

DIGEL, Susanne & ROTH, Jürgen
Landau

Lehrkräftequalifizierung für einen verständnisorientierten Einsatz digitaler Medien in der Oberstufe

Die Diskussion über die Wirksamkeit des Mathematikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe hält an. Aktuelle Studien belegen zeitlich relativ stabil deutliche Defizite bei mathematikbezogenen Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe (Rolfes et al. 2021). Fast ein Drittel aller Abiturientinnen und Abiturienten sind noch nicht den allgemeinbildenden Leistungsanforderungen gewachsen, die für den Mittleren Schulabschluss erwartet werden. Betrachtet man die studienvorbereitenden Lerninhalte der gymnasialen Oberstufe, zeigen sich noch erheblichere Schwachpunkte. Während in Leistungskursen noch gut die Hälfte der Abiturientinnen und Abiturienten das Mindestniveau in voruniversitärer Mathematik erreicht, sinkt dieser Anteil in den Grundkursen auf knapp ein Sechstel. Vor diesem Hintergrund rückt das Lehrkräftequalifizierungsprogramm MaTeGnu (Mathematik mit Technologie an Grundvorstellungen orientiert nachhaltig unterrichten) die Sicherung grundlegender mathematischer Kompetenzen durch Verständnisorientierung in den Fokus des Oberstufenunterrichts.

Digitale Medien im Mathematikunterricht

Während aktuelle fachdidaktische Forschung die Potentiale und Lernwirksamkeit digitaler Unterrichtselemente belegen (Digel & Roth 2023, für eine Übersicht s. Hillmayr et al. 2020), finden sich digitale Medien auch im internationalen Vergleich nur selten im Unterricht der Sekundarstufe (ICILS 2018, Eickelmann et al. 2019). Lediglich etwa ein Viertel der Lehrkräfte und sogar nur 4% der Lernenden geben an, digitale Medien täglich im Unterricht zu nutzen. Wöchentlich nutzt immerhin ein Viertel der Lernenden und etwas mehr als ein Drittel der Lehrenden digitale Medien. Im Mathematikunterricht nutzt jedoch nur ein Drittel der Lernenden überhaupt digitale Medien (ebd.). Bezogen auf die Art und Weise des Medieneinsatzes zeichnet sich jedoch kein besseres Bild ab. Digitale Medien werden in Deutschland bislang überwiegend lehrerzentriert eingesetzt. Während etwa die Hälfte der Lehrenden mit digitalen Medien im Frontalunterricht präsentiert, setzt nur ein kleiner Teil der Lehrkräfte sie zur individuellen Förderung (15 %), zum formativen Assessment (11 %), zur Zusammenarbeit der Lernenden (10 %), oder als Lernwerkzeuge (5%) ein. Dies hängt möglicherweise mit den gering eingeschätzten Potenzialen digitaler Medien hinsichtlich ihrer Lernwirksamkeit durch Lehrkräfte zusammen, da Lehrerüberzeugungen einen deutlichen Einfluss auf den Einsatz digitaler Medien nehmen (Thurm 2020). Lediglich

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.

57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
<https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0>

ein Drittel der Lehrkräfte gibt im Rahmen von ICILS 2018 an, dass aus ihrer Sicht der Einsatz digitaler Medien die schulischen Leistungen der Schülerinnen und Schüler verbessere (internationaler Mittelwert: 71.0%). Hier ergibt sich sowohl Qualifizierungsbedarf in fachdidaktisch-methodischer Hinsicht als auch Implementierungsbedarf im Sinne von begleitetem, lernwirksamem Einsatz von digital-gestützten Lernmodulen im Unterricht, um auf die diesbezüglichen Überzeugungen der Lehrkräfte einzuwirken (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020).

Das Konzept von MaTeGnu

Um Qualifizierung und Implementierung gemeinsam und nachhaltig zu adressieren, werden die Lehrkräfte im Programm kontinuierlich in einem kompletten Durchlauf vom Beginn der Oberstufe bis nach dem Abitur (schriftlich und mündlich) durch halbjährliche Fortbildungstage und durchgängig in professionellen Lerngemeinschaften begleitet. Voraussetzung für die Teilnahme ist darüber hinaus ein Tandem aus zwei Lehrkräften, so dass kooperative Strukturen auch auf Schulebene (Voraussetzung für Innovation nach Höfer 2006) bestehen. In den Fortbildungen werden Grundvorstellungen thematisiert, dazu ausgearbeitete Unterrichtskonzepte mit Lernumgebungen und konkrete Einsatzszenarien von GeoGebra als digitales Werkzeug vorgestellt sowie deren Einpassung in den eigenen Unterricht vorbereitet. Die Umsetzung im eigenen Unterricht und die anschließende Reflexion wird in den professionellen Lerngemeinschaften begleitet. So werden die Kernthemen der Oberstufe aufeinander aufbauend und miteinander vernetzt systematisch bearbeitet. Die Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen zusammen mit der intensiven unterrichtsbezogenen Kooperation bilden nach Lipowsky und Rzejak (2021) zwei zentrale Merkmale wirksamer Lehrkräftefortbildungen ab. Ein weiteres Wirksamkeitsmerkmal, die Bedeutsamkeit der Fortbildungsinhalte, wird durch den direkten Praxisbezug ebenfalls unterstützt. Darüber hinaus wirkt auch die Einbeziehung digitaler Elemente und Grundvorstellungen in Leistungsüberprüfungen im Sinne des *constructive alignment* (Barzel und Leuders 2021) positiv auf die Bewertung der Relevanz und des Nutzens der Fortbildung durch die Lehrkräfte. Auch aus Sicht der Lernenden ist *constructive alignment* von besonderer Bedeutung, da so eine Passung von Lehren und Leisten hergestellt wird in die sich die Erarbeitung von Grundvorstellungen und Nutzungsexpertise für digitale Werkzeuge einordnet (ebd.).

Zu Beginn des Schuljahres 2023/24 ist die Qualifizierung der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren gestartet. Auch diese ist im Sinne eines pädagogischen Doppeldeckers analog der Fortbildung gestaltet, beinhaltet aber eine Ausschärfung der Unterrichtssequenzen und die gemeinsame Entwicklung

eines Pools von Prüfungsaufgaben.

Evaluation der Qualifizierungsmaßnahme

Lipowsky & Rzejak (2019) geben in ihrem Angebots- Nutzungsmodell zu Einflussfaktoren im Kontext von Lehrkräftefortbildungen vier Ebenen für den Fortbildungserfolg an:

- Ebene 1: Akzeptanz und Zufriedenheit der teilnehmenden Lehrpersonen
- Ebene 2: Erweiterung des Wissens, Stärkung der Motivation, Weiterentwicklung der Überzeugungen von Lehrpersonen
- Ebene 3: Weiterentwicklung des unterrichtlichen Handelns und der Unterrichtsqualität
- Ebene 4: Förderung des Lernens der Schüler:innen

Sie arbeiten auf dieser Basis in einer Forschungssynthese zehn Wirksamkeitsmerkmale heraus (Lipowsky & Rzejak 2021), von denen drei im vorherigen Abschnitt in MaTeGnu identifiziert wurden.

Zur Evaluation von MaTeGnu wird unter anderem auf Ebene vier untersucht, welche (Grund-)vorstellungen sich bei den Lernenden der teilnehmenden Lehrkräfte zu den zentralen Konzepten der Oberstufe identifizieren lassen und dies mit einer Kontrollgruppe bestehend aus anderen Lernenden derselben Schulen verglichen.

Zur Erfassung der Vorstellungen zum Ableitungsbegriff kommt eine Adaption des Tests zur Erfassung von Grundvorstellungen (GV-AI, Greefrath et al. 2021) zum Einsatz. Jede Aufgabe ist um eine rein kalkül-basierte Erklärung ergänzt. Die Einschätzung für jede Erklärung wird abweichend mit einer vierstufigen Likertskala und anhand einer veränderten Anweisung vorgenommen:

- Bitte kreuze an, wie sehr sich die folgenden Erklärungen deiner Meinung nach jeweils eignen, um einem Mitschüler ... zu erklären:
- gar nicht geeignet, weniger geeignet, eher geeignet, sehr gut geeignet

Diese Aufgaben werden kombiniert mit Aufgaben aus dem Test Funktionales Denken und Analysis – Lernen von Konzepten in der Einführungsphase (FALKE 2, Klinger 2018). Getestet wird aufgrund einer reduzierten Testzeit im Multi-Matrix-Design. Vier der insgesamt 18 Aufgaben bilden die Ankeraufgaben. Darüber hinaus besteht jedes Testheft aus einem Block mit vier Aufgaben des FALKE 2 und einem mit drei Aufgaben des GV-AI. Insgesamt entstehen durch unterschiedliche Kombination sechs Testheftvarianten.

Zu Ende des Schuljahres 2022/23 wurden an den 18 Schulen der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in Kursen Stufe 11 (Kontrollgruppe), die Vorstellungen zum Ableitungsbegriff in einer Stichprobe mit insgesamt N=526 erhoben. Jedes Testheft wurde von 82 bis 96 Probanden bearbeitet, jede Aufgabe von 255 bis 271 Probanden. Zum Ende des Schuljahres 2023/24 werden die Lernenden der teilnehmenden Kurse (Experimentalgruppe) erhoben. Die

Ergebnisse zur Kontrollgruppe werden auf der Konferenz vorgestellt.

Literatur

- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) (2020). *Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt*, Bielefeld: wbv Media
- Barzel, B. & Leuders, T. (Hrsg.). (2021). "Learning to the test?" - wissen, was man lernt. *mathematik lehren*, 225, S. 2-7
- Digel, S., Engelhardt, A. & Roth, J. (2023). Digital gerahmte Experimentierumgebungen als dynamischer Zugang zu Funktionen. In J. Roth, M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 2*, Springer Spektrum, S. 1–16.
- 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*. Münster: Waxmann
- Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H.-S., Ulm, V. & Weigand, H.-G. (2021). *Test zur Erfassung von Grundvorstellungen zu Ableitungen und Integralen (GV-AI), Empirische Erfassung von Grundvorstellungen zur ersten Ableitung einer Funktion an einer Stelle und zum bestimmten Integral*. hal-03103685. <https://hal.science/hal-03103685>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.
- KMK (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021
- Klinger, M. (2018). *Funktionales Denken beim Übergang von der Funktionenlehre zur Analysis: Entwicklung eines Testinstruments und empirische Befunde aus der gymnasialen Oberstufe*. Wiesbaden: Springer Spektrum. DOI: 10.1007/978-3-658-20360-3
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2019). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? – Ein Update. In B. Groot-Wilken & R. Koerber (Hrsg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer. Ideen, Entwicklungen, Konzepte*, Bielefeld, S. 15–56.
- 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, 395–429
- Thurm, D. (2020). *Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht integrieren: Zur Rolle von Lehrerüberzeugungen und der Wirksamkeit von Fortbildungen*. Wiesbaden: Springer.