

## **Sekundarstufe I: Mathematiklernen mit geeigneten Programmieraufgaben**

Die steigende Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologien für die Gesellschaft schlägt sich auch in den Lehrplänen der Volksschule nieder. So wird z.B. mit dem Lehrplan 21 für deutschschweizer Kantone das Fach "Medien und Informatik" ab der 5. Klasse eingeführt. Der Lehrplan 21 weist explizit auf Möglichkeiten für fächerübergreifendes Lernen hin.

Die aus historischer, fachlicher und fachdidaktischer Sicht engen Beziehungen zwischen Mathematik und Informatik legen eine Verbindung dieser beiden Disziplinen im Unterricht nahe. Im Rahmen des Forschungsprojektes "Mathematik und Informatik" der Pädagogischen Hochschule Graubünden wurden sinnvolle Einsatzmöglichkeiten des Programmierens im Schulfach Mathematik entwickelt, erprobt und ausgewertet.

Im Folgenden werden Aufgaben für das 7.-9. Schuljahr vorgestellt, in welchen die Programmiersprache Python mit der Turtlegrafik verwendet wird. Die Ergebnisse beziehen sich auf zwei 7. Klassen auf verschiedenen Niveaustufen. Vereinzelt wird auf Erkenntnisse aus der vorgängigen Erprobung in einer 8. Klasse Bezug genommen.

### **Die Aufgaben und Programmierkonzepte**

Nach grundlegenden Informationen zur Programmierumgebung – für die Schülerinnen und Schüler war die Programmiersprache bzw. das Programmieren selbst unbekannt - werden die Befehle zum Laufen und Drehen der Schildkröte beschrieben. In der ersten Aufgabe geht es darum, vorgegebene Programme, welche diese Befehle enthalten, auszuprobieren.

In der zweiten Aufgabe sollen Programme zum Zeichnen abgebildeter Figuren geschrieben werden, darunter eine Treppe und das Haus des Nikolaus. Dazu werden einige Tipps zum Zeichnen wie Anheben der Turtle oder Farbwahl gegeben.

Anschließend wird das Konzept der Repeat-Schleifen thematisiert. Nach dem Vergleich zweier Programme werden die Jugendlichen aufgefordert, die beiden Programme "Treppe" und "Zickzack" anzupassen und Unterschiede zu beschreiben.

In der folgenden Aufgabe sollen symmetrische Strahlenfiguren mit unterschiedlich vielen Strahlen programmiert werden. Diese Aufgabe trägt neben

der Arbeit mit Winkeln zur Festigung des Arbeitens mit Repeat-Schleifen bei.

Der Winkel zwischen den Strahlen und die Anzahl der Strahlen hängen zusammen. Fülle die Tabelle aus.

	Anzahl Strahlen	Winkel
		
		
		

Kannst du den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Strahlen und dem Winkel allgemein angeben?

Die schnelleren Schülerinnen und Schüler werden nun angeleitet, einen Parameter für die Anzahl der Strahlen einzusetzen und diesen allenfalls als Eingabebefehl abfragen zu lassen. Zur weiteren Differenzierung kann die Strahlenfigur animiert werden, sodass sie sich dreht.

Als größere Herausforderung oder im Anschluss kann nun eine Analoguhr mit verschiedenen Uhrzeiten oder einer Animation gezeichnet werden.

### Mathematischer Gehalt

Richtungsangaben aus Sicht der Schildkröte schulen das räumliche Vorstellungsvermögen. Bei "Figur 1" ergibt die Drehung um insgesamt  $180^\circ$  parallele Strecken. Verlangt man Begründungen, werden Fehlvorstellungen sichtbar: Nicht selten wird als Argument die gleiche Länge der Strecken angegeben. Zum Verständnis eines Begriffs gehören auch Fähigkeiten im Umgang mit demselben.

Das Haus des Nikolaus erfordert die Bestimmung von Winkeln und Seitenlängen. Hierzu sind verschiedene Lösungswege denkbar, wie z.B. Berechnen oder systematisches Probieren. Es bietet sich an, solche Strategien zu thematisieren. In der Rückmeldung wurde diese Aufgabe teilweise als schwierig

eingestuft. Die Aufgabe ermöglicht Bezüge zu Eulerwegen in der Graphentheorie sowie zum Satz des Pythagoras.

Die Arbeit mit Winkeln wird mit der Strahlenfigur fortgesetzt und mündet hier in einen funktionalen Zusammenhang. Dass es notwendig ist, diesen Zusammenhang aktiv herauszuarbeiten, zeigte sich in der Arbeit mit der 8. Klasse: Dort wurde diese Aufgabe ausgelassen und stattdessen die Analoguhr programmiert. Die Jugendlichen hatten erhebliche Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Winkel, häufig wurden die Stundenstriche mit 45°-Winkeln gezeichnet.

Die Einführung des Begriffs Parameter bietet einen Ansatzpunkt zum Verständnis des Variablenbegriffs in der Mathematik.

<pre>from gturtle import * makeTurtle()  "Figur1" forward (100) right (60) forward (100) right (60) forward (100) right (60) forward (100) right (60) forward (100) right (180)</pre>	<pre>from gturtle import * makeTurtle()  "Zickzack" right (45) forward (100) right (90) forward (100) left (90) forward (100) right (90) forward (100)</pre>	
---	--	--

### Anwendungskompetenzen und sorgfältiges Arbeiten

Mängel zeigten sich in Anwendungskompetenzen des Abspeicherns und der Dokumentation von Programmen. In der Weiterarbeit sollte darauf geachtet werden, eine Arbeitshaltung zu schaffen, die sorgfältiges Arbeiten begünstigt und die Jugendlichen auffordert, ihre Lösungen genau anzusehen und bei Bedarf nach Verbesserungen zu suchen. Wenn die Treppe nicht vollständig auf das Zeichenblatt passt oder das Haus des Nikolaus eine offene Ecke enthält, können Anpassungen überlegt werden.

Genaues Hinschauen kann auch geübt werden, indem man das zu zeichnende Bild vorgängig analysiert oder verschiedene Programme vergleicht lässt.

<p>Vergleiche die beiden Programme 2a_Treppe und 1_Zickzack. Was ist gleich, was ist anders?</p>	
<p><i>Eigentlich ist es gleich ausser das der zickzack          right und die Treppe steht.          ganz am anfang bei der Treppe steht right (45) und dann          list es.</i></p>	
<p>2b Nikolaushaus</p>	<p>Tipp: In einem Quadrat ist die Diagonale 1,41-mal so lang</p>

## Fazit

Die Arbeit mit der Programmiersprache Python ist für die Jugendlichen attraktiv und bietet einen leichten Einstieg. Programmierkonzepte wie Repeat-Schleifen und Parameter können auf dieser Stufe eingeführt und nachhaltig aufgebaut werden. Die Lernumgebung ermöglicht Differenzierung und ist sowohl für stärkere als auch für schwächere Schülerinnen und Schüler geeignet. Alle Schülerinnen und Schüler werden entsprechend ihrer Möglichkeiten gefordert und können einen Lernzuwachs in beiden Fächern Mathematik und Informatik erleben.

In den Aufgabenstellungen, in welchen Programmcodes entwickelt werden sollen, handelt es sich häufig um Problemlöseaufgaben. Beim Bearbeiten erfordert dies ein Durchdringen des Sachverhalts und ein selbständiges Finden und Verwenden geeigneter Lösungswege und Werkzeuge. Die Jugendlichen schätzen das selbständige Arbeiten, welches durch individuelle Rückmeldungen unterstützt wird.

Aufträge zum Darstellen und Argumentieren fördern die fachlichen und prozessbezogenen Kompetenzen. In der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit wurden große Unterschiede sichtbar.

Für das mathematische Verständnis ergibt der dynamische Aspekt, welcher beim Programmieren zutage tritt, eine neue Sichtweise auf mathematische Begriffe. Damit wird das Verständnis erweitert und vertieft. Gleichzeitig werden Programmierkenntnisse, informatisches Wissen sowie Anwendungskompetenzen erworben.

## Literatur

Erziehungs-, Kultur- und Umweltschutzdepartement Graubünden (2016): *Lehrplan 21*. Fassung vom 15.03.2016.

Hromkovic, J., Kohn, T. (2018). *Einfach Informatik - Programmieren*. Klett und Balmer Verlag.

Kohn, T. (2016): *Python, Eine Einführung in die Computer-Programmierung*. <http://jython.tobiaskohn.ch/>

Matter, B., Jörg, D., Klingenstein, P., Lüscher, P. (2018). *Themendossier Mathematik und Informatik*. Unveröffentlichtes Manuskript.

Weigand, H.-G. et al. (2009). *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I*. Heidelberg: Spektrum.