

Patrick BULTHAUP, Osnabrück & Alexander SALLE, Osnabrück

## **Unterrichtliche Förderung des selbstständigen Einsatzes von Dynamischer Geometriesoftware**

Der gesellschaftlichen Relevanz digitaler Medien wird durch die Formulierung übergreifender Medienkonzepte, Kompetenzrahmen und bildungspolitische Maßnahmen zunehmend Rechnung getragen (z. B. BMBF, 2016). Digitale Medien und Werkzeuge sind durch curriculare Vorgaben zudem verpflichtender Bestandteil des Mathematikunterrichts. Die Häufigkeit, Qualität und Art des Medieneinsatzes sind dabei vorrangig abhängig von der Lehrkraft, der institutionellen Ausstattung und den individuellen Voraussetzungen der Lernenden. Um Schüler\*innen im Sinne des lebenslangen Lernens (BLK, 2004; BMBF, 2016) zu befähigen, umfangreiche und funktionsmächtige digitale Mathematikwerkzeuge auch außerhalb schulischer Präsenzzeiten für ihre Lernprozesse (z. B. bei Hausaufgaben, beim Lernen, im Distanzunterricht oder später in Studium oder Beruf) einsetzen zu können, gilt es, Kompetenzen zum *selbstständigen Einsatz* digitaler Mathematikwerkzeuge zu fördern. Eine theoretische Grundlage für die Ausgestaltung derartiger Fördermaßnahmen ist derzeit in weiten Teilen noch fehlend.

Zu den wichtigsten digitalen Mathematikwerkzeugen zählt *Dynamische Geometriesoftware* (DGS) wie GeoGebra. Exemplarisch soll daher zunächst der selbstständige Einsatz von DGS beim Mathematiklernen in ein Angebots-Nutzungs-Modell (vgl. Helmke, 2012; Seidel & Reiss, 2014; Stürmer & Lachner, 2017) gefasst werden. Anschließend daran können auf Basis des Modells Fördermaßnahmen entwickelt werden.

### **Fremdgesteuerter Einsatz von Dynamischer Geometriesoftware**

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich GeoGebra zu einem Standardwerkzeug für den Mathematikunterricht im deutschsprachigen Raum entwickelt. Die Ergänzung der ursprünglichen DGS-Kernfunktionalitäten durch weitere Module (CAS, Tabellenkalkulation, 3D-Geometrie, ...) hat das Programm mittlerweile zu einem vielseitigen Werkzeug für das Mathematiklernen werden lassen, welches breiten Einsatz im Unterricht findet (Vollrath & Roth, 2012). Dies schlägt sich auch in den Curricula nieder, da vermehrt nicht mehr nur der Einsatz des Taschenrechners, sondern auch der von DGS im regulären Schulunterricht verpflichtend ist. Teilweise ist darüber hinaus auch die Nutzung in Prüfungen möglich (Ostermann et al., 2021). Trotz solcher Verbindlichkeiten und Möglichkeiten zeigen Befragungen von Lehrkräften, dass vielfach noch nicht von einer durchgehenden unterrichtlichen DGS-Nutzung gesprochen werden kann (Ostermann et al., 2021). In Bezug auf den Umgang

mit DGS zeigt sich zudem eine Asymmetrie: Während das Programm sowohl von *Lehrkräften* als auch von *Schüler\*innen* flexibel zur Bearbeitung in mathematischen Kontexten eingesetzt werden könnte, bleibt der tatsächliche *selbstständige* Einsatz häufig ersteren vorbehalten (Vollrath & Roth, 2012; Olsson, 2019). Zwar unterstützt DGS die Lernenden bei komplexen Rechnungen (Barzel et al., 2005), der Exploration mathematischer Inhalte durch Visualisierungen (Haug & Leuders, 2009), dem mathematischen Modellieren (Greefrath et al., 2018) oder Problemlösen (Haug & Leuders, 2009), jedoch werden die Schüler\*innen dabei häufig in einem sehr engen Rahmen der Benutzung geführt (Haug & Leuders, 2009; Olsson, 2019), indem ihnen nur eine eingeschränkte Auswahl an Funktionen zur Verfügung gestellt wird; die Nutzung als echtes Werkzeug, das flexibel in Problemsituationen eingesetzt werden kann, kommt dabei deutlich zu kurz (Vollrath & Roth, 2012).

### **Selbstständiger Einsatz von Dynamischer Geometriesoftware**

Im Sinne der eingangs genannten, vorrangig formalen Bildungsziele wäre es daher konsequent, dass auch Schüler\*innen DGS *von sich aus* zur Bewältigung von Problemstellungen einsetzen können: Die Auswahl des Werkzeugs und seiner Module, die Nutzung der Funktionalitäten, die Anpassung dieser hinsichtlich des eigenen Ziels sowie die Reflexion des DGS-Einsatzes würden dann von den Lernenden übernommen werden (vgl. Pallack, 2018), wodurch sie befähigt würden, DGS verstärkt z. B. im Sinne selbstregulierten Lernens einzusetzen.

Wie die Förderung solch eines selbstständigen Einsatzes im Mathematikunterricht aussehen kann, ist jedoch bisher nicht systematisch erarbeitet worden. Um hierbei die bereits genannten Faktoren miteinzubeziehen und die komplexen Unterrichtsprozesse zu berücksichtigen, wird die unterrichtliche Förderung im Weiteren als Angebots-Nutzungs-Modell (vgl. Helmke, 2012, Seidel & Reiss, 2014) beschrieben.

### **Unterrichtliche Förderung in Angebots-Nutzungs-Modellen**

Die Grundannahme von Angebots-Nutzungs-Modellen ist es, dass der unterrichtliche Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge wie DGS als komplexes Gefüge unterschiedlicher Wirkmechanismen aufgefasst werden muss. Darunter befinden sich Motivation, Beliefs, Haltungen sowie Vorwissen von Lehrkräften und Lernenden zu digitalen Medien und zum Fach (Seidel & Reiss, 2014), die u.a. durch die Relevanz digitaler Medien im Alltag einer Person und die unterschiedlichen Vorerfahrungen bestimmt werden. Diese und weitere Faktoren bestimmen einerseits das unterrichtliche Angebot (Lehrkräfte) und andererseits die Nutzung dieses Angebots (Lernende). Die

Resultate der schülerseitigen Nutzung von durch die Lehrkraft erstellten Angeboten (Helmke, 2012) werden in Angebots-Nutzungs-Modellen als unterrichtliche Interaktionen verstanden. Auszubildende Fähigkeiten oder Kompetenzen werden als Ertrag oder Lernergebnisse bezeichnet (Seidel & Reiss, 2014). Sowohl das Angebot und die Nutzung als auch der Ertrag sind dabei abhängig vom Kontext, der u. a. durch die institutionellen Rahmenbedingungen, die Lerngruppe sowie die individuellen Voraussetzungen der am Unterricht beteiligten Akteure bestimmt wird (Seidel & Reiss, 2014).

Auch der Einsatz digitaler Medien im Unterricht kann durch Angebots-Nutzungs-Modelle gefasst werden (z. B. Stürmer & Lachner, 2017). Dabei werden digitale Werkzeuge als „didaktische Werkzeuge gesehen, um bisherige Unterrichtsmethoden zu erweitern und reichhaltige Lernangebote zu ermöglichen“ (Lachner et al., 2020, S.68). Die Qualität der Medienintegration ist zentraler Bestandteil des Modells und wirkt sich direkt auf das Angebot und somit auch indirekt auf die Nutzung durch die Lernenden aus (Stürmer & Lachner, 2017). Allgemeine Modelle für den (selbstständigen) Medieneinsatz im Unterricht weisen jedoch nur wenig Spezifität hinsichtlich der zu fördernden Kompetenzen, der fachlich bedingten Charakteristika von Werkzeugen und der konkreten Einsatzzwecke auf. Ein *fachspezifisches* Modell hinsichtlich einer qualitativ hochwertigen Integration von digitalen Medien und Werkzeugen kann dies berücksichtigen und erscheint daher erstrebenswert (vgl. Ostermann et al., 2021).

### **Der Weg zu einem spezifischen Angebots-Nutzungs-Modell für DGS**

Für die drei relevanten Bereiche Angebot, Nutzung und Lernergebnisse lassen sich in Bezug auf DGS empirische Resultate in unterschiedlicher Dichte und Detailliertheit finden. Während die Angebotsseite bereits vielfach untersucht wurde (z. B. Roth, 2019; Günster & Weigand, 2020), liegen hinsichtlich der Nutzung gegebener Lerngelegenheiten deutlicher weniger Ergebnisse vor (z. B. Olsson, 2019). Formulierungen und Untersuchungen wünschenswerter Lernergebnisse eines *selbstständigen Einsatzes von DGS* in Form fachlicher und überfachlicher Kompetenzen finden sich bislang kaum.

Basierend auf diesen Ausführungen wird im Vortrag ein erster Entwurf für ein spezifisches Angebots-Nutzungs-Modell präsentiert, welches die relevanten Einflussfaktoren und Kompetenzen für die Förderung des selbstständigen Einsatzes von DGS im Mathematikunterricht umfasst. Zudem wird ein Ausblick gegeben, an welchen Stellen besonderer Bedarf für empirische Studien besteht, um eine erfolgsversprechende unterrichtliche Förderung zu gestalten.

## Literatur

- Barzel, B., Hußmann, S. & Leuders, T. (Hrsg.). (2005). *Computer, Internet & Co im Mathematikunterricht*. Cornelsen.
- BMBF (2016). *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft: Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. [https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Themen/Digitale-Welt/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Themen/Digitale-Welt/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf)
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.). (2004). *Strategie für Lebenslanges Lernen in der Bundesrepublik Deutschland*. BLK.
- Greefrath, G., Hertleif, C. & Siller, H.-S. (2018). Mathematical modelling with digital tools—A quantitative study on mathematising with dynamic geometry software. *ZDM*, 50(1–2), 233–244. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0924-6>
- Günster, S. M. & Weigand, H.-G. (2020). Designing digital technology tasks for the development of functional thinking. *ZDM*, 52(7), 1259–1274. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01179-1>
- Haug, R. & Leuders, T. (2009). Erwerb von Problemlösetechniken beim Lernen mit Modellierungswerkzeugen. In R. Plötzner, T. Leuders & A. Wichert (Hrsg.), *Lernchance Computer: Strategien für das Lernen mit digitalen Medienverbänden* (S. 201–222). Waxmann.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. (4. überarbeitete Auflage). Klett-Kallmeyer.
- Lachner, A., Scheiter, K. & Stürmer, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland, & S. Blömeke, *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-007>
- Olsson, J. (2019). Relations Between Task Design and Students' Utilization of GeoGebra. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 5(3), 223–251. <https://doi.org/10.1007/s40751-019-00051-6>
- Ostermann, A., Lindmeier, A., Härtig, H., Kampschulte, L., Ropohl, M. & Schwanewedel, J. (2021). Mathematikspezifische Medien nutzen. Was macht den Unterschied—Lehrkraft, Schulkultur oder Technik? *Die Deutsche Schule*, 113(2), 199–217.
- Pallack, A. (2018). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Sekundarstufen I + II*. Springer.
- Seidel, T. & Reiss, K. (2014). Lerngelegenheiten im Unterricht. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 253–276). Beltz.
- Stürmer, K. & Lachner, A. (2017). Unterrichten mit digitalen Medien. In K. Scheiter & T. Riecke-Baulecke (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit digitalen Medien. Strategien, internationale Trends und pädagogische Orientierungen*. (S. 82–95). Oldenbourg.
- Roth, J. (2019). Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht – Konzepte, empirische Ergebnisse und Desiderate. In A. Büchter, M. Glade, R. Herold-Blasius, M. Klinger, F. Schacht, & P. Scherer (Hrsg.), *Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht* (S. 233–248). Springer Fachmedien. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-24292-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-658-24292-3_17)
- Vollrath, H. J. & Roth, J. (2012). *Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe*. (2. Auflage). Springer.