; Stichprobe M2: prä $M=3.4$ ($SD=.8$), post $M=2.2$ ($SD=.4$), $p<0.01$; *anwendbares Wissen*: Stichprobe B2: prä $M=4.8$ ($SD=.9$), post $M=2.8$ ($SD=.7$), $p<0.001$; Stichprobe M2: prä $M=3.6$ ($SD=.7$), post $M=2.5$ ($SD=.4$), $p<0.01$). Für den Vergleich der Teilstichproben ist noch festzustellen, dass in München (M2, Studienende) die Zuwächse insgesamt kleiner ausfallen, was im Hinblick auf die deutlich bessere Bewertung im Prätest (s. a. oben „Ausgangssituation“) plausibel im Sinne eines einsetzenden Sättigungseffektes interpretiert werden kann: für gleiche Zuwächse der abhängigen Variablen müsste eine größere Änderung der unabhängigen Variablen (z. B. Interventionsdauer) „investiert“ werden.

Tab. 6: Entwicklung von Kompetenzwahrnehmung (reproduzierbares und anwendbares erziehungswissenschaftliches Wissen im fachunterrichtlichen Kontext und Fähigkeit zur Verknüpfung EW-FD; siehe Text) und Interesse im Vergleich von Prä- und Posttest (6-stufige Likert-Skala; s. Abschnitt 3.3); Signifikanzstufen beziehen sich auf den Prä-Posttest-Vergleich (***/**/* / n.s.: höchst/hoch/einfach/nicht signifikant)

Prätest	Stichprobe B2		Stichprobe M2	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
reproduzierbares Wissen	4.3	1.1	3.4	.8
anwendbares Wissen	4.8	.9	3.6	.7
Fähigkeit zur Verknüpfung EW-FD	5.2	1.0	2.8	.8
Interesse EW	2.7	1.8	2.9	.5
Interesse FD	2.1	.8	2.6	1.0
Posttest	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
reproduzierbares Wissen	2.6***	.6	2.2**	.4
anwendbares Wissen	2.8***	.7	2.5**	.4
Fähigkeit zur Verknüpfung EW-FD	3.5***	1.0	2.4*	.7
Interesse EW	2.4 (n.s.)	1.1	2.8 (n.s.)	.9
Interesse FD	2.0 (n.s.)	.7	2.4 (n.s.)	1.1

Hinsichtlich des Interesses der Teilnehmer an Biologiedidaktik sowie an allgemeinen Bildungswissenschaften ergab sich, dass die Bewertung auch in der Ausgangssituation (s. Tab. 6, Daten zum Prätest) insgesamt besser als befriedigend bzw. für Biologiedidaktik z. T. sogar gut ausfällt (vgl. B2). Nach der Intervention findet sich für beide Teilstichproben (B2, M2) eine zahlenmäßige Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand, die jedoch klein und statistisch nicht signifikant ist (s. Tab. 6, Daten zum Posttest); die zusätzliche Arbeit (und Anforderung) mit den NDLA führt also jedenfalls nicht zu einer Verschlechterung des Interesses. Ein ggf. interessanter Nebenfund ist noch, dass

in allen Fällen (Prä/Post; B2/M2) das Interesse für Biologiedidaktik höher als für die allgemeinen Bildungswissenschaften ausgeprägt ist.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit repliziert zunächst für das Lehramtsstudium einer Naturwissenschaft (Biologie) die unbefriedigende Bewertung des Lehrangebotes in allgemeinen Bildungswissenschaften und Fachdidaktik im Allgemeinen, und der Abstimmung oder Kohärenz dieser beiden Studienanteile im Besonderen. Auf

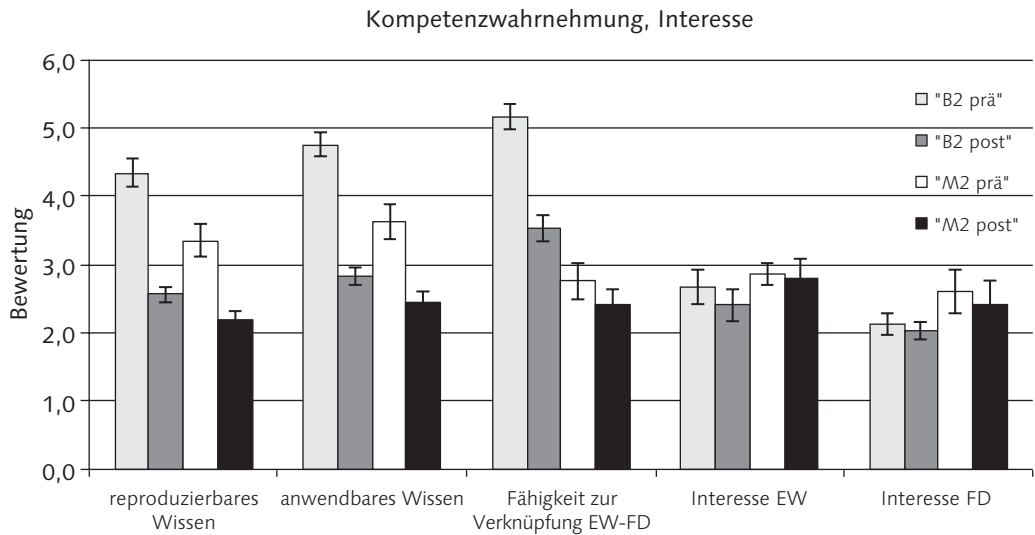


Abb. 5: Bewertung der Entwicklung von reproduzierbarem und anwendbarem erziehungswissenschaftlichem Wissen im fachunterrichtlichen Kontext, sowie der Fähigkeit zur Verknüpfung von Erziehungswissenschaften und Fachdidaktik im Vergleich von Prä- und Posttest (6-stufige „Likert“-Skala; s. 3.3; Fehlerbalken sind Standardfehler).

der Basis des Forschungsstandes sowie der eigenen Befunde wurde ein Vorschlag zur Verbesserung durch eine theoriegeleitete Intervention dargestellt, die naturwissenschaftsdidaktischen Lernaufgaben (NDLA), in denen allgemein bildungswissenschaftliche Konzepte, Theorien und Forschungsergebnisse für fachdidaktische Fragestellungen durch die Studierenden exemplifiziert werden sollen. Für diese Intervention wurden Aufgaben entwickelt und in einer ersten Phase auf die praktische Verwendbarkeit in der universitären Lehre hin überprüft und, auf der Basis der gewonnenen Erfahrungen, überarbeitet. Ein so erarbeiteter Pool von 40 Aufgaben stand dann für die eigentliche Untersuchung in der zweiten Phase zur Verfügung. Dabei wurden in zwei universitären fachdidaktischen Lehrver-

anstaltungen für Lehramtsstudierende schwerpunktmäßig deren Bewertung der Aufgaben sowie die Kompetenzentwicklung (in der Selbstbewertung) erhoben, außerdem (im Sinne einer Ist-Soll-Analyse) der Ausgangszustand bezüglich der Bewertung von Qualität und Kohärenz der Ausbildung in allgemeinen Bildungswissenschaften und Fachdidaktik.

Die Ergebnisse zeigen eine positive Bewertung der Aufgaben in Bezug auf Professionsorientierung im Allgemeinen und die Kohärenz im Besonderen (als Hauptgegenstand der Studie). Bei der wahrgenommenen Kompetenzentwicklung (Prä-Posttest-Vergleich) ergab sich ebenfalls ein positiver Effekt, und zwar wiederum in Bezug auf die Kohärenz (hier als eigene *Fähigkeit* zur Verknüpfung von allgemeinen Bildungswissenschaften und

Fachdidaktik), und auch in Bezug auf sowohl reproduzierbares wie anwendbares professionelles Wissen, welches als Voraussetzung von Kohärenz im genannten Sinne anzusehen ist. Die berichteten Effekte sind durchweg hoch bzw. höchst signifikant, mit einer Ausnahme (Stichprobe M2, Aspekt Kohärenz), für die ein Deckeneffekt plausibel ist. Interessant ist, dass auch in diesem Fall eine positive Bewertung der Aufgaben erfolgt und der Bedarf an Übungen zur Kohärenzbildung als hoch eingeschätzt wird: Auch für fortgeschrittene Studierendengruppen mit einer entsprechend besseren Einschätzung der eigenen Kompetenzen besteht also anscheinend ein *Bedarf* an instruktionalen Maßnahmen zur Ausbildung von Kohärenz, und NDLA werden als ein sinnvolles *Angebot* in diesem Sinne wahrgenommen. Als wichtige nichtkognitive Variable wurde das Interesse an Fachdidaktik (Biologiedidaktik) und allgemeinen Bildungswissenschaften sowie dessen mögliche Beeinflussung durch die NDLA erhoben. Bemerkenswert ist zunächst, dass das Interesse von Lehramtsstudierenden an Fachdidaktik und allgemeinen Bildungswissenschaften durchaus nicht gering ist (gute bzw. mittlere Ausprägung auf der verwendeten Skala). Bezüglich der Intervention findet sich eine zwar kleine numerische Verbesserung im Prä-Posttest-Vergleich, die jedoch statistisch nicht signifikant ist. Die diesbezügliche Hypothese wird durch die vorliegenden Daten also nicht gestützt, aber die zusätzliche Arbeit (und Anforderung) durch die Aufgaben führt auch nicht zu einer Verschlechterung des Interesses. Es ist hier-

bei möglich, dass ein eventueller Einfluss der Auseinandersetzung mit den Aufgaben auf das Interesse als dispositionale Variable nach dem vergleichsweise kurzen Interventionszeitraum noch nicht nachzuweisen ist (anders als bei den spezifisch auf die Lerngegenstände bezogenen kognitiven Variablen wie z. B. dem Lernzuwachs). Vielmehr würde es womöglich erst der wiederholten Anwendung des erworbenen Wissens und dessen Bewährung in konkreten Handlungssituationen bedürfen, um wirklich einen auf der Kompetenzerfahrung beruhenden *Interessenzuwachs* nachweisen zu können.

Da aber das *Niveau* des Interesses an allgemeinen Bildungswissenschaften und Fachdidaktik schon im Ausgangszustand relativ hoch ist, kann deren (aus der Literatur) allgemein bekannte kritische bis sehr kritische Bewertung durch Lehramtsstudierende jedenfalls weder auf ein generelles Desinteresse zurückzuführen sein, noch zieht sie ein solches notwendigerweise nach sich. Die positive Interessenslage bei negativer Qualitätsbewertung weist auf ein offensichtliches Entwicklungspotential bei der fachdidaktischen und allgemein bildungswissenschaftlichen Ausbildung von naturwissenschaftlichen Lehrkräften hin. Die hier vorgestellte instruktionale Maßnahme mit fachdidaktischen Lernaufgaben versteht sich als ein Beitrag hierzu, der eine Kohärenzbildung im Dienste des Erwerbs eines anwendungsfähigen Professionswissens für Lehrkräfte der Naturwissenschaften unterstützen kann.

Eine Begrenzung der vorliegenden Untersuchung liegt in der relativ kleinen Stich-

probengröße. Da die Arbeit aber auf die grundsätzliche Durchführbarkeit und Wirksamkeit des Ansatzes zielt, interessiert in dieser Forschungsetappe vor allem die Signifikanz (und Effektstärke) des Prä-Posttest-Vergleiches, und dafür ist die Stichprobe groß genug (und wäre im gegebenen Forschungsrahmen aus organisatorischen Gründen überdies nicht größer möglich gewesen). Die Bearbeitung stärker differenzierender Forschungsfragen (z. B. Kontrollgruppenvergleich, unterschiedliche Organisationsformen) wird nur mit größeren Stichproben möglich sein. Die nächsten Schritte nach Entwicklung, Pilotierung und Untersuchung der Bewertung von Aufgaben sowie des Lernfortschritts bestehen deswegen zweifellos darin, die gefundenen positiven Effekte in einer größeren Stichprobe, für die Biologiedidaktik sowie die Fachdidaktiken anderer Naturwissenschaften, und nach dem Vorbild der im Rahmen der PCK-Forschung neu entstehenden Instrumente zur Erhebung von Professionswissen (u. a. Jüttner & Neuhaus, 2012; Kunter et al., 2011; Schmelzing et al., 2010; Park & Oliver, 2008) zu validieren. In einem solchen Rahmen kann auch detailliert der Frage nachgegangen werden, wie sich das Lernen mit NDLA auf die verschiedenen Dimensionen des professionellen Wissens angehender Lehrkräfte auswirkt und welchen genauen Einfluss dies auf die Struktur dieses Professionswissens hat. Aus den beobachteten Unterschiedstendenzen zwischen den hier untersuchten beiden Stichproben ergeben sich des Weiteren als neue Forschungsfragen, ob unterschiedliche organisatorische Formen (integrierte Prä-

senzübung in der Vorlesung, Hausaufgabe, ggf. andere) unterschiedlich wirksam sind, ob unterschiedliche Studienzeitpunkte (Anfangs- oder Abschlussphase) zu unterschiedlicher Wirksamkeit führen, und ob es ggf. wirksame Kombinationen von Organisationsphasen und Studienzeitpunkt gibt (im Sinne von *Aptitude-Treatment-Interaktionen*). Wir sehen in der erfolgten Materialentwicklung naturwissenschaftsdidaktischer Lernaufgaben und den dazu bereits vorliegenden empirischen Ergebnissen, über die hier berichtet wurde, eine sinnvolle Grundlage für die weitere Untersuchung dieser Forschungsfragen wie auch für die weitere praktische Erprobung des Ansatzes.

Danksagung

Dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und der Stiftung Mercator wird für finanzielle Förderung im Rahmen des Programms *LeNa* gedankt. Unser Dank gilt außerdem den beiden anonymen Gutachtern für wertvolle Hinweise zur Überarbeitung des Manuskripts.

Anmerkung

Teile dieses Beitrags beruhen auf einer Veröffentlichung im Forschungsband der Internationalen Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBIO (Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland) 2007 in Essen (Germ, Müller & Harms, 2009a).

Literatur

- Abel, J. (2006). Wie sehen Studierende die curriculare Abstimmung in der Grundschullehrerbildung? In J. Seifried & J. Abel (Hrsg.), *Empirische Lehrerbildungsforschung. Stand und Perspektiven* (S. 30–43). Münster: Waxmann.
- Anderson, L. W. (Ed.), Krathwohl, D. R. (Ed.), Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J. & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Berck, K.-H. & Graf, D. (2003). *Biologiedidaktik von A bis Z. Wörterbuch mit 1000 Begriffen*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35, 463–482.
- Blömeke, S. (2002). *Universität und Lehrerbildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Blömeke, S., Felbrich, A., Müller, C., Kaiser, G. & Lehmann, R. (2008). Effectiveness of teacher education. State of research, measurement issues and consequences for future studies. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 40, 719–734.
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D. & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. *Unterrichtswissenschaft*, 34(4), 330–357.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) (Hrsg) (1997). Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. *Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Heft 60*. Bonn: BLK.
- Bloom, B. S. (Ed.), Engelhart, M. D., Frust, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives. Handbook 1: Cognitive domain*. New York, NY: McKay.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (Enzyklopädie der Psychologie, Serie I, Bd. 3, S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Bromme, R. (2008). Lehrerexpertise. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie (Handbuch der Psychologie, Bd. 10)* (S. 159–167). Göttingen u. a.: Hogrefe.
- Cochran, K. F., King, R. A. & DeRuiter, J. A. (1991). *Pedagogical content knowledge: A tentative model for teacher preparation*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), Chicago, April 1991 (ERIC Document Reproduction Service No. ED 340683).
- Cochran-Smith, M. & Zeichner, K. M. (2005). Teacher education. *The report of the AERA Panel on Research and Teacher Education*. Mahwah, NJ: Lawrence-Erlbaum.
- Cochran-Smith, M., Feiman-Nemser, S., McIntyre, J.D. & Demers, K.E. (Eds.) (2008). *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Routledge.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York, NY: Plenum.
- Edelmann, W. (2000). *Lernpsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Flach, H., Lück, J. & Preuss, R. (1995). *Lehrerbildung im Urteil ihrer Studenten. Zur Reformbedürftigkeit der deutschen Lehrerbildung*. Frankfurt a. M.: Lang.
- Gage, N. L. & Berliner, D. C. (1996). *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz.
- Germ, M. (2009). *Lernaufgaben als kohärenzbildende Elemente in der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung*. Kiel: Dissertation. <http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00004481> (27.09.2013)
- Germ, M., Müller, A. & Harms, U. (2009a) Aufgabenkultur und generatives Lernen in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehrerbildung. In U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 3* (S. 219–235). Innsbruck: Studienverlag.

- Germ, M., Müller, A., & Harms, U. (2009b). Application of exercise tasks as generative learning facilities for fostering coherence in biology teacher education. In M. Hammann, A. J. Waarlo & K. T. Boersma (Eds.), *The Nature of Research in Biological Education: Old and New Perspectives on Theoretical and Methodological Issues* (pp. 215–229). Utrecht: CD-beta Press.
- Germ, M., Müller, A. & Harms, U. (2010). Lernaufgaben in der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung. In D. Höttecke (Hrsg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Dresden 2009* (S. 257–259). Berlin: LIT.
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (Hrsg.) (2006). *Fachdidaktik Biologie – begründet von Dieter Eschenhagen, Ulrich Kattmann und Dieter Rodi*. Köln: Aulis.
- Großschedl, J., Harms, U. & Glowinski, I. (2013). Universitäre Biologielehrausbildung auf dem Prüfstand. *Biologie in unserer Zeit*, 43(3), 147–149. doi: 10.1002/biuz.201390052.
- Gruber, H. & Renkl, A. (2000). Die Kluft zwischen Wissen und Handeln: Das Problem des tragen Wissens. In G. H. Neuweg (Hrsg.), *Wissen, Können, Reflexion* (S. 155–174). Innsbruck: Studienverlag.
- Hammerness, K. (2006). From coherence in theory to coherence in practice. *Teachers College Record*, 108(7), 1241–1265.
- Harms, U., Mayer, J., Hammann, M., Bayrhuber, H. & Kattmann, U. (2004). Kerncurriculum und Standards für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In H.-E. Ternoth (Hrsg.), *Biologie, Chemie, Physik, Geschichte, Politik. Expertisen – im Auftrag der KMK* (S. 22–84). Weinheim: Beltz.
- Häußler, P. & Lind, G. (1998). *Erläuterungen zu Modul 1 der BLK-Programmförderung Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. <<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/db/62/modul1.doc>> (22.09.2013).
- Helmke, A. (2006). Was wissen wir über guten Unterricht? *Pädagogik*, 58, 42–45.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Jüttner, M. & Neuhaus, B. J. (2012). Development of items for a pedagogical content knowledge test based on empirical analysis of pupil's errors. *International Journal of Science Education*, 34(7), 1–19.
- Jüttner, M. & Neuhaus, B. J. (2013). Das Professionswissen von Biologielehrkräften – Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 31–49.
- Jatzwauk, P., Rumann, S. & Sandmann, A. (2008). Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistung der Schüler – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 263–283.
- Kieschke, U. & Schaarschmidt, U. (2008). Professional commitment and health among teachers in Germany. A typological approach. *Learning & Instruction*, 18, 429–437.
- Killermann, W., Hiering, P. & Starosta, B. (2005). *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik*. Donauwörth: Auer.
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2013). Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge: The Role of Structural Differences in Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90–106.
- Krapp, A. (2006). Interesse. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 280–290). Weinheim: Beltz.
- Kuhn, J. & Müller, A. (2010). LeNa – Lehrerbildung in den Naturwissenschaften: Regionales Netzwerk und Forschungsorientierung in der Lehrerbildung. In J. Abel & G. Faust (Hrsg.), *Wirkt Lehrerbildung? Antworten aus der empirischen Forschung* (S. 301–310) Münster: Waxmann.

- Kuhn, J., Müller, A. & Schneider, C. (2008). Das Landauer Programm zur Lehrerbildung in den Naturwissenschaften (LeNa): Standardbezogene Evaluation und Interventionen für eine verbesserte Abstimmung auf dem Prüfstand., *Empirische Pädagogik (Themenheft)*, 22(3), S. 305–327.
- Kühn, S. (2011). Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe und im Abitur. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 35–55.
- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2007). PISA 2000 bis 2006 – Ein Vergleich anhand eines Strukturmodells für naturwissenschaftliche Aufgaben. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 199–220.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.) (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Leisen, J. (2003). Wider das Frage- und Antwortspiel. Neue Inhalte aufgabengeleitet entwickeln. In H. Ball, G. Becker, R. Bruder, R. Girmes, L. Stäudel & F. Winter (Hrsg.), *Aufgaben. Lernen fördern – Selbstständigkeit entwickeln*. Friedrich Jahresheft XXI, 116–118.
- Leisen, J. (2005). Ein kohärentes Ausbildungsmodell, basierend auf Standards, Modulen und Ausbildungsdokumentation. *Seminar*, 1, 60–68.
- Leisen, J. (2006). Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(5), 260–266.
- Leisen, J. (2012). *Standardsituationen im Lehrerberuf. Materialien des Studienseminars Koblenz*. <<http://www.studienseminar-koblenz.de/seminarprogramm/standardsituationen.htm>> (12.05.2012).
- Lersch, R. (2006). Lehrerbildung im Urteil der Auszubildenden. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 51. Beiheft, 164–181.
- Mayr, J. (2001). Ein Lehrerstudium beginnen? Selbsterkundungs-Verfahren als Entscheidungshilfe. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 1(1), 88–97.
- Mayr, J. (2010). Selektieren und/oder qualifizieren? Empirische Befunde zu guten Lehrpersonen. In J. Abel & G. Faust (Hrsg.), *Wirkt Lehrerbildung? Antworten aus der empirischen Forschung* (S. 73–89). Münster: Waxmann.
- Mende, P. (1994). *Zur Rolle didaktischer Begriffe in der Lehrerbildung. Empirische Untersuchungen aus dem Bereich der Biologiedidaktik*. Justus-Liebig-Universität Gießen: Dissertation.
- Merzyn, G. (2002). *Stimmen zur Lehrerbildung. Ein Überblick über die Diskussion*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Merzyn, G. (2004). *Lehrerbildung – Bilanz und Reformbedarf. Ein Überblick über die Diskussion*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Meyer, H. (2005). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Müller, A. & Helmke, A. (2008). Qualität von Aufgaben als Merkmale der Unterrichtsqualität – verdeutlicht am Fach Physik. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen* (S. 31–46). Münster: Waxmann.
- Müller, A. & Müller, W. (2002). Physikaufgaben und Kompetenzentwicklung. *Unterricht Physik*, 13(67), 31–33.
- Müller, A., Müller, W. & Schwarz, O. (2005). Lehrerbildung in den Naturwissenschaften – Ein aussichtsreiches Programm. In V. Nordmeier (Hrsg.), *Vorträge – Physikertagung 2005 Berlin* (CD-ROM). Berlin: Lehmanns.
- Nienhaus, G. U. (2007). Die Physik auf Bologna-Kurs. Eine Umfrage der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) gibt einen Überblick über die Einführung der neuen Bachelor- und Masterstudiengänge. *Physik-Journal*, 6, 27–30.
- Nolle, A. (2004). *Evaluation der universitären Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Erhebung zur pädagogischen Kompetenz von Studierenden der Lehramtsstudiengänge*. München: M-Press.
- Oser, F. (2001). Standards: Kompetenzen von Lehrpersonen. In F. Oser & J. Oelkers (Hrsg.), *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards* (S. 115–342). Chur u. Zürich: Rüegger.

- Ölkers, J. (2009). „*I wanted to be a good teacher ...*“ *Zur Ausbildung von Lehrkräften in Deutschland*. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Park, S. & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38, 261–284.
- Peterßen, W. H. (2004). Aufgabenorientiertes Lernen. Didaktische Überlegungen zur Förderung produktiven Wissens. *Schulmagazin 5 bis 10*, 72(4), 9–11.
- Reintjes, C. (2006). Wie beurteilen die Ausbilder der zweiten Phase die pädagogischen Kenntnisse der Absolventen der ersten Phase? *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 51. Beiheft, 182–198.
- Renkl, A., Mandl, H. & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31(2), 115–121.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 167–187.
- Schadt-Krämer, C. (1992). *Pädagogik im Studium von Lehramtsstudenten*. Opladen: Westdt. Verlag.
- Schaarschmidt, U. (2002). Die Belastungssituation von Lehrerinnen und Lehrern. Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der Potsdamer Lehrerstudie. *Pädagogik*, 54(7/8), 8–13.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 45–66.
- Schmelzing, S., Wüsten, S., Sandmann, A. & Neuhäus, B. J. (2010). Fachdidaktisches Wissen und Reflektieren im Querschnitt der Biologielehrerbildung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 189–207.
- Sharp, D. C., Knowlton, D. S. & Weiss, R. E. (2005). Applications of generative learning for the survey of international economics course. *Journal of Economic Education*, 36(4), 345–357.
- Shulman (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.) (2004). *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M. & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 442–468.
- Tepner, O., Roeder, B. & Melle, I. (2010). Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 209–233.
- Terhart, E. (Hrsg.) (2000). *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland. Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission*. Weinheim: Beltz.
- Thonhauser, J. (2008). *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen*. Münster: Waxmann.
- Wellenreuther, M. (2008). *Lehren und Lernen – aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Wissenschaftsrat (Hrsg.) (2001). *Empfehlungen zur künftigen Struktur der Lehrerbildung*. Berlin: Wissenschaftsrat.
- Wittrock, M. C. (1974). Learning as a generative process. *Educational Psychologist*, 11(2), 87–95.
- Wittrock, M. C. (1992). Generative learning processes of the brain. *Educational Psychologist*, 27(4), 531–541.

KONTAKT

Prof. Dr. Andreas Müller
Fac. des Sciences/Sect. Physique
Institut Universitaire
de Formation des Enseignants (IUFÉ)
40, Boulevard du Pont d'Arve (Pavillon Mail)
1211 Genève
andreas.mueller@unige.ch

AUTORENINFORMATION

Dr. Michael Germ
Institut für Didaktik der Biologie,
Ludwig-Maximilians-Universität München

Prof. Dr. Andreas Müller
Institut Universitaire de Formation
des Enseignants (IUFÉ), Universität Genf

Prof. Dr. Ute Harms
Abteilung Didaktik der Biologie,
Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)