

DIGEL, Susanne & ROTH, Jürgen
Landau

Digital-gestützt & verständnisorientiert lernen und leisten - Evaluationsbaustein der Lehrkräftefortbildung MaTeGnu

Obwohl die Nutzung digitaler Medien im Unterricht in den letzten Jahren in Deutschland deutlich zugenommen hat, sind digitale Kompetenzen von Lernenden signifikant rückläufig (Eickelmann et al., 2024). Passend dazu schätzen nur ein Drittel der deutschen Lehrkräfte digitale Medien als lernwirksam ein, international sind es mehr als zwei Drittel (ebd.). Zwei Drittel der Lehrkräfte bemängeln fehlende konkrete Unterrichtsmaterialien und Weiterbildungsmöglichkeiten zu digital-gestütztem Unterricht (ebd.). Hier setzt das Lehrkräftequalifizierungsprogramm MaTeGnu (Mathematik mit Technologie an Grundvorstellungen orientiert nachhaltig entwickeln) an. Die dreijährige Fortbildungsreihe zum Oberstufenunterricht besteht aus thematisch unterrichtsvorbereitenden Modultagen und unterrichtsbegleitenden professionellen Lerngemeinschaften (Digel & Roth, 2024). Unterricht und Prüfung werden nach dem Prinzip des constructive alignment (Biggs, 1996) gemeinsam adressiert und die Analyse von Kursarbeiten vor und während der fortbildungsbegleiteten Unterrichtsreihen ist Teil der Programmevaluation.

Lernwirksamer digital-gestützter Unterricht

Unterrichtsqualität profitiert nicht per se von Technologieeinsatz. Lehrkräfte schöpfen digitale Potenziale häufig nicht aus, sondern nutzen sie als Ersatz in traditionellen Unterrichtsprozessen, etwa Präsentationen statt Tafel (Backfisch et al., 2021), da Facetten von technologiebezogenem Professionswissen (s. TPACK-Modell von Mishra & Koehler, 2006) fehlen. Dazu gehört technologisches Wissen (TK), z. B. der Umgang mit einem dynamischen Mathematiksystem wie GeoGebra. Lehrkräfte müssen das Werkzeug fachlich nutzen können, z. B. Ableitungen oder Wahrscheinlichkeiten berechnen (TCK). Die Unterstützung der Lernenden beim Darstellungswechsel, etwa bei Funktionen, innerhalb von GeoGebra ist Teil des technologisch-fachdidaktischen Wissens (TPCK). Darüber hinaus müssen Lernprozesse mit GeoGebra organisiert sowie die Dokumentation der Arbeit konzipiert werden (TPK). Diese Facetten von Professionswissen müssen in einer Lehrkräftequalifizierung gemeinsam adressiert werden. Erfassen lässt sich die Potentialausschöpfung digitaler Technologien im Unterricht mit den vier Dimensionen von Unterrichtsqualität, kognitive Aktivierung, individuelle Lernunterstützung, Classroom Management, kognitive Unterstützung (Kleickmann et al., 2020), sowie mit der Technologieausnutzung im SAMR-Modell (Puentedura, 2006), also Substitution (Technologie (T) ersetzt

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
<https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0>

traditionelle Medien ohne Änderung der Funktionalität), **Augmentierung** (T ist direkter Ersatz mit Verbesserungen in der Funktion), **Modifikation** (T ermöglicht erhebliche Umgestaltung) und **Redefinition** (T erlaubt neue, zuvor nicht mögliche Bearbeitungen). Die ersten beiden beschreiben eine Anreicherung des Unterrichts, die letzten beiden eine Umgestaltung (ebd.).

Schwerpunkt Grundvorstellungen in MaTeGnu

Insbesondere der Mathematikunterricht der Sekundarstufe II fokussiert häufig auf Formalismen, u.a. mit der Begründung so auf den höheren Abstraktionsgrad an Hochschulen vorzubereiten. Dass dieser Unterricht bei vielen Lernenden nicht greift, belegen Ergebnisse von Abiturientinnen und Abiturienten in Lernleistungsstudien (Rolfes et al., 2021). Auch im Hochschulbereich zeigt sich, dass prozedurales Wissen ohne konzeptuelle Basis für den Studienerfolg nicht ausreicht, gleichzeitig aber formale Repräsentationen nicht zwingend notwendig sind (Rach & Ufer, 2020). MaTeGnu setzt dem folgend auf eine Adaption der Ziele der Oberstufenmathematik im Sinne einer Orientierung an Grundvorstellungen. Diese sind für das Konzept der Ableitung beschrieben als lokale Änderungsrate, Tangentensteigung, lokale lineare Approximation sowie Verstärkungsfaktor (Roth & Siller, 2016). Auch hier werden im Sinne des constructive alignment Unterricht und Prüfungen gemeinsam weiterentwickelt. Im Themengebiet Analysis werden dazu die von Hußmann und Prediger (2010) mit der Zielebene Prüfungen beschriebenen vorstellungsorientierten Fähigkeiten adressiert, wie etwa den Unterschied zwischen Bestand und Änderung in Anwendungssituationen zu erklären und zur Problembearbeitung zu nutzen oder den Begriff des bestimmten Integrals als Grenzwert einer Summe von Produkten deuten und beschreiben zu können. Digitale Lernumgebungen eignen sich besonders zur Förderung von Grundvorstellungen (s. Digel & Roth, 2024) und zur lernförderlichen Unterstützung entdeckenden Lernens (Göbel, 2021). Ein Fokus auf Grundvorstellungen bietet so einen Zugang zu den Ebenen Modifikation und Redefinition des SAMR-Modells und adressiert die Facetten kognitive Unterstützung und Aktivierung von Unterrichtsqualität (s.o.).

Evaluation des Qualifizierungsprogramms

Konzeption und Evaluation von MaTeGnu orientiert sich am Angebots-Nutzungsmodell für Lehrkräftefortbildungen von Lipowsky und Rzejak (2021). Sie beschreiben folgende vier Ebenen für Fortbildungserfolg: (1) Akzeptanz und Zufriedenheit der teilnehmenden Lehrpersonen, (2) Erweiterung des Wissens, Stärkung der Motivation, Weiterentwicklung der Überzeugungen von Lehrpersonen, (3) Weiterentwicklung des unterrichtlichen Handelns und der Unterrichtsqualität sowie (4) Förderung des Lernens der Lernenden. Die

hier dargestellte Teilstudie beleuchtet die dritte Ebene, konkret die Weiterentwicklung einer verständnisorientierten Prüfungskultur.

Studiendesign

Mithilfe qualitativer Inhaltsanalyse werden zum Modul Ableitung eingesetzte Kursarbeitsaufgaben der teilnehmenden Lehrkräfte vor Programmbeginn sowie während der begleiteten Umsetzung der Fortbildungsinhalte in der MaTeGnu-Lerngruppe analysiert. Als Basis der Entwicklung des Kodiermanuals zur Operationalisierung der verständnisorientierten Prüfungskultur dienen Grundvorstellungen zur Ableitung, vorstellungsorientierte Fähigkeiten, Technologieeinsatz, Stufen des Begriffsverständnisses nach Vollrath bezogen auf die Ableitung, Operatoren der zentralen Abituraufgaben (IQB, 2019) und die an Operatoren orientierte Hierarchie kognitiver Aktivitäten (Barzel & Ebers, 2020). Dabei wird in der Dimension Verständnis beleuchtet ob und in welcher Form die gestellten Aufgaben Grundvorstellungen sowie vorstellungsorientierte Fähigkeiten adressieren und welche Stufen des Begriffsverständnisses sie erfordern. In der Dimension Tätigkeiten wird untersucht welche Operatoren genutzt werden und damit verbunden auf welcher Ebene der kognitiven Aktivitäten sie sich befinden.

FF1: Welche Dimensionen verständnisorientierter Prüfungskultur finden sich in den Kursarbeiten der teilnehmenden Lehrkräfte vor der Fortbildungsmaßnahme zum Thema Ableitung?

FF 2: Lassen sich Unterschiede in den Dimensionen verständnisorientierter Prüfungskultur in den Kursarbeiten der teilnehmenden Lehrkräfte vor und während der Fortbildungsmaßnahme zum Thema Ableitung identifizieren?

Diskussion der Limitationen

Die aktuelle Datenlage bezieht sich auf die Vorstudie in der Multiplizierenstichprobe (N=18), welche sich aus Dozierenden der zweiten und dritten Lehrerbildungsphase in Rheinland-Pfalz zusammensetzt. Sie stellt damit eine Positivauswahl aller Lehrkräfte des Landes dar. Insofern sind schwächer ausgeprägte Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten erwartbar. Sollten keine Unterschiede identifizierbar sein, ermöglicht die Studie dennoch eine interne Validierung des Kodiermanuals, so dass dieses bis zum Beginn der Hauptstudie im Frühjahr 2025 modifiziert werden kann. Aktuell läuft die Analyse der Kursarbeitsaufgaben. Aus Reliabilitätsgründen wird sie als vermischter Aufgabenpool beider Messzeitpunkte vorgenommen, ferner wird aus zehn Prozent doppelt kodierten Aufgabenmaterials eine Intercoderreliabilität bestimmt. Die Ergebnisse der Analysen in beiden Dimensionen werden im Vortrag dargestellt und die Forschungsfragen beantwortet.

Literatur

- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility! *Computers & Education*, 166, 104159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104159>
- Barzel, B. & Ebers, P. (2020). Kognitiv aktivieren. Eine wichtige Dimension für fachliches Lernen. *Mathematik lehren*, 223, 27–31.
- Digel, S. & Roth, J. (2024). Lehrkräftequalifizierung für einen verständnisorientierten Einsatz digitaler Medien in der Oberstufe. In Arbeitsgruppen der Mathematikdidaktik in Essen (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht 2024*. Münster: WTM Verlag.
- Eickelmann, B., Fröhlich, N., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkblei, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.) (2024). *ICILS 2023 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*. Waxmann.
- Göbel, L. (2021). *Technology-Assisted Guided Discovery to Support Learning*. Springer Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32637-1>
- Hußmann, S. & Prediger, S. (2010). Vorstellungsorientierte Analysis - auch in Klassenarbeiten & zentralen Prüfungen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 52(31), 35–38
- IQB (2019). Grundstock von Operatoren. Aufgaben für das Fach Mathematik. *Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder*. https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/abitur/dokumente/mathematik/M_Grundstock_von.pdf
- Kleickmann, T., Steffensky, M., & Praetorius, A.-K. (2020). Quality of teaching in science education. More Than Three Basic Dimensions? Empirische Forschung zu Unterrichtsqualität. Theoretische Grundfragen und quantitative Modellierungen, *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 66*, 37-55. <https://doi.org/10.25656/01:25862>
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden*. Bertelsmann Stiftung.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. Presentation given August 18, 2006 as part of the Strengthening Your District Through Technology workshops, Maine, US.
- Rach, S., Ufer, S. (2020). Which Prior Mathematical Knowledge Is Necessary for Study Success in the University Study Entrance Phase? Results on a New Model of Knowledge Levels Based on a Reanalysis of Data from Existing Studies. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6, 375–403. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00112-x>
- Rolfes, T., Lindmeier, A. & Heinze, A. (2021). Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe in Deutschland: Ein Review und eine Sekundäranalyse der Schulleistungsstudien seit 1995. *Journal für Mathematikdidaktik*, 42(2), 395–429. <https://doi.org/10.1007/s13138-020-00180-1>
- Roth, J. & Siller, H.-S. (2016). Bestand und Änderung – Grundvorstellungen entwickeln und nutzen. *Mathematik lehren*, 199, 2-9.