

Ralf ROMEIKE, Schwäbisch Gmünd

## Logos Erben – Konstruktivistische Ansätze für Mathematikunterricht und Mathematiklehrerbildung

Mit dem Ansatz des Konstruktivismus und darauf basierenden Beispielen für mathematisches Lernen mit Logo schuf Seymour Papert bereits vor vielen Jahren eine schüler- und handlungsorientierte Grundlage für den Mathematikunterricht. Weiterentwicklungen von Logo überführen den Ansatz in die heutige multimediale Welt der Schülerinnen und Schüler und reduzieren Eingangshürden, die sich bspw. aus der Syntax ergeben, erweitern aber die Möglichkeiten um ein Vielfaches. Es erstaunt, dass dieser Ansatz im Mathematikunterricht kaum noch eine Rolle zu spielen scheint.

### Konstruktivistisches Lernen

Ein Kernziel des Mathematikunterrichts und damit auch der Mathematiklehrerbildung ist die Vermittlung eines adäquaten Verständnisses von der Wissenschaft Mathematik und eines damit einhergehenden Bildes vom Mathematikunterricht. In der Praxis gelingt dies nicht immer: Anstatt mathematisches Modellieren und Problemlösen als Ziel des Mathematikunterrichts wahrzunehmen, wird selbst von angehenden Mathematiklehrern in den Fachtagespraktika häufig Mathematik als „Formeln anwenden“ verstanden und „Rezeptwissen“ als Unterrichtsziel vermittelt. Auch im Studium stellen mitunter schon einfache Anwendungsaufgaben, für die kein „Rezept“ verfügbar ist, ein ernsthaftes Problem dar (vgl. Abb. 1). Fehlen hier Erfahrungen im eigenständigen Problemlösen?

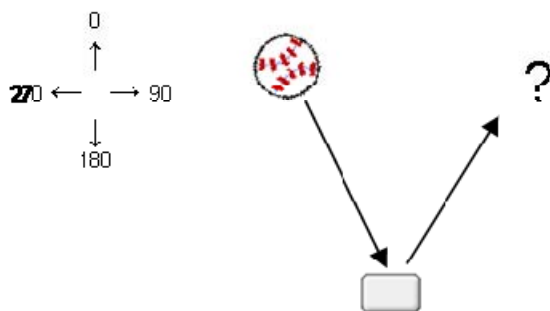


Abbildung 1: Wie errechnet sich die Richtung des Balls nach dem Abprall beim Pong-Spiel? Anwendungsaufgabe aus dem Seminar „Computereinsatz im Mathematikunterricht“ (PH Schwäbisch Gmünd).

Offensichtlich müsste das Auseinandersetzen mit solchen mathematischen Problemen früh beginnen und insbesondere in der Lehramtsausbildung einen besonderen Stellenwert einnehmen. Unterstützung hierfür bietet die Idee des Konstruktivismus: *“Learning happens especially felicitously in a context where the learner is consciously engaged in constructing a public entity, whether it's a sand castle on the beach or a theory of the universe”*

(Papert 1982). Unterstrichen wird die Rolle des Schaffens persönlich bedeutungsvoller Artefakte, die gezeigt, diskutiert, erprobt und bewundert werden können – ein Aspekt, der auch für Studierende relevant ist. Basierend auf Logo, als erster Umsetzung einer konstruktionistischen Lernumgebung, wurde die Programmierlernumgebung Scratch entwickelt, welche bisher v. a. im Informatikunterricht erfolgreich eingesetzt wird (vgl. Romeike 2007; Romeike 2008) aber auch für den Mathematikunterricht Potential besitzt, wie im Folgenden beschrieben wird.

## Konstruktionistisches Lernen im Mathematikunterricht mit Scratch

Scratch (Maloney 2004) ist eine Softwareentwicklungsumgebung, die das kreative Erlernen der Programmierung unterstützt und hierbei die Anwendung vieler mathematischer Konzepte sinnvoll motiviert: Ziel ist das Erstellen von Animationen, Spielen oder beliebigen anderen Programmen. Entwickelt durch die Lifelong Kindergarten Group am MIT Media Lab findet Scratch bereits seit einigen Jahren Anwendung in sogenannten Computer Club Houses in den USA, in welchen Kinder freiwillig nachmittags zusammenkommen, um spielerisch Programmieren zu lernen.

In einem Unterrichtsversuch erprobten wir den Einsatz von Scratch in einer Grundschule mit dem Ziel der Vermittlung informatischer Kompetenzen. Tatsächlich lernten die Schülerinnen und Schüler nicht nur grundlegende Kompetenzen der Programmierung, sondern setzten sich dabei auch konstruktiv mit verschiedenen mathematischen Konzepten auseinander, die im regulären Mathematikunterricht in der Regel erst in späteren Klassenstufen thematisiert werden, z. B. negative Zahlen, das Koordinatensystem mit 4 Quadranten, Prozente und Variablen.

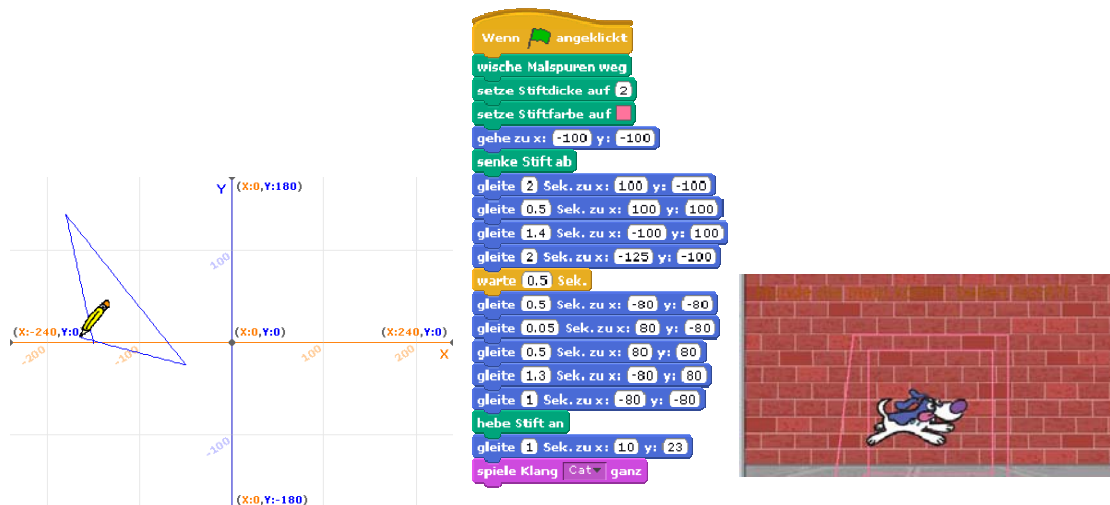


Abbildung 2: Beispiele zur Geometrie im Koordinatensystem mit 4 Quadranten: "Reparatur" von Dreieck und Viereck.

Motiviert durch das Ziel, im Sinne des Konstruktivismus einfache Artefakte zu gestalten, stellte sich die Anwendung der mathematischen Konzepte, unterstützt durch die intuitive Darstellung in Scratch und damit verbundenen Lernerfahrungen als problemlos dar. Beispielsweise stellte nach unseren Erfahrungen der Wechsel zwischen verschiedenen Sichtweisen einen interessanten Aspekt für das Zeichnen und Erfassen geometrischer Figuren dar: Das Zeichnen geometrischer Figuren basierend auf Koordinaten (passiv, Winkel irrelevant) im Kontrast zum Zeichnen aus Sicht der „Zeichenschildkröte“. Bei letzterem nehmen die Schülerinnen und Schüler durch Steuerung eines Akteurs einen aktiven Standpunkt ein, mit welchem auch die Relevanz der Winkel (allerdings nicht der Innenwinkel!) deutlich wird.

Die Anwendung moderner, auf den Ideen Paperts basierenden Lernumgebungen wie Scratch verspricht für die Mathematikdidaktik interessante Möglichkeiten, sowohl für die Schule, als auch für die Mathematiklehrerbildung, wie im

Folgenden anhand eines Projekts an der PH Schwäbisch Gmünd dargestellt wird.

### **Konstruktivistisches und forschendes Lernen im Lehramtsstudium Mathematik**

Konstruktivistisches Lernen im fachdidaktischen Mathematikstudium erfordert die Auseinandersetzung mit für das Studium relevanten, aber auch persönlich bedeutsamen Gegenständen. Im Projekt FoLASmarT (Forschendes Lernen mit Apps für Smartphones und Tablets) wird diese Idee umgesetzt, indem Studierende des Lehramts Mathematik und Informatik gemeinsam aktuelle mathematikdidaktischen Fragestellungen bezogen auf das Lernen unter Nutzung neuer Medien bearbeiten: Im Team entwickeln sie Apps (Software) für Smartphones oder Tablets, welche sowohl Lernmedium als auch Forschungsinstrument darstellen. Ziel ist es, mit diesen Apps an Partnerschulen und Kindergärten einfache mathematikdidaktische Untersuchungen durchzuführen und auszuwerten. Mit Hilfe von Forschungspartnerschaften wird gewährleistet, dass in jedem Team von Studierenden die notwendigen Kompetenzen sowohl im fachdidaktischen als auch im informatischen Bereich vorhanden sind. Bei der Bearbeitung der einzelnen fachdidaktischen Fragen erfahren die Studierenden Forschung als kooperativen fachübergreifenden Prozess, der den Erkenntnisgewinn basierend auf vorhanden Modellen und Kenntnissen unter Einsatz adäquater Forschungsinstrumente und Auswertungsmethoden zum Ziel hat.

Die fachdidaktische Forschung der Mathematik hat elaborierte Modelle zum Lernen von Mathematik entwickelt, die sich beispielsweise in Kriteri-

en für die Gestaltung von Übungen und in Theorien zum Erwerb mathematischer Kompetenz widerspiegeln. Demgegenüber ist die überwiegende Mehrheit der derzeit angebotenen Anwendungen zum Lernen von Mathematik etwa für Smartphones lediglich Drill&Practice-Software, die den überholten Vorstellungen des Behaviorismus entspricht. Indem Studierende selbst Apps entwickeln und einsetzen, die den aktuellen didaktischen Forschungsergebnissen entsprechen, haben sie die Möglichkeit zur Anwendung, Prüfung und Vertiefung fachdidaktischer Inhalte sowohl der Mathematik als auch der Informatik und zugleich die Chance, fachdidaktische Forschung aktiv zu erleben und hierzu einen Beitrag zu leisten. Das Projekt stellt prototypisch dar, wie konstruktivistisches, fachübergreifendes forschendes Lernen in den Fächern Mathematik und Informatik gestaltet werden kann.

Für den (laut Bildungsplan verpflichtenden) Einsatz von Informationstechnologien wird erwartet, den Studierenden ein neues Bild zu vermitteln: Computer können nicht nur als Werkzeug und Arbeitsmittel für Standardanwendungen eingesetzt werden, sondern für spezifische Ziele gestaltet und als Instrument zur Datenerhebung und Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen eingesetzt werden. Moderne Programmiersprachen ermöglichen auch Anfängern, anspruchsvolle Anwendungen zu entwickeln. Durch die reduzierte Komplexität der Möglichkeiten bei mobilen Anwendungen für Smartphones und Tablets eignen sich Entwicklungsumgebungen für diese Geräte in besonderer Weise, sinnvoll reduziert und motiviert Konzepte und Anwendungen der Mathematik und Informatik zu verdeutlichen und zu vermitteln.

Durch die im Projekt erlebten eigenen konstruktivistischen Lernerfahrungen erwarten wir bei den zukünftigen Mathematiklehrerinnen und -lehrern Offenheit dahingehend, dass sie wiederum auch ihren zukünftigen Schülerinnen und Schülern konstruktivistische Lernerfahrungen ermöglichen werden.

## **Literatur**

Maloney, B., Kafai, Rusk, Silverman, Resnick (2004). "Scratch: A Sneak Preview." IEEE Computer Society: 104 - 109.

Papert, S. (1982). Mindstorms: Kinder, Computer und Neues Lernen. Basel, Birkhäuser Verlag.

Romeike, R. (2007). "Animationen und Spiele gestalten. Ein kreativer Einstieg in die Programmierung." LOG IN 146/147: 36-44.

Romeike, R. (2008). Applying Creativity in CS High School Education - Criteria, Teaching Example and Evaluation. 7th Baltic Sea Conference on Computing Education Research ( Koli Calling 2007), Koli National Park, Finland, Conferences in Research and Practice in Information Technology.