

## **Mathematische Lehrpfade mit Augmented Reality erweitern. Oder: Wie Tablets den mathematischen Blick fördern können**

Lehrpfade sind eine Variante der „DraussenSchule“, des Lernens ausserhalb der Mauern des Klassenzimmers. Lernende sollen Orte ihrer Lebenswelt mit expliziten Arbeitsaufträgen erkunden und untersuchen. Der Einbezug auserschulischer Lernorte möchte das fachliche Lernen ergänzen, anreichern und vertiefen. Die originale Begegnung mit lebensweltlichen Situationen und Phänomenen wird auf diese Weise Teil des Schulunterrichts.

Mathematische Lehrpfade verfolgen das Ziel, die Umgebung mit einem mathematischen Blick zu sehen. Lernorte wie das Schulgebäude, der Schulhof, das Quartier oder die dörfliche oder städtische Umgebung werden aufgesucht und mit einer mathematischen Brille betrachtet. Der Blickwinkel ist je nach gegebener didaktischer Intention auf das Erkennen mathematischer Strukturen gerichtet oder es geht um das Anwenden mathematischer Konzepte und Methoden zur Lösung von lebensweltlichen Problemen, bei der Modellierungskompetenzen gefordert sind (vgl. Ruwisch, 2017).

Das Wahrnehmen und Deuten von Objekten mit mathematischem Blickwinkel sowie das Anwenden von mathematischem Gelerntem zum mathematischen Modellieren von Situationen muss angeleitet werden, etwa durch gezielte schriftliche oder mündliche Arbeitsaufträge. Bevorzugte Arbeitswerkzeuge sind Papier und Schreibwerkzeuge, verschiedene Hilfsmittel zum Messen sowie je nach Situation auch Kameras für Bilder und Abläufe. Zur Werkzeug-Palette für mathematische Lernpfade kommen neu auch digitale Medien hinzu, unter anderen die Technik von Augmented Reality (AR).

### **Augmented Reality – digitales Werkzeug als Unterstützung für das Erkennen mathematischer Zusammenhänge**

Mit der Technik von Augmented Reality (AR) sind wir in der Lage, auf Informationen in einer neuen Art und Weise zuzugreifen. Die Realität wird mit Bildern, Videos oder 3D-Modellen erweitert. Zusätzlich zur realen Wahrnehmung kann der Benutzer weitere Informationen mittels Smartphone oder Tablet auf den Bildschirm projizieren und – was die Besonderheit von AR ausmacht – in Echtzeit interagieren.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den klassischen Lerninhalt, wie er in einem Schulbuch vermittelt wird. Das Bild im Sachbuch (sogenannter Marker) ist mit einem digitalen Inhalt hinterlegt. Lernende können den Inhalt mittels Smartphone oder Tablet abrufen, in dem sie die AR-App (im Beispiel ein Panda-Ikon) öffnen und den Marker scannen. Sobald die AR-App das Bild

bzw. den Marker im Sachbuch erkennt, wird der digitale Inhalt auf dem Display in Echtzeit angezeigt. Wie die Abbildung zeigt, stellt der abgerufene Inhalt für die Lernenden ergänzende Informationen – im Beispiel hier 3D-Darstellung eines Würfelkörpers – dynamisch dar. Die digitale Würfelkörperdarstellung kann interaktiv durch Drehung des Tablets oder des Arbeitsblattes aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden.



**Abbildung:** Switch zwischen 3D-Visualisierung eines Würfelkörpers und gedruckter Version mittels AR-App und Tablet

Die Bezeichnung „Augmented Reality“ ist als Gegenbegriff zu „Virtual Reality“ (VR) entstanden (vgl. Missomelius, 2013). Bei AR hält der Benutzer die Verbindung mit der realen Welt aufrecht, dies im Gegensatz zur Technik der Virtual Reality (VR); dort wird die Aussenwelt durch eine geschlossene Schutzbrille vollkommen ausblendet. Es handelt sich bei AR um eine durch Rechner

unterstützte erweiterte Realitätswahrnehmung.

Dank der synchronen Verknüpfung von stofflich-physikalischem Raum mit virtuellen Elementen hat das Werkzeug mathematikdidaktisches Potenzial, auch und gerade für Lehrpfade, wo es darum geht, hinter lebensweltlichen Phänomenen die zugrundeliegende Mathematik zu erkennen bzw. abstrakte mathematische Zusammenhänge sichtbar und erkennbar zu machen.

Erste Ansätze im Mathematikunterricht, die Wahrnehmung materieller Objekte mit virtuellen Objekten zu erweitern, gibt es (z.B. Ruppert & Wörler, 2012; Ludwig et al., 2013). Der technische Aufwand dazu ist zum jetzigen Zeitpunkt zwar anspruchsvoll, aber grundsätzlich zu bewältigen. Die für die Anwendung von AR erforderlichen mobilen Endgeräte wie Tablets oder Smartphones befinden sich in „Reichweite“ des Schulunterrichts. Die didaktische Frage nach sinnvollen AR-Einsatzmöglichkeiten rückt damit in den Vordergrund.

### **Potenzielle AR-Anwendungen in einem mathematischen Lehrpfad**

Die AR-Technik ist als Werkzeug im Rahmen von mathematischen Lehrpfaden noch wenig erprobt. Anhand des SAMR-Modells von Puentedura (2012) werden nachfolgend Möglichkeiten zur Anreicherung eines bestehenden Mathe-Lehrpfades über den Pythagoras (Buchholtz & Armbruster, 2017) mittels AR-Technik aufgezeigt.

Auf der ersten Stufe *Ersetzung (Substitution)* ersetzt die AR-Technik bisher verwendete Medien eins zu eins, wobei es noch zu keiner funktionalen Erweiterung kommt. Beispiel: Ihre gelösten Aufgaben zum Deichtor-Center (ebd. S. 10) korrigieren die Lernenden mithilfe der Musterlösung, die via AR-App direkt auf ihrem Arbeitsblatt angezeigt werden kann.

Auf Stufe 2 *Erweiterung (Augmentation)* gibt es beim Ersatz traditioneller Medien durch das digitale AR-Werkzeug bereits kleine funktionale Verbesserungen. Beispiel: Die Lernenden sollen mit Hilfe der gemessenen Längen des Deichtor-Centers bestimmen, ob das Gebäude ein rechtwinkliges Dreieck darstellt. Via AR-App erhalten die Lernenden Hilfestellungen zum Berechnen einer dritten Dreiecksseite mittels Pythagoras. Die digitalen Hilfestellungen werden direkt auf die (gedruckte) Arbeitsunterlage projiziert. AR bietet hier eine digitale Alternative zum klassischen Formelblatt.

Bis hierher bringt die AR-Technik noch keine umwerfenden Neuerungen. Der Stufe 3 *Änderung (Modification)* entsprechen Aufgaben, bei denen die synchrone Überlagerung von virtuellen Inhalten über materielle Objekte als Besonderheiten des AR-Werkzeuges explizit genutzt werden kann. Beispiel: Via Marker auf dem Arbeitsblatt gibt bei der zu lösenden Aufgabe ein eingblendetes Video Hilfestellungen zum Pythagoras. Das analoge statische Medium wird durch audiovisuelle Bewegtbilder quasi dynamisiert.

Und auf Stufe 4, *Neubestimmung (Redefinition)*, ermöglicht die AR-Technik völlig neue Aufgaben, die ohne dieses Werkzeug nicht zu realisieren wären. So unterstützen 3D-Modelle, die der Lernende interaktiv aus verschiedenen Perspektiven betrachten kann, das räumliche Vorstellungsvermögen. Haben die Lernenden vor Ort etwa Mühe, das grosse Deichtor-Center als ein Dreieck zu erkennen, könnte ein 3D-Modell hier beim räumlichen und situativen Denken Hilfe leisten. Hierbei ist zu erwähnen, dass die AR-Technik in Zukunft erweiterbare Informationen direkt auf dem Gebäude projiziert und erweitert, was bei Mathe-Lehrpfaden neue Aufgabensettings ermöglichen wird.

## **Xpanda - AR macht Schule**

Das digitale Werkzeug Augmented Reality, für das ein Tablet oder Smartphone erforderlich ist, findet zunehmend Beachtung in medien- und fachdidaktischen Kreisen. Allerdings sind technisch und didaktisch ausgereifte Anwendungen und empirische Erkenntnisse zum Einsatz von AR noch kaum vorhanden. Diese Ausgangslage führte zum didaktischen Entwicklungsprojekt Xpanda, dessen Ziel es ist, AR-Anwendungen für einen sinnvollen und didaktisch begründeten Einsatz im Unterricht zu entwickeln und auszutesten, und zwar bereits ab Grundschul- und Primarschulstufe.

Mit der Projekt-App können die Lehrpersonen selber Augmented Reality-Inhalte in Form von Videos, 3D-Modellen, Bildern und Texten in den

Unterricht integrieren. Die AR-Anwendungen werden von Projektmitarbeitenden entwickelt und über eine Online-Plattform (vorerst) projektintern geteilt. Was die mathematischen Lehrpfade im Speziellen betrifft, werden im Rahmen des Projektes geeignete AR-Elemente aufbereitet und zum gegebenen Zeitpunkt auf der Projektwebsite publiziert (Details siehe [www.xpanda.ch](http://www.xpanda.ch)).

### **AR und mathematische Lehrpfade: Zwischenfazit und Ausblick**

Die fachdidaktische Literatur über konkrete Beispiele mathematischer Lehrpfade ist mehrheitlich auf die Sekundarstufen I / II sowie auf die Hochschulstufe fokussiert. Weniger zahlreich sind Beiträge über Umsetzungen auf Grundschul- bzw. Primarschulstufe; gute Beispiele finden sich in der Schwerpunktnummer „Mathematik im Alltag“, Themenheft Nr. 54 von *Grundschule Mathematik*.

Es ist eine besondere Herausforderung, außerschulische Lernanlässe und Lernumgebungen auf dieser Stufe zu kreieren und dabei zusätzlich die neuen Möglichkeiten digitaler Medien wie die Augmented-Reality-Technik so zu berücksichtigen, dass sich daraus ein didaktischer Mehrwert für den mathematischen Anfangsunterricht ergibt.

### **Literatur**

- Buchholtz, N. & Armbrust, A. (2017). *#2 Satz des Pythagoras. Materialien für das außerschulische Lernen im Mathematikunterricht* (2. Aufl.). Universität Oslo.
- Ludwig, M., Jesberg, J. & Weiß, D. (2013). MathCityMap – faszinierende Belebung der Idee mathematischer Wanderpfade. *PM Praxis der Mathematik in der Schule*, 55, Heft 33, (14-19).
- Missomelius, P. (2014). Abstraktionen des Raumes in Bildungsszenarien. Von der analogen Karte zur Augmented Reality. In V. Dander, V. Gründhammer, H. Ortner, D. Pfrutscheller & M. Rizzolli (Hrsg.), *Medienräume: Materialität und Regionalität*, (S. 51-63). Innsbruck: University Press.
- Puentedura, R. R. (2012). *The SAMR model: Background and exemplars*. [http://www.hippasus.com/rpweblog/archives/2012/08/23/SAMR\\_BackgroundExemplars.pdf](http://www.hippasus.com/rpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExemplars.pdf) (08.01.2019).
- Ruppert, M. & Wörlner, J. (2012). Virtuell und dennoch greifbar. Mit Augmented-Reality-Modellen experimentieren. *mathematiklehren*, Heft 74, 20-24.
- Ruwisch, S. (2017). Alltagsorientierung im Mathematikunterricht. Reflektierte Sicht erfordert bewusstes Wahrnehmen und Deuten. *Grundschule Mathematik*, Heft 54 (32-35).
- Weigand, H.G. & Wörlner, J. (2010). Die Stadt mit „geometrischen Augen sehen. *mathematiklehren*, Heft 160, 49-52.