

Anja WÜRZ, Frankfurt, Simone JABLONSKI, Frankfurt & Mathias BÄRTL, Offenburg

## **Mathematische Wanderpfade „erweitert“ – Eine Untersuchung zur User Experience beim Einsatz der AR-Funktion im MathCityMap-System**

Mathematik lässt sich in vielen Objekten finden. Sei es die lineare Steigung eines Handlaufs zum Schulgebäude oder die nahezu zylindrische Form einer Litfaßsäule in der Innenstadt. Das Bestreben, Schüler\*innen diese Zusammenhänge entdecken zu lassen, steht im Zentrum des *MathCityMap*-Projekts (Ludwig et al., 2013). Auf sogenannten mathematischen Wanderpfaden (bzw. Mathtrails) werden Schüler\*innen durch eine App zu Mathematikaufgaben an realen Objekten bzw. in realen Situationen ihrer Umwelt geleitet. Um die Aufgaben zu lösen, werden Daten erhoben, z. B. durch Messungen oder Zählen. Entscheidend ist, dass die Aufgaben so gestellt sind, dass der Schritt der Datenbeschaffung nur vor Ort stattfinden kann und somit direkt mit dem Objekt bzw. der Situation verknüpft wird.

Grundsätzlich können sämtliche Themengebiete der (Schul-)Mathematik in Mathtrails umgesetzt werden. Dennoch erschweren es variable Situationen, z. B. die Abhängigkeit des Straßenverkehrs von der Uhrzeit oder die Anzahl der Personen in einem Geschäft vom Wochentag, Aufgaben aus bestimmten Themengebieten, wie Stochastik und Statistik, zu erstellen. Um auch solche Aufgaben, welche die Beobachtung von grundsätzlich variablen Situationen erfordern, zu ermöglichen, wurde das MathCityMap-Projekt kürzlich um eine Augmented-Reality-Funktion (AR) erweitert. Durch sie lassen sich reale Objekte und Situationen aktiv mit virtuellen Informationen verknüpfen.

AR bietet laut Azuma (1997) eine Möglichkeit, die Realität durch virtuelle Objekte oder Informationen zu erweitern, während die reale Umwelt weiterhin sichtbar bleibt. Zwei wichtige Faktoren sind dabei die Kontextualität und Aktualität von AR-Systemen: Die hinterlegten Informationen müssen an einem bestimmten Ort oder Gegenstand verankert sowie in Echtzeit abrufbar sein und auf Interaktion reagieren.

Was zunächst wie eine technische Spielerei wirkt, bietet jedoch auch für den schulischen Kontext großes Potenzial. Sobald es im Mathematikunterricht über das (Ab-)Zählen von realen Objekten hinausgeht, müssen sich Schüler\*innen die mathematischen Gegenstände und Operationen vorstellen. Daher argumentieren Estapa und Nadolny (2015), dass sich die Anwendung von AR im Mathematikunterricht hervorragend eignet, da sie Manipulation, Visualisierung und einen authentischen Kontext bieten kann. So können interaktive, praxisnahe Lerngelegenheiten geboten werden, die theoretische

Inhalte mit realen Alltagsgegenständen und -situationen verknüpfen. Um dieses Potential von AR für den Kontext von Mathtrails mit MathCityMap zu evaluieren, wird im Folgenden eine Einschätzung des Nutzungserlebnisses von Lernenden präsentiert.

## Methoden

Für eine erste empirische Untersuchung wurden sowohl für 55 Schüler\*innen (aus zwei 8. Klassen, Gymnasium G8) als auch 15 Studierende (Logistik und Handel, 2. Semester; Wirtschaftsingenieurwesen, 3. Semester) Mathtrails entwickelt. Sämtliche Aufgaben erforderten das Auffinden und Auswerten von AR-Elementen in Form von Text, Bild oder Video und orientierten sich an zuvor unterrichteten Inhalten (Klasse 8: Laplace-Wahrscheinlichkeiten; Studierende: Deskriptive und induktive Statistik). Abb. 1 zeigt eine Aufgabe des Mathtrails der Klasse 8 zur Mittelwertbestimmung.

Eine Gruppe von Schüler\*innen vergleicht ihre durchschnittliche Zeit am Handy (pro Tag, in Minuten) und freut sich, dass ihr Mittelwert so ein schöner Wert ist. Ihre Handydaten findet ihr über den Link in Hinweis 1.

Einige weitere Schüler\*innen stoßen dazu. Welche Werte dürften sie haben, damit sich der Mittelwert nicht verändert?



**Abb. 1:** Beispielaufgabe in der App (links) mit notwendigen AR-Elementen (rechts)

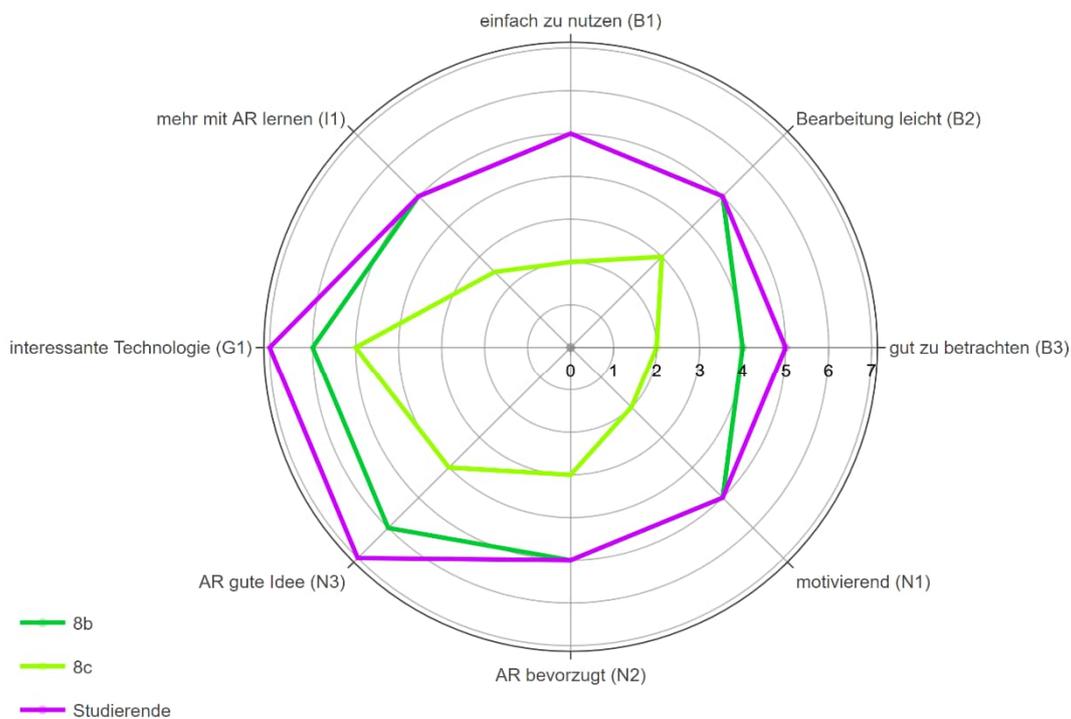
Die Bearbeitung dauerte für die Schüler\*innen 35 bis 45 bzw. für die Studierenden 100 bis 120 Minuten und erfolgte in Kleingruppen von zwei bis vier Personen. Im Anschluss an den Mathtrail wurde eine Evaluation durchgeführt. Dafür wurde ein Fragebogen zur User Experience mit zehn Items eingesetzt. Dieser basiert auf dem Technology Acceptance Model (Davis, 1989) und erfasst die Zustimmung zu folgenden Kategorien:

- wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (B), z. B. *Die AR-Funktion ist einfach zu nutzen,*
- empfundene Nützlichkeit (N), z. B. *Ich empfinde die Nutzung von AR-Elementen als motivierend,*
- Grundeinstellung zur Nutzung (G), z. B. *Lernen mit AR-Elementen ist eine gute Idee,*
- Intention zur zukünftigen Nutzung (I), z. B. *Ich würde gerne in mehr Bereichen AR-Funktionen verwenden.*

Die Schüler\*innen konnten auf einer Sieben-Punkte-Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 7 (stimme sehr zu) antworten. Den Studierenden wurden lediglich vier Antwortkategorien angeboten (stimme nicht zu, stimme eher nicht zu, stimme eher zu, stimme zu), die zu Zwecken der Vergleichbarkeit in die Ausprägungen 1, 3, 5 und 7 umkodiert wurden. Wegen Abweichungen bei der Formulierung von zwei Items in den verschiedenen Fragebögen werden hier nur acht Items berücksichtigt. Zusätzlich wurden frei beantwortbare Fragen gestellt, um ergänzende Eindrücke zu den Erfahrungen mit der AR-Funktion zu sammeln.

## Ergebnisse

Die Mediane der Antworten (8b:  $n=30$ ; 8c:  $n=25$ ; Studierende:  $n=15$ ) werden für die acht identischen Items in Abb. 2 illustriert:



**Abb. 2:** Mediane der Items nach Kohorte.

Die Studierenden gaben die insgesamt positivste Bewertung ab, wobei die Median-Wertungen der Klasse 8b sehr ähnlich ausfallen mit lediglich einem Skalenpunkt Abstand bei B3, N3 sowie G1 und ansonsten identischen Werten. Deutlich negativer ist in allen Dimensionen das Median-Urteil der Klasse 8c, welche nicht nur im Mittel gravierende Unterschiede zu den anderen beiden Kohorten aufweist (so liegt etwa die Medianwertung der 8c sowohl bei B1 als auch N1 ganze drei Skalenpunkte hinter den anderen beiden (identischen) Medianen). Auch im Klassenverband zeigt sich hier das

am wenigsten konsistente Antwortverhalten mit großer Streuung über alle Items hinweg (am deutlichsten ausgeprägt bei G1). In den freien Antworten nennen Schüler\*innen ebenso wie Studierende besonders häufig das Lernerlebnis im Freien, verbunden mit aktiver Bewegung im Team und dem „Suchen müssen“ als willkommene Abwechslung und motivierend. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um die klassischen mit Mathtrails verbundenen Vorteile, angereichert um die Dimension der notwendigen Suche der AR-Elemente. Besonders häufige Negativnennungen tauchten im Zusammenhang mit der Nutzbarkeit der AR-Darstellungen auf. Hier ist vor allem die unzureichende Wiedergabe von Videos sowie, abhängig vom Hintergrund, schlechter Textkontrast festzustellen. Bei der 8c häuften sich Aussagen über nicht auffindbare oder nicht lesbare AR-Elemente, welche zu Frustration an sich und nicht lösbaren Aufgaben führten. Eine Schüler\*innengruppe bewältigte instabile Text- oder Bildanzeige durch das Fertigen von Screenshots, was bei den Studierenden Standard in allen Gruppen war.

## **Fazit**

AR gestattet es, den Einsatzbereich klassischer Mathtrails auszuweiten, was im Rahmen der Studie exemplarisch für die Bereiche Stochastik und Statistik gezeigt wurde. Die vorliegende Untersuchung zur User Experience hat ein zunächst gemischtes Bild bezüglich der Einsatzbereitschaft der Technologie gezeigt. Die Aussicht auf ein abwechslungsreiches Lernerlebnis wirkt grundsätzlich motivierend, kann jedoch bei technischem Versagen oder der Enttäuschung von Erwartungen an Stabilität und Attraktivität der Darstellungen ins Gegenteil umschlagen und die angestrebten Aktivierungseffekte konterkarieren. Diese Gefahr steigt mit sinkender Technikaffinität und -erfahrung der Zielgruppe. Eine Weiterverfolgung von AR in Mathtrails erscheint lohnenswert, verlangt jedoch erhöhte technische Entwicklungsanstrengungen.

## **Literatur**

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*. Massachusetts Institute of Technology.
- Estapa, A. & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. *Journal of STEM education*, 16(3), 40–46.
- Ludwig, M., Jesberg, J. & Weiß, D. (2013). MathCityMap - faszinierende Belebung der Idee mathematischer Wanderpfade. *Praxis der Mathematik*, 55(53), 14–19.