

Tobias HUHMANN, Weingarten, Katja EILERTS, Berlin & Birte HEINEMANN, Paderborn

## **Digital unterstützte Lernumgebungen zum Inhaltsbereich Raum und Form interdisziplinär entwickeln**

Das von der Mathematik- und Informatikdidaktik initiierte Projekt verfolgt das Ziel der interdisziplinären Entwicklung und Erforschung digital unterstützter Lehr-Lernumgebungen unter dem Primat der Fachdidaktik (s. a. Beitrag i. d. Bd.: Eilerts & Huhmann, welcher Ergebnisse einer qualitativen Studie mit Drittklässlern zum Einsatz einer digital unterstützten Lernumgebung zu dem geometrischen Figurentyp Pentominos vorstellt und erste Erkenntnisse darüber liefert, wie der Darstellungsflüchtigkeit von Handlungsprozessen mittels digitaler Elemente entgegengewirkt werden kann).

### **Das interdisziplinäre Forschungsprojekt und seine Entstehung**

Der Projektstart lag in der Mathematikdidaktik. Mit einer konstruktiv kritischen Grundhaltung gegenüber dem expandierenden App-Markt zum Mathematik-Lernen in der Grundschule (vgl. Krauthausen, 2012), analysieren wir ausgehend von Herausforderungen und Grenzen analogen Lernens, Potentiale für digitale Unterstützungselemente zu deren Überwindung und Erweiterung. Diese dienen als Ausgangspunkt für Entwicklung und Forschung.

Als eine zentrale Herausforderung analogen Lernens identifizieren wir die Darstellungsflüchtigkeit von Prozessen (vgl. Huhmann, 2013) und erkennen in ihrem Entgegenwirken ein mögliches Potential für digitale Medien. Daraus leitet sich die folgende übergeordnete Forschungsfrage ab:

*Wie kann mittels digitaler Medien der Darstellungsflüchtigkeit entgegengewirkt und den damit einhergehenden Herausforderungen im Mathematikunterricht der Primarstufe begegnet werden?*

Mit diesem Grundanliegen begann eine fruchtbare interdisziplinäre Zusammenarbeit mit der Didaktik der Informatik. Aus der jeweiligen fachdidaktischen Perspektive vorgenommene Analysen und Diskussionen zu gemeinsamer Entwicklungs- und Forschungsarbeit führten zu dem praktizierten Modell "Auftrags- und Entwicklungsforschung für einen Kunden". Die Fachgruppe "Didaktik der Informatik" der Universität Paderborn arbeitete bereits im Rahmen von Projektkursen mit angehenden Lehrkräften und gymnasialen Oberstufenschüler\*Innen in Informatik zusammen, bislang allerdings insbesondere an künstlichen Problemstellungen, welche zum Ausgangspunkt der Softwareentwicklung dienten. Im Gegensatz dazu lag nun ein hochmotiviertes Moment erstmals im Sinne einer Auftragsforschung an einem realen Problem mit Auftraggebern aus der Mathematikdidaktik vor.

## **Forschungsmethode und Entwicklung der App**

Das Projekt folgt dem Design-based research Ansatz (Gravemeijer & Cobb 2006; Cobb et. al, 2003), da dieser systematisch Ziele auf der Entwicklungs- und der Forschungsebene miteinander verknüpft. So werden in mehreren Zyklen Entwicklungen, Erprobungen und Weiterentwicklungen iterativ miteinander verbunden: Basierend auf einer theoriegeleiteten Spezifizierung der Herausforderungen analogen Lernens (s. a. Eilerts & Huhmann i. d. Bd.) wurde die App „Pentomino“ in einem ersten Designzyklus entwickelt. Hierzu wurden zunächst die Anforderungen zur Entwicklung des digitalen Artefaktes unter dem jeweiligen Primat der Fachdidaktik analysiert, gemeinsam diskutiert und als “To-Do-List” in übergeordneten Aufgabenbereichen mit (Teil-)Aufträgen sowie detaillierten Erläuterungen festgeschrieben.

Die Softwareentwicklung und das Projektmanagement wurden den Design-based research Ansatz unterstützend mittels Scrum-Methodik (vgl. Foegen et. al, 2014) kontinuierlich an die Wünsche der Kooperationspartner und Product Owner angepasst. Durch dieses dynamische Vorgehen wurde der interdisziplinäre Austausch in mehreren Teamsitzungen und dazwischenliegenden Sprints (Entwicklung und Programmierung) gefördert. Mit Hilfe des Scrum-Frameworks wurden die Umsetzung der Aktivitäten, Artefakte und Rollen für die Programmierer\*Innen konkretisiert. Der Ansatz von Scrum ist empirisch, inkrementell und iterativ. Die Methodik fußt auf drei Säulen:

- **Transparenz:** (Teil-)Aufträge (Sprint Backlog), Fortschritte und Hindernisse der Softwareentwicklung werden regelmäßig für den jeweiligen Programmierzyklus (Sprint) für alle sichtbar dokumentiert.
- **Überprüfung:** In regelmäßigen Abständen werden Produktfunktionalitäten empirisch erprobt und auf dieser Basis wird das Produkt sowohl aus mathematik- als auch informatik-didaktischer Perspektive beurteilt und im Team gemeinsam das weitere Vorgehen geplant.
- **Anpassung:** Daraus resultierend werden detailliertere ggf. auch neue Anforderungen aus den Perspektiven beider Fachdidaktiken an das Produkt festgeschrieben. Ebenso werden Arbeitspläne und Vorgehensweisen kontinuierlich detailliert und angepasst.

Vor diesem Hintergrund begann die Entwicklung der App im Rahmen einer Lehrveranstaltung zur Softwaretechnik und -entwicklung für angehende Informatiklehrkräfte im Sommersemester 2017. So konnte die Auftragsarbeit einer komplexen App-Entwicklung als Win-Win-Situation aller Projektbeteiligter realisiert werden. Der gemeinsame Entwicklungs- und Forschungsprozess wurde als sehr motivierend wahrgenommen und kennzeichnet sich durch intensive interdisziplinäre Lernprozesse der Forscher\*Innen.

Dies lässt sich auf die gesellschaftliche Praxisrelevanz und starke Lebensweltorientierung des Projektes zurückführen (vgl. Schubert & Schwill, 2011). Die Doppelrolle der Studierenden als Programmierer\*Innen und zukünftige Lehrkräfte hat dazu angeregt, über den Medieneinsatz im Unterricht zu reflektieren und mehrperspektivisch begründete Sichtweisen zu entwickeln. Der Austausch über Potentiale, Risiken und Grenzen digitaler Lernumgebungen hat zur stärkeren Fokussierung auf zusätzliches und anderes Lernen durch digitale im Vergleich zu analogen Lernumgebungen geführt. So konnten aus mathematik- und informatik-didaktischer Sicht interdisziplinäre Schnittmengen für Forschungsthemen generiert werden: Wie werden digitale Artefakte wahrgenommen und exploriert? (Wie) Werden digitale Unterstützungselemente genutzt? Welche Rolle spielen Dualität und Selbstbild für die Interaktion mit der App? Lassen sich Grundideen des computational thinkings mit diesen digitalen Lernmedien entwickeln? Weitere Schnittpunkte sind die optimierte Nutzung der Apps und die Erhöhung von Usability mit dem Ziel, technische Hürden zu vermeiden. (Wie und wodurch) Werden die intendierten Ziele durch digitale Unterstützung beim Mathematiklernen erreicht (Erfassung mittels Eye-Tracking (z.B. Heat maps zur Visualisierung von Wahrnehmungsschwerpunkten und -mustern, etc.))?

### Vorstellung der App „Pentomino“

Folgende Aspekte kennzeichnen die besondere Herausforderung der Darstellungsflüchtigkeit analogen Mathematiklernens. Zugleich sind sie Potentiale zur Entwicklung digitaler Unterstützungen (vgl. Eilerts & Huhmann, i. d. Bd.): a) Dokumentation von Prozessen, Zwischen- und Arbeitsprodukten, die individuelles Handeln wiederholt zur Analyse und Reflexion zugänglich machen sowie diese zur weiteren konstruktiven Erkundung zur Verfügung stellen, b) Problemreduktion, um der Komplexität des Handelns und der Unübersehbarkeit möglicher Handlungs(ab)folgen entgegenzuwirken, c) Simultanität der Erzeugbarkeit möglicher verschiedener Handlungsprodukte und d) Adaptive Rückmeldekulturen, die im Prozess individuellen Handelns und, an diesem orientiert, kompetenzorientierte Rückmeldungen geben.

Auf dieser Basis wurde die App “Pentomino” entwickelt, um der Darstellungsflüchtigkeit entgegenzuwirken und die in Frage stehende Wirkweise zu erforschen. Abschließend wird in den



Abb. 1 Eingangsmaske der App

Abb. 1 und 2 die App in ihrer Usability kurz vorgestellt.

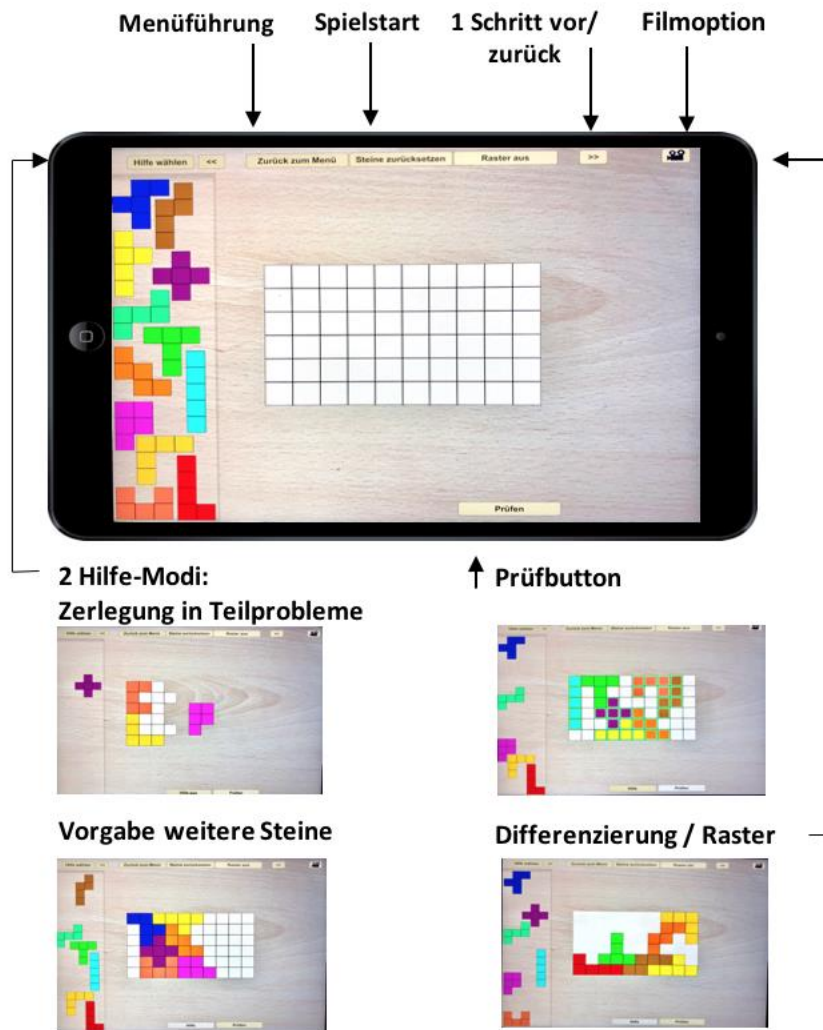


Abb. 2 Menüführung der App „Pentomino“

## Literatur

- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 23(1), 9–13.
- Foegen, M. et al. (2014). *Der ultimative Scrum Guide 2.0*. Darmstadt: Wibas.
- Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research*. London: Routledge, 17–51.
- Huhmann, T. (2013). *Einfluss von Computeranimationen auf die Raumvorstellungsentwicklung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Schubert, S. & Schwill, A. (2011). *Didaktik der Informatik*. 2. Auflage. Heidelberg: Springer Spektrum.