

Algorithmik in der Grundschule

Michael Weigend

Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Fliednerstraße 21
Postleitzahl Münster
michael.weigend@uni-muenster.de

Abstract: Der Betrag präsentiert Ergebnisse einer Studie mit mehr als 120 Grundschulkindern zur Rezeption und Umsetzung informaler algorithmischer Texte. Das Setting besteht aus einer Befragung und zwei Spielen, bei denen die Kinder Bilder nach Anweisungen zeichnen. Die Spiele sind nicht nur ein Forschungsinstrument, sondern gleichzeitig auch Prototypen für grundschultaugliche Unterrichtsaktivitäten im Zusammenhang mit Sinn entnehmendem Lesen. Die gewonnenen empirischen Ergebnisse dienen als Grundlage für das Design multimedialer Lernspiele für Grundschüler zur Förderung algorithmischen Denkens.

1 Einführung

Ein Algorithmus ist eine präzise Beschreibung von Aktivität. Algorithmen sind die Grundlage jedes Computerprogramms und – allgemein – jedes Systems mit vorhersehbarem Verhalten. Auch natürliche und soziale Phänomene haben ihre algorithmische Seite. Normen, die das Zusammenleben in sozialen System regeln, sind zwar – für sich genommen – nicht immer als Algorithmen formuliert, führen aber während der Anwendung in einer konkreten Lebenssituation, zu verhaltenssteuernden Algorithmen („Wenn die Ampel rot ist, halte ich an.“ oder „Ich warte solange, bis alle mit dem Essen fertig sind.“). Die Fähigkeit Algorithmen zu verstehen, auszuführen und selbst zu entwickeln ist eine Facette von „computational thinking“ [W06]. Sie ist eine Basiskompetenz, die jedes Mitglied einer modernen Gesellschaft beherrschen sollte. In den Bildungsstandards Informatik der GI wird von Schülerinnen und Schülern in den Jahrgangsstufen 5 bis 7 die Fähigkeit erwartet, Algorithmen zu lesen und zu interpretieren [GI08, S. 30ff.].

In diesem Beitrag widme ich mich zunächst der Frage, in wieweit bereits Grundschüler (dritte und vierte Klasse) sich mit algorithmischen Texten auseinandergesetzt haben. In den anschließenden Abschnitten werden empirische Untersuchungen zur algorithmischen Leistungsfähigkeit von Grundschulern vorgestellt. Ich beschränke mich auf zwei Bereiche: Steuerung und Benennung. Der Begriff Steuerung bezieht sich darauf, in welcher Reihenfolge und unter welchen Bedingungen Instruktionen ausgeführt werden. Mit Benennung sind alle Mechanismen gemeint, mit denen Daten identifiziert und adressiert werden. Die Fähigkeiten von Grundschulern auf diesen Gebieten wurden mit Hilfe von Spielen gemessen, die ohne Computer – nur mit Buntstiften und Papier - durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Studien verwenden wir an der Universität Münster als Grundlage für das Design multimedialer Online-Spiele zur Algorithmik für Grundschüler. Am Ende dieses Artikels wird ein Beispiel vorgestellt.

2 Algorithmen im Alltag von Grundschulkindern

Unser Leben ist durchdrungen von Algorithmen. Kommandos wie „Sei jetzt still!“ oder komplexere Instruktionen mit Kontrollstrukturen wie „Wenn du bis Hundert gezählt hast, kannst du mit dem Zähneputzen aufhören“ kennen wir von klein auf. Nach dem Kommunikationsmodell von Schulz von Thun haben sprachliche Äußerungen (Nachrichten) implizit immer auch appellativen Charakter [ST01]. Wenn man in einer zwischenmenschlichen Kommunikationssituation etwas sagt, möchte man in der Regel sein Gegenüber auch dazu bewegen, etwas zu tun. In welchem Ausmaß gehören Texte mit *explizit* algorithmischem Inhalt zum Alltag von Kindern im Grundschulalter? Im Dezember 2008 habe ich 126 Kinder im Alter von 8 bis 10 aus dritten und vierten Klassen dreier Grundschulen in Münster und Witten zu diesem Thema befragt. Darunter waren 67 Mädchen und 58 Jungen (ein Kind hat keine Angaben zum Geschlecht gemacht). Tabelle 1 zeigt einige Ergebnisse. Die meisten Kinder dieser Altersgruppe haben sich bereits mit algorithmischen Dokumenten wie Spiel- oder Bastelanleitung auseinandergesetzt.

Aktivität	Häufigkeit			
	Noch nie	Ein oder zwei Mal	Öfter als zwei Mal	Keine Angabe
Ein Modell aus einem Überraschungsei nach Anleitung selbst gebaut	10	26	88	2
Etwas aus Lego nach einer Anleitung gebaut	17	31	77	1
Spielregeln eines Spiels gelesen	11	38	77	0
Selbst jemandem ein Spiel erklärt	0	24	102	0
Nach einer Bastelanleitung etwas gebastelt	13	46	66	1

Nach Rezept etwas gekocht	28	39	58	1
---------------------------	----	----	----	---

Tabelle 1: Rezeption von algorithmischen Texten bei Grundschulkindern. Befragt wurden 126 Schüler/innen aus dritten und vierten Grundschulklassen, Durchschnittsalter 8,9 Jahre, 67 Mädchen, 58 Jungen (ein Kind machte keine Angabe zum Geschlecht).

3 Spiele mit Bleistift und Papier zur naiven Algorithmik

Wenn man aufwändige multimediale Medien entwickelt, muss man wissen, welchen Schwierigkeitsgrad man seiner Zielgruppe zumuten kann. Welche algorithmischen Sprachkonstrukte verstehen Kinder im Alter von acht bis zehn und welche noch nicht? Was sind typische Barrieren? Um mit möglichst wenig Aufwand Antworten zu finden, habe ich zwei Übungen entwickelt, die ohne Computer im Klassenraum durchgeführt werden können.

3.1 Methodik

Die Übungen wurden als Spiele gestaltet, die den Kindern Spaß machen und als bereicherndes Lernerlebnis empfunden werden sollten. Jeder sollte die Aufgaben zumindest grundsätzlich lösen können und zu Erfolgserlebnissen kommen. In beiden Übungen war das Ziel, ein Bild zu erstellen. Dabei folgten die Kinder jeweils einer Anleitung, die unterschiedliche Arten von Instruktionen enthielt. Entscheidungen, was an welche Stelle geschrieben oder gezeichnet wurde oder welche Farben verwendet werden sollten, wurden algorithmisch getroffen. Dabei spielte auch der Zufall eine Rolle, so dass am Ende jedes Bild anders aussah.

Im Briefing vor Beginn des Spiels wurden die Verhaltensregeln geklärt. Gespräche mit Nachbarn waren erlaubt. Allerdings sollte sich jeder nur für seine eigene Zeichnung verantwortlich fühlen und sich nicht aktiv in die Arbeit seiner Mitschüler einmischen – z.B. wenn sie oder er glaubte einen Fehler entdeckt zu haben. Die Kinder wurden darauf hin gewiesen, dass am Ende bei jedem das Bild anders aussieht. Wenn jemand für einen Nachbarn, der nicht weiter kam, eine Aufgabe erledigen wollte, wurde interveniert. In der Tat war die Stimmung sehr entspannt und aktiv. Die Ergebnisse wurden immer wieder verglichen und diskutiert. Da die Kinder kooperierten, repräsentieren die Ergebnisse nicht nur die Performanz eines Individuums, sondern zu einem gewissen Anteil auch die Leistungsfähigkeit der Nachbarschaft im Klassenraum. Die Kinder konnten die gesamte Unterrichtsstunde nutzen. Es gab keinen Zeitdruck. Jeder sollte in Ruhe fertig werden.

Während der Übung waren zwei oder drei Erwachsene im Raum, die Fragen beantworteten – möglichst ohne die Lösung der Aufgabe zu verraten. Wie gesagt – es sollten keine Misserfolgserlebnisse aufkommen. In vier Workshops wurde mitprotokolliert, zu welchen Schritten die Kinder Fragen gestellt hatten. Die Anzahl der Fragen zu einer Aufgabe kann man als Indikator für den Schwierigkeitsgrad betrachten.

3.2 Der Malroboter – Steuerung

Die jungen Teilnehmer/innen der Übung sollten sich vorstellen, ein Roboter zu sein, der ein Bild zeichnet und alles genauso macht, wie es sein Programm vorschreibt.

Das „Programm“ stand auf einem Zettel und war eine Folge von umgangssprachlich formulierten Anweisungen. Sie enthielten die wesentlichen Kontrollstrukturen einer Programmiersprache: Einseitige und zweiseitige Programmverzweigungen (if-Anweisung, if-else-Anweisung) sowie Iterationen, d.h. durch Daten gesteuerte Wiederholungen wie z.B. „Zeichne an jede Spitze des Sterns einen Kreis“. Diese Kontrollstrukturen wurden mit Sprachkonstrukten formuliert, die man aus dem Alltag kennt. Etwas ungewohnt für die Schüler/innen war die Beschreibung einer Wiederholung, die durch eine Bedingung gesteuert wird:

Schritt 10: Male eine Blume. Schritt 11: Wenn auf deinem Blatt weniger als drei Blumen sind, gehe zu Schritt 10. Sonst gehe zu Schritt 12.

Die letzten Instruktionen des Programms verlangten eine Bewertung der Übung. Dabei sollten die Schüler aus einer Folge von Textelementen eines auswählen und an eine bestimmte Stelle auf ihr Bild schreiben. Beispiel:

Schritt 12: Wie schwierig findest du es, Malroboter zu spielen? Schreibe als Antwort unten auf das Blatt eines der folgenden Wörter: superleicht, leicht, mittel, schwierig, superschwierig.

Tabelle 2 zeigt einen Teil der Auswertung. Es zeigte sich, dass die überwiegende Mehrheit aller Kinder die Übung problemlos bewältigen konnte. Eine etwas höhere Fehlerrate gab es bei Instruktionen mit komplexeren Bedingungen und bei den Bewertungsaufgaben am Ende.

Anweisung	Korrekte Lösungen	Prozent
Zeichne einen roten oder blauen Stern	117	93.6%
Zeichne an jede Spitze des Sterns einen kleinen Kreis.	123	98.4%
Wenn du ein Mädchen bist, male rechts oben auf das Blatt einen Dreieck.	121	96.8%
Schreibe eine Zahl zwischen 1 und 10 neben den Stern	116	92.8%
Wenn deine Zahl kleiner als 5 ist, male einen Kreis um die Zahl, sonst male ein Viereck um die Zahl.	112	89.6%
Wenn dein Vorname ein A oder E enthält, unterstreiche deinen Vornamen.	113	90.4%

Wenn dein Stern auf dem Blatt rot ist und dein Vorname unterstrichen ist, male neben deinen Vornamen ein Herz.	106	84.8%
Schritt 10: Male eine Blume. Schritt 11: Wenn auf deinem Blatt weniger als drei Blumen sind, gehe zu Schritt 10, sonst zu 12	112	89.6%
Schritt 12: Wie schwierig findest du es, Malroboter zu spielen? ... (Korrekte Platzierung des Textes auf dem Blatt)	88	68.8%

Tabelle 2. Korrekte Ausführung von Instruktionen. Auszug aus der Auswertung von 125 Bildern von Grundschulern aus dritten und vierten Klassen.

Der häufigste Fehlertyp war das Ignorieren von Details einer Instruktion. Bei dem Programmschritt, bei dem eine Einschätzung der Schwierigkeit auf das Blatt geschrieben werden sollte, hatten 23.4 % den Text nicht an die richtige Stelle auf das Blatt geschrieben. 3.1% hatten den Text abgewandelt (z.B. „Ich fand es superleicht!“). Dieses Detail wurde entweder übersehen oder als unwichtig erachtet und deshalb nicht ausgeführt. Die meisten Schülerinnen bezeichneten die Übung als leicht (62 wählten das Attribut „superleicht“, 42 „leicht“, 12 „mittel“ und niemand wählte „schwierig“ oder „superschwierig“). Fast allen machte die Übung Spaß. Nur ein einziger Schüler (von 125) fand sie langweilig.

3.3 Benennung von Entitäten

Daten, die in einem Algorithmus verarbeitet werden, müssen irgendwie benannt werden. Namen spielen im menschlichen Denken und Sprechen eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich haben Namen zwei Funktionen: Identifizierung (Unterscheidung der benannten Entität von anderen Entitäten) und Adressierung (Ermöglichung des Zugriffs). Menschliche Sprachen (verbal und nonverbal) enthalten eine Reihe von Benennungskonzepten. Eine Entität kann - nonverbal - durch eine Geste identifiziert und adressiert werden (auf etwas zeigen, einer Person in die Augen sehen, die rechte Hand zum Gruß ausstrecken). Verbal geäußerte Namen können direkt und explizit sein, wie die Anrede einer Person mit ihrem Namen. Namen können auch indirekt sein und aus anderen Namen mit Hilfe zusätzlicher Information konstruiert werden (die zweite Person von links auf einem Foto, die jüngste Tochter meines Bruders).

Die Fähigkeit Namen in Dokumenten zu verarbeiten kann als Teil allgemeiner Lesekompetenz betrachtet werden. 20% der Aufgaben aus der internationalen PIRLS-Studie, die die Lesekompetenz von Schülerinnen und Schülern aus vierten Schuljahren untersucht, verlangen direkte Informationsgewinnung aus Sachtexten. Das folgende Beispiel bezieht sich auf den Text „Introducing Antarctica“ [M07], der aus mehreren relativ unabhängigen Abschnitten mit eigenen Überschriften besteht.

„Which section of the article tells you how thick the ice is in Antarctica?“

Aus informatischer Sicht ist hier nach dem Namen einer Kollektion von Wissens-elementen gefragt, die ein gegebenes Wissens-element (Eisdicke) als Item enthält. Der gesuchte Name ist die Überschrift eines Abschnitts. Sie identifiziert den Abschnitt. Da das Wort „thick“ auch im Text vorkommt, braucht eine Schülerin nur nach dieser Zeichenkette zu suchen und dann die Überschrift nachlesen.

3.4 Der Zufallspark

In der Übung „Zufallspark“ zeichnen die Schüler einen Park mit Wegen, Schildern, Tieren, Schaukeln, Mülleimern und anderen Dingen. Sie erhalten eine Anleitung (Programm) und einen Zettel mit Tabellen und Feldern, in die die Spieler Daten eintragen können (Abb. 1).

Datenblatt

Dinge

Nummer	Ding
1	Baum
2	Blume
3	Ball
4	Apfel
5	Mülleimer
6	Coladose
7	Schaukel
8	Rutschbahn

Ups Zack Hoppla

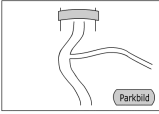
Jungenzahl Mädchenzahl Fragezahl

Die schwierigsten Schritte

Alter \rightarrow

Tiere

Nummer	Tier
1	Schmetterling
2	Hase
3	Katze
4	Spinne
5	Maus
6	Kuh
7	Ente
8	Igel

 Parkbild

Schwierigkeit

Spaß \downarrow

Zufallsfeld

1	2	1	2
3	4	3	4
1	2	4	2
3	2	1	3
2	4	3	2
3	4	3	1
1	2	3	4

Abbildung 1. Das Datenblatt der Übung „Zufallspark“.

Namen tauchen sowohl in den Anweisungen des Programms als auch auf dem Datenblatt auf. Auf dem Datenblatt wird die Beziehung zwischen Name und benannter Entität auf zweierlei Weise dargestellt: (1) Der Name ist ein Etikett das an der Entität angebracht ist (z.B. Zufallsfeld), oder die Beschriftung eines Behälters (Feld, Rahmen), in den Daten eingetragen werden können (z.B. Ups). (2) Zwischen Name und benannter Entität ist ein Pfeil (z.B. Alter).

Tabelle 3 zeigt eine Auswahl von Instruktionen aus der Anleitung des „Zufallsparks“. Die Übung wurde in sieben Workshops in fünf vierten und zwei dritten Grundschulklassen durchgeführt.

Beteiligt waren 149 Kinder, Durchschnittsalter 9.2 Jahre. In der zweiten Spalte steht die Anzahl der Kinder, die die jeweilige Aufgabe völlig richtig gelöst hatten. Die Schüler hatten während der Übung Gelegenheit Fragen zu stellen. Die Hilfestellung beschränkte sich auf strategische Hinweise wie „Lies noch mal den ersten Satz“ oder „Schau dir das Datenblatt noch einmal genau an.“ Bei fünf Workshops mit insgesamt 107 Schülerinnen und Schülern wurde von den Betreuern (zwei oder drei Erwachsene) protokolliert, zu welchen Schritten ihnen Fragen gestellt wurden. In der dritten Spalte der Tabelle steht die Anzahl der Fragen, die zu einer Instruktion insgesamt gestellt wurden.

Anweisung	Richtig (n=149)	Fragen (n=107)
Schritt 3: Auf dem Datenblatt ist eine Tabelle mit Tierarten. Zeichne an den Blumenweg das Tier mit der Nummer 2.	126	9
Schritt 7: Frage eine Mitschülerin (Mädchen) nach einer beliebigen Zahl zwischen 5 und 9. Das ist die Mädchenzahl. Schreibe die Zahl an die richtige Stelle auf das Datenblatt.	146	15
Schritt 10: Auf dem Datenblatt ist das Zufallsfeld. Nimm einen roten Buntstift und mache mit geschlossenen Augen auf dem Zufallsfeld einen Punkt. Die Zahl, die dem Punkt am nächsten ist, heißt Ups. Schreibe die Zahl an die richtige Stelle auf das Datenblatt.	140	9
Schritt 12: Rechne Ups plus Zack. Das Rechenergebnis heißt Hoppla. Schreibe diese Zahl an die richtige Stelle auf das Datenblatt.	142	0
Schritt 13: Schreibe dein Alter (z.B. 11 Jahre) an die richtige Stelle auf das Datenblatt.	137	6
Schritt 14: Zeichne das Ding mit der Nummer Fragezahl rechts neben den Hauptweg.	105	12
Schritt 15: Welches Ding hat die gleiche Nummer wie die Maus? Zeichne dieses Ding unter den Blumenweg.	101	6
Schritt 17: Zeichne das Ding mit der Nummer Ups + 1 mitten auf den Hauptweg.	79	7
Schritt 18: Ein Bubu ist ein Ding mit der Nummer Jungenzahl. Zeichne eine Reihe aus Mädchenzahl Bubus.	24	43

Tabelle 3: Einige Instruktionen aus dem Spiel „Zufallspark“, richtige Lösungen von 149 Kindern aus dritten und vierten Klassen und Anzahl der Fragen, die in fünf Workshops mit insgesamt 107 Kindern gestellt worden sind.

In den Instruktionen werden verschiedene Benennungstechniken verwendet. Explizite Namen können willkürlich gewählt sein (Ups, Zack, Hoppla). Sie können aber auch eine Bedeutung haben, die zusätzliche Information über die benannte Entität liefert. Zu welchem Datentyp gehört sie? Welche Rolle spielt sie im algorithmischen Kontext? Auf welche Aspekte der Realwelt bezieht sie sich? Im Schritt 7 (siehe Tabelle 3) gibt der explizite Name „Mädchenzahl“ einen Hinweis, dass die Entität eine Zahl sein soll und deutet gleichzeitig den algorithmischen Kontext an, da diese Zahl von einem Mädchen erfragt worden ist. Im Schritt 10 korrespondiert der Name *Zufallsfeld* mit der Rolle des benannten Bildes im algorithmischen Kontext während der Name *Ups* offensichtlich keine Semantik hat.

Ein indirekter Name wird aus anderen Namen konstruiert. So bezeichnet die Formulierung „das Tier mit der Nummer 2“ (siehe Schritt 3) das zweite Element der Tabelle Tiere. Komplexere Beispiele findet man in den Schritten 12 und 15 des Zufallszoos.

3.5 Diskussion

Wie gut gelingt es den Grundschulern Namen in verschiedenen algorithmischen Kontexten zu verstehen und zu verarbeiten?

Benennung. Wenn eine irgendwie beschriebene Entität (z.B. ein Rechenergebnis) benannt wird, dominiert die Funktion der Identifikation. Sofern man sich in einem solchen Kontext um einen sinnvollen Namen bemüht, versucht man das Besondere der benannten Entität, das was sie von anderen unterscheidet, zu finden und im Wortlaut des Namens zum Ausdruck zu bringen. Ein Beispiel für eine Benennung ist Schritt 7: „Frage eine Mitschülerin (Mädchen) nach einer beliebigen Zahl zwischen 5 und 9. Das ist die Mädchenzahl. ...“. Wenn ein Schüler auf dem Datenblatt in das Feld mit dem Namen Mädchenzahl (siehe Abbildung 1) eine Zahl zwischen 5 und 9 einträgt, hat er die Benennung verstanden. Offenbar kamen die beobachteten Grundschüler sehr gut mit allen vorkommenden Benennungskonzepten zurecht. Dabei scheint es relativ unerheblich zu sein, ob explizite Namen sinnvoll (z.B. Schritt 7) oder sinnlos (z.B. Schritt 12) sind, und ob für die Visualisierung der Zuordnung eines Namens zu einer Entität Pfeile (z.B. Schritt 13) oder Etiketten an Behältern (z.B. Schritte 7, 10, 12) verwendet werden.

Einfacher Zugriff. Im „Zufallspark“ wird an einigen Stellen eine Entität beschrieben, die auf dem Datenblatt gefunden werden muss, z.B. in Schritt 3 „...das Tier mit der Nummer 2 ...“. Diese Phrase ist hier ein (indirekter) Name für die Zeichenkette „Hase“. Adressierungsaufgaben, bei denen nur ein expliziter Name vorkam und ein einziger Zugriff auf eine benannte Entität vorkam (z.B. Schritt 3), bereitete den meisten Workshopteilnehmern keine Schwierigkeiten. Die Nutzung von Namen zum Zugriff auf Daten scheint Kindern dieser Altersgruppe grundsätzlich vertraut zu sein.

Namen als Platzhalter. Ernsthafte Probleme traten erst auf, wenn in einer zusammenhängenden algorithmischen Formulierung mehrere Namen vorkamen und benannte Entitäten verarbeitet werden mussten (Schritte 17 und 18). Obwohl die Einzeloperationen – Benennung und Adressierung – den Schülern vertraut sind, scheitern viele bei ihrer Kombination in einem zusammenhängenden Algorithmus. Warum? Möglicherweise fehlt ihnen noch das Platzhalterkonzept, das in diesem Zusammenhang hilfreich sein kann. Die sprachliche Formulierung „Zeichne das Ding mit der Nummer Ups + 1“ (Schritt 17) ist für sich genommen zunächst sinnlos. Eine Möglichkeit, sie zu interpretieren ist, die vorkommenden Namen als Platzhalter zu betrachten und schrittweise durch die benannten Entitäten zu ersetzen. Aus „Ding mit der Nummer Ups + 1“ wird „Ding mit der Nummer 2 + 1“, dann „Ding mit der Nummer 3“ und schließlich „Ball“. Möglicherweise fehlt Grundschulkindern die Kompetenz zu solchen gedanklichen Umformulierungen.

4 Algorithmische Spiele für Grundschul Kinder

4.1 Konstruktivismus versus Museumspädagogik

Die Idee der Informatik für Kinder ist schon fast so alt wie die Informatik selbst. Bereits im Jahre 1967 – zu einer Zeit in der Computer noch ganze Räume füllten – veröffentlichte Seymour Papert die Programmiersprache Logo. Seitdem sind viele Varianten konstruktivistisch orientierter Entwicklungsumgebungen für Kinder entstanden, darunter die Logo-basierten Microworlds (<http://www.microworlds.com/>) und Scratch (<http://scratch.mit.edu/>). Das gemeinsame Ziel ist, Kindern eine Werkstatt zu bieten, in der sie kreativ ihre algorithmischen und gestalterischen Ideen realisieren können. Ganz nebenbei – so die Idee des Konstruktivismus – werden Kompetenzen insbesondere im Bereich des formalen Denkens entwickelt.

Die Applikationen, die wir in Münster entwickeln, unterscheiden sich von diesem Ansatz – ja, sie sind geradezu ein Gegenpol. Wir wollen keine Werkstatt, wir wollen ein Museum. Unsere multimedialen Algorithmik-Spiele sind als Exponate eines „virtuellen Museums der Informatik“ gedacht, an dessen Web 2.0-Plattform gerade gearbeitet wird. Wie in einem richtigen Museum „betrachtet“ ein Besucher ein Exponat nur für einige Minuten und geht dann weiter. Die Applikationen sind zwar interaktiv aber es geht nicht um schöpferisches Konstruieren. Die Absicht ist vielmehr die Aufmerksamkeit der Besucher gezielt auf Themen der Informatik zu lenken und sie in eine intellektuelle Auseinandersetzung zu verstricken [We07]. Um Missverständnissen vorzubeugen: Der pädagogische Wert des Konstruierens soll hier keinesfalls in Frage gestellt werden. Aber Phasen mit anderen Formen der aktiven Elaboration informatischer Inhalte können eine Ergänzung sein.

4.2 Informatik im Kontext

In der Naturwissenschaftsdidaktik kennt man seit der Mitte der 1980er Jahre ein Unterrichtsmodell, das unter dem Namen „Science in Context“ oder „Salters Approach“ bekannt geworden ist [B02, BL06]. Kontexte sind alltagsrelevante und lebensweltbezogene Fragestellungen, die fachwissenschaftliche Inhalte in einen für Schüler relevanten und einsichtigen Sinnzusammenhang stellen. Der Kontext liefert oft den subjektiven Sinn, die Motivation, sich mit einem fachlichen Inhalt zu beschäftigen. Nach dem Modell der Interessengenese von Krapp kann sich aus einem in einem konkreten Handlungsablauf erlebten situativen Interesse ein dauerhaftes individuelles Interesse entwickeln – verbunden mit der Bereitschaft sich mit dem neuen Gegenstand intensiver auseinanderzusetzen [K98]. Das impliziert, dass interessante Kontexte zum Aufbau von langfristigem Interesse für informatische Inhalte führen können. In der internationalen ROSE-Studie (Relevance of Science Education), die die naturwissenschaftlichen Interessen von Fünfzehnjährigen untersucht hat, wurden Inhalte *und Kontexte* untersucht und als Dimensionen der Itemkonstruktion verwendet [E07, HB07].

Nun sind im Bereich der Informatik genuine *Inhalte* oft relativ abstrakt und weit von der Lebenswirklichkeit und dem Interessenshorizont junger Menschen entfernt. Deshalb kommt in der Informatik der Konstruktion motivierender *Kontexte* besondere Bedeutung zu. Mit Hilfe multimedialer Technik ist es möglich, Handlungszusammenhänge zu schaffen, die gezielt Kinder bestimmter Altersgruppen ansprechen und faszinieren. Sie können an die Realität anknüpfen und lebensnah sein, müssen es aber nicht. In Hongkong hat man gute Erfahrungen mit mathematischen Lernspielen gemacht, die in chinesische Märchenszenarien eingebettet sind [L03]. Gerade *weil* die Inhalte der Informatik abstrakt sind, hat man beim Design interessanter Kontexte nahezu grenzenlosen Gestaltungsfreiraum.

4.3 Wie betreut man einen Außerirdischen?

Als Beispiel stelle ich in diesem Abschnitt ein Fantasie-orientiertes multimediales Spiel für Grundschüler ohne Programmierkenntnisse vor. Es ist als Exponat für das „virtuelles Museum der Informatik“ der Universität Münster gedacht, ist aber bereits jetzt in einer (englischsprachigen) Stand-alone-Version im WWW öffentlich verfügbar (www.c-park.org/vmi).

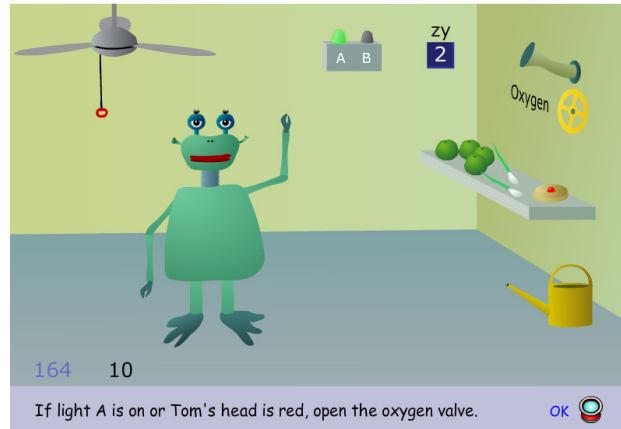


Abbildung 2. Screenshot aus dem Spiel „Take Care of an Alien“ (internationale Version)

Das Spielszenario ist die Lounge eines Weltraumhafens. Die Spielerin bzw. der Spieler hat die Aufgabe, einen Außerirdischen namens Tom zu betreuen, der auf seinen Anschlussflug wartet. Am unteren Bildrand erscheinen nach und nach Anweisungen bzw. kurze Algorithmen, die auszuführen sind. Sie enthalten – wie bei den Bleistift- und Papier-Spielen – verschiedene Kontrollstrukturen und Benennungen. Beispiele: „Wenn Tom einen roten Kopf hat, gieße ihm Wasser über den Kopf bis er wieder grün wird.“ oder „Gib Tom zy Äpfel zu essen.“

Wenn der Knopf „ok“ in der rechten unteren Ecke gedrückt worden ist, wird geprüft, ob das Programmfragment richtig abgearbeitet worden ist (in diesem Fall gibt es Punkte) und es kommt die nächste Anweisung. Das Ziel ist, innerhalb von fünf Minuten möglichst viele Instruktionen korrekt auszuführen.

5 Fazit

Das Erfinden, Formulieren und Anwenden von Algorithmen gehört zu den Kulturtechniken einer modernen Gesellschaft. Die in diesem Beitrag vorgestellten Medien und Unterrichtsaktivitäten zeigen Ansätze, wie man bereits in der Grundschule die Entwicklung algorithmischer Kompetenzen anregen kann. Ab der dritten Klasse scheinen Kinder keine grundsätzlichen Schwierigkeiten zu haben, die wesentlichen Ausdrucksmittel einer Programmiersprache zur Steuerung von Aktivitätsflüssen und zur Benennung von Entitäten zu begreifen und anzuwenden. Für die Gestaltung von weiterführendem Informatikunterricht in den Sekundarstufen ist es wichtig zu wissen, was Schüler/innen an naiver Algorithmik bereits beherrschen und was nicht. Auf welche Konzepte kann man aufbauen? Welche Konzepte müssen erst behutsam eingeführt werden, um Überforderungen zu vermeiden? Welche zum Teil unbewussten intuitiven Vorstellungen können zu Blockaden für das weitere Lernen führen? Um besseren Informatikunterricht zu machen, brauchen wir noch viel detailliertes Wissen über die Denkweise von Kindern im Zusammenhang mit algorithmischen Problemen.

Und nochmals: Algorithmik ist für alle wichtig. Denn letztlich geht es um eine Kompetenz, die nicht nur den Umgang mit Maschinen betrifft sondern auch für das menschliche Zusammenleben grundlegend ist: die Fähigkeit anderen mitzuteilen, was man will und zu verstehen, was die anderen von einem wollen.

Literaturverzeichnis

- [B02] Bennet, J.; Holman, J.; Lubben, F.; Nicolson, P.; Prior, C.: Science in Context: The Salters Approach. Contribution to the 2nd IPN-YSEG-Symposium; 2002.
- [BL06] Bennet, J.; Lubben, F.: Context-based Chemistry: The Salters Approach. In: International Journal of Science Education, 28/9, 2006; S. 999–1015.
- [E07] Elster, D.: In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant? Ergebnisse der ROSE-Erhebung in Österreich und Deutschland. In: Plus Lucis – Zeitschrift der physikalisch-chemischen Gesellschaft in Österreich (3), 2007; S. 2-8.
- [GI08] Arbeitskreis "Bildungsstandards" der GI (Hrsg.): Grundsätze und Standards Informatik für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Beilage zu LOG IN, 28. Jg. (2008), Heft Nr. 150/151.
- [HB07] Holstermann, N; Bögeholz, S.: Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 13, 2007; S. 71–86.
- [K98] Krapp, A.: Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht, 44. Jahrgang, Ernst Reinhardt Verlag München Basel, 1998; S. 185-201.
- [L03] Lee, F.-L.; Lee, J.; Lau, T.: Fantasy-based Learning on the Web - Tong Pak Fu and Chou Heung: the Probabilistic Fantasy, Hong Kong Science Teachers' Journal, 21, 2003; S. 10-14.
- [M07] Mullis, I. V. S.; Martin, M. O.; Kennedy, A. M.; Foy, P.: PIRLS 2006 International Report. IEA's Progress in International Reading Literacy Study in Primary Schools in 40 Countries. TIMMS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education., Boston College 2007.
- [ST81] Schulz von Thun, F.: Miteinander reden – Störungen und Klärungen. Rowolt. Reinbeck bei Hamburg; 35. Aufl. 2001.
- [We07] Weigend, M.: Logo Nanoworlds. In: Proceedings EuroLogo 2007 Bratislava; URL: <http://www.di.unito.it/%7Ebarbara/MicRobot/AttiEuroLogo2007/proceedings/P-Weigend.pdf>
- [W06] Wing, J. M.: Computational Thinking. Communications of the ACM Vol. 49, No. 3, 2006; S. 33–35.