

## **Digitalisierung in der Mathematiklehrerausbildung**

In diesem Beitrag wird ein Konzept zur Digitalisierung in der Mathematiklehrerausbildung am Standort Essen vorgestellt. Ziel ist ein besseres Verstehen im Fach Mathematik durch die Nutzung digitaler Werkzeuge und die Vorbereitung auf zukünftige Herausforderungen einer digitalisierten Bildung. Die Integration allgemeiner und mathematikspezifischer digitaler Medien erfolgt konsequent in Lehre und Prüfungen. Zukünftige Lehrkräfte erfahren moderne, digital gestützte Lehr- und Lernformen durchgehend im universitären Lernprozess. Gleichzeitig dient der Medieneinsatz zur Unterstützung der angestrebten Kompetenzen der zukünftigen Lehrpersonen beim fachlichen Lernen. Studierende erleben beim eigenen fachlichen Lernen den Rechneinsatz als Basis für eine fundierte fachdidaktische Reflexion. Der Medieneinsatz erfolgt dabei sowohl kollaborativ als auch im Selbststudium. In diesem Beitrag werden Beispiele für eine solche integrierte Nutzung digitaler Werkzeuge in der Mathematiklehrerausbildung diskutiert.

### **Ausgangslage und Motivation**

Gerade im MINT-Unterricht der Schule können digitale Medien gewinnbringend eingesetzt werden (Hillmayr et al. 2017). Demgegenüber zeigt die schulische Praxis sowohl national als auch international, dass der MINT-Unterricht keine eindeutige Vorreiterrolle zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht einnimmt (DTS 2017, Drijvers et al. 2016, Pierce & Ball 2009, OECD 2015). Für die Lehramtsausbildung in Mathematik ergibt sich daraus die Notwendigkeit „to address the limited use of technologies“ (Drijvers et al. 2016, S. 3). Dies wird auch von den entsprechenden Institutionen und Verbänden empfohlen (z.B. KMK 2009, GDM & MNU 2010).

Für die Mathematiklehrerbildung diskutieren wir im vorliegenden Beitrag die Potentiale mathematischer Werkzeuge (wie TK, DGS, Funktionenplotter, CAS und Statistiktools) in Abgrenzung zu allgemeinen Werkzeugen etwa zur Kommunikation, Recherche oder Präsentation. Die Potentiale und Einsatzmöglichkeiten mathematischer Werkzeuge sind intensiv beforscht, insbesondere lassen sich die folgenden Aspekte herausstellen (vgl. dazu etwa Drijvers et al. 2016; Barzel 2012): a) Stärkung des konzeptionellen statt rein algorithmischen Denkens, b) Erfahrung von Dynamik und Visualisierung, c) Repräsentationswechsel, d) Umgang mit großen Daten, e) Entlastung vom Kalkül, f) Weiterentwicklung der Unterrichtskultur.

Vor diesem Hintergrund werden im hier vorgestellten Konzept universitäre Lehr- und Lernprozesse weiterentwickelt mit Blick auf konsequente, fundierte und vernetzte Nutzung digitaler Medien in der Lehramtsausbildung.

## Ziele und Konzept

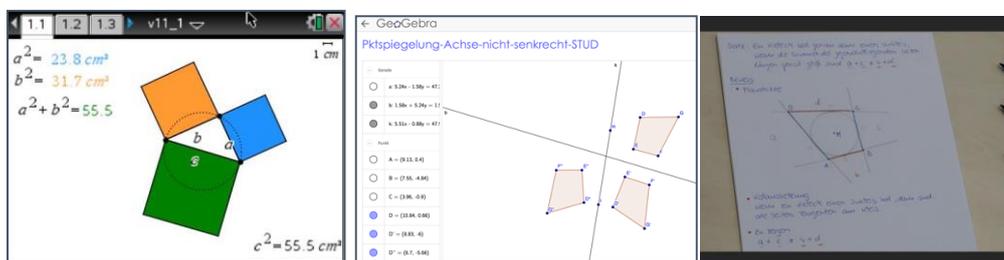
Dem Konzept liegt der folgende Dreischritt zugrunde (Barzel et al. 2018):

1. *Integration von Medien in Fachausbildung und Prüfungen:* Die Studierenden erfahren die Nutzung digitaler Werkzeuge im eigenen universitären Lernprozess sowie in den entsprechenden Prüfungen.
2. *Didaktische Analyse des Medieneinsatzes als Thema:* Die Studierenden setzen digitale Werkzeuge bewusst für die Konstruktion von Lernumgebungen in Praxisphasen ein und reflektieren die didaktischen Potentiale und Grenzen.
3. *Lernprozess- und Entwicklungsforschung zum Medieneinsatz:* Die Einsatzmöglichkeiten digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht werden mit Blick auf die zugrundeliegenden Lern- und Denkprozesse von Lernenden sowie Studierenden exemplarisch beforcht.

## Umsetzungsbeispiele

Der Werkzeugeinsatz im Rahmen der Vorlesung Elementare Geometrie an der Universität Duisburg-Essen (Barzel & Schacht) erfolgt konsequent in allen Phasen der Vorlesung (Präsenzphasen, Selbststudium und Prüfung) und ist innerhalb dieser Phasen aufeinander abgestimmt. Dabei wird darauf geachtet, nicht nur die inhaltsbezogenen, sondern auch die werkzeugbezogenen Kompetenzen, die die Studierenden erwerben, transparent zu machen (vgl. Heintz et al. 2017). Die folgenden Beispiele illustrieren den Werkzeugeinsatz entlang der unterschiedlichen Phasen der Veranstaltung.

### Exploration mathematischer Zusammenhänge in Vorlesung und Übung



Vorbereitete Dateien können das Aufstellen von Hypothesen zu mathematischen Zusammenhängen und die Ermittlung von Begründungsansätzen unterstützen. Die linke Abbildung vermittelt den Eindruck einer dynamischen Konstruktion mit dem Ziel zu entdecken, dass nur für einen rechten Winkel

in C der Zusammenhang  $a^2 + b^2 = c^2$  gilt. Im mittleren Bild kann das Verschieben der Objekte (Spiegelachsen oder Viereck) die Vermutung auslösen, dass eine Drehung als die Hintereinanderausführung zweier Achsenspiegelungen beschrieben werden kann.

### *Beweisen und Beweistrainings*

Im Rahmen der Vorlesung werden auch Konstruktionen mit Zirkel und Lineal intensiv thematisiert, weil ein reflektierter Einsatz digitaler Werkzeuge stets vom Wissen um die Möglichkeiten nicht-digitaler Werkzeuge getragen sein sollte. Ein zentraler Bestandteil im Konstruktionsschritt ist neben der fertigen Konstruktion und der (verbalen) Konstruktionsbeschreibung die Planskizze, anhand derer Voraussetzungen, Vorüberlegungen und Kerngedanken der Beweisschritte verdeutlicht werden können. Die Nützlichkeit einer Planskizze im Konstruktionsprozess ergibt sich dabei ganz wesentlich im Prozess der Konstruktion selbst. Im Rahmen der Vorlesung werden daher zu ausgewählten Beispielen Videos angeboten, in denen die Erstellung der Planskizze bei Zirkel und Lineal-Konstruktionen verdeutlicht und ihre Rolle im Argumentationsprozess der Konstruktion thematisiert werden.

### *Aufgabenformate für Klausuren*

Für den Rechnereinsatz in Klausuren sind die folgenden Leitfragen dienlich:

- **Werkzeugkompetenzen für die Lösung des Problems:** Hilfreich (WH), notwendig (WN) oder obsolet (WO)?
- **Aufgabenstellung:** Auf Rechner gegeben (AR) oder auf Papier (AP)?
- **Dokumentation der Lösung:** Auf Rechner (DR) oder auf Papier (DP)?

Beispielhafte Aufgabentypen illustrieren diese verschiedenen Varianten zu Klausuraufgaben, bei denen der Rechnereinsatz integriert ist:

- WN / AP/ DP: Konstruktionsprotokoll verfassen zu einer dynamischen Visualisierung (durch Bild und Beschreibung gegeben) oder zu einem Konstruktionsprotokoll den Zusammenhang beschreiben.
- AP / DP / WH: Modellierungsaufgabe oder ein innermathematisches Problem lösen, wobei der Rechnereinsatz hilfreich ist.
- AR / DR u. DP / WN: Vorgegebene Dateien mit dynamischer Konstruktion und dazu konkretem Arbeitsauftrag zum Erkunden oder zu einem vorgegebenen mathematischen Zusammenhang (z.B. Satz des Thales) eine dynamische Visualisierung realisieren – mit Konstruktionsprotokoll.

## Ausblick und Grenzen

Die Veranstaltungen werden kontinuierlich evaluiert und aufgrund der Erkenntnisse weiterentwickelt. Dabei geht es um die Optimierung der Lehr-Lernprozesse in den Veranstaltungen. Die bestehenden Lernplattformen (Moodle) werden ständig um neue Elemente erweitert, zum Beispiel individuelle differenzierende Unterstützungssysteme in Form von Tools zur Selbstdiagnose und -förderung. Zudem prüfen wir stets die Möglichkeiten neuer aktueller digitaler Entwicklungen. Im Fokus sind Untersuchungen zu Möglichkeiten von „virtual“ und „augmented reality“ wie auch zu neuen Formen der 3D-Visualisierungen (z.B. Nutzung von 3D-Brillen).

## Literatur

- Barzel, B. (2012): *Computeralgebra – Mehrwert beim Lernen von Mathematik – aber wann?* Münster: Waxmann
- Barzel, B., Glade, M. & Thurm, D. (2018). math<sup>el</sup> – Lernprozesse in Mathematik mit E-Learning unterstützen. In: van Ackeren, I., Kerres, M. & Heinrich, S. (Hrsg.). *Flexibles Lernen mit digitalen Medien ermöglichen*. Münster: Waxmann. S. 282-292.
- Drijvers, P., Ball, L. & Barzel, B. (2016). *Uses of Technology in Lower Secondary Mathematics Education. A Concise Topical Survey*. Berlin: Springer.
- DTS Deutsche Telekom Stiftung (2017). *Schule digital. Der Länderindikator 2017*. URL: [https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/media/publications/Schule\\_Digital\\_2017\\_\\_Web.pdf](https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/media/publications/Schule_Digital_2017__Web.pdf) (Zugriff: 12.3.18).
- GDM, MNU (2010). *Stellungnahme der GDM und MNU zur „Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung“*. URL: <http://madipedia.de/images/4/40/Stellungnahme-GDM-MNU-2010.pdf> (Zugriff: 12.3.18).
- Heintz, G., Elschenbroich, H.-J., Laakmann, H., Langlotz, H., Rüsing, M., Schacht, F., Schmidt, R. & Tietz, C. (2017). *Werkzeugkompetenzen. Kompetent mit digitalen Werkzeugen Mathematik betreiben*. Menden: Medienstatt. URL: [http://www.mnu.de/weko/Werkzeugkompetenzen\\_2017\\_HQ.pdf](http://www.mnu.de/weko/Werkzeugkompetenzen_2017_HQ.pdf) (Zugriff: 12.3.18).
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2009). *Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung* [Beschluss vom 07.05.2009]. URL: [http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2009/2009\\_05\\_07-Empf-MINT.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf) (Zugriff: 12.3.18).
- OECD (2015). *Students, computers and learning. Making the connection*. Paris: OECD Publishing. URL: <http://www.oecd.org/edu/students-computers-and-learning-9789264239555-en.htm> (Zugriff: 12.3.18)
- Pierce, R. & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299–317.