medienimpulse
Beiträge zur Medienpädagogik

Erstes Algorithmisieren über die Darstellung von Bewegungen mittels grafischer Symbole

Vom eigenen Handeln zum Programmieren

AutorIn:Wolfgang Wagner

Wie eine spielerische Auseinandersetzung mit der Welt des Programmierens für Kinder im Grundschulalter aussehen kann, zeigt uns Wolfgang Wagner in seinem Artikel. Er legt bildreich dar, wie Kinder ausgehend von Handlungen hin zur Erstellung von Programmen gelangen können...

Abstract

Eine Auseinandersetzung mit digitalen Medien, die zunehmend unser Leben mitgestalten, ist notwendig, um eine mündige und kritische Nutzung zu ermöglichen. Ein Verständnis über Algorithmisierungen, als Basis für die Funktion von Programmen, ist bereits im Kindergarten- bzw. Grundschulalter möglich[1]. Dieser Zugang hat für alle Kinder zu erfolgen.

Ein Aufbau dieses Verständnisses für alle Kinder auf der Repräsentationsstufe der Handlung mit darauf folgenden Intermodalitätswechsel zur bildhaften und symbolhaften Ebene ermöglicht eine Automatisierung basierend auf dem Verständnis einer Grundvorstellung[2].

Im Artikel wird ein Ablauf vorgestellt, wie Kinder in frühem Alter, basierend am eigenem Tun, Denkprozesse entwickeln, mit denen sie einfache Programme mit den Befehlen FORWARD, BACKWARD, LEFT-TURN UND RIGHT-TURN[3] erstellen können.

Im Sinne des konstruktivistischen Lernens und im speziellen des konstruktionistischen Lernens[4] ist es Ziel, eine Grundvorstellung des Programmierens zu generieren. Programmbefehle sind keine toten Symbole[5], sondern mit Handlung verbundene Zeichen. Die konstruktivistische Vorgangsweise und einer damit verbundenen inneren Differenzierung ermöglichen den Aufbau eines Verständnisses des Programmierens im inklusiven Sinne für alle Kinder.

I. Einleitung

Zum Aufbau einer digitalen Literacy ist eine frühe Vermittlung digitaler Kompetenzen zu empfehlen (vgl. Berry 2016) wie dies in zahlreichen europäischen Ländern bereits umgesetzt wird.

Die Umsetzung des Programmierens in der österreichischen Bildungslandschaft hinkt vielen europäischen Ländern hinterher. Im Gegensatz zu Österreich (siehe Abb. 1) ist im Vereinigten Königreich (seit 2014), Finnland (seit 2016) und sechs weiteren Ländern in der EU Coding fixer Bestandteil des Lehrplans für die Primarstufe (vgl. Brandhofer 2017).

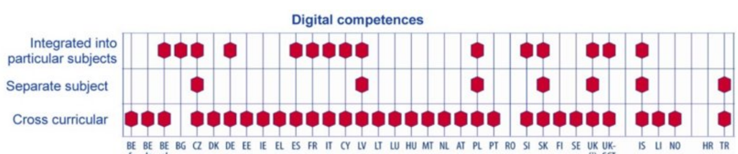

Abb. 1: Digitale Kompetenzen in der Primarstufe in Europa (Ranguelov, Horvath, Dalferth, & Noorani 2011: 26)

Mathematische Begriffe (arithmetisch und geometrisch) sind mit den Repräsentanten der Handlung oder der bildhaften Vorstellung über Handlungen aufgebaut und verbunden (Piaget & Szeminska 1975). Sie sind im Grundschulalter kaum sprachlich oder mathematisch-symbolisch aufgebaut.

Schwill (2001) postulierte, dass informatisches Denken bereits bei Kindergartenkindern und Schulanfängern gefördert werden kann. Das Verstehen und die Veranschaulichung von Algorithmen über grafische Symbole ist bereits vor dem Leseerwerb möglich (vgl. Gibson 2012: 35ff.).

In der "lückenhaften Forschung" (Straube & al., 2013: 2) herrscht weitgehend Einigkeit, in der Didaktik auf die Methodik des Konstruktionismus von Seymour Papert zurückzugreifen. Paperts Konstruktionismus ist stark angelehnt an den Konstruktivismus. In seiner Adaption an die Vermittlung digitaler Kompetenzen ist es Merkmal des Konstruktionismus, dass die Bedeutung des Lerninhalts dadurch steigt, dass das zu Lernende vom Kind selbst konstruiert wird (vgl. Papert & Harel 1991). Das Lernen auf den verschiedenen Stufen der Präsentation nach Piaget and Szeminska (1975) ist durch das eigene Tun, also der Ebene der Enaktivierung, im Sinne des Konstruktivismus klar erkennbar. Im Weiteren sind Intermodalitätswechsel notwendig, um von der Ebene der Enaktivierung hin zu den Ebenen der Ikonisierung und schließlich zur Ebene der Symbolisierung zu gelangen. Eine enge Verzahnung der Repräsentationstufen untereinander ist für ein Verstehen mathematischer Lerninhalte notwendig (vgl. Ladel 2018). Diese Verzahnung ist dann gegeben, wenn zwischen Handlung und mentaler Operation eine möglichst enge Passung hergestellt wird (vgl. Wartha & Schulz 2013: 76).

II. Algorithmisieren von Bewegungen

Über das Erkennen von Algorithmen in Bewegungen und somit in eine Zerlegung in einzelne Bewegungsbeschreibungen wie vorwärts, rückwärts, Drehung nach rechts und Drehung nach links, Stopp und Pause soll auf der Ebene der Enaktivierung über Wechsel der Intermodalität zu den Abstraktionen in Form grafischer Symbole übergeleitet werden. Da die Intentionen auf sämtlichen Ebenen stets unter der Begleitung von Sprache ablaufen, ist eine Abstraktion von den Handlungen bzw. den Symbolen zu den sprachlichen Begriffen notwendig. Ziel ist der Aufbau der Begriffe wie jene Befehle aus der Programmiersprache LOGO (vgl. Highfield 2010).

	Bewegungsmuster		
Deutsch	vorwärts	rückwärts	90° Drehung nach rechts
Englisch	forward	back(ward)	right turn
Programmiersprache LOGO	FD	BK	RT

Tab. 1: Bewegungsmuster

Das Algorithmisieren von Bewegung erfolgt an den eigenen Bewegungen der Kinder und kommt somit ohne Computer aus. In Folge ist mit den gewonnenen Erkenntnissen der Kinder ein Einsatz mit Bodenrobotern wie etwa der Bee-bot zu empfehlen (vgl. Bachinger & Ebner 2015). Der Einsatz digitaler und nicht digitaler Medien wird somit ergänzt und ermöglicht die Anbahnung zum Programmieren über spielerisches Handeln und trägt dadurch zur Vermittlung einer digitalen Literacy bei (vgl. Straube & al. 2013). Die mathematische Förderung betrifft den Bereich Geometrie, insbesondere das Messen im Bereich der Größe Länge (vgl. Savard & Highfield 2015)und die prozessorientierten Kompetenzen des Modellierens, des Problemlösens und des Kommunizierens.

II.1 Darstellungsformen der Bewegungsmuster (FD, BK, RT, LT)[6]

Die beschriebenen Bewegungen sind aus der Sicht der Geometrie Aneinanderreihungen von Strecken und im Sinne der dynamischen Geometrie (vgl. Ludwig, Filler, & Lambert 2015) Richtungsänderungen als Winkel.

Der Aufbau von Grundvorstellungen zu diesen mathematischen Inhalten wird anhand der Repräsentationsstufe der Enaktivierung geleistet. Grundvorstellungen sind dann gegeben, wenn es gelingt, einen mathematischen Inhalt mit einer Handlung oder dem Bild einer Handlung zu verbinden (vgl. Wartha 2010). Die Übersetzungen der Bewegungen in die verschiedenen Repräsentationsstufen sind für den Verständnisaufbau und dem Aufbau mentaler Modelle (vgl. Vom Hofe 1995) unabdingbar. Die starke Auseinandersetzung mit den Richtungen fördert das Verständnis von links und rechts und vorwärts und rückwärts. Diese Förderung ist aus Sicht der Mathematikdidaktik hoch einzuschätzen, da Mängel an der Links-rechts-Unterscheidung am eigenen Ich und am Gegenüber bei rund 50% rechenschwacher Kinder auftreten (vgl. Schipper 2005).

Handlungsebene: Zuerst erkennen die Kinder an einer sich im Algorithmus der Bewegungsmuster (FD, BK, RT, LT) bewegenden Person genau diese Muster. Die Kinder bewegen sich selbst bzw. steuern andere Kinder wie Roboter mit den Bewegungsbefehlen (FD, BK, RT, LT).

Ikonische Ebene: Die Kinder beobachten andere Kinder, die auf der enaktiven Ebene sich selbst bewegen bzw. andere Kinder steuern.

Symbolebene: Die Bewegungsmuster (FD, BK, RT, LT) auf enaktiver oder ikonischer Ebene werden mittels grafischer Karten dargestellt und auf einem Koordinatennetz aufgelegt. Die Befehle FD und BK werden mit länglichen Pfeilen dargestellt, der die beschreibende Wegstrecke im Sinne der mathematischen Größe der Länge repräsentiert.

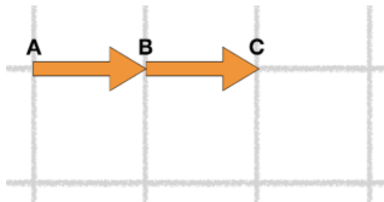

Abb. 2: Richtungspfeile als Repräsentanten von Strecken

In diesem Koordinatennetz beschreibt der erste Befehl FD die Wegstrecke. Der zweite Befehl FD schließt beim Punkt B an und endet im Punkt C. Mittels kleiner Spielfiguren können diese Vorwärtsbewegungen nachgestellt werden, was wiederum eine Verstärkung der Darstellung auf Handlungsebene bedeutet. Ein Gelingen des Intermodalitätswechsels hin zur symbolischen Abstraktion wird durch diese Verbindung von der Symbolebene mit der enaktiven bzw. der ikonischen Ebene verstärkt.

Die Richtungsänderungen im rechten Winkel werden mit Karten mit Drehpfeilen dargestellt.

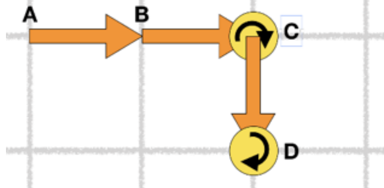

Abb. 3: Drehpfeile repräsentieren Richtungsänderungen

Die Drehpfeile werden an den Kreuzungspunkten des Koordinatennetzs, die die Endpunkte der Bewegung FD, BK sind, aufgelegt. Am Kreuzungspunkt C kann nun die Bewegung mit dem Richtungspfeil angelegt werden. Zur besseren Veranschaulichung wurde auf D eine Symbolkarte mit Drehpfeil angelegt.

Bei dieser Darstellung ist wiederum ein Transfer in die enaktive bzw. ikonische Ebene möglich. Bei den Befehlen FD bzw. BK führt die Spielfigur eine Bewegung vom Pfeilanfang zur Pfeilspitze aus und beim Drehpfeil wird eine Richtungsänderung im rechten Winkel in Richtung des Pfeiles (und keine Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung) ausgeführt. Die Anordnung der Karten kann somit durch die Darstellung des Koordinatennetzes mit Geraden und den Kärtchen, die symbolhaft Wegstrecken mit Richtungen bzw. Drehungen im rechten Winkel repräsentieren, auf der enaktiven Ebene dargestellt werden.

Eine weitere Form der Darstellung mit zunehmender Abstraktion ist die Anordnung der Befehle in Zeilenform.

Bei den Streckenpfeilen stellen die Richtungen der Pfeile von links nach rechts, bzw. von unten nach oben Vorwärtsbewegungen dar, und Richtungen von rechts nach links bzw. von oben nach unten Rückwärtsbewegungen dar. Dies entspricht den Prinzipien des Zahlenstrahls bzw. des Koordinatennetzes.

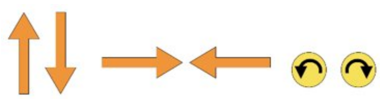

Abb. 4: Darstellung der Bewegungen FD, BK, FD, BK, LT, RT mit Symbolen in Zeilenform

Zum Überprüfen bzw. Debuggen ist eine zusätzliche Darstellung in Zeilenform, der auf dem Koordinatennetz liegenden Symbole, in Verbindung mit der enaktiven Ebene möglich. In Zeilenform entsteht durch Auflegen der Karten von der noch figurhaften Darstellung (Abb. 3) die erste Form eines Programmes. Abb. 5 zeigt das Streckenmuster von Abb. 3 in Zeilenform:

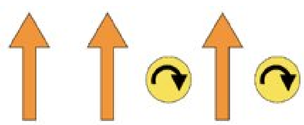

Abb. 5: Zeilenform des Bewegungsmusters von Abb. 3

Das Erkennen von Algorithmen des Umfangs bei geometrischen Figuren wie Quadrat oder Rechteck ist in Abb. 6 dargestellt. Die Längenverhältnisse mit der Einheiten der Länge des Richtungspfeils ist mit und ohne Koordinatennetz erkennbar und auf der enaktiven Ebene mit Spielfiguren oder einem Abschreiten des Kindes selbst nachstellbar.

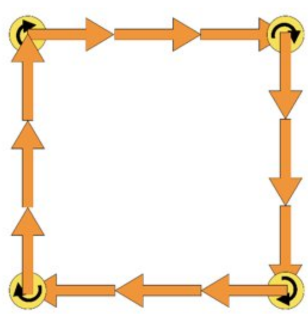

Abb. 6: Darstellung eines Quadrates mit Richtungs- und Drehpfeilen

Eine weitere Abstraktion in Zeilenform mit und ohne Schleifen ist mit einem jederzeitigen Rückgriff zur enaktiven Ebene mit Spielfiguren oder einem Abschreiten des Kindes selbst möglich. Das Erkennen von sich wiederholenden Mustern, die mit einer Schleife und einem Multiplikator vervielfacht werden können, ermöglicht zusätzliche

Erkenntnisse des Programmierens.

Die Darstellung des Umfangs als eine Stecke wird mit dieser Form veranschaulicht. Führen die Kinder Anordnung der Strecken und Winkel ohne Unterstützung von Handlung aus. So geschieht dies basierend auf Kopfgeometrie (vgl. Weigand & Holzl 2009) und hat ebenso die Entwicklung eines mentalen Modells des Quadratumfangs zur Folge. Zudem wird der Algorithmus der Umfangstrecke von Quadrat und Rechteck unterstrichen und je nach Schulstufe auf Basis der Selbsterkenntnis vorweggenommen.

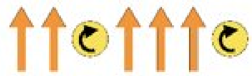

Abb. 7: Darstellung eines Rechtecks in Zeilenform ohne Schleife

Abb. 8: Darstellung eines Rechtecks mit numerischer Angabe der Strecken

Abb.9: Darstellung eines Rechtecks mit Schleife

Abb. 10: Darstellung eines Rechtecks mit Schleife in Rückwärtsbewegungen

Abb. 11: Darstellung eines Rechtecks mit Schleife und numerischer Angabe der Strecken

Bei der Darstellung des Umfangs eines Rechtecks gibt es mehrere unterschiedliche Darstellungen bei den Lösungen (siehe Abb. 7 bis 10). Abhängig vom Ausgangspunkt wird zuerst die Länge oder die Breite eingetragen. Darstellungen mit Rückwärtsbewegungen (Abb. 10) sind ebenso in sämtlichen Varianten der Abbildungen 7, 8, 9 und 11 möglich.

Weitere Abstraktionen, wie ein Nachbilden bzw. das Erfinden von Figuren ist möglich und kann den Schwierigkeitsgrad erhöhen bzw. vereinfachen.

III. Differenzierungsmöglichkeiten für heterogene Lerngruppen

Die Aufgabestellungen vom Erkennen von Bewegungsmustern über die Abstraktionen mittels den grafischen Karten bis hin zur Darstellung des Bewegungsprogrammes in Schleifenform bieten eine natürliche Differenzierung (vgl. Hirt & Wälti 2008; Krauthausen, Scherer, & Scherer 2014). Eine natürliche Differenzierung ist dann gegeben, wenn die Aufgabenstellung das Bearbeiten auf vielen unterschiedlichen Lernniveaus ermöglicht. Durch die Möglichkeit mit einer Aufgabenstellung, die in sich die Möglichkeit einer Differenzierung von niedrigem bis hin zu hohem Schwierigkeitsgrad birgt, können leistungsstarke und leistungsschwache Kinder gleichermaßen gefordert und gefördert werden. Ein fließender Wechsel in Bezug auf den Schwierigkeitsgrad ist jederzeit in beide Richtungen möglich. Das Bearbeiten eines Themas von allen Kindern mit unterschiedlichen Lernständen (Häsel-Weide 2017) ermöglicht somit einen Unterricht für alle im Sinne der Inklusion.

Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Differenzierungen sind in folgenden verschiedenen Bereichen möglich:

- Im Bereich der Anleitungen seitens der Lehrkraft (und) oder eines anderen Kindes: mit Anleitung, mit teilweiser

Anleitung und selbsttätigem Handeln und schließlich mit selbsttätigem Handeln

- Im Bereich der Veranschaulichung sind Repräsentationen auf enaktiver und, oder ikonischer und, oder symbolischer Ebene möglich
- Im Bereich der Entwicklung hin zur Lösung: Lösen der Streckenanalyse mit Befehlscodes Schritt für Schritt, mehrschrittig in Abteilungen und schließlich der Lösung in einem Zug
- Im Bereich der Lösungsentwicklung: Zuerst Vorgehen auf enaktiver oder ikonischer Ebene und dann auf symbolischer Ebene oder zuerst Vorgehen auf symbolischer Ebene und darauffolgend Kontrolle mittels enaktiver oder inkonischer Ebene.

Da die Differenzierung in den angeführten Bereichen unter sich Mischformen zulassen ist die Anzahl an unterschiedlichen möglichen Differenzierungsmöglichkeiten hoch.

Diese genannten Differenzierungsmöglichkeiten gelten für sämtliche oben angeführten Übungen, also vom Steuern von Personen, über das Legen der Richtungspfeile und Drehpfeile im Koordinatennetz bis hin zum Beschreiben und Erfinden von Figuren mit rechten Winkeln.

Da mit dem Material eine Darstellung auf der Ebene der Enaktivierung mit den Spielfiguren dem sich Bewegen des Kindes selbst jederzeit möglich ist, ist eine Differenzierung von Kindern die reine Kopfgeometrie betreiben bis hin zu Kindern, die auf die enaktive Ebene angewiesen sind, nebst Mischformen, realisierbar.

Die Möglichkeit Figuren oder Bewegungsmuster zu erfinden, bietet in der Kreativität und damit verbunden der Anwendung des Gelernten ebenso eine Art der natürlichen Differenzierung.

Die Anwendung der Algorithmisierung von Bewegungen zeigt sich im Festhalten eines Lösungsweges in einem Koordinatennetz. Die Beispiele zeigen verschiedene Lösungswege auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus, die anhand folgender Beispiele von Kindern der 4. Schulstufe dargestellt sind, bei denen eine Wegstrecke von A nach B gefunden werden soll:

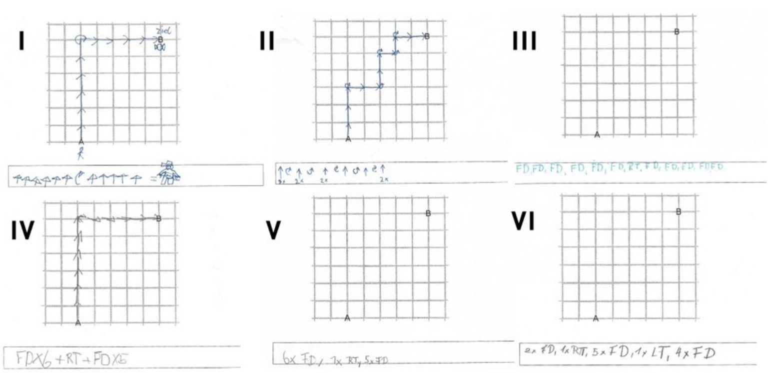

Abb. 12: 6 Beispiele von Schülerinnen und Schülern von Wegdarstellungen im Koordinatennetz

Die angeführten Beispiele der Kinder (Abb. 12) zeigen, dass die Aufgabenstellung durch die freie Auswahl an Abstraktionsniveaus und der Wegstrecke eine natürliche Differenzierung bietet. Je nach Leistungsniveau der Kinder haben diese die Möglichkeit zuerst auf ikonischer Ebene mit den Richtungspfeilen einen Weg zu zeichnen und diesen dann in der Programmzeile festzuhalten. Beim Festhalten können Richtungspfeile und / oder Befehlscodes eingetragen werden. Diese können wiederum mehrfach angeführt werden (I, II, III) oder mit einem Multiplikator (IV, V, VI) versehen werden. Ebenso kann zuerst die Programmzeile geschrieben werden und diese dann mit Richtungspfeilen auf der ikonischen Ebene (I, II, IV) oder mittels Kopfgeometrie (III, V, VI) im Koordinatennetz überprüft werden.

IV. Weiterführung der Fähigkeiten in Verbindung mit Bodenrobotern

Der Aufbau der Grundvorstellungen der Bewegungsmuster FD, BK, RT und LT ermöglicht eine Weiterführung mit Bodenrobotern, wie etwa Bee-bots, Probots oder Roomer Toos (Highfield 2010), die mit denselben Bewegungsvorgaben gesteuert werden. Bee-bots werden häufig in Umgebungslandschaften eingesetzt, die ein Koordinatennetz in Teilflächen gliedert und in einzelne Planquadrate geteilt wird (vgl. Barefoot-Computing 2017; Diethelm & Mittermeir 2013; Highfield 2010). Diese Planquadrate eignen sich zur Herstellung von Bee-bot-Landschaften, die sich aus von Kindern kreativ erstellten Quadraten (bemalt, gezeichnet, beschriftet, etc.) zusammensetzen, in dem die Bee-bot gesteuert werden kann (vgl. Highfield 2010). In der App Bee-Bot werden Bewegungslandschaften ebenso in Flächendarstellung dargestellt (Abb. 13).

Abb. 13: Screenshot aus dem App Bee-Bot für IOS

Ein Steuern der Bodenroboter mit den Fähigkeiten der Analyse von Bewegungsmustern und deren Abstraktion in Symbolen ist im Sinne einer konstruktivistischen Vorgangsweise möglich. Die bekannten Befehle werden beim Bodenroboter eingegeben und die richtige bzw. fehlerhafte Lösung wird durch den Bodenroboter in Form seines Bewegungsablaufs angezeigt. Die Ebene der Symbolisierung wird somit auf der Ebene der Ikonisierung abgeglichen. Ein Step-by-Step-Bewegen der Bee-bot mit nachträglicher Eingabe ist ebenso möglich, was die symbolhafte mit der enaktiven Ebene verschmelzen lässt.

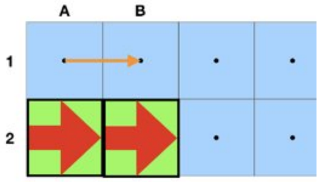

Abb. 14: Bewegungsdarstellung in Koordinatenfeldern

Wie in Abb. 14 dargestellt ist die Darstellung einer Strecke (FD, BK) in Koordinatenfeldern mit Befehlskarten, die das Planquadrat füllen, problematisch: Eine Bewegung von Feld A1 nach Feld B1 bzw. von Feld A2 nach Feld B2 führt über 2 Felder. Strecken gehören zum Größenbereich Länge und Koordinatenfelder sind dem Bereich Flächen zuzuordnen. Beim Messen von Größen muss eine jeweilige Größe immer mit derselben Größe gemessen werden (vgl. Krauter 2008: 2ff.). Auf der ikonischen Ebene werden bei einer Strecke 2 Flächen gesehen.

Ähnlich wie bei Zeitspannen, wo die Zeitspanne vom 1. eines Monats zum 2. eines Monats 2 Tage umfasst, umfasst die Bewegung von einem Feld zum nächsten Feld zwei Felder bei nur einer einzigen Strecke. Der Abstand aufeinanderfolgender Tage ist arithmetisch stets um eins weniger als die Zeitspanne. Genauso ist die Anzahl der Streckenbewegungen arithmetisch stets um eins weniger als die Anzahl der belegten Flächen.

Abb. 15: Bewegungsdarstellung auf Koordinatenlinien

Aus diesem Grund ist die Visualisierung von Bewegungen mit Befehlskarten auf Koordinatenfeldern ungünstig, da sie bei der Abstraktion in Zeilenform fehleranfällig ist. Richtig ist die Darstellung der Strecke von A1 nach B1. Diese Darstellung auf Flächen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt zu fahren, jedoch ein zusätzlicher Lernstoff und dennoch problematisch, da 2 Flächen bei einer Bewegung gesehen werden. Der Bodenroboter Probot kann in seiner Drehachse mit einem Stift versehen werden. Die Streckendarstellung wird somit vom Probot dargestellt, diese ist jedoch erst zur Gänze sichtbar, wenn der Probot aus dem letzten Planquadrat genommen wird, da er selbst die gezeichnete Strecke zum Teil verstellt.

Dieselbe Bewegung in der Darstellung im Koordinatennetz (Abb. 15) zeigt die Strecke. Diese Bewegung ist auf Handlungsebene mit einer Spielfigur möglich.

Da die Bodenroboter Strecken fahren und sich somit im mathematischen Bereich der Längen bewegen sind Visualisierungen von Figuren wie Rechteck oder Quadrat problematisch, da bei einer Seitenlänge eines Quadrats von 3 Einheiten 4 Flächen gesehen werden. Deshalb werden bei den Übungsbeispielen auf der Website von Barefoot-Computing (2017) Figuren zum Analysieren mittels Strecken und Bewegungslandschaften für Bee-bots oder Blue-bots mit Flächen dargestellt.

Ein Steuern der Bodenroboter mit den Fähigkeiten der Analyse von Bewegungsmustern und deren Abstraktion in Symbolen ist im Sinne einer konstruktivistischen Vorgangsweise möglich. Die bekannten Befehle werden beim Bodenroboter eingegeben und die richtige bzw. fehlerhafte Lösung wird durch den Bodenroboter in Form seines Bewegungsablaufs angezeigt. Die Ebene der Symbolisierung wird somit auf der Ebene der Ikonisierung abgeglichen. Ein Step-by-Step-Bewegen der Bee-bot mit nachträglicher Eingabe ist ebenso möglich, was die symbolhafte mit der enaktiven Ebene verschmelzen lässt.

Da die Bodenroboter Strecken fahren und sich somit im mathematischen Bereich der Längen bewegen lässt sich ein Abfahren des Umfangs von Figuren in der Ebene auf den Flächen des Koordinatennetzes nicht anschaulich mit der enaktiven Ebene verbinden. Die Bee-bot füllt mit ihrer Grundfläche nahezu ein gesamtes Planquadrat aus und belegt mit einem einzigen Befehl FD zwei aufeinanderfolgende Felder. Wird die Bewegung als Länge dargestellt, so beschreibt sie eine Strecke, nämlich.

V. Zusammenfassung

Aufbauend auf den Erfahrungen über Spiele zur Bewegungssteuerung können Algorithmisierungen von Bewegungen mittels Streckenpfeilen und Drehkärtchen dargestellt werden. Die Darstellung auf Symbolebene baut auf den Erfahrungen der Kinder auf der enaktiven und der ikonischen Ebene auf. Um Intermodalitätsprobleme bei den Transfers zwischen den Ebenen zu minimieren, ist es möglich, die Repräsentationsstufen ineinander fließen lassen zu können. So kann die Idee (symbolhaft) einer Streckenbildung mit dem Führen einer Spielfigur (enaktiv) überprüft und bestätigt oder korrigiert (Debugging) werden. Durch Auflegen von Streckenpfeilen (symbolhaft) ergibt sich das Bild einer Streckenführung (ikonisch), die durch Ziehen einer Spielfigur wiederum auf der enaktiven Ebene bewiesen werden kann (siehe Abb. 16).

Wird die Abfolge der Streckenpfeile und der Drehsymbolkärtchen in Zeilenform aufgelegt oder aufgeschrieben, so ergibt sich die Abfolge einer Programmierung, die eine Wegstrecke bestimmt. Das Auflegen der Streckenpfeile auf ein vorgegebenes Koordinatennetz dient als Unterstützung zur Ideenentwicklung einer Wegstrecke. Zur Förderung der Kopfgeometrie ist das Legen von geometrischen Figuren oder Strecken auch ohne Koordinatennetz möglich. Durch das Ziehen von Spielfiguren ist das Überprüfen einer Strecke auf enaktiver Ebene realisierbar. Folgende prozessbezogenen Kompetenzen können aktiviert werden:

Kommunizieren: über das Überprüfen, Korrigieren und Beurteilen von Lösungswegen

Operieren: über das Vervielfachen von Bewegungen, beispielsweise bei der Darstellung von Rechtecken.

Modellieren: über das Erstellen eines Programmes anhand von Bewegungen, die in die Symbolebene transferiert werden

Problemlösen: über das Finden von Wegstrecken zu vorgegebenen Zielen

Abb. 16 ©: Schülerinnen erstellen eine Strecke auf enaktiver, ikonischer und symbolischer Ebene

Die Fähigkeit zum Algorithmisieren dient als Basis zur Steuerung von Bodenrobotern, wie Bee-bot und dergleichen, und zum Verstehen und Anwenden erster Programmierungen mittels Scratch und ähnlichen Programmen.

Wie der Ablauf des ersten Algorithmisierens verläuft wird von Schüler/innen der ersten und zweiten Schulstufe der Praxisschule der Pädagogischen Hochschule Oberösterreich Europaschule Linz auf Youtube im Video "Vom Roboterspiel zur Bee-bot: Algorithmisieren in der Grundschule" (Wagner 2018) unter dem Link https://youtu.be/IL9f1wuxF7I dargestellt.

Verweise

[1] Schwill, A. (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen. INFOS2001-9. GI-Fachtagung Informatik und SchuleGI-Edition, 13-30.

[2] Wartha, S. (2010): Aufbau von Grundvorstellungen. Beiträge zum Mathematikunterricht 2010, 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik vom 08. bis 12. März 2010 in München.

[3] Programmiersprache LOGO

[4] Papert, S., & Harel, I. (1991): Situating constructionism. Constructionism, 36(2), 1-11.

[5] Dewey, J. (1903): Das Kind und die Fachinhalte. Müller, GN, Selter, Ch, & Wittmann, E, 6-21.

[6] FD = forward; BK = back; RT = right turn; LT = left turn

Literatur

Bachinger, Alois/Ebner, Ingrid (2015): Förderung von Problemlösekompetenz mit "Beebot", in: Mathematikdidaktik im Dialog: Perspektiven und Wege, Vol. 5, Linz: Trauner, 131-138.

Barefoot-Computing (2017): KS1 Bee-Bots 1,2,3 Activity, an introduction to programming with Bee-Bots, online unter: https://barefootcas.org.uk/wp-content/uploads/2014/09/Bee-Bots-1-2-3-Activity-Barefoot-Computing2.pdf (letzter Zugriff: 18.09.2018)

Berry, Miles (2016): Computing in English Schools, in: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. Coding - Ein Baustein der informatischen Bildung, online unter: https://tinyurl.com/y7bsx6da (letzter Zugriff: 18.09.2018)

Brandhofer, Gerhard (2017): Code, Make, Innovate! Legitimation und Leitfaden zu Coding und Robotik im Unterricht, online unter: https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/348 (letzter Zugriff: 18.09.2018)

Diethelm, Ira/Mittermeir, Roland T. (2013): Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages: 6th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2013, Oldenburg, Germany, February 26-March 2, 2013, Proceedings (Vol. 7780): Zürich/Lausanne: Springer.

Gibson, J. Paul (2012): Teaching graph algorithms to children of all ages. Paper presented at the Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education, 34-39.

Häsel-Weide, Uta (2017): Inklusiven Mathematikunterricht gestalten, in: Leuders, Juliane/Leiders, Timo/Prediger, Susanne/Ruwitsch, Silke (Hg.): Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen. Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung, Zürich/Lausanne: Springer, 17-28.

Highfield, Kate (2010): Robotic Toys as a Catalyst for Mathematical Problem Solving, Australian Primary Mathematics Classroom, 15(2), 22-27, online unter: https://www.researchonline.mq.edu.au/vital/access/services/Download/mq:12742/DS01?view=true (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Hirt, Ueli/Wälti, Beat (2008): Lernumgebungen im Mathematikunterricht: natürlich Differenzieren für Rechenschwache und Hochbegabte, Velber: Kallmeyer.

Krauter, Siegfried (2008): Fachdidaktische Beiträge zum Sachrechnen im Mathematikunterricht: PH Ludwigsburg, online unter: https://tinyurl.com/y72lfss6 (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Krauthausen, Günter/Scherer, Petra (2014): Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht: Konzepte und Praxisbeispiele aus der Grundschule, Velben: Kallmeyer.

Ladel, Silke (2018): Sinnvolle Kombination virtueller und physischer Materialien, in: Ladel, Silke/Knopf, Julia/Weinberger, Armin: Digitalisierung und Bildung, Zürich/Lausanne: Springer, 3-22.

Ludwig, Matthias/Filler, Andreas/Lambert, Anselm (2015): Geometrie zwischen Grundbegriffen und Grundvorstellungen. Jubiläumsband des Arbeitskreises Geometrie in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Papert, Seymore/Harel, Idit (1991): Situating constructionism, in: Papert, Seymore/Harel, Idit: Constructionism, New York: Ablex Publishing Corporation, 1-11, online unter: http://web.media.mit.edu/~calla/web_comunidad/Reading-En/situating_constructionism.pdf (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Piaget, Jean/Szeminska, Alina (1975): Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde, Stuttgart: Klett-Cotta.

Ranguelov, Stanislav/Horvath, Anna/Dalferth, Simon/Noorani, Sogol (2011): Key Data on Learning and Innovation through ICT at School, in: Europe 2011: ERIC, online unter: https://tinyurl.com/yb249qup (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Savard, Annie/Highfield, Kate (2015): Teachers' Talk about Robotics: Where Is the Mathematics? in: Mathematics Education Research Group of Australasia, online unter: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572527.pdf (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Schipper, Wilhelm (2005): SINUS-Transfer Grundschule. Mathematik. Modul G 4.

Schwill, Andreas (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen. Eine Studie über informatische

Fähigkeiten von Kindern, INFOS2001-9. GI-Fachtagung Informatik und SchuleGI-Edition, 13-30, online unter: https://pdfs.semanticscholar.org/f27d/50d19d2119c71ec6d341e33c3e85083b9f05.pdf (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Straube et al. (2013). DoInG-Informatisches Denken und Handeln in der Grundschule. PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.

Vom Hofe, Rudolf (1995): Grundvorstellungen mathematischer Inhalte, Heidelberg: Spektrum Akad. Verlag.

Wagner, Wolfgang (Producer) (2018): Vom Roboterspiel zur Bee-bot: Algorithmisieren in der Grundschule, online unter: https://youtube/IL9f1wuxF7I (letzter Zugriff: 18.09.2018).

Wartha, Sebastian (2010). Aufbau von Grundvorstellungen. Beiträge zum Mathematikunterricht 2010, 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik vom 08. bis 12. März 2010 in München.

Wartha, Sebastian/Schulz, Axel (2013). Rechenproblemen vorbeugen (2. Aufl.), Berlin: Cornelsen.

Weigand, Hans-Georg et al. (2009). Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I, Zürich/Lausanne: Springer.

Tags

Impressum und Offenlegung gemäß §25 des Mediengesetzes
Medieninhaber: Republik Österreich, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
Zuständigkeit: Laut Bundesministeriengesetz 1986 in der jeweils geltenden Fassung
Hersteller: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
Verlagsort: Wien
Herstellungsort: Wien
Kontakt: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Abteilung IT/3, Minoritenplatz 5, 1014 Wien
http://bmbwf.gv.at