

Lea JOSTWERNER, Köln

Blockprogrammierung im Geometrieunterricht: Gestaltungsideen am Beispiel ‚Konstruktion von Vielecken‘

Mathematikdidaktische Relevanz

In unserer alltäglichen Lebenswelt sind wir umgeben von Algorithmen. Sie stecken nicht nur in unseren Smartphones und Computern, sondern formen in der Linguistik die Grammatik, legen die Grundlage in Sozial- und Rechtswissenschaften für unterschiedlichste Verfahren, begegnen uns in der Kunst, in der Küche oder wenn wir unseren Gegenübern einen Weg erklären. Auch im Fach Mathematik sind sie ein zentrales, wenn auch im Hintergrund ablaufendes Thema. Von der schriftlichen Rechnung über den ggT und das kgV bis hin zur pq-Formel lernen Schüler*innen viele Algorithmen kennen, mithilfe derer die mathematische Welt erschlossen wird. Dennoch weiß kaum ein*e Schüler*in, was ein Algorithmus ist oder wie man sich diesen zunutze machen kann. An dem Punkt besteht ein enormer Bedarf an fachdidaktischer Forschung (Ziegenbalg, 2015), woran das eigene Promotionsprojekt anknüpfen soll.

Algorithmen sind „im Zentrum des Bereichs, wo sich Mathematik und Informatik überschneiden und gegenseitig befruchten“ (Ziegenbalg, 2015, S. 318). Im Hinblick auf Geometrie basieren geometrische Konstruktionen und deren Beschreibungen auf dem immer gleichen aus Strecken und Winkeln bestehenden Algorithmus. Unbewusst werden diese verwendet, doch ohne aktive Auseinandersetzung mit ihnen können sie nicht im vollen Maße zum Vorteil ausgenutzt werden. Dazu kommt, dass die Auseinandersetzung mit Konstruktionen und ihren Beschreibungen unter den Schüler*innen sehr gering motivierend und sogar im hohen Maß frustrierend zu sein scheint (Riemer, 2011). Deshalb ist eine „Vernetzung der Geometrie mit außermathematischen Gebieten [...] anzustreben“ (Weigand et al., 2018, S.12). Eine Konstruktionsbeschreibung ist, sofern sie korrekt ausgeführt wird, nichts anderes als eine eindeutige Handlungsvorschrift und somit ein Algorithmus. Um diesen Algorithmus weiterzuarbeiten und ein digitales Output zu generieren, ist es notwendig, sowohl die Grundvorstellungen von Algorithmen zu erarbeiten (Eindeutigkeit, Endlichkeit, Allgemeingültigkeit, Terminierung, Determiniertheit, Ausführbarkeit) als auch die Grundlagen des Programmierens zu erlernen (Start-Stop, Schleifen, Verzweigungen) (Oldenburg, 2011). Dabei ist ein Algorithmus nicht zwingend ein Programmcode oder eine schriftliche Anleitung, also auf der symbolischen Darstellungsebene verortet. Er kann genauso auf der ikonischen oder enaktiven Ebene erarbeitet und verstanden werden (Cohors-Fresenborg, 1985).

Forschungsstand

Bislang existieren nur wenig Forschungserkenntnisse, die den Schnittpunkt von algorithmischen und geometrischen Kompetenzen bzw. den Einsatz von Blockprogrammierung zum Konstruieren von Vielecken untersuchen. Lediglich Förster (2015) hat in einer quantitativen Studie Scratch mit Siebtklässler*innen verwendet, um so Dreiecke zu konstruieren und einen Zugang zu Kongruenzen zu erzielen. Er schlussfolgert, dass der Einsatz von Scratch kurzfristig und langfristig zu einer höheren Qualität der Konstruktionsbeschreibungen führt. Andere Studien fokussieren sich auf Vorteile von Blockprogrammierung im Allgemeinen sowie Herangehensweisen an die Vermittlung algorithmischer Kompetenzen. Von diesen Studien sind für dieses Projekt u.a. die folgenden drei besonders relevant:

Kim und Min (2020) führen eine qualitative Studie zur Entwicklung von algorithmischem Denken, unterstützt durch enaktives und virtuell-enaktives Programmieren, durch. Sie schlussfolgern, dass eine enaktive Ergänzung sowohl Problemlösefähigkeiten fördert als auch die Verinnerlichung des algorithmischen Konzepts unterstützt. Des Weiteren ist die quantitative Studie von Iskrenovic-Momcilovic (2020) interessant, in der sie die Entwicklung geometrischer Fähigkeiten mit und ohne die Verwendung von Blockprogrammierung vergleicht und herausstellt, dass ohne ca. 30% und mit ca. 60% Erfolg hatten. Eine weitere leitende Studie ist die qualitative Studie von Komatsu und Jones (2020), in der sie die Kombination von Papier-Stift-Geometrie und digitalen Tools in der Geometrie erproben mit dem Ergebnis, dass für ein ausreichendes Verständnis die Kombination optimal ist. Die Ergebnisse dieser Studien zeigen deutlich, dass eine Ergänzung des herkömmlichen Konstruktionsunterrichts durch (virtuell-)enaktive Blockprogrammierung zu längerfristigem Erfolg führt. Diese Erkenntnisse sollen im Promotionsprojekt weitergeführt werden.

Forschungsmethodologische Orientierung

Das Promotionsprojekt lässt sich im Bereich der fachdidaktischen Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell (FUNKEN) einordnen. Im Fokus steht hier, alltagsnahe Lernmaterialien zu erstellen und sowohl Entwicklungs- als auch Forschungserkenntnisse zu Lehr- und Lernprozessen zu gewinnen, die den Fachunterricht weiterentwickeln. Der Vorteil des FUNKEN-Modells ist, dass zusätzlich zu den wissenschaftlichen Erkenntnissen konkrete Produkte erschaffen werden, die direkt im Schulalltag eingesetzt werden können. Innerhalb des Forschungszyklus findet als ein Forschungsschritt die Spezifizierung und Strukturierung des Lerngegenstands statt.

Zentrale didaktische Prinzipien werden herausgearbeitet und lerngegenstandsbezogen als Design-Prinzipien für den Entwurf eines Lehr-Lernarrangements formuliert. Ziel der Forschung ist es, davon ausgehend ein Lehr-Lernarrangement zu entwickeln, dieses mit Schüler*innen zu erproben und auf Grundlage dessen weiterzuentwickeln, bis der Lerngegenstand optimal vermittelt werden kann und Rückschlüsse auf erste lokale Theorien entwickelt werden können (Prediger et al., 2012). Im Rahmen des MINT-Lernraums des Instituts für Mathematikdidaktik der Universität zu Köln soll dieses Lehr-Lernarrangement entwickelt und im Rahmen von Design-Experimenten erprobt werden, die videographiert und ausgewertet werden. Leitende Entwicklungsfragen sollen dabei sein:

- Wie könnte ein Lehr-Lernarrangement aussehen, das algorithmische und geometrische Kompetenzen, insbesondere das Konstruieren, synergetisch entwickelt?
- Welche Design-Prinzipien lassen sich formulieren, um Materialien und ein Lehr-Lernarrangement so zu gestalten, dass die Lernenden Kompetenzen sowohl im Konstruieren als auch in grundlegendem algorithmischem Denken erlangen?

Auf der Forschungsebene sollen folgende Fragen im Fokus stehen:

- Wie kann ein geometrisches Verständnis von Längen und Winkeln über Algorithmen erlangt werden?
- Wie kann algorithmisches Denken eine Schnittstelle zwischen mathematischen und informatischen Kompetenzen bilden?

Erste Ideen für eine unterrichtliche Konzeption

Erste Ideen für eine unterrichtliche Konzeption zur Symbiose der beiden Themenfelder sind nun, Konstruktionen nicht nur händisch zu zeichnen und zu beschreiben, sondern auch mittels Blockprogrammierung von einer ‚Turtle‘ zeichnen zu lassen. So sollen die händischen Fähigkeiten keinesfalls ersetzt, sondern vielmehr ergänzt werden durch die Vorteile der Blockprogrammierung: das Ergebnis ist eindeutig richtig oder falsch, die Konstruktionsbeschreibung (der Code) ist kurz, normiert, übersichtlich und allgemeingültig (Riemer, 2011). Hinzu kommt, dass die ‚Zutaten‘ bei der Blockprogrammierung bereits vorhanden und eindeutig sind: stilistische und linguistische Unterschiede zwischen Schüler*innen sind also irrelevant.

Konkret sollen in diesem Promotionsprojekt also, eingebettet in den MINT-Lernraum, Design-Prinzipien identifiziert und ein Lehr-Lernarrangement entwickelt werden, in welchem Lernende das Konstruieren von bekannten

Figuren lernen: begonnen mit dem Rechteck, zum Quadrat, zu Vielecken und kombinierten Figuren. Dabei soll die Konstruktion als Pfad erkannt werden, in dem sich Strecken und Winkel abwechseln (Beispiel für ein Rechteck: 9cm, 90°, 4cm, 90°, 9cm, 90°, 4cm, 90°), um so den Algorithmus dahinter zu erkennen und einen universellen Zugang zu Konstruktionen mit Geodreieck und Stift aufzubauen. Ziel ist es, dass die Schüler*innen dazu in der Lage sind, jedes Vieleck händisch und digital zu konstruieren sowie zu beschreiben. Ergänzend sollen sie eine Grundvorstellung aufbauen, was ein Algorithmus ist, um die Lernenden so zu befähigen, auch in anderen mathematischen Themen die Algorithmen zu erkennen, herauszufiltern und wiederzuverwenden. Dieses Projekt soll an der Schnittstelle Konstruieren-Algorithmen einen Versuch darstellen, das ‚alte‘ Thema Konstruktion ‚neu‘ zu erlernen: mithilfe von digitalen Medien und insbesondere unter Einbezug der zugrundeliegenden Algorithmen.

Literatur

- Cohors-Fresenborg, E. (1985). Verschiedene Repräsentationen algorithmischer Begriffe. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 6(3), 187–209.
- Förster, K.-T. (2015). Scratch im Geometrieunterricht. *mathematik lehren*, 32, 20–24.
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2020). Improving Geometry Teaching with Scratch. *INT ELECT J MATH ED*, 15(2), Artikel em0582.
- Komatsu, K. & Jones, K. (2020). Interplay between Paper-and-Pencil Activity and Dynamic-Geometry-Environment Use during Generalisation and Proving. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 6(2), 123–143.
- Oldenburg, R. (2011). *Mathematische Algorithmen im Unterricht. Mathematik aktiv erleben durch Programmieren*. Vieweg & Teubner.
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hussmann, S., Ralle, B. & Thiele, J. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen. Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 2012, (8), 452–457.
- Riemer, W. (2011). Erziehen im Mathematikunterricht. In R. Kaenders & R. Schmidt (Hrsg.), *Mit GeoGebra mehr Mathematik verstehen. Beispiele für die Förderung eines tieferen Mathematikverständnisses aus dem GeoGebra Institut Köln/Bonn* (S. 13–20). Vieweg + Teubner.
- Min, S. H. & Kim, M.-K. (2020). Developing Children's Computational Thinking through Physical Computing Lessons. *IEJEE*, 13(2), 183–198.
- Weigand, H.-G., Filler, A., Hölzl, R., Kuntze, S., Ludwig, M., Roth, J., Schmidt-Thieme, B. & Wittmann, G. (2018). *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I* (3. Aufl.). Springer Berlin Heidelberg.
- Ziegenbalg, J. (2015). Algorithmik. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 303–329). Springer Berlin Heidelberg.