

Kollaborative und altersgerechte Lernanwendung zur Vermittlung fundamentaler Ideen der Informatik

Negah Nabbi, Thiemo Leonhardt, Philipp Brauner, Ulrik Schroeder

Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9

RWTH Aachen

52074 Aachen

{brauner, leonhardt, schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

negah.nabbi@rwth-aachen.de

Abstract: In diesem Artikel wird die Entwicklung einer Lernanwendung zur strukturierten Zerlegung in der Informatik nach dem Lebenszyklusmodell beschrieben. In drei Entwicklungszyklen werden dabei Experten befragt und die Prototypen mit Grundschulkindern evaluiert. Zur Unterstützung der Kollaboration erfolgte die Entwicklung für ein Tabletop-System.

1 Motivation

„Es ist sicher zu spät, die Schlüsselqualifikationen für den gesellschaftsverträglichen Umgang mit Informatik erst im Stadium der Hochschulausbildung anzulegen. Hier sind Kompetenzen gefragt, die im Rahmen der Erziehung und Ausbildung eines Menschen so früh wie möglich vermittelt und immer wieder eingeübt werden müssen.“ [Hu00] Vor dem geschilderten Hintergrund ist es vernünftig, in der Schule so früh wie möglich eine Basiskompetenz im Fach Informatik aufzubauen. Unter Basiskompetenzen werden inhaltsbezogene oder allgemeine Kompetenzen verstanden, die grundlegend und unverzichtbar für schulisches Lernen und/oder das Handeln im privaten und beruflichen Alltag sind [He01].

Leider dominieren im schulischen Informatikunterricht oft nicht die zentralen Fachkonzepte, sondern Produkte und ihre Bedienung bzw. Benutzung als Missverständnis einer anwendungsorientierten Bildung. Da die Informatik eine junge, sich entwickelnde Wissenschaft ist, tritt das Problem auf, Erkenntnisssprünge und aktuelle Entwicklungen angemessen in die Lehrdisziplin zu transformieren. Dies erfordert eine Vermittlung von fundierten Informatikkonzepten, die langlebig sind, ihre Gültigkeit also über lange Zeit bewahren und somit im Gegensatz zu den kurzen Produktlebenszyklen in der Hard- und Softwareentwicklung stehen.

Die Grundschule ist in Deutschland die erste Phase fachbezogener Ausbildung. Aus diesem Grund muss gerade hier informatische Bildung vorbereitet werden und die Medienbildung ergänzen. Auf den meisten Lehrplänen für Informatikunterricht in der Grund-

schule steht das Erlernen des selbständigen Umgangs mit dem Werkzeug Computer, mit Textverarbeitungs-, Graphik- und Kommunikationsprogrammen sowie anderweitiger altersgerechter Software. Es ist aber auch möglich, Informatikunterricht weniger anwendungsorientiert und stattdessen in mehr fachzentrierter Weise in der Grundschule einzuführen, wie in [Sc01] dargelegt wird.

Das Papier beschreibt die Entwicklung mehrerer aufeinander aufbauender Prototypen einer Lernsoftware für Multitouch Tabletop-Systeme, die einen Grundbegriff der Informatik altersgerecht abbilden. Evaluiert wird das Lernkonzept anhand des zweiten Papier-Prototypens mit Grundschulkindern. Zur Unterstützung der Verbreitung der finalen Lerneinheit und zur Förderung von kollaborativem Lernen wird die Anwendung als Multitouch-Software implementiert und die Bedienbarkeit evaluiert.

2 Grundlagen

Die heutige Informationsgesellschaft baut zu großen Teilen auf grundlegende Prinzipien und Konzeptwissen der Informatik auf. Es ist daher wichtig, allgemeinbildende Aspekte der Informatik so früh wie möglich als zeitlos nützlich zu vermitteln.

Der konzeptbasierte Ansatz hat weitreichende Beachtung in der zugehörigen Fachliteratur gefunden, wie z. B. [Mo03], [St07], [St09] und [ZSK10] und dient daher der Entwicklung der Lernanwendung als Ausgangspunkt. Um die fundamentale Idee nach Bruner [Br82] an die Bedürfnisse des Informatikunterrichts anzupassen, hat Schwill in [Sc94] einem Katalog fundamentaler Ideen der Informatik mit folgenden Masterideen formuliert:

- **Algorithmisierung:** Entwurfparadigmen, Programmierkonzepte, Ablauf und Evaluation.
- **Strukturierte Zerlegung:** Modularisierung, Hierarchisierung und Orthogonalisierung.
- **Sprache:** Syntax und Semantik.

Unsere Lernanwendung betrachtet die strukturierte Zerlegung als die zentrale Idee der Problemanalyse innerhalb des Softwareentwicklungsprozesses, die nach [Sc94] schrittweise erfolgt und eine Hierarchie von Abstraktionsstufen produziert. Die Struktur des gegebenen Systems wird durch Zerlegung in Komponenten und Ermittlung ihrer Beziehungen aufgedeckt. Zunächst wird eine grobe Zerlegung vorgenommen. Einzelne Komponenten werden weiter verfeinert, bis ein atomares Niveau erreicht ist. Die strukturierte Zerlegung besteht aus den drei Elementen Modularisierung, Hierarchisierung und Orthogonalisierung.

Hierarchisierung und Modularisierung verhalten sich zueinander orthogonal. Die Hierarchisierung ist der vertikale Aspekt der strukturierten Zerlegung. Sie beschreibt die Zerlegung eines Gegenstandes in aufeinander aufbauende Ebenen unterschiedlicher Abstrak-

tionsniveaus [SS06]. Die Modularisierung ist der horizontale Aspekt der strukturierten Zerlegung. Hier handelt es sich um die Zerlegung eines Gegenstandes in einzelne Teile gleichen Abstraktionsniveaus [SS06].

Die hierarchische Modularisierung ist eine Mischform aus Hierarchisierung und Modularisierung. Bei der strukturierten Zerlegung sollte die Relation „ist Teil von“ zwischen dem Objekt und seinen Bestandteilen erfasst werden können. Um von einem echten Verständnis der Idee der strukturierten Zerlegung sprechen zu können, sollte mindestens eine dreistufige Hierarchie von Zielen und Teilzielen gebildet werden können [Sc94].

In [Sc01] wird erwähnt, dass Kinder im Grundschulalter über die kognitive Voraussetzungen für das Verständnis der strukturierten Zerlegung verfügen und in der Lage sind, ein Objekt als strukturierte Summe seiner Teile wahrzunehmen. Außerdem wird davon ausgegangen, dass sie zu hierarchischer Denkweise in der Lage sind: Die Kinder können demnach in diesem Alter eine Baumstruktur erkennen und konstruieren. Allerdings basiert diese Aussage nicht auf einer empirischen Untersuchung, sondern wurde anhand der Wahrnehmung von Kindern bezüglich verschiedener Bilder getroffen¹. Aus unserer Sicht stellt diese Vorgehensweise keinen ausreichenden Beleg für das Verständnis von Kindern für Hierarchien dar. Hier sind weitere Untersuchungen erforderlich.

3 Entwicklungsstufe 1: Papier-Prototyp – Evaluation durch Expertenrunde

Die erste Entwicklungsstufe für das Szenario zur Untersuchung der Fähigkeit von Kindern zum Verstehen der strukturierten Zerlegung sieht eine gegebene Figur vor, die in ihre Bestandteile zerlegt werden soll. Dieses Szenario wurde während des Workshops „Interaktive Kulturen“, der im Rahmen der Konferenz „Mensch und Computer 2010“ in Duisburg stattfand, vorgestellt und evaluiert [NBL10].

Die Zerlegung der Figur geschieht durch das Ausführen von Aktionen wie Doppelklicken. Die Zerlegung erfolgt hierarchisch, das heißt über mehrere Stufen hinweg, wobei die Komponenten auf einer Stufe zunächst vollständig zerlegt sein müssen, bevor zur nächsten Ebene übergegangen werden kann. Dieser Prozess wiederholt sich, bis keine weitere Zerlegung mehr möglich ist. Folgende Hierarchie wurde vorgesehen:

- Erste Stufe: Vollständige Figur
- Zweite Stufe: Kopf, Rumpf, linker Arm, rechter Arm, linkes Bein, rechtes Bein
- Dritte Stufe: Linker Oberarm, linker Unterarm, linke Hand als Zerlegung des linken Arms; analog dazu der rechte Arm. Linker Oberschenkel, linker Unter-

¹ Eines dieser Bilder zeigt z. B. zwei Giraffen, die so zueinander stehen, dass die Form ihrer Hälse ein Herz bildet. Wenn Kinder beim Anblick des Bildes sinngemäß die Aussage gemacht haben, dass sie sowohl zwei Giraffen als auch ein Herz sehen, wurde darauf geschlossen, dass sie zu hierarchischer Denkweise fähig sind [Sc01].

schenkel, linker Fuß als Zerlegung des linken Beins; analog dazu das rechte Bein. Keine weitere Zerlegung von Kopf und Rumpf (vgl. Abbildung 1).

Wenn keine Zerlegung mehr möglich ist, verfügen die Kinder über alle Komponenten der Figur. Die Aufgabe besteht nun darin, die zerlegten Komponenten an den richtigen Knoten des Baums zu platzieren. Die Baumstruktur ist vorgegeben. Ein Knoten wird grün, wenn die Komponente richtig platziert wurde, anderenfalls wird er rot (siehe Abbildung 1). Für weitere Einzelheiten zu dieser Entwicklungsstufe sei an dieser Stelle auf [NBL10] verwiesen.

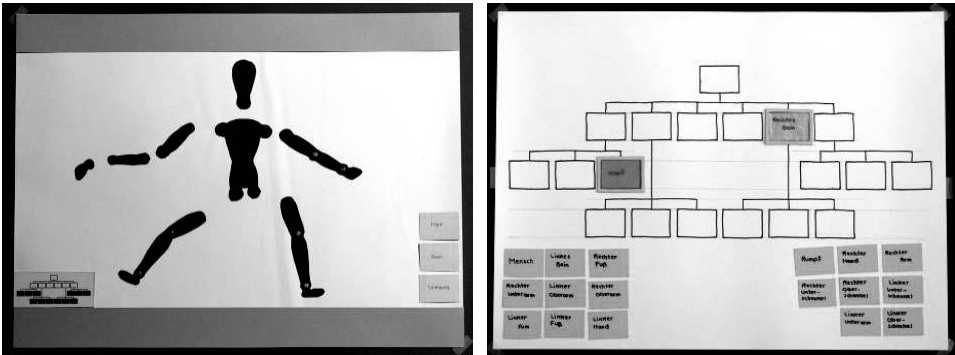


Abbildung 1: Erste Entwicklungsstufe: Zerlegung der Figur auf der dritten Stufe (links), Hierarchiebaum (rechts)

Die Evaluation dieses Papier-Prototyps erfolgte in einer Expertenrunde während des Eingangs im Kapitel erwähnten Workshops. Die wesentlichen Kritikpunkte waren:

- Das Szenario wurde als nicht ausreichend kindgerecht angesehen, da das Zerlegen einer Figur in Einzelteile als zu roh empfunden wurde. Es wurde vorgeschlagen, stattdessen z. B. ein Haus mit seinen einzelnen Bestandteilen als Szenario zu verwenden oder sogar auf rein geometrische Formen, wie z. B. Kreise oder Dreiecke, auszuweichen.
- Eine Baumstruktur wurde als für Kinder im Grundschulalter unverständlich eingestuft („Nur Informatiker kennen einen Baum, der von oben nach unten wächst.“). Es müsse zuerst überprüft werden, ob Kinder dieser Altersstufe eine Assoziation zwischen den einzelnen Komponenten der zerlegten Figur und den Knoten der Baumstruktur herstellen. Daher wirke auch der in einer Ecke eingblendete Baum irritierend.
- Das Design ist nicht unabhängig vom Standort des Betrachters und daher für den Einsatz auf Tabletop-Technologien eher ungeeignet.

4 Entwicklungsstufe 2: Papier-Prototyp – Evaluation mit Grundschulkindern

Der dritte Kritikpunkt, die notwendige Richtungsunabhängigkeit des Prototyps, wurde in der zweiten Entwicklungsstufe vollständig berücksichtigt. Als zentrales Thema des Szenarios wird dagegen nicht, wie von der Expertenrunde vorgeschlagen, gänzlich auf die Zerlegung einer Figur verzichtet. Die Autoren dieser Arbeit teilten nicht den Standpunkt, dass das Szenario grundsätzlich zu roh für Kinder ist; eine Annahme, die sich im Rahmen der späteren Evaluierung an Grundschulen als richtig herausstellte. Stattdessen wurden der Figur einerseits durch ein Gesicht menschlichere Züge gegeben, andererseits wurde die körperliche Gestalt stärker abstrahiert und somit menschenunähnlicher gemacht. Insgesamt entstanden so für die unterschiedlichen Teilaufgaben in der zweiten Entwicklungsstufe drei Zeichentrickfiguren, mit denen als Vorlage in der realen Welt eher Holzpuppen o. ä. als Menschen assoziiert werden (siehe Abbildung 2).

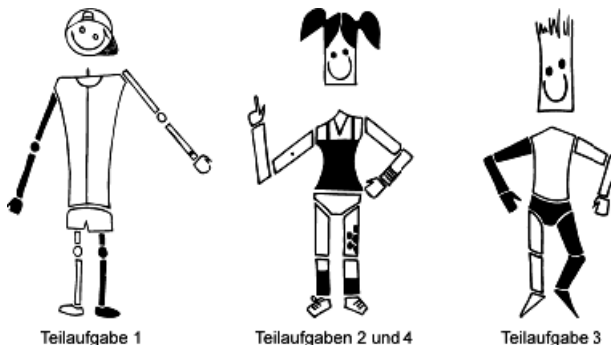
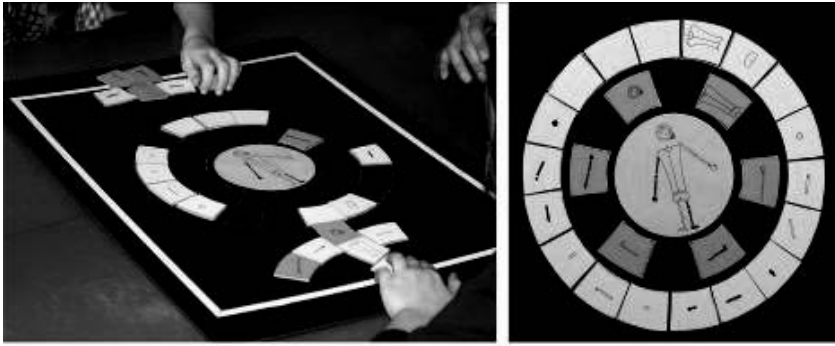


Abbildung 2: Figuren der zweiten Entwicklungsstufe (links), Teilaufgabe 1 (rechts)

4.1 Beschreibung der verschiedenen Teilaufgaben

Die erste Teilaufgabe ermöglicht einen Einstieg in die strukturierte Zerlegung (siehe Abbildung 3). Die unzerteilte Figur entspricht der Wurzel der Hierarchie und befindet sich im Zentrum. Die Ringe, die zur ersten und zweiten Hierarchieebene gehören, werden zunächst mit verschiedenen Farben hinterlegt, damit die Kinder verstehen können, dass es sich um verschiedene Hierarchieebenen handelt. Am Anfang befinden sich alle Komponenten am richtigen Platz und auf der richtigen Ebene. Die Kinder werden aufgefordert, abwechselnd je eine Komponente zu ziehen, so dass jedes Kind am Ende genau die Hälfte aller Teile besitzt. Dann werden alle Komponenten umgedreht.



Teilaufgabe 1 im Einsatz bei Grundschulkindern...

... und vollständig.

Abbildung 3: Teilaufgabe 1 (rechts)

Die Rückseiten der Teile bilden jeweils andere Körperteile ab, so dass diese Aktion einem Durchmischen entspricht und eine auswendige Platzierung vermieden wird. Ein Kind wird aufgefordert, zuerst ein zur ersten Hierarchieebene gehörendes, oranges Teil zu platzieren. Wenn diese Platzierung richtig durchgeführt wurde, müssen die Kinder das zugehörige Segment der zweiten Hierarchieebene kollaborativ mit drei gelben Komponenten vervollständigen. Wurde diese Aufgabe richtig gelöst, färbt sich das ganze Kreissegment auf beiden Hierarchieebenen grün.

Ziel der zweiten Teilaufgabe ist die Beurteilung, ob jedes Kind alleine ein Verständnis für die strukturierte Zerlegung aufweist. Auf eine Hilfestellung in Form der farblichen Kennzeichnung der Hierarchieebenen wird daher nun verzichtet. Die Kinder sollen alleine entscheiden, zu welchem Ring und welchem Segment eine Komponente gehört. Die zweite Teilaufgabe wird von jedem Kind alleine durchgeführt. Die Darstellung der Figur im Zentrum der Hierarchie wurde abgewandelt, um eine auswendige Platzierung aufgrund der Erfahrung aus der ersten Teilaufgabe zu verhindern. Abbildung 4 (links) zeigt Teilaufgabe 2 mit der richtigen Platzierung aller Teile.

Ziel der dritten Teilaufgabe ist die Beurteilung, ob die Kinder ohne graphische Darstellung ein Verständnis für die strukturierte Zerlegung aufweisen können. An diesem Punkt ist jegliche Hilfestellung in Form von Bildern oder Farben auszuschließen. Die Figur und die Komponenten der ersten Hierarchieebene sind aus den ersten beiden Teilaufgaben bekannt, werden nun aber vorgegeben. Die Komponenten, die zur zweiten Hierarchieebene gehören, sind hingegen nicht mit Zeichnungen, sondern mit Text versehen (siehe Abbildung 4, rechts). Der Text wird von der Moderatorin vorgelesen. Jedes Kind soll nun die textbasierten Teile der zweiten Hierarchieebene den richtigen graphischen Teilen der ersten Hierarchiestufe zuordnen.

Ziel der vierten Teilaufgabe ist die Beurteilung, ob die Kinder nach Durchführung der Teilaufgaben 1-3 in der Lage sind, eine Baumstruktur zu erkennen. Diese Teilaufgabe adressiert also den zweiten Kritikpunkt der Expertenrunde am ersten Prototyp, nämlich die Meinung, dass Kinder im Grundschulalter eine klassische Baumstruktur nicht verste-

hen können. Zur Überprüfung dieser Auffassung wird eine ähnliche Baumstruktur dargestellt, wie sie in der ersten Entwicklungsstufe verwendet wurde (vgl. Abbildung 1). Die Kinder sollen nun die ihnen aus den vorangegangenen Teilaufgaben bereits bekannten Komponenten dieser Baumstruktur zuordnen.

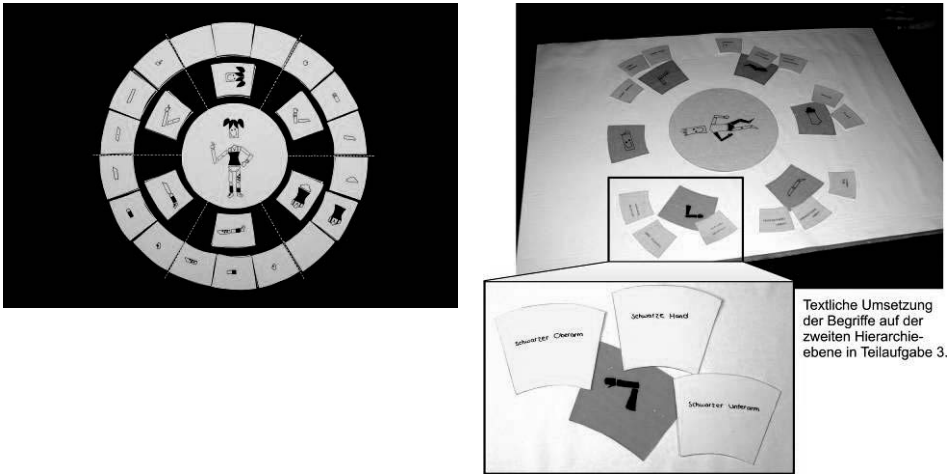


Abbildung 4: Teilaufgabe 2 (links), Teilaufgabe 3 (rechts)

4.2 Evaluation

Im Fall des Papier-Prototyps der zweiten Entwicklungsstufe wurde die Benutzerfreundlichkeit mit Grundschulkindern getestet. Das Verhalten der Kinder und ihre Reaktionen auf den Prototyp wurden während des Tests beobachtet. Darüber hinaus erhielten die Kinder am Ende jedes Tests einen Fragebogen bezüglich der Benutzerfreundlichkeit. Die Tests wurden in zwei Grundschulen jeweils mit zwei Gruppen von Kindern durchgeführt. Die erste Gruppe in jeder Grundschule bestand aus zwei Jungen im Alter von acht und neun Jahren bzw. sieben und acht Jahren. Die zweite Gruppe bestand jeweils aus zwei Mädchen im Alter von sieben und acht Jahren. Alle Kinder gingen in die zweite Klasse der Grundschule. Mit dem Papier-Prototyp sollten die Kinder in einem 40-minütigen Versuchsablauf alle Teilaufgaben lösen. Bei der ersten Teilaufgabe saßen sich die Kinder einander gegenüber, um den Effekt der Face-to-Face Kollaboration zu unterstützen. Die zweite Teilaufgabe führte jedes Kind für sich alleine durch, jedoch war ein Austausch zwischen den Kindern möglich und erlaubt. Die Versuchsumgebung waren den Kindern vertraute Schulräume. Eine Moderatorin übernahm die Rolle des Systems (Wizard-of-Oz Technik), um den Kindern ausgehend von ihren durchgeführten Aktionen Rückmeldung zu geben.

Obwohl den Kindern zu Beginn des Tests die vollständige und richtige Teilaufgabe 1 vorlag, waren sie in keiner Gruppe dazu in der Lage, von Anfang an die Komponenten richtig zu platzieren. Sie achteten zwar bei der Vervollständigung des ersten Segments auf die richtige Zuordnung der orangen und gelben Teile zum inneren und äußeren Hie-

rarchierung. Sie schenkten jedoch den darauf abgebildeten Körperteilen zunächst keine Beachtung. An dieser Stelle war immer ein Hinweis durch die Moderatorin notwendig, der die Aufmerksamkeit der Kinder auf die dargestellten Körperteile lenkte (siehe 5, links). Nachdem die Kinder das erste Segment richtig vervollständigt hatten, wiesen sie ein Verständnis für die Aufgabe auf und ergänzten die übrigen Segmente durchweg sehr viel schneller und zumeist fehlerfrei. Die noch zu beobachtenden Fehler beschränkten sich auf das Vertauschen ähnlich aussehender Teile. Diese Art des Fehlers ist eher auf mangelnde Aufmerksamkeit zurückzuführen.

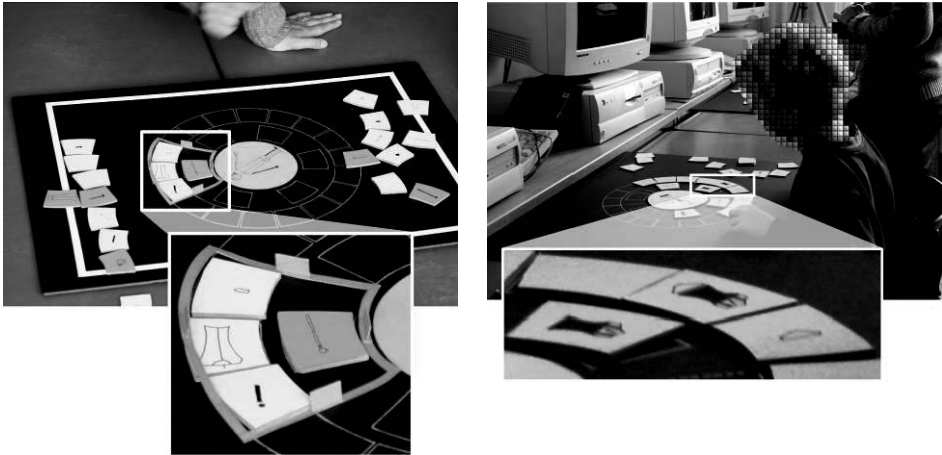


Abbildung 5: Typische Fehler bei Teilaufgabe 1 (links) und bei Teilaufgabe 2 (rechts)

Teilaufgabe 2 wurde von der Mehrzahl der Kinder selbständig richtig gelöst. Es war nur eine Fehlerart zu beobachten, die sich umgekehrt zu dem zu Beginn der Teilaufgabe 1 gemachten Fehler verhält. Ohne die farbliche Kennzeichnung der Hierarchiestufen vervollständigten die Kinder zwar die Kreissegmente immer mit vier richtigen zusammengehörenden Teilen. Jedoch vertauschten sie nun manchmal die erste und die zweite Hierarchiestufe. Abbildung (rechts) stellt diesen Fehler dar. Alle Kinder wurden jedoch selbst während der Bearbeitung auf diesen Fehler aufmerksam oder korrigierten ihn selbständig, nachdem nach Vervollständigung aller Felder das Lob der Moderatorin ausblieb. Teilaufgabe 3 wurde von allen Gruppen fehlerfrei gelöst. Ein beachtenswertes Ergebnis, das nicht die Meinung der Expertenrunde bestätigt, ist die Verständnisfähigkeit der Kinder für klassische Baumstrukturen. Alle Kinder, die die vierte Teilaufgabe erhielten, gaben an, dass die Baumstruktur für sie verständlicher ist als eine hierarchische Struktur in Form zweier ineinander liegender Ringe.

Bei der Durchführung der auf Zusammenarbeit ausgelegten Teilaufgaben 1 und 3 des zweiten Prototyps fand der Aspekt der Kollaboration in allen Gruppen sehr gut und ohne Einschränkung statt. Die Kollaboration war sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen jederzeit vorhanden. Oft versuchten die Kinder sich gegenseitig zu korrigieren, und sie einigten sich schließlich immer auf eine Lösung.

4.3 Diskussion

Die Expertenrunde zur Evaluation von Entwicklungsstufe 1 äußerte große Bedenken, dass das Szenario der Zerlegung einer Figur für Kinder im Grundschulalter ungeeignet sei. Die Beobachtungen der Kinder im Umgang mit den comicartig gestalteten Figuren des zweiten Prototyps geben dazu jedoch keinerlei Anlass.

Die geschilderten Beobachtungen der Kinder im Umgang mit den vier Teilaufgaben zeigen, dass die Kinder den Ablauf des Programms und den Lösungsweg richtig verstanden haben. Bei den ersten beiden Teilaufgaben war, sofern überhaupt Fehler gemacht wurden, ein Lernprozess bei einzelnen Kindern zur Lösung der Aufgaben erkennbar. Betrachtet man alle Gruppen und nicht nur einzelne Kinder, wird dieser Lernprozess auch in der Abfolge von Teilaufgabe 1 bis Teilaufgabe 3 deutlich.

5 Entwicklungsstufe 3: Multitouch Prototyp – Evaluation mit Grundschulkindern

Für den Multitouch-Prototyp fiel die Wahl des Entwicklungswerkzeugs auf Adobe Flash CS5 und Actionscript 3. Der Prototyp sollte die Rolle der Moderatorin aus der zweiten Entwicklungsstufe mit übernehmen. Entsprechend werden Gesten abgebildet, die Handlungsanweisungen für die als nächstes durchzuführenden Aktionen geben. Die Darstellung der Gesten berücksichtigt die Berührungsfunktionalität. Abbildung (rechts) gibt eine vollständige Übersicht über alle verwendeten Gesten.

Anmerkung: Der Programmablauf kann aus Platzgründen nicht vollständig illustriert werden. Es sei beispielhaft auf Abbildung 6 (links) verwiesen.

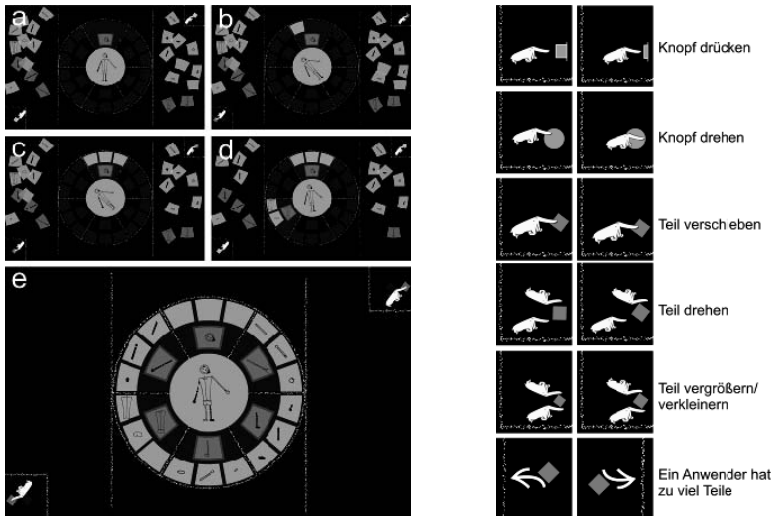


Abbildung 6: Der Multitouch-Prototyp (links), Anweisungsgesten (rechts)

Beim Start der Anwendung ist der Bildschirm zweigeteilt. Nach der Bestätigung des Buttons in der Mitte der Anwendung erscheint die Figur. Diese kann gedreht werden (ebenfalls durch Anweisungsgesten illustriert). Nach einem Klick auf die Figur erscheinen alle Komponenten der ersten und zweiten Hierarchieebene. Die später wieder zu vervollständigenden Kreissegmente werden durch Linien voneinander abgegrenzt. Darüber hinaus unterteilt sich die Oberfläche von nun an in zwei private und einen öffentlichen Bereich. Im öffentlichen Bereich befinden sich die Figur und alle Komponenten.

Die privaten Bereiche sind bis auf die Anweisungsfelder zunächst leer. Dort werden nun fortlaufend nacheinander die Gesten „Teil verschieben“, „Teil drehen“ und „Teil vergrößern/verkleinern“ angezeigt. Dies stellt einen Unterschied zu den bisherigen Programmphasen dar, bei denen nur jeweils eine Anweisung in jeder Phase gegeben wurde und somit eindeutig war, welche Handlung durchzuführen ist. Nun sollen die Kinder selbst herausfinden, wann welche der möglichen Aktionen im weiteren Programmverlauf sinnvoll angewendet werden können. Im nächsten Schritt müssen die Kinder die Teile in ihren privaten Bereich ziehen. Wenn ein Kind mehr als die Hälfte aller Teile zieht, erscheint im privaten Bereich (nicht in einer der Ecken wie bei den übrigen Gesten) eine entsprechende Anweisung, ein Teil zurückzulegen. Wenn die Komponenten zu gleichen Teilen gezogen wurden, erfolgt ein Durchmischen. Danach ist es die Aufgabe der Kinder, die Kreissegmente wieder kollaborativ zu vervollständigen. Diese Programmphase kann Abbildung 6 (links) entnommen werden. Anzumerken ist, dass richtig platzierte Teile grün gekennzeichnet werden.

5.1 Evaluation

Die Versuchsbedingungen entsprachen denen der zweiten Entwicklungsstufe. Der digitale Prototyp lief auf einem horizontal montierten Touchscreen-Bildschirm der Firma Samsung. Dieser wies jedoch die Einschränkung auf, dass zwar zwei gleichzeitige Berührungen für die Gesten „Zoomen“ und „Drehen“ verarbeitet werden konnten, jedoch ließ das Gerät nicht das gleichzeitige Verschieben von zwei Teilen zu.

Schwierigkeiten traten bei der Aktivierung der Schaltfläche zum Eintritt in das System auf. Nur ein Kind verstand direkt, dass es auf die Schaltfläche in der Bildschirmmitte klicken sollte. Alle anderen haben zunächst versucht, auf die Anweisungsgesten in den Ecken zu drücken. Die Kinder stellten also nicht wie erhofft eine Assoziation zwischen der Farbe des Knopfs im Piktogramm und der Farbe der Eintrittsschaltfläche her. Nachdem sie aber gelernt hatten, dass die Anweisungsgesten nur Hilfsmittel darstellen, wurde dieser Fehler nicht mehr wiederholt.

Problematisch war außerdem, dass der Vergrößerungs-/Verkleinerungsfaktor bei der Funktion „Zoomen“ nicht begrenzt war. Dies führte dazu, dass die Kinder durch ständiges zielloses Vergrößern und Verkleinern der Komponenten die Konzentration auf die eigentliche Aufgabe verloren. An dieser Stelle war ein Einschreiten durch die Moderatorin notwendig.

Ein weiteres Problem resultierte aus der schon erwähnten technischen Einschränkung, dass der Bildschirm unter Flash nur das Verschieben eines einzigen Teils zur gleichen

Zeit zuließ. Beim Verteilen der Komponenten kam es dadurch dazu, dass in einer Gruppe immer ein Kind eine dominante Rolle einnahm und versuchte, alle Teile auf die beiden privaten Bereiche zu verteilen. Eine freiwillige Kollaboration fand hier kaum statt. Dies änderte sich wieder, als alle Teile - immer in ungleicher Anzahl - verteilt waren und als Folge die entsprechende Pfeilgeste erschien. Es fand daraufhin ein gemeinsames Nachdenken statt. Begleitet von Aussage wie „Der Pfeil zeigt in diese Richtung.“ schoben die Kinder Komponenten in Pfeilrichtung, bis die Anweisung wieder verschwand. Die restliche Platzierung der Teile bereitete wieder keine Probleme.

6 Fazit

Der Einsatz der Touch-Technologie konnte sich entgegen der Erwartung noch nicht als kollaborationsfördernd herausstellen. Gerade die Ermöglichung der vielseitigen Interaktion der Kinder mit den veränderbaren Elementen auf der Touch-Oberfläche führte zu großer Ablenkung bei den Kindern. Eine Beschränkung der Interaktionsmöglichkeiten auf die für die Lernanwendung wichtigen Interaktionen, wird bei der finalen Umsetzung der wichtigste Punkt sein.

Die Ergebnisse der Entwicklungsstufe 2 lassen den Schluss zu, dass ein Verständnis für die strukturierte Zerlegung im Rahmen des gewählten Szenarios bei den Kindern nach der Bearbeitung der Aufgaben vorliegt. Teilaufgabe 4 schließlich widerlegte die Annahme der Expertenrunde, dass Kinder keine hierarchische Baumstruktur erkennen würden. Der dargelegte Lernprozess lässt überdies den Schluss zu, dass eine Lernanwendung für Grundschul Kinder entwickelt werden kann, die ein Verständnis der strukturierten Zerlegung schon in der Grundschule vermittelt.

Literaturverzeichnis

- [Br82] Bruner, J. S.: The process of education. Harvard Univ. Pr., Cambridge, Mass., 1982.
- [De04] Denning, P. J.: Great Principles in Computing Curricula. In (Association for Computing Machinery. Hrsg.): Proceedings of the thirty-fifth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. SIGCSE 2004 Norfolk, Virginia, USA, March 3-7, 2004. ACM Press, New York, 2004; S. 336–341.
- [He01] Heymann, H. W.: Basiskompetenzen - gibt es die? In Pädagogik, 2001, 53; S. 6–9.
- [Hu00] Humbert, L.: Umsetzung von Grundkonzepten der Informatik zur fachlichen Orientierung im Informatikunterricht. In Informatica Didactica, 2000; S. 1–18.
- [Mo03] Modrow, E.: Pragmatischer Konstruktivismus und fundamentale Ideen als Leitlinien der Curriculumentwicklung. am Beispiel der theoretischen und technischen Informatik. Dissertation, Halle-Wittenberg, 2003.
- [NBL10] Nabbi, N.; Brauner, P.; Leonhardt, T.: Vermittlung fundamentaler Ideen der Informatik durch eine kollaborative Multitouch-Anwendung. In (Ulrik Schroeder Hrsg.): Interaktive Kulturen. Workshop-Band, Duisburg, 2010; S. 27–28.
- [Sc01] Schwill, A.: Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern. In (Keil-Slawik, R. Hrsg.): Informatikunterricht

und Medienbildung. 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 17.- 20. September 2001 in Paderborn. Ges. für Informatik, Bonn, 2001; S. 13–30.

- [Sc94] Schwill, A.: Fundamental ideas of computer science. In Bull. European Assoc. for Theoretical Computer Science, 1994.
- [SS06] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, 2006.
- [St07] Stechert, P.: Von vernetzten fundamentalen Ideen zum Verstehen von Informatiksystemen - Eine Unterrichtserprobung in der Sekundarstufe II. In (Schubert, S. Hrsg.): Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis. 12. GI-Fachtagung "Informatik und Schule - INFOS 2007" ; 19.-21. September 2007 an der Universität Siegen. Ges. für Informatik, Bonn, 2007; S. 183–194.
- [St09] Strecker, K. M.: Informatik für Alle –Wie viel Programmierung braucht der Mensch? Dissertation, Göttingen, 2009.
- [ZSK10] Zendler, A.; Spannagel, C.; Klautd, D.: Experimentelle Untersuchung zur Grundlegung einer forschungsbasierten Informatiklehrerausbildung. In Notes on Educational Informatics, 2010, 6; S. 25–43.