

Inklusionsorientierte Qualifizierung angehender Lehrkräfte

Das Projekt FDQI-HU-MINT der HU Berlin

Dominik Bechinie, Katja Eilerts, Julia Frohn, Sia Marsch, Annette Upmeier zu Belzen, Stephen Mayer und Burkhard Priemer

Projektziel: Interdisziplinäre Seminarentwicklung

Das maßgebliche Zielkonstrukt im Projekt FDQI-HU ist die adaptive Lehrkompetenz, bestehend aus den Konstruktfacetten diagnostische und didaktische Kompetenz sowie Klassenführungs- und Sachkompetenz (Brühwiler, 2014). Adaptive Lehrkompetenz kann im Professionalisierungsdiskurs über zukünftige Lehrkräfte als Bindeglied zwischen strukturtheoretischen (Helsper, 2011) und kompetenzorientierten Ansätzen (Baumert & Kunter, 2011) definiert werden. Sie gilt als Professionalisierungsansatz, „der die Situationsspezifität und Komplexität unterrichtlichen Handelns berücksichtigt und gleichzeitig eine Konkretisierung der Lehrkräftekompetenzen und entsprechende empirische Untersuchungsansätze verspricht“ (Frohn, Schmitz & Pant, 2020, S. 32).

Adaptive Lehrkompetenz verspricht, den Anforderungen des Unterrichtens in heterogenen Lerngruppen professionell zu begegnen. Dies soll auf zwei Ebenen geschehen: einerseits auf der Makroebene bei der Planung mit Blick auf Inhalte, Methoden, Medien, Materialien, Sozialformen und Lernzeiten; andererseits auf der Mikroebene als situationsspezifische Handlungsebene in der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden (Schmitz, 2017). Da in den Interventionen der ersten Förderphase vornehmlich die Planungskompetenz fokussiert wurde, liegt der Fokus der Seminare dieser Förderphase vor allem auf der Ermöglichung einer Praxiserfahrung und hiermit auf einer Stärkung der adaptiven Handlungskompetenz. Um diese angemessen zu fördern, führen Studierende in FDQI-HU-Seminaren Lernsequenzen mit Schülerinnen und Schülern in Lehr-Lern-Laboren (Priemer & Roth, 2020) durch. Zur Förderung der anvisierten Kompetenzen wurden in der ersten Projektphase von FDQI-HU fünf flexibel einzusetzende Bausteine für die universitäre Lehrkräftebildung entwickelt (Brodeser et al., 2020), die in der zweiten Förderphase im interdisziplinären Team an die Anforderungen inklusionsorientierter MINT-Lehre adaptiert werden. In enger Anbindung an die Modulstruktur der Lehrkräftebildung der HU stellen die Fächer Mathematik, Biologie und Physik jeweils

ein komplettes Modul für die Intervention bereit. Dieses umfasst eine gemeinsame Blockveranstaltung sowie darauf aufbauende semesterbegleitende fachbezogene Sitzungen. Am Ende des Semesters findet eine weitere gemeinsame Blockveranstaltung als Studierenden-Konferenz statt, auf der Ergebnisse und Erfahrungen aus den Praxissequenzen im Lehr-Lern-Labor vorgestellt und reflektiert werden.

Wie auch in der ersten Förderphase wird eine Evaluation die Annahme prüfen, dass zwischen den beiden Messzeitpunkten am Beginn und am Ende des Semesters die Steigerung adaptiver Lehrkompetenz in der Interventionsgruppe größer ist als in der Vergleichsgruppe. In der ersten Förderphase wurden anhand eines Validierungsverfahrens mit Expertinnen und Experten drei Indizes adaptiver Lehrkompetenz festgelegt (Schmitz, Simon & Pant, 2020), die als Messinstrumente Anwendung finden. Sie werden in dieser Förderphase weiterentwickelt, indem ein ergänzendes Expertinnen- und Expertenverfahren durchgeführt und per Regressionsanalyse die Struktur der Indizes überprüft und ggf. angepasst wird. Die Befragung basiert auf der Vorführung von Videosequenzen und offenen Items im dyadischen Verfahren (Schmitz, Brodeser & Pant, 2020). Der ursprünglich im Paper-Pencil-Verfahren angewandte Fragebogen wird in ein digitales Format zur online-Datenerhebung überführt. Es wird ein Vergleich angestrebt, ob die Modifikation der Interventionen zu anderen Ergebnisstrukturen führt als in der ersten Förderphase.

Ziele der beteiligten MINT-Fächer

Die am Projekt beteiligten Fächer setzen die Interventionen der FDQI-HU-Konzeption im Rahmen ausgewählter Seminare im Master of Education um. Nach allgemeindidaktischer Einführung der oben beschriebenen Konstrukte, werden diese in den drei Fächern fachlich kontextualisiert angewendet, indem inklusionsorientierte Lernsequenzen theoriebasiert konzipiert und entwickelt werden. Dabei wird von Ansätzen wie dem *Didaktischen Modell für inklusive Lehren und Lernen* (DiMiLL; Frohn et al., 2019), dem *Universal Design for Learning* (UDL; CAST, 2011) und dem Konstrukt der Darstellungsflüchtigkeit (Huhmann, 2013) ausgegangen und schritt-

weise ein exemplarischer fachlicher Inhalt in den Blick genommen. Zentrales Element dieser Lernsequenzen ist die Unterstützung durch ein digitales Tool in Form einer App, das heterogenitätssensibles Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte, Prozesse und Erkenntnismethoden durch Dokumentations- und Strukturierungsfunktionen fördert. Im letzten Abschnitt des Seminars erfolgt die Erprobung, Reflexion und Weiterentwicklung der Lernsequenzen in Lehr-Lern-Laboren, in denen adaptive Kompetenzen der Studierenden gefördert werden sollen.

Beschreibung der App

Die App soll als Scaffold für die Dokumentation in Experimentier-, Modellierungs- sowie Problemlöseprozessen dienen. Den Schülerinnen und Schülern soll mithilfe dieser App ermöglicht werden, Ansätze und Ergebnisse schnell und mit geringem Aufwand zum Beispiel über Bild- und Videoaufnahmen zu dokumentieren. Weiterhin sind Funktionen geplant, die das Kommentieren und Sortieren der gesammelten Daten und Bilddateien erlauben. Auf diese Weise stehen den Lernenden nicht nur die durchlaufenen Experimentier- und Modellierungsprozesse, sondern auch die eigenen Denkprozesse für die Reflexion im Anschluss zur Verfügung. Die interdisziplinär entwickelte App soll barrierearm gestaltet sein und adaptiv von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften an die jeweiligen Präferenzen angepasst werden können. Für die Reduzierung der Barrieren wird auf die Expertise der Querlagen des Projekts FDQI-HU-MINT (Rehabilitationswissenschaften, digitale Medienbildung und Sprachbildung) zurückgegriffen. Da eine umfassend barrierefreie App im Rahmen des Projekts aus zeitlichen Gründen nicht umsetzbar ist, wird in Absprache mit den Querlagen sowie unter Berücksichtigung der Dissertationsschwerpunkte eine Auswahl der barrierenreduzierenden Optionen der App getroffen.

Forschungsprojekte

Die Forschungsprojekte, die im Rahmen von Dissertationen umgesetzt werden, adressieren die Ebene der Schülerinnen und Schüler. Die in der Intervention entwickelten heterogenitätssensiblen Lernumgebungen werden weiterentwickelt und in Schulen eingesetzt. Die Umsetzung erfolgt mithilfe der im DiMiLL (Frohn et al., 2019) beschriebenen Prozessmerkmale inklusiven Unterrichts unter Fokussierung der individuellen Nutzung des Angebotes zur Kompetenzentwicklung der Lernenden. Dabei wird der projektübergreifende theoretische Rahmen fachbezogen operationalisiert, zur empirischen Untersuchung individueller Lernprozesse durchgeführt und evaluiert.

In allen *Dissertationen* nimmt zudem das Konstrukt der Prozessflüchtigkeit eine zentrale Rolle

ein. Es basiert auf dem in der Mathematik erstmals beschriebenen Phänomen der Darstellungsflüchtigkeit (Huhmann, 2013). Dieses wird als eine von mehreren Ursachen des *Cognitive Load* gesehen und entsteht, weil „[Modellierungs- und Problemlöseprozesse sowie] Darstellungen ohne Dokumentation nach der Durchführung den Schülerinnen und Schülern nicht mehr zugänglich und somit ‚flüchtig‘ sind“ (Huhmann, 2013). In Anlehnung an Huhmann (2013) sowie Beyer, Eilerts und Huhmann (2020) wird bezüglich naturwissenschaftlicher Prozesse ebenfalls eine Flüchtigkeit angenommen bzw. für wahrscheinlich gehalten. Im Projekt wird daher der Begriff Prozessflüchtigkeit verwendet. So kann davon ausgegangen werden, dass beim Betrachten und Ausführen von Prozessen, beispielsweise in Experimenten oder Modellierungen, der Prozess des „Ausprobierens“ bzw. des „Trial-and-Error“ nach Beendigung von den Schülerinnen und Schülern ebenfalls häufig nicht mehr nachvollzogen werden kann.

Für Lernprozesse wird angenommen, dass auf der Ebene der Person *Cognitive Load*, Motivation, Sprachkompetenz, kognitive Fähigkeiten und fachbezogenes Vorwissen Prädiktoren für erfolgreiches Lernen sind (siehe z. B. Dresel & Haugwitz, 2008; Kalyuga, 2007; Köller, 1998).

Des Weiteren stehen Lehrkräfte für das Lernen in heterogenen Gruppen vor der Herausforderung, barrierearme Angebote zu erstellen, die den individuellen Lernenden gerecht werden. Im Rahmen der Dissertationen werden daher diese relevanten Personenmerkmale um Heterogenitätsdimensionen, wie z. B. die Wahrnehmungsfähigkeit oder motorische Fähigkeiten, ergänzt. Auf der individuellen Ebene wird Lernen als Relation zwischen Person und Situation verstanden, die bestimmte Handlungsangebote (Affordances) und Handlungsbeschränkungen (*Constraints*) beinhaltet (Greeno, Smith & Moo, 1993; Renkl, 2010). Die aus dem Nutzungsverhalten der App erhobenen Daten werden hinsichtlich des Potentials, Prozessflüchtigkeit und somit *Cognitive Load* zu reduzieren, ausgewertet. Für die Evaluation des digitalen Angebots werden Merkmale der Lernenden vor und nach der Nutzung (Merkmale der Person, z. B. Sprache, Fachwissen), das individuelle Nutzungsverhalten sowie die persönliche Wahrnehmung des Angebots während der Nutzung erfasst.

Da durch die Verbindung von erfassten Personenmerkmalen mit Merkmalen der Situation sowie der Situationswahrnehmung der einzelnen Schülerinnen und Schüler Unterschiede in individuellen Lernverläufen beobachtet, erklärt und letztlich vorausgesagt werden können (Ziegler, Schroeter, Lüdtke & Roemer, 2018), sollen mithilfe dieser Erkenntnisse Gelingenbedingungen für inklusions-

orientierten Fachunterricht exemplarisch an ausgewählten Themen der MINT-Fächer beschrieben werden.

Nach der Pilotierung der interdisziplinär entwickelten App für inklusives MINT-Lernen in den Lehr-Lern-Laboren, und der damit einhergehenden Testung der Usability, werden in der Hauptstudie die Potenziale dieser App im Kontext von Modellierungsprozessen im Mathematikunterricht der Primarstufe in Bezug auf ihren Beitrag zu einem inklusiven, digitalgestützten Unterricht für alle Schülerinnen und Schüler untersucht.

Der Einsatz von Modellierungsaufgaben in der Grundschule ist auch heute noch eher die Ausnahme, da sie durch ihre Komplexität und ungewohnte Herangehensweise Schülerinnen und Schüler vor dementsprechend große Herausforderungen stellen (Eilerts & Skutella, 2018).

Die App ist hierbei unterstützendes Element zur Dokumentation und Strukturierung von Gedankengängen, um so den *Cognitive Load* zu verringern. Hierdurch wird der dem Modellieren inhärente Prozess des Reflektierens und Validierens sowie des Darlegens des Lösungsweges bzw. der Ergebnisse und somit die Kompetenz des Argumentierens (siehe Modellierungskreislauf nach Blum & Leiß, 2005) gestützt. Sie ist durch ihre Adaptivität in unterschiedlichen Lernumgebungen einsetzbar, von denen zwei Lernumgebungen (siehe Eilerts & Kolter, 2015; Eilerts et al., 2018) exemplarisch fokussiert werden sollen. Diese werden sowohl von Experimentalgruppen (mit Einsatz der App) als auch von Kontrollgruppen (dieselbe analoge Lernumgebung, ohne Einsatz der App) durchlaufen. Um Rückschlüsse auf die Nutzung und das Potenzial der App zu ziehen, werden bei allen Durchführungen Daten zur Nutzung der App und zu den Schülerinnen und Schülern erhoben. Hierzu gehören z. B. Logfiles, um die Nutzung der App auszuwerten, Kategorien zu bilden, Zusammenhänge zu den anderen Variablen herzustellen und Handlungsempfehlungen zu geben.

Des Weiteren werden die Kompetenzstufen der einzelnen Schülerinnen und Schüler in Bezug auf das Problemlösen in inner- und außermathematischen Kontexten des Modellierens bzw. in diesem Zusammenhang insbesondere die Kompetenzstufen des Argumentierens erfasst (IQB, 2013), wobei „Argumentieren bedeutet, dass mathematische Begründungen selbst gesucht [...] werden. [...] [Es steht] das Identifizieren von Zusammenhängen und das Anstellen von Vermutungen an sich im Zentrum der Tätigkeit, etwa um Begründungen für einen Sachverhalt angeben zu können“ (Stanat et al., 2012, S. 37). Durch das Kontrollgruppensign können Schlussfolgerungen gezogen werden, welchen Einfluss der Einsatz der App auf die För-

derung individueller Kompetenzen in komplexen Situationen hat, angezeigt durch das Erreichen höherer Niveaustufen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Perspektivisch soll die App Lehrkräften zur Verfügung gestellt und deren Potenzial durch die Beschreibung der konzipierten Lernsequenzen exemplarisch erläutert werden.

Darüber hinaus werden im Projekt weitere inklusionsorientierte Lernumgebungen für die Unterrichtsfächer Biologie und Physik entwickelt und im Rahmen von Dissertationen wissenschaftlich evaluiert. In allen Dissertationsprojekten soll somit die Eignung des DiMiLL für die Planung inklusiver Lernumgebungen empirisch untersucht werden. Die zu den jeweiligen Themen der Fächer Mathematik, Biologie und Physik konzipierten inklusiven Lernsequenzen dienen dann als Best-Practice-Beispiele für die Anwendung des DiMiLL.

Literatur

- Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–54). Münster: Waxmann.
- Beyer, S., Eilerts, K., & Huhmann, T. (im Druck). Analyse von analogen und digital-gestützten Problemlöseprozessen sowie Nutzungsweisen von Hilfen in der Lernumgebung Pentominos mittels qualitativer Inhaltsanalyse. In S. Ladel, C. Schreiber, R. Rink & D. Walter (Hrsg.), *Aktuelle Forschungsprojekte zu digitalen Medien in der Primarstufe. (Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien, Bd. 6)*. Münster: WTM-Verlag.
- Blum, W., & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der Tanken-Aufgabe. *Mathematik lehren*, (128), 18–21.
- Brodesser, E., Frohn, J., Welskop, N., Liebsch, A.-C., Moser, V., & Pech, D. (Hrsg.) (2020). *Inklusionsorientierte Lehr-Lern-Bausteine für die Hochschullehre. Ein Konzept zur Professionalisierung zukünftiger Lehrkräfte*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Brühwiler, C. (2014). *Adaptive Lehrkompetenz und schulisches Lernen: Effekte handlungssteuernder Kognitionen von Lehrpersonen auf Unterrichtsprozesse und Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler*. Münster, New York: Waxmann.
- Dresel, M., & Haugwitz, M. (2008). A Computer-Based Approach to Fostering Learning Motivation and Self-Regulated Learning. *The Journal of Experimental Education*, 77(1), 3–18.
- Eilerts, K., & Huhmann, T. (2018). Ein interdisziplinäres Projekt zur Entwicklung und Erforschung digital unterstützter Lehr-Lernumgebungen für den Inhaltsbereich Raum und Form im Mathematikunterricht der Primarstufe. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 497–500). Münster: WTM-Verlag.

- Eilerts, K., & Skutella, K. (2018). *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht. Ein ISTRON-Band für die Grundschule*. Wiesbaden: Springer.
- Eilerts, K., & Kolter, J. (2015). Modellieren baut Brücken – Eine Kletterwand für Klasse 1 bis 6. *Mathematik lehren*, (192), 20–24.
- Frohn, J., Brodessa, E., Moser, V., & Pech, D. (2019). *Inklusives Lehren und Lernen. Allgemein- und fachdidaktische Grundlagen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Frohn, J., Schmitz, L., & Pant, H. A. (2020). Lehrkräfteprofessionalisierung: adaptive Lehrkompetenz für inklusiven Unterricht. In E. Brodessa, J. Frohn, N. Welskop, A.-C. Liebsch, V. Moser & D. Pech (Hrsg.), *Inklusionsorientierte Lehr-Lern-Bausteine für die Hochschullehre. Ein Konzept zur Professionalisierung zukünftiger Lehrkräfte* (S. 30–36). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. doi: 10.35468/5798_02.2
- Greeno, J.G., Smith, D.R., & Moore, J.L. (1993). Transfer of situated learning. In D. K. Dettermann & R. J. Sternberg (Hrsg.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (S. 99–167). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Helsper, W. (2011). Lehrerprofessionalität – der strukturetheoretische Professionsansatz zum Lehrberuf. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrberuf* (S. 149–170). Münster: Waxmann Verlag.
- Huhmann, T. (2013). *Einfluss von Computeranimationen auf die Raumvorstellungsentwicklung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- IQB (2013). *Kompetenzstufenmodell zu den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4)*. Abgerufen von <https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/ksm/>
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychological Review*, 19, 509–539.
- Köller, O. (1998). *Zielorientierung und schulisches Lernen*. Münster: Waxmann.
- Priemer, B., & Roth, J. (2020). *Lehr-Lern-Labore: Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-58913-7
- Reinmann, G. (2018). *Reader zu Design-Based Research*. Abgerufen am 23.04.2020 von https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/06/Reader_DBR_Juni2018.pdf
- Renkl, A. (2010). Lehren und Lernen. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 737–751). Wiesbaden: Springer VS.
- Schmitz, L. (2017). *Adaptive Lehrkompetenz*. Abgerufen am 19. Mai 2020 von www.hu-berlin.de/fdqj/glossar.
- Schmitz, L., Brodessa, E., & Pant, H. A. (2020). Adaptive Lehrkompetenz: Bildung von Indizes und empirische Ergebnisse zur Wirkung universitärer Lehrveranstaltungen. In E. Brodessa, J. Frohn, N. Welskop, A.-C. Liebsch, V. Moser & D. Pech (Hrsg.), *Inklusionsorientierte Lehr-Lern-Bausteine für die Hochschullehre. Ein Konzept zur Professionalisierung zukünftiger Lehrkräfte* (S. 124–136). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schmitz, L., Simon, T., & Pant, H. A. (2020). *Heterogene Lerngruppen und adaptive Lehrkompetenz. Skalenhandbuch zur Dokumentation des IHSA-Erhebungsinstrumentes*. Münster: Waxmann.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13, 141–156.
- Stanat, P., Pant, H. A., Böhme, K. & Richter, D. (Hrsg.). (2012). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann.
- Ziegler, M., Schroeter, T., Lüdtke, O., & Roemer, L. (2018). The Enriching Interplay between Openness and Interest: A Theoretical Elaboration of the OFCI Model and a First Empirical Test. *Journal of Intelligence*, 6(3), 35.
- Dominik Bechinie, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: dominik.bechinie@hu-berlin.de
- Katja Eilerts, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: katja.eilerts@hu-berlin.de
- Julia Frohn, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: julia.frohn@hu-berlin.de
- Sia Marsch, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: sia.marsch@hu-berlin.de
- Annette Upmeier zu Belzen, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: annette.upmeier@biologie.hu-berlin.de
- Stephen Mayer, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: stephen.mayer@physik.hu-berlin.de
- Burkhard Priemer, Humboldt-Universität zu Berlin
E-Mail: priemer@physik.hu-berlin.de