

Alex ENGELHARDT, Landau & Jürgen ROTH, Landau

Notwendiges Wissen für das Unterrichten funktionaler Zusammenhänge

Ein adäquater Einsatz von digitalen beim Lernen von funktionalen Zusammenhängen kann zu einem hohen Lernzuwachs führen (Lichti & Roth, 2020). Im Kontrast dazu stehen Ergebnisse, dass digitale Technologien im alltäglichen Schulunterricht – insbesondere für die Schülerhand – kaum genutzt werden (Eickelmann et al., 2019). Eine mögliche Ursache dafür könnte darin bestehen, dass Lehrkräfte nicht in ausreichendem Maß über das Wissen verfügen, das für die zielgerichtete Nutzung digitaler Technologien im Unterricht notwendig ist. Um dies aufzuklären, wird das von Lehrkräften für das Unterrichten mit interaktiven Arbeitsblättern zu funktionalen Zusammenhängen benötigte Wissen zusammengestellt und in einer Studie untersucht, inwiefern Lehramtsstudierende mit dem Fach Mathematik für die Sekundarstufen über dieses Wissen verfügen.

Potentiale des Einsatzes interaktiver Arbeitsblätter zu funktionalen Zusammenhängen

Nach Vollrath (1989) liegen dem Funktionsbegriff drei Aspekte zugrunde: Zuordnung, Änderungsverhalten und die Funktion als Ganzes. Lichti (2019) und Digel et al. (im Druck) konnten zeigen, dass sich insbesondere die Kovariationsvorstellung durch den Einsatz interaktiver Arbeitsblätter auf Basis eines dynamischen Mathematik-Systems (DMS), wie etwa GeoGebra, fördern lässt.

Ein weiterer Nutzen der Verwendung von interaktiven Arbeitsblättern liegt darin, dass die Lernenden schnell und einfach zwischen verschiedenen Repräsentationsformen wie Graph, Term und Tabelle wechseln können und insbesondere die Möglichkeit haben, diese simultan zu betrachten.

Probleme beim Einsatz interaktiver Arbeitsblätter

Beim Arbeiten mit interaktiven Arbeitsblättern ist mit einem erhöhten kognitiven Anspruch an die Lernenden zu rechnen. Dieser resultiert aus dem Einsatz multipler Repräsentationsformen, Aufgabenstellungen, die den Fokus auf das Entdecken und Reflektieren mathematischer Zusammenhänge legen, und hoher visueller Belastung durch die Interaktivität (Barzel et al., 2009). Ziel muss es sein, kognitive Entlastung in Bereichen herbeizuführen, die nicht dem Erreichen der Lernziele dienen, um die vorhandenen kognitiven Kapazitäten lernbezogen nutzen zu können.

Auch organisatorisch gibt es Probleme beim Unterrichten mit interaktiven Arbeitsblättern. So sind die Konzeption und Entwicklung interaktiver Arbeitsblätter für eine Lehrkraft mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden. Zwar stehen auf <https://geogebra.org/> bereits eine Vielzahl an interaktiven Arbeitsblättern – auch zu funktionalen Zusammenhängen – zur freien Verfügung, jedoch geht der Upload von Materialien nicht durch einen Bewertungsprozess und verfolgte Lernziele sowie Einsatzszenarien für den Unterricht sind meist nicht angegeben.

Benötigte Fähigkeit seitens der Lehrkräfte

Aus diesen Gründen benötigen Lehrkräfte die Fähigkeit, interaktive Arbeitsblätter zielgerichtet für ihren Unterricht auszuwählen und zu adaptieren sowie Wissen darüber, wann ein Einsatz zielführend sein kann.

Um digitale Technologien zielgerichtet im Unterricht nutzen zu können, benötigen Lehrkräfte Professionswissen, welches über fachdidaktisches Wissen hinausgeht. Mit dem TPACK-Modell versuchen Mishra und Koehler (2006) das von Shulman (1986) beschriebene Professionswissen bestehend aus pädagogischem (PK), fachwissenschaftlichem (CK) und fachdidaktischem Wissen (PCK) um die Komponenten technologisches Wissen (TK) und die neu resultierenden Schnittmengen zu erweitern. Aus fachdidaktischer Perspektive ist insbesondere TPACK (technologisch-pädagogisches Inhaltswissen), die Schnittmenge aller Wissensdomänen, interessant. TPACK umfasst das benötigte Wissen zum Unterrichten mit digitalen Technologien zum Erreichen fachlicher Ziele.

Beim Unterrichten mit interaktiven Arbeitsblättern zu funktionalen Zusammenhängen handelt es sich um eine konkrete Anwendung von TPACK mit interaktiven Arbeitsblättern als digitale Technologie und funktionale Zusammenhänge als Inhaltsbereich. Die benötigte Fähigkeit zum Unterrichten mit interaktiven Arbeitsblättern besteht aus vier Fähigkeitsbereichen, die sich aus dem fachdidaktischen Hintergrund sowie dem Potential und Problemen des Einsatzes interaktiver Arbeitsblätter zusammensetzt: *fachdidaktisches Wissen zu funktionalen Zusammenhängen, GeoGebra Kenntnissen, Aufgabendesign* und *der Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)* (Engelhardt et al., im Druck). Dabei handelt es sich bei der CTML um die bei dem Arbeiten mit digitalen Technologien stattfindenden kognitiven Prozesse der Lernenden (Mayer, 2005). Basierend darauf formuliert Mayer (2005) eine Reihe an Prinzipien der Gestaltung digitaler Technologien, um die nicht lernbezogene kognitive Last gering zu halten. Diese Fähigkeitsbereiche sind jedoch nicht unabhängig voneinander. Es bestehen vielmehr vielfältige Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen ihnen. Für eine detaillierte

Vorstellung der Fähigkeit zur Beurteilung interaktiver Arbeitsblätter und der einzelnen Fähigkeitsbereiche vergleiche Engelhardt et al. (im Druck).

Geplantes Studiendesign und Methode

Eine Explorationsstudie ($n=21$, Masterstudierende des Lehramts Mathematik für Sekundarstufen an der Universität Landau) zielt darauf ab, folgende Forschungsfragen zu beantworten:

- Wie gehen Studierende bei der Beurteilung von interaktiven Arbeitsblättern zu funktionalen Zusammenhängen vor?
- Wie entwickeln sich die Beurteilungsprozesse im Laufe eines Lehr-Lern-Labor-Seminars?

Dazu werden von allen Studierenden zu drei Zeitpunkten während des Seminars (Anfang, Mitte, Ende) Daten erhoben. Während jeder Erhebung werden die Studierenden angeregt, laut denkend ein interaktives Arbeitsblatt zu funktionalen Zusammenhängen auf den Einsatz im Unterricht zu einem gegebenen Lernziel zu beurteilen. Das aufgezeichnete laute Denken ermöglicht, die stattfindenden kognitiven Prozesse zu rekonstruieren und simuliert eine Unterrichtsvorbereitung (Bromme, 1981). Resultierende Daten werden mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2016) ausgewertet, um Typen der Beurteilung interaktiver Arbeitsblätter identifizieren zu können.

Initiiert werden sollen Veränderungen im Vorgehen der Studierenden durch gezielten Input zu zwei Zeitpunkten: In einem ersten Input werden den Studierenden theoretischer Hintergrund zu den einzelnen Fähigkeitsbereichen vermittelt sowie ein Reflexionsschema mit Prompts zur Verfügung gestellt. Zu einem späteren Zeitpunkt im Seminar beginnt die Arbeit an eigenen interaktiven Arbeitsblättern und die Studierenden kontrastieren interaktive Arbeitsblätter.

Erste Ergebnisse und Ausblick

Im Rahmen der Auswertung sind erste Typen bei der Beurteilung interaktiver Arbeitsblätter identifiziert wie der *kriterienorientierte beschreibende Typ* (Typ 1) oder der *verknüpfend und lernzielorientiert beurteilende Typ* (Typ 2). Personen des Typs 1 zeichnen sich dadurch aus, dass sie verschiedene Kriterien nacheinander adressieren und wenig miteinander verknüpfen sowie überwiegend beschreibend vorgehen. Im Gegensatz dazu beurteilen Personen des Typs 2, ob und inwiefern das Erreichen des angestrebten Lernziels unterstützt wird und verknüpft verschiedene Kriterien miteinander.

Erste Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Studierende im Laufe des Lehr-Lern-Labor-Seminars verschiedene Typen durchlaufen und sich durch

die Kombination aus theoretischem Input, Prompts zur Reflexion und praktischer Gestaltung eigener interaktiver Arbeitsblätter dem *verknüpfend und lernzielorientiert beurteilenden Zieltyps* annähern können.

Im Anschluss an die Identifizierung von Typen erscheint es interessant, welche Veränderung des Typs innerhalb eines Lehr-Lern-Labor-Seminars erreicht werden kann und welche Interventionen solche Veränderungen initiieren können.

Literatur

- Barzel, B., Hußmann, S. & Leuders, T. (2009). Chancen und Risiken des Computereinsatzes. In B. Barzel, S. Hußmann & T. Leuders (Hrsg.), *Neue Medien im Fachunterricht. Computer, Internet & Co. im Mathematik-Unterricht* (5. Ausgabe, S. 38–40). Cornelsen-Scriptor.
- Bromme, R. (1981). *Das Denken von Lehrern bei der Unterrichtsvorbereitung: Eine empirische Untersuchung zu kognitiven Prozessen von Mathematiklehrern*. Beltz.
- Digel, S., Engelhardt, A. & Roth, J. (im Druck). Digital gerahmte Experimentierumgebungen als dynamischer Zugang zu Funktionen. In M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung, J. Roth & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens*. Springer.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.). (2019). *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Waxmann
- Engelhardt, A., Digel, S. & Roth, J. (im Druck). Fähigkeit zur Beurteilung dynamischer Arbeitsblätter – Wie lässt sie sich fördern? In M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung, J. Roth & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens*. Springer.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz.
- Lichti, M. (2019). *Funktionales Denken fördern. Experimentieren mit gegenständlichen Materialien oder Computer-Simulationen*. Springer Spektrum.
- Lichti, M. & Roth, J. (2020). Wie Experimente mit gegenständlichen Materialien und Simulationen das funktionale Denken fördern. *Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis (ZMFP)*, 1, 1–35. <https://doi.org/10.48648/cjee-y110>
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 43–71). Cambridge.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Vollrath, H.-J. (1989). Funktionales Denken. *Journal für Mathematikdidaktik*, 10(1), 3–37.