

Gregor MILICIC, Frankfurt & Matthias LUDWIG, Frankfurt

## **Nutzung von Augmented Reality zur Förderung des räumlichen und algorithmischen Denkens**

### **Einleitung**

Dank der stetigen Weiterentwicklung werden Drohnen immer erschwinglicher und können daher auch vermehrt im Bildungsbereich eingesetzt werden. Für MINT-Fächer ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten und Anknüpfungspunkte für den Unterricht. Programmierbare Drohnen ermöglichen insbesondere einen motivierenden und handlungsorientierten Einstieg in die Programmierung (Hernandez-de-Menendez et al., 2020). Bei einer kleinen Studie mit 10 Schülerinnen und Schülern konnte z.B. ein signifikanter Zuwachs sowohl bezüglich der Programmierfähigkeiten, als auch beim räumlichen Denken festgestellt werden (Chou, 2018). Bei einer explorativen Unterrichtseinheit wurde die hohe Motivation und Begeisterung der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler von uns ebenfalls bestätigt und mögliche Anknüpfungspunkte für den Mathematikunterricht vorgestellt. Allerdings identifizierten wir auch einige technische Probleme bei der Nutzung der Drohnen (Ludwig et al., 2020). Dazu zählt die geringe Akkulaufzeit (teilweise unter 15 Minuten), immer wieder auftretende Verbindungsprobleme sowie die recht ungenaue Ausführung der programmierten Flugmanöver. Weitere limitierende Faktoren beim Einsatz von Drohnen im Rahmen des Schulunterrichts sind natürlich der große Platzbedarf, die Gewährleistung der Sicherheit aller Beteiligten und die zum Teil noch sehr hohen Anschaffungskosten, falls nicht nur eine, sondern mehrere Drohnen mit entsprechendem Equipment gekauft werden sollte.

### **Von der realen in die virtuelle Welt**

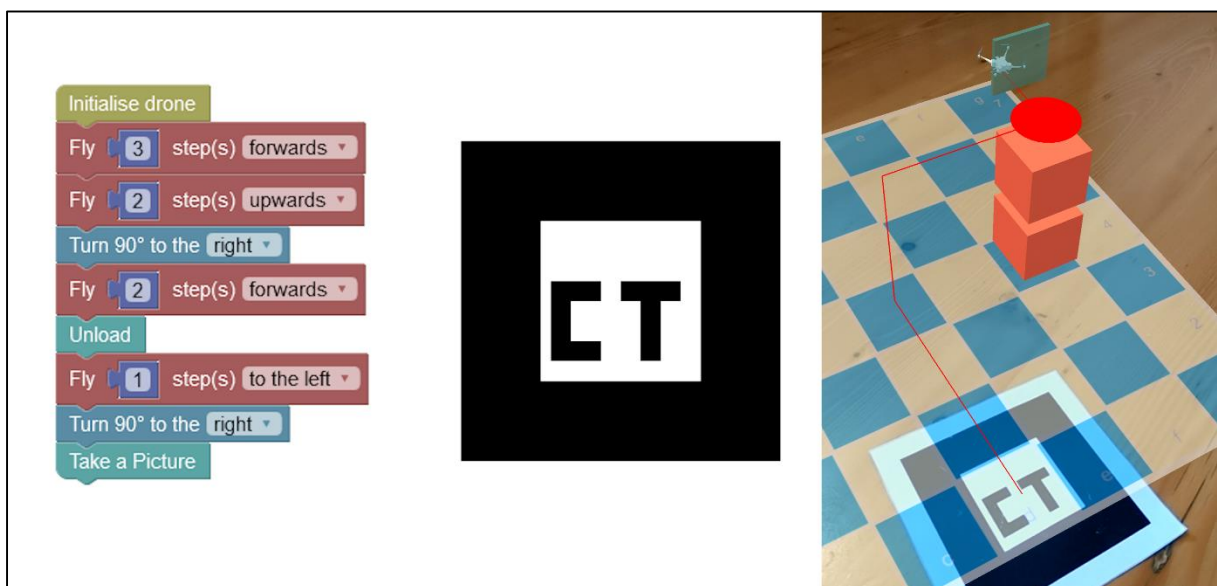
Vor diesem Hintergrund haben wir im Rahmen des „Computational Thinking Learning Environment for Teachers in Europe“-Projekts (<colette/>, Erasmus+, Projektnummer 2020-1-DE03-KA201-077363, <https://colette-project.eu/>) einen Prototyp für eine Lernumgebung entwickelt, der die Programmierung einer virtuellen Drohne ermöglicht. Das Bring-Your-Own-Device-Prinzip nutzend können die Aktionen der virtuellen Drohne in Form eines Algorithmus direkt auf einem mobilen Endgerät definiert werden. Die Anzeige der Bewegungen erfolgt mittels Augmented Reality (AR) sobald die Kamera des Endgeräts auf den AR-Marker ausgerichtet ist. Die Lernumgebung ist damit als “Image-based AR” einzuordnen (Buchner, 2018), wobei der Bildschirm als “Magic Window” fungiert. Um einen niedrigschwelligen Einstieg zu ermöglichen, haben wir uns zur Nutzung einer blockbasierten Programmiersprache entschieden.

Innerhalb der <colette/>-Lernumgebung werden die Lehrkräfte die Möglichkeit haben, auf Basis von unterschiedlichen und vordefinierten Settings konkrete Aufgabenstellungen in einem Lernpfad zusammenzustellen. Anschließend

bearbeiten die Schülerinnen und Schüler die ihnen zugewiesenen Aufgaben auf mobilen Endgeräten.

Der Prototyp zur Steuerung der virtuellen Drohne wird im Folgenden anhand einer Aufgabenstellung des Typs *Implementierung* vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler sind dazu aufgefordert, zu einer gegebenen Problemstellung einen Algorithmus zu entwerfen. In Abhängigkeit vom Lernstand der Schülerinnen und Schüler könnten auch andere Aufgabentypen, wie z.B. *Finde-den-Fehler*, *Analyse* oder *Parsons Puzzle* (Milicic, Wetzel & Ludwig, 2020), genutzt werden.

Die aus dem realen Setting übernommene vereinfachte Darstellung der Aktionsfläche in einem schachbrettartigen Muster (Ludwig, Wetzel & Milicic, 2020) erleichtert sowohl die Visualisierung und damit die Orientierung, als auch die Beschreibung der Bewegungen im Raum.



**Abb. 1:** Die Bewegung der virtuellen Drohne kann mittels einer blockbasierten Programmiersprache (links) definiert werden. Sobald der AR-Marker (Mitte) im Sichtfeld der Kamera ist, können die Aktionen und Bewegungen der virtuellen Drohne mittels AR (rechts) nachverfolgt werden. Der Prototyp kann auf [https://colette-project.eu/AR/drone\\_settings.html](https://colette-project.eu/AR/drone_settings.html) unter Nutzung eines gängigen und aktuellen Browsers getestet werden.

Bei dieser Beispielaufgabe soll die auf dem Feld (4,1) startende Drohne einen aus zwei Blöcken bestehenden Turm auf dem Feld (6,4) anfliegen. Realen Anwendungen nachempfunden soll die Drohne auf dem Turm etwas abliefern und die erfolgreiche Auslieferung mit einem Foto dokumentieren. Entsprechende spezifische Befehle sind als Codeblöcke im Skriptbereich implementiert und nutzbar. Der Algorithmus zur Lösung dieser beschriebenen Aufgabenstellung innerhalb des Prototyps ist in Abbildung 1, links, dargestellt. Sobald der AR-Marker (Abbildung 1, Mitte) vom mobilen Endgerät erkannt wird, erscheint die virtuelle Szene wie in Abb.1, rechts, dargestellt auf dem Bildschirm (Magic Window). Die Flugbahn der Drohne (in rot) kann ebenfalls eingeblendet werden und ermöglicht es, die Bewegung der Drohne über der Aktionsfläche im realen und virtuellen Raum nachzuvollziehen.

Die rote Kreisscheibe auf dem Turm ist die von der Drohne abgeladene Lieferung und wird durch den Codeblock „Unload“ an der entsprechenden Position platziert. Der Codeblock „Take a Picture“ erzeugt das halbdurchsichtige blaue Fenster und symbolisiert den Bildausschnitt, den die Drohne frontal von der aktuellen Position aufnehmen würde.

Der Transfer des realen Settings in den virtuellen Raum bietet in diesem Zusammenhang mehrere Vorteile. Zur Nutzung des Prototyps und auch der darin enthaltenen und derzeit entwickelten Lernumgebung <colette/> ist keine zusätzliche Hardware notwendig, ein mobiles Endgerät mit einem aktuellen Browser ist ausreichend um die Aufgaben zu bearbeiten. Im virtuellen Raum können außerdem Funktionalitäten von ansonsten hochwertigen und entsprechend teuren Drohnen simuliert werden. In einem weiteren Setting kann es z.B. erforderlich sein, mehrere Blöcke systematisch abzuscannen, sodass die Nutzung von Schleifen und Bedingungen als wichtige Aspekte des Algorithmischen Denkens motiviert werden kann. Zudem können auch ohne weitere Sicherheitsbedenken alle Schülerinnen und Schüler gleichzeitig virtuelle Drohnen ansteuern, was unter Nutzung von realen Geräten wohl nur kaum zu rechtfertigen wäre. Im Zuge der Digitalisierung wird also das bewährte und mittlerweile 40 Jahre alte Prinzip der Turtle-Grafik (Papert, 1980) unter Nutzung von neuer Technologie in Form von AR mit einer virtuellen Drohne adaptiert und sogar um eine Dimension erweitert.

### **Potential und weitere Forschungsdesiderate**

Um auch Themen der analytischen Geometrie anhand der virtuellen Drohne motivieren und veranschaulichen zu können, werden zusätzliche Steuerungsblöcke in der Lernumgebung umgesetzt. Ein Block „Fly to Position (X,Y,Z)“ ermöglicht die Steuerung der Drohne unabhängig von der derzeitigen zur jeweils gewünschten Zielposition. Die Betrachtung des Anfangs- und Endpunkts der Flugbahn kann über einen Block „Change Position by (X,Y,Z)“ erfolgen. Dies würde es ebenfalls ermöglichen, die Beschreibung der Drohnenflugbahn im dreidimensionalen Raum als Ansatz zur Einführung des Themas der Vektoren über das Modell der Pfeilkasse (Henn & Filler, 2015) zu nutzen. Ebenfalls könnten weiterführende Fragestellungen, wie z.B. die Länge eines Vektors als die Länge der Flugbahn oder auch Abstandsberechnungen der virtuellen Drohne zu einem Turm oder der Flugbahn einer anderen Drohne, in einem handlungsorientierten Zugang betrachtet werden.

Die Förderung und Anwendung des Algorithmischen Denkens ist das primäre Ziel der Lernumgebung. Mittels eines quasi-experimentellen Settings bestehend aus drei Gruppen könnte der Lernzuwachs bezüglich der algorithmischen Kontrollstrukturen unter Nutzung eines psychometrischen Tests (Mühling, Ruf & Hubwieser, 2015) erhoben werden. Gruppe 1 würde während der Intervention reale Drohnen nutzen, Gruppe 2 analog zum Stationenlernen reale, als auch virtuelle Drohnen innerhalb des Prototyps, Gruppe 3 ausschließlich den Prototyp

zur Bearbeitung von entsprechenden Aufgaben. In einem derartigen Setting könnte mit Gruppe 1 als Kontrollgruppe ebenfalls eine Aussage dazu getroffen werden, inwiefern der Einsatz des Prototyps mit AR die Nutzung einer realen Drohne ersetzen bzw. bezüglich des Lernerfolgs simulieren kann. Die Erhebung des räumlichen Denkens durch ein Prätest-Posttest-Design und ein Vergleich mit entsprechenden Referenzdaten (Maresch, 2020) wäre ebenfalls möglich und könnte Aufschluss darüber geben, welches Setting (ausschließlich reale oder virtuelle Drohnen, oder eine Mischung) auch zur Förderung des räumlichen Denkens geeignet ist.

## Literatur

- Buchner, Josef. (2018). Real - nur besser. Augmented Reality für individualisiertes Lehren und personalisiertes Lernen. *Computer+Unterricht*, 110, (S. 29-31).
- Chou P-N. Smart Technology for Sustainable Curriculum: Using Drone to Support Young Students' Learning. *Sustainability*. 2018; 10(10):3819. <https://doi.org/10.3390/su10103819> (25.03.2021)
- Henn. H.W. & Filler, A. (2015). Didaktik der Analytischen Geometrie und Linearen Algebra: Algebraisch verstehen – Geometrisch veranschaulichen und anwenden. Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum.
- Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C., & Morales-Menendez, R. (2020). Technologies for the future of learning: state of the art. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14(2), (S. 683-695). <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00640-0> (25.03.2021)
- Ludwig, M., Wetzel, S., & Milicic, G. (2020). Algorithmen, Drohnen und Vektoren. In H.-S. Siller, W. Weigel & J. F. Wörlner (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* (S. 1525). Münster: WTM-Verlag. <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-21449> (25.03.2021)
- Maresch, G. (2020). Wie gut sollten meine SchülerInnen/Studierenden auf der Plattform RIF 2.0 abschneiden? Referenzergebnisse unterschiedlicher Jahrgänge. *Informationsblätter der Geometrie (IBDG)*. 2/2020, 39. Salzburg, Tristach. 17-19.
- Milicic, G., Wetzel, S., & Ludwig, M. (2020). Generic Tasks for Algorithms. *Future Internet*, 12(9), 152. <https://doi.org/10.3390/fi12090152> (25.03.2021)
- Mühling, A., Ruf, A., & Hubwieser, P. (2015). Design and First Results of a Psychometric Test for Measuring Basic Programming Abilities. Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education. WiPSCE '15: Workshop in Primary and Secondary Computing Education. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818320> (25.03.2021)
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Harvester Press.