

# Kluger Spass: Programmieren in der Primarschule

Programmieren in der Schule fördert die Bildung der Kinder auf vielen Ebenen. Erfahrungen und Beispiele aus einem Projekt der ETH Zürich und der Pädagogischen Hochschule Graubünden.



Foto: zVg.

**Der Schildkröte Beine machen... Bündner Schülerinnen und Schüler erkunden die Programmierung mit Logo.**

Durch Programmieren erhalten Kinder nicht nur Einblicke in die Geheimnisse moderner Technologien, sie können auch Schlüsselkompetenzen aufbauen. Mit einem gemeinsamen Pilotprojekt wollen das Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht der ETH Zürich, die Pädagogische Hochschule Graubünden und Primarschulen aus dem Kanton Graubünden Erfahrungen zum Nutzen des Programmierunterrichts in Primarschulen sammeln und dessen Wirksamkeit untersuchen. Die Schule muss zur Entwicklung zu eigenständigen Persönlichkeiten beitragen und zu lebenslangem Lernen befähigen.

Dabei steht nicht umfangreiches Faktenwissen im Mittelpunkt, sondern der Aufbau von Schlüsselkompetenzen wie beispielsweise Problemlösen, Abstrahieren, Analysieren oder im Team arbeiten.

## Bernhard Matter

Der Programmierunterricht fördert diese Kompetenzen auf spielerische Art. Wenn die Schülerinnen und Schüler ein vorgegebenes Blumenmuster in eine Programmiersprache übersetzen, so müssen sie wiederholende Formen in unterschiedlichen Skalierungen erken-

nen und exakt beschreiben. Die Beschreibung muss so exakt sein, dass eine Maschine ohne Intellekt die erarbeiteten Lösungswege ausführen kann.

Die Programmiersprache Logo (Kasten Seite 15) ermöglicht modulares Arbeiten. Aus einfachen Befehlen können die Kinder selbst komplexere Befehle kreieren, Problemlösungen können durch mehrere Teammitglieder erarbeitet werden.

Aus unserem Alltag sind Laptops, MP3-Player, DVD, Internetbanking oder Smartphones nicht mehr wegzudenken. Wir arbeiten täglich mit programmierten Maschinen, von der Fernseh-

fernbedienung über die Geschirrwaschmaschine bis zum Billettautomaten, oder vertrauen auf programmierte Routinen im Verkehr.

Der «Normalbürger» kann heute kaum mehr erfassen, was alles hinter den modernen Technologien steckt. Daher gehört es zur Aufgabe des Schulunterrichts, an exemplarischen Beispielen die entsprechenden Zusammenhänge wenn möglich interdisziplinär aufzuzeigen und das Verständnis für die Automatisierung und Programmierung von Geräten und Maschinen zu fördern.

Programmieren birgt auch didaktische Vorteile. Mentale Vorgänge schlagen sich in externen Repräsentationen nieder. Fehlvorstellungen werden unmittelbar sichtbar, können erkannt und analysiert werden und ermöglichen eine Selbstkontrolle. Dank dem sehr grossen Anteil an Eigenaktivität und geeigneten Aufgabenstellungen können alle Kinder auf ihrem Niveau ansetzen und einen individuellen Lernzuwachs erzielen. Somit arbeiten alle Kinder am gleichen Gegenstand und werden zugleich individuell gefördert.

Programmieren hat Verwandtschaften mit Mathematik und kann einen Beitrag zur mathematischen Förderung leisten. Die Lernenden schreiben in Worten und mithilfe von Arithmetik, was sich auf der Zeichenfläche grafisch niederschlägt. Durch den engen Zusammenhang zwischen Sprache, Arithmetik und Geometrie können die Schülerinnen und Schüler nachhaltige mathematische Einsichten gewinnen (Beispiele 1 und 2). Da Programmieren mit LOGO vor allem auf dem Erzeugen von und Operieren mit geometrischen Figuren beruht, machen die Lernenden wichtige geometrische Grunderfahrungen. Bislang eher statisch erfasste Zusammenhänge und Definitionen werden durch den dynamischen Aspekt für die Lernenden einsichtiger und nachhaltiger verfügbar. Programmieren fördert das funktionale Denken und das räumliche Vorstellungsvermögen.

Versuche in Deutschland haben gezeigt, dass Kinder mit einer Rechenschwäche durch Programmieren gefördert werden können.

Die Verwandtschaft mit der Mathematik manifestiert sich auch in der umgekehrten Richtung. Die streng logische Denkweise der Mathematik leistet einen wichtigen Beitrag zur Programmierkompetenz.

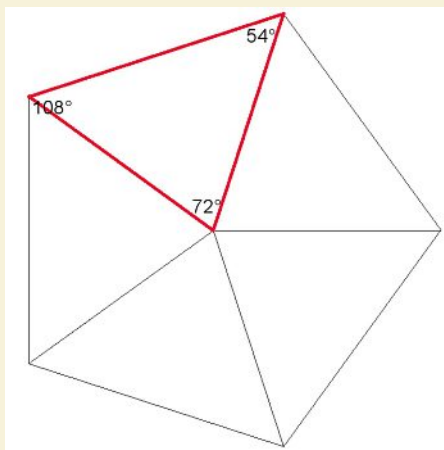
### Beispiel 1:

## Regelmässige Vielecke

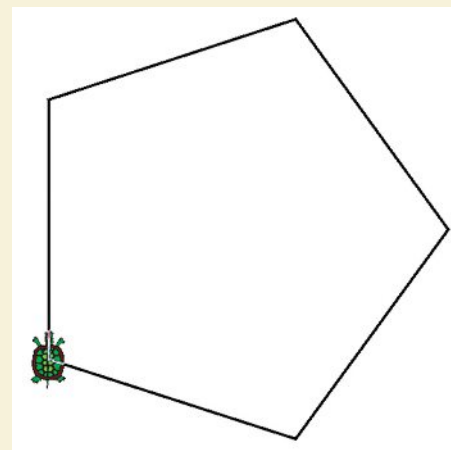
Die Grössen der Winkel in Vielecken können aus einer guten Zeichnung mithilfe von Bestimmungsdreiecken (vgl. Abbildung) statisch bestimmt werden. Vielen Lernenden kann jedoch eine dynamische Sichtweise tiefere und vernetzte Einsichten ermöglichen. Im Programm 5eck wird die Schildkröte so bewegt, dass sie ein Fünfeck beschreibt. Sie startet an einer beliebigen Stelle, macht pro Seite 100 Schritte vorwärts. Nach dem jeweiligen Abschreiten einer Seite muss die Schildkröte einen Winkel so beschreiben, dass sie nach 5-mal drehen wieder in die Ausgangsstellung zurückgekehrt ist (vgl. Abbildung). Somit

dreht sie insgesamt um  $360^\circ$ , also pro Drehung  $72^\circ$ . Daraus lässt sich die Grösse des Innenwinkels ( $180^\circ - 72^\circ = 108^\circ$ ), die Grösse des Aussenwinkels ( $180^\circ + 72^\circ = 360^\circ - 108^\circ = 252^\circ$ ) und die Winkelsumme ( $5 \cdot 108^\circ = 540^\circ$ ) berechnen.

Das Beispiel zeigt, dass Kinder aus den einfachen Befehlen fd (=forward) und rt (=right) einen neuen Befehl 5eck zusammensetzen. Diese Prozedur lässt sich mithilfe von Parametern leicht zu einem Befehl neck zum Zeichnen beliebiger regelmässiger Vielecke erweitern. Dadurch wird die Bestimmung der Winkelgrössen und Winkelsummen beliebiger (regelmässiger) Vielecke ermöglicht. Mit dem Thema Parkettierungen können die Erkenntnisse vertieft und erweitert werden.



Die Grössen der Winkel in Vielecken können mithilfe von Bestimmungsdreiecken (rotes Dreieck) bestimmt werden. Hier dargestellt am Beispiel Fünfeck.



Die Schildkröte startet an einem beliebigen Ausgangspunkt. Sie geht pro Seite 100 Schritte vorwärts und dreht nach jeder Seite um einen bestimmten Winkel, so dass sie nach 5-mal drehen wieder die Ausgangsstellung erreicht.

## «5eck» in Logo

```
to 5eck
repeat 5 [ fd 100 rt 360/5 ]
end
```

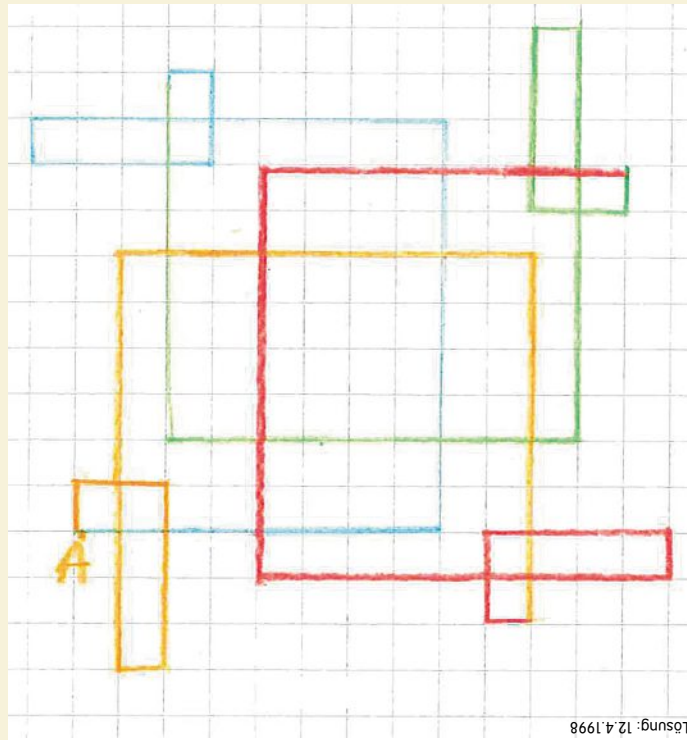
```
to neck :n :gr
repeat :n [ fd :gr rt 360/:n ]
end
```

**Beispiel 2:****Flügelbilder**

Mit einem Flügelbild können Geburtsdaten grafisch dargestellt werden. Das Zeichnen eines Flügelbildes beginnt beim Punkt A (vgl. Abbildung). Für jede Ziffer wird der Schreibstift (die Schildkröte) die entsprechende Anzahl Häuschen vorwärts bewegt. Nach jeder einzelnen Bewegung findet eine Drehung um  $90^\circ$  statt. Das Prozedere wird für das ganze Geburtsdatum mehrfach wiederholt.

In der durchgeführten Lernsequenz wurde die Ziffer 0 jeweils gestrichen. Je nach Anzahl Ziffern entstehen nichtabbrechende regelmässige Muster (4, 8, ... Ziffern) oder die Schildkröte kehrt nach einer bestimmten Anzahl von Durchgängen an den Ausgangspunkt zurück. Die Anzahl der notwendigen Durchgänge ist abhängig von der Anzahl der Ziffern und entspricht einem mathematischen Muster: Wenn man jedes Mal um  $90^\circ$  dreht, so hat man nach viermal drehen eine volle Drehung von  $360^\circ$  vollzogen. Somit muss man bei einem Geburtsdatum mit 7 Ziffern viermal das ganze Datum durchgehen, um zur Viererzahl 28 zu gelangen (Das kleinste gemeinsame Vielfache von 4 und 7 ist 28.). Bei 6 Ziffern reichen 2 Durchgänge, da mit 12 bereits eine Viererzahl erreicht ist.

Die Aufgabenstellung lässt sich variieren. Im durchgeführten Versuch haben die Kinder von sich aus begonnen mit Telefonnummern zu arbeiten. Beliebige lange Ziffernfolgen können zugelassen werden. Anstatt um  $90^\circ$  kann ein anderer Drehwinkel gewählt werden, zum Beispiel  $60^\circ$ . Die Vernetzung der geometrischen und arithmetischen Muster ermöglicht viele interessante Einsichten. Da der mit der Zeit eher langweilige Zeichenvorgang durch das Programm wesentlich verkürzt wird, bleibt viel Zeit zum «Spielen», Ausprobieren unterschiedlicher Varianten und zum Überprüfen von eigenen, individuellen Erkenntnissen.



**Bevor die Kinder mit dem Programmieren beginnen konnten, haben sie das Flügelbild zu ihrem eigenen Geburtsdatum von Hand gezeichnet. Zu welchem Geburtsdatum gehört dieses Flügelbild?**

## «Viele zeigten sich von einer ganz neuen Seite»

### **Erfahrungen von Pascal Lütscher, Lehrer und Projektleiter an der Schule Domat/Ems.**

Ich kann mich noch gut an das erste Treffen mit Professor Juraj Hromkovic erinnern: Unsere Schulratspräsidentin hatte uns 5./6.-Klass-Lehrpersonen zu einem Informationsabend zum Thema «Programmieren in der Primarschule» eingeladen. Zunächst ziemlich skeptisch hörte ich mir die Ausführungen von Juraj Hromkovic an, denn während meiner Zeit als Primarschullehrer war ich bereits in mehrere kantonale Pilot-

projekte zum Thema Computer involviert, welche bereits nach wenigen Jahren versandeten.

Juraj Hromkovic schaffte es jedoch, die Schulbehörde wie auch uns Primarlehrer durch seine detaillierten Erläuterungen neugierig zu machen und konnte uns von der Idee überzeugen, so dass wir schon wenige Monate nach dem ersten Treffen mit zwei Klassen ins Projekt starteten. Mittlerweile sind wir gemeinsam mit der ETH und der PHGR bereits so weit, dass das Schulprojekt in allen fünften und sechsten Klassen der Gemeinde weiter verfolgt und Einzug in den ordentlichen Unterricht nehmen soll!

Doch der Reihe nach: Im Mai 2010 konnte ich mit meiner Schulklasse drei

## **Mit 10 Befehlen anspruchsvolle Aufgaben lösen**

Die Programmiersprache Logo wurde von Seymour Papert in den 60er Jahren am Massachusetts Institute of Technology (MIT) entwickelt. Bevor Papert ans MIT ging, arbeitete er fünf Jahre lang mit Jean Piaget zusammen.

Mit nur etwa zehn verschiedenen Befehlen können anspruchsvolle Aufgaben gelöst werden. Dabei erfahren die Kinder auf natürliche Art, wie moderne Programmierung funktioniert (strukturelle Elemente, Modularität).

Die Programmierumgebung ist in Java implementiert und daher plattformunabhängig. Sie kann unentgeltlich aus dem Internet heruntergeladen werden, steht in vielen Sprachen zur Verfügung und ist einfach zu bedienen.

(Adresse: <http://xlogo.tuxfamily.org/>)



Foto: zVg.

### Stärkere und schwächere Kinder profitieren vom Programmieren gleichermassen.

Halbtage unter der Leitung von Juraj Hromkovic zum Thema «Programmieren mit XLogo» durchführen. Die Motivation sowie die Experimentierfreude der ganzen Klasse waren hoch.

Es war interessant, die Kinder während des Programmierens zu beobachten. Viele Schülerinnen und Schüler zeigten sich von einer ganz neuen Seite. Besonders aufgefallen sind mir Kinder, welche im Mathematikunterricht eher Mühe bekunden. Diesen Kindern kam die Arbeit mit der Programmiersprache Logo durch ihre einfache Struktur und die vorgegebenen Leitplanken sehr entgegen.

So entschied ich mich in Absprache mit der Schulbehörde, mit meiner Klasse das Programmieren noch einen Schritt weiter zu führen: Bernhard Matter von der PHGR entwickelte zu diesem Zweck zum aktuellen Geometrielehrmittel einzelne Unterrichtssequenzen, welche die Schülerinnen und Schüler geometrische Zusammenhänge wie zum Beispiel «Winkelsummen im Vieleck» mit XLogo erarbeiten und erleben lassen. Die Um-

setzung der Sequenzen ist sehr spannend, steht allerdings erst in den Anfängen. Es wird sich zeigen, ob geometrische Zusammenhänge durch das Ausprobieren am Computer besser erkennbar werden und auch hängen bleiben.

Aufgrund der vielen positiven Echos und der Tatsache, dass sowohl starke wie auch schwächere Schülerinnen und Schüler auf einen ähnlichen Lernstand gebracht werden konnten, haben sich auch alle andern Mittelstufenlehrerinnen und -lehrer zu einem Einführungstag der ETH Zürich hinreissen lassen. Mit Erfolg! Heute, gut eineinhalb Jahre nach den ersten Einführungskursen, kann jede beteiligte Lehrperson wie auch die Schulbehörde hinter der Thematik Programmieren stehen. Das Schulprojekt läuft weiter...

## «Sehr spannend und lehrreich»

### Reaktionen von Schülerinnen und Schülern auf das Programmieren im Unterricht.

*«Mir gefällt XLogo sehr gut. Mir macht Mathe dabei viel mehr Spass! Ich lerne auch viele Sachen dazu. Ich verstehe Geometrie viel besser. Weil es bildlich dasteht! Wie man sich mit der Schildkröte dreht und wie viel Grad. Es würde mich freuen, wenn wir das mit XLogo weiter machen würden...»*

*«Ich lerne mit diesem Programm sehr gut und auch sehr schnell. Cool finde ich auch, dass wir Geometrie damit machen können, sonst finde ich Geometrie ein bisschen langweilig...»*

*«Ich finde XLogo sehr spannend und lehrreich. Das Arbeiten am Computer für die Geometrie gefällt mir gut. Die Stunden finde ich meistens spannend, lehrreich und kurzweilig, manchmal auch ein bisschen langweilig. Ich würde gerne weitere Stunden programmieren, da mir XLogo gefällt auch weil ich es spannend finde, Neues auszuprobieren und dabei Neues zu lernen...»*

*«Ich finde es toll zu programmieren. Bevor wir die Notebooks starten und uns konzentrieren, will ich gar nicht ans Programmieren denken. Doch wenn ich angefangen habe und voll im Element bin, gefällt es mir. Jeden Montag eine Doppelstunde Programmieren anstatt Mathe ist cool...»*

*«Als wir das mit den Winkeln angeschaut haben, dachte ich, dass dies das Ende sei. Eigentlich ersetzen wir Mathe und Geometrie mit XLogo. Viele Dinge habe ich erst nach zahlreichen Erklärungen begriffen. Etwas vom Einfachsten fand ich das mit den Vielecken...»*

### Der Autor

Bernhard Matter leitet den Fachbereich Mathematik der Pädagogischen Hochschule Graubünden. Seine Forschungsschwerpunkte sind altersdurchmischter Mathematikunterricht und Programmieren in der Primarschule.

### Weiter im Netz

[www.ite.ethz.ch/schule/index](http://www.ite.ethz.ch/schule/index)

[www.mathematik.ecampus-phgr.ch](http://www.mathematik.ecampus-phgr.ch)