

Grundvorstellungen zu Klassen und Objekten

Magnus Rabel

Institut für Didaktik der Mathematik und Informatik
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
Senckenberganlage 9
60325 Frankfurt am Main
rabel@math.uni-frankfurt.de

Abstract: Im Rahmen eines Schulversuchs zu genetischem Informatikunterricht wurden von den beteiligten Schülerinnen und Schüler Grundvorstellungen zu Konzepten der Objektorientierten Programmierung erhoben. Diese Erhebung gliederte sich in zwei Phasen. Direkt nach der Unterrichtseinheit im Schuljahr 2011/2012 wurden die Schülerinnen und Schüler gebeten, Begriffe der Objektorientierung schriftlich zu beschreiben. Nach neun Monaten, in denen objektorientierte Konzepte im Unterricht keine zentrale Rolle spielten, wurde in einer zweiten Befragung nach dem gleichen Design erhoben, welche der zuvor untersuchten Begriffe in welcher Form verinnerlicht worden waren. Eine qualitative Analyse der Schülerarbeiten ergab eine vielversprechende Anzahl von Schülervorstellungen sowie interessante Folgerungen zur Entwicklung von Grundvorstellungen, die weiterer Untersuchungen bedürfen.

1 Motivation

Das Lernen objektorientierter Konzepte ist nach wie vor ein aktuelles Thema im didaktischen Diskurs sowie im schulischen Alltag. Viele Einflüsse bestimmen den Erfolg der Lernenden, wie bspw. in [ES09] dargestellt. Ein Aspekt ist (nicht nur im Zusammenhang mit Objektorientierung) die Ausbildung geeigneter mentaler Modelle (vgl. [No83], zitiert in [Ra11]), da erfolgreiches Lernen stark davon abhängt, dass Lernende geeignete, also tragfähige und langlebige Modellvorstellungen von Lerninhalten entwickeln (vgl. bspw. [CLB07]), deren Untersuchung sich jedoch als schwierig erweist (vgl. bspw. [Du94], [Ma07]). Einen Lösungsansatz bietet das Konzept der informatischen Grundvorstellung, das in [Ra11] vorgestellt worden ist und im nächsten Abschnitt kurz umrissen wird.

Im Informatikunterricht der Oberstufe stoßen Lehrkräfte auf verschiedenste Herausforderungen, da zum einen die im Lehrplan vorgesehene Zeit für die Einführung in die Objektorientierte Modellierung relativ knapp bemessen ist und zum anderen Projekte schwierig zu finden sind, deren Komplexität die Umsetzung in einem objektorientierten Paradigma rechtfertigen (vgl. [Ko09]).

In Anbetracht der genannten Aspekte wurde für uns die Frage interessant, ob und wie sich Grundvorstellungen erheben und klassifizieren lassen und welche Vorstellungen Informatikschülerinnen und -schüler unter den unterrichtlichen Rahmenbedingungen entwickeln, wie tragfähig diese sind, und wie gut sie auch nach längerer Zeit noch abrufbar sind. Die Abrufbarkeit hat mehrere Dimensionen. Hier wird nur auf die Fähigkeit, die Konzepte Klasse und Objekt zu beschreiben, eingegangen. Wie gut die Schülerinnen und Schüler auch nach längerer Zeit mithilfe dieser Konzepte Problemlösungen modellieren können, wird Thema einer anderen Untersuchung sein (vgl. Abschnitt 5).

2 Grundvorstellungen in der Informatik

Wie bereits erwähnt gilt die Untersuchung mentaler Modelle als äußerst schwierig. Das Konzept der informatischen Grundvorstellung (vgl. [Ra11]) ist unseres Erachtens sehr gut geeignet, mentale Modelle von Schülerinnen und Schülern ausreichend genau zu beschreiben und darüber hinaus das Lernen komplexer informatischer Inhalte zu strukturieren. Für diesen Artikel werden hier die charakterisierenden Aufgaben und Leistungen von Grundvorstellungen informatischer Inhalte genannt, die auf den Charakterisierungen mathematischer Inhalte nach Rudolf vom Hofe (vgl. [Ho95]) basieren:

- Die Sinnkonstituierung eines Begriffs durch Anknüpfung an bekannte Sach- oder Handlungszusammenhänge bzw. Handlungsvorstellungen,
- der Aufbau entsprechender (visueller) Repräsentationen bzw. "Verinnerlichungen",
- die Fähigkeit zur Anwendung eines Begriffs auf die Wirklichkeit durch Erkennen der entsprechenden Struktur in Sachzusammenhängen.

Wir gehen, wie im Folgenden deutlich wird, davon aus, dass Grundvorstellungen verschiedene Perspektiven auf das gleiche Konzept bzw. das gleiche mentale Modell eröffnen. Mehrere Grundvorstellungen beschreiben also zusammengenommen die wichtigsten charakteristischen Aspekte eines mentalen Modells.

3 Organisatorischer Rahmen und Forschungsdesign

Die Untersuchungen fanden in zwei Kursen an zwei verschiedenen hessischen Gymnasien statt, die im Rahmen eines Schulversuchs zu genetischem Informatikunterricht der gymnasialen Oberstufe unterrichtet wurden. Dabei handelte es sich um dreistündige Informatikgrundkurse mit 5 Schülerinnen und 7 Schülern (Kurs 1) bzw. 14 Schülern (Kurs 2) im ersten reinen G8-Jahrgang der betreffenden Schulen. Es wurden in beiden Kursen zwei Befragungen mit Freitextfragebögen durchgeführt. Die erste Befragung fand gegen Ende der Einheit zur Objektorientierten Modellierung im März/April 2012 und die zweite Befragung im Dezember 2012 statt.

Dem Unterricht lag der genetische Ansatz nach Erich Wittmann (vgl. [Wi81]) zugrunde, der von uns auf den Informatikunterricht angewendet wurde. Daraus resultierten eine moderate Anpassung des Lehrplans und die Wahl einer anderen Programmiersprache. Python erwies sich als die geeignete Wahl, da der Einstieg in die Programmierung und die Steigerung der Komplexität der Projekte sehr intuitiv gelingen konnte (vgl. dazu [Sc11] und [ORS12]).

Die Notwendigkeit, Objekte und Klassen einzuführen, entwickelte sich aus Problemstellungen, die zunächst mit der Datenstruktur Liste unbefriedigend bzw. unkomfortabel gelöst wurden. Den Einstieg bildete in beiden Kursen die Realisierung einer rudimentären z-Buffer-Lösung. Es sollten geometrische „Pappfiguren“ modelliert werden, die man übereinander zeichnen können sollte. Das bedeutete also, dass zu den üblichen Attributen wie geometrische Maße, Farbe, Füllung etc. noch die Position in einem „Pappfigurenstapel“ hinzukam. Die Modellierung mit Listen war in vielerlei Hinsicht unkomfortabel: Man musste sich merken, an welcher Stelle in der Liste welches Attribut definiert war, benötigte eine Fallunterscheidung bei einer externen Zeichenmethode etc..

Die objektorientierte Umsetzung bot dann also die Verwendung sinnvoller Attributnamen und die Implementierung objekteneigener Zeichenmethoden, die eine Fallunterscheidung überflüssig machte. Anschließend wurde in beiden Kursen ein Bruchrechner und die Klasse Binärbaum für den TreeSort-Algorithmus modelliert und implementiert. Ab diesem Zeitpunkt unterschied sich das weitere Vorgehen in den beiden Kursen:

In Kurs 1 wurde ein Rechnernetz mit Objekten vom Typ Rechner, Switch, Netzwerkkarte etc. modelliert, teilweise implementiert und analysiert. Darauf folgten die erste Befragung und anschließend die Klausur. Im Anschluss an die Klausur wurde die bestehende Implementierung des Rechnernetzprojektes verfeinert und erweitert.

In Kurs 2 blieb die objektorientierte Modellierung des Rechnernetzes aus und eine etwas veränderte Klausur wurde vor der ersten Befragung geschrieben. Wie sich dieser Unterschied im Vorgehen in beiden Kursen eventuell auf die Ergebnisse der Befragung ausgewirkt hat, wird im nächsten Abschnitt thematisiert.

Insgesamt wurden während der gesamten Unterrichtseinheit zu OOM und OOP zentrale Begriffe wie Klasse, Objekt etc. bewusst en passant eingeführt. D.h. nur durch den Gebrauch im Unterricht lernten die Schülerinnen und Schüler die Begriffe zu identifizieren und zu verwenden. Auf eine auswendig zu lernende Definition wurde verzichtet. Dies ermöglichte eine Abfrage von Beschreibungen, die arm an nicht verstandenen auswendig gelernten Merksätzen war. Stattdessen mussten die Schülerinnen und Schüler eigene Formulierungen finden, die eine Interpretation von deren tatsächlichen Vorstellungen möglich machen sollten. Eine genauere Definition der Begriffe fand dann im Anschluss an die erste Befragung statt. Nach dem Ende der Unterrichtseinheit wurden Konzepte der Objektorientierung höchstens noch am Rande (bspw. bei der Einführung der Entity-Relationship-Modellierung) thematisiert.

Wie bspw. in [Ma07] beschrieben, ist die Beschreibung von Konzepten ein möglicher Weg, Schülervorstellungen zu erheben. So wurde für beide Befragungen in beiden Kursen wurde ein Fragebogen eingesetzt, der die folgenden Aufträge enthielt: „Beschreiben Sie prägnant, was eine **Klasse** ist, was im Gegensatz dazu ein **Objekt** ist, was **Attribute** sind, was **Methoden** sind, was ein **Konstruktor** ist.“ Anschließend an jede Teilfrage stand den Schülerinnen und Schülern ein Textfeld zur Verfügung, das sie für ihre Beschreibungen nutzen konnten. Für den gesamten Fragebogen standen 20-30 Minuten zu Beginn bzw. in der Mitte einer Unterrichtsstunde zur Verfügung, sodass eine vorzeitige Abgabe des Fragebogens nicht dazu führen konnte, dass einzelne Schülerinnen oder Schüler früher den Unterricht verlassen durften. Die Erwartung ausführlicher und aussagekräftiger Beschreibungen wurde zumindest teilweise erfüllt.

In diesem Artikel wird die Untersuchung der Schülervorstellungen bzgl. des Zusammenhangs der Konzepte Klasse und Objekt eingeschränkt. Für die Auswertung der Beschreibungen wurden drei mögliche Schülervorstellungen postuliert:

- Die Mengenvorstellung: Eine Klasse fasst strukturgleiche Objekte zusammen, hat also eine ordnende Funktion.
- Die Bauplanvorstellung: Eine Klasse ist Grundlage für die Erzeugung von Objekten, indem sie deren Attribute und Methoden en detail definiert, also ein Bauplan.
- Die Prototypvorstellung: Eine Klasse definiert zwar ebenfalls detailliert, welche Struktur Objekte haben und wie sie arbeiten sollen, wird aber prototypisch gedacht, was bedeutet, dass alle erzeugten Objekte Kopien der Klasse sind.

Die Mengen- und die Bauplanvorstellung wurden bereits in [Ra11] als Grundvorstellungen identifiziert, da sie den in Abschnitt 2 formulierten Anforderungen voll entsprechen. Anders als in [ET05] sehen wir diese Vorstellungen nicht als aufeinander aufbauend an. Vielmehr sind diese Grundvorstellungen in gewisser Weise als gleichwertig anzusehen. Die Vorstellungen sind unseres Erachtens nämlich in verschiedenen Kontexten verschieden wichtig: Bei der Modellierung einer Realsituation wird vorrangig die Mengenvorstellung benötigt (vgl. dazu [Br09], S. 135: „Ein erster Schritt in der Entwurfsphase ist die Identifizierung der in der Auftragsituation vorkommenden Objekte und ihre Zuordnung zu Klassen“), während in der Implementierungsphase die Bauplanvorstellung offensichtlich die hilfreichere ist, da der konstruktive Aspekt von Klassen in den Vordergrund tritt.

Die Prototypvorstellung ist der Bauplanvorstellung sehr nahe, widerspricht aber stark der Mengenvorstellung. Darüber hinaus impliziert diese Vorstellung, dass eine Klasse als Objekt, eben als Prototyp, neben den verwendbaren Objekten existiert. Deshalb muss noch weiter diskutiert werden, wie tragfähig diese Vorstellung ist und ob man sie als Fehlvorstellung bezeichnen sollte.

Nicht als Grundvorstellung identifiziert haben wir eine auf der Fabrikmetapher (vgl. [We07], S.118) basierende Vorstellung, da diese bezogen auf hilfreiche Aspekte wie die detaillierte Beschreibung der zu konstruierenden Objekte nicht signifikant von der Bauplanvorstellung abweicht. Außerdem beinhaltet diese Vorstellung den irreführenden Aspekt, dass eine Klasse (und nicht ein Konstruktoraufruf) die entsprechenden Objekte konstruiert.

4 Analyse und Ergebnisse der Befragungen

	Klasse	Objekt	Klasse	Objekt
Kurs 1	Me	Me	Me	Bü
	Bü	Bü		
	Ba	Ba	Ba	Ba
	Bü	Ba	Bü	
	Ba	Ba	Ba	Ba
	Bü	Me	Bü	Me
	Bü	Ba	Ba	
	Me		Ba	Ba
	Bü		Ba	Ba
	Ba		Ba	Ba
			Ba	Ba
		Ba	Ba	Ba
Kurs 2	Me	Me		
	Ba	Ba	Ba	Me
			Bü	Bü
	Ba	Ba	Ba	
	Bü		Ba	
	Me	Me	Me	Me
	Me	Me		
			Ba	Ba
	Me		Me	
	Ba	Ba		
	Me	Me	Me	Bü
	Ba	Me	Bü	Me
		Bü	Ba	
	Bü			
Befragung 1			Befragung 2	

Tabelle 1- Übersicht der Befragungsergebnisse

Die in den Befragungen erhobenen Schülertexte wurden mit Mitteln der qualitativen Inhaltsanalyse (vgl. [F110]) untersucht. Durch die Kategorisierung der entsprechenden Formulierungen konnten in den Befragungen verschiedene Schülervorstellungen der Beziehung zwischen Klassen und Objekten identifiziert werden. In Tabelle 1 findet man eine codierte Darstellung der transkribierten Beschreibungen. Jeder Beschreibung wurde die als dominant identifizierte Vorstellung zugeordnet, während eine detaillierte Analyse auch Indizien für das Vorhandensein weiterer Vorstellungen lieferte.

Der Code *Ba* steht in der Codierung für die Bauplanvorstellung und *Me* für die Mengenvorstellung. Bei einigen wenigen Beschreibungen blieb auch nach mehreren Analysedurchgängen unklar, welche Vorstellungen ihnen zugrunde lagen. Die entsprechenden Zellen der Tabelle sind hier quer gestreift. Leere Zellen bedeuten, dass der Proband an der jeweiligen Befragung nicht teilgenommen hat.

Hinweise auf die Bauplanvorstellung waren zum einen sehr konkrete Formulierungen wie: „eine ‚Bauanleitung‘ für etwas, was konstruiert werden soll, sodass man viele z.B. Dreiecke unterschiedlich nach dieser Anleitung konstruieren kann.“ Zum anderen wurden auch Beschreibungen, die eher implizit auf die Bauplanvorstellung hinwiesen, dieser Kategorie zugeordnet: „Eine Klasse beinhaltet Eigenschaften, welche jedes Objekt in dieser Klasse besitzt, es **definiert** also das Objekt.“

Allerdings weist die Formulierung „in dieser Klasse“ innerhalb der letztgenannten Beschreibung ebenfalls auf das Vorhandensein der Mengenvorstellung hin. Eindeutigere Hinweise auf die Mengenvorstellung boten Formulierungen wie „Gruppierung mehrerer Objekte, kann unterschiedliche Objekte beinhalten“ und „Ein Objekt ist eine Variable, die einer Klasse zugeordnet wurde und die Attribute mit eingetragenen Werten besitzt.“

Erst mehrfache Textanalysen machten es möglich, einige zunächst nicht kategorisierbare Beschreibungen zu charakterisieren: Die mit *Bü* codierten Beschreibungen deuten auf eine Vorstellung hin, die nicht unter den postulierten zu finden war. Es ist angebracht, sie als Bündelungsvorstellung bezeichnen. Von den jeweiligen Probanden wurde in den Vordergrund gerückt, dass Klassen strukturierte Datentypen, also quasi ein "Bündel" von Attributen und Methoden, darstellen.

Wir vermuten, dass die im Unterricht umgesetzte Einführung von Klassen und Objekten über Datenstrukturen wie Listen oder Records zunächst zur Entwicklung dieser Vorstellung führt, die für das erste Verständnis zwar hilfreich, für die vertiefte Verwendung jedoch nur beschränkt nützlich ist, da sie den Unterschied zwischen Klasse und Objekt nicht zwingend erklärt und die Notwendigkeit der Objekterzeugung für sich allein genommen nicht begründet.

Naheliegend ist daher, dass ein Verharren bei der Bündelungsvorstellung von einem nur oberflächlichen Verständnis der Konzepte Klasse und Objekt zeugt, was dazu führt, dass die Lernenden sowohl in Modellierungs- als auch in Implementierungssituationen scheitern. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, ob man diese Vermutung bestätigen kann oder verwerfen muss. Genaueres folgt im nächsten Abschnitt.

Bei nur einem Probanden wurde die postulierte Prototypvorstellung identifiziert. Die Identifikation ist außerdem lediglich schwach belegt durch das Wort „weiterzuverwenden“ in der Beschreibung „...Klassen ist nützlich, um ein Objekt für weitere Anwendungen weiterzuverwenden.“.

Wie bereits weiter oben erwähnt, geben viele der Beschreibungen Hinweise auf die Existenz mehrerer Vorstellungen bei dem jeweiligen Probanden. Die Auswahl in Tabelle 1 demonstriert dies beispielhaft an einer Probandin und einem Probanden:

Proband	Klasse	Objekt	Klasse	Objekt
36	<p>Eine Klasse definiert einzelne Objekte. Sie ist im Prinzip eine "Bauanleitung" in der alle Eigenschaften beschrieben werden. Die Eigenschaften können verändert werden, so kann zum Beispiel die Länge und Breite eines Rechtecks verändern, die Bauanleitung ist aber auf jeden Fall für ein Rechteck.</p>	<p>Ein Objekt ist das, was von der Klasse konstruiert wird.</p>	<p>Eine Klasse definiert ein Objekt und ordnet Attribute und Methoden zu. Sie kann als "Bauanleitung" für ein Objekt angesehen werden.</p>	<p>Ein Objekt wird von einer Klasse definiert, ist also ein Bestandteil einer Klasse. Ihm werden innerhalb einer Klasse Attribute und Methoden zugeordnet, auf deren Grundlage es später vom Konstruktor erzeugt wird.</p>
21	<p>eine Sammlung von Attributen und Methoden, die zu einer Gruppe zusammengefasst sind. Alle Attribute sind ohne Wert, bzw. können einem Wort zugeordnet werden.</p>	<p>Ein Objekt ist eine Variable, die einer Klasse zugeordnet wurde und die Attribute mit eingetragenen Werten besitzt.</p>	<p>eine Sammlung von Attributen, die bestimmte Eigenschaften haben. Es gibt eine bestimmte Methoden, die angibt, wie man eine Klasse angibt.</p>	<p>ein Objekt kann einer Klasse zugeordnet werden. Ein Objekt kann genau einer K. zugeordnet werden. Ein Objekt besitzt definierte Eigenschaften, die Objekte untereinander unterscheiden</p>

Tabelle 2 - Ausgewählte Beschreibungen

Die Beschreibungen von Probandin 36 offenbaren beispielsweise Indizien für die Bauplan- und die Mengenvorstellung: Die Bauplanvorstellung kommt explizit in der Beschreibung vor: Eine Klasse „ist im Prinzip eine Bauanleitung“, ein Objekt wird „von der Klasse konstruiert“ oder „vom Konstruktor erzeugt“.

Die Formulierung „Bestandteil einer Klasse“ in der Beschreibung von Objekten der zweiten Befragung bringt dagegen die Mengenvorstellung implizit zum Ausdruck. Hinweise auf die Bauplanvorstellung überwiegt allerdings an dieser Stelle, weshalb in der vergrößerten Ansicht (Tab. 1) für alle Einträge der vorrangige Code *Ba* gewählt wurde.

Interessant ist an dem Beispiel der Probandin 36 aus Tabelle 2 außerdem die Ausschärfung der Begriffe im Laufe der Zeit, in der die Schülerinnen und Schüler über ein halbes Jahr lang keinen OO-Unterricht hatten: Während bei der ersten Befragung ein Objekt noch als „von der Klasse konstruiert“ bezeichnet wird (vgl. „Fabrikmetapher“ [We07], S. 118), verwendet die Probandin in der zweiten Befragung die Worte „vom Konstruktor erzeugt“, was klar die Rolle des Konstruktors (als Erbauer) von der Rolle der Klasse (als Bauanleitung) trennt.

Den Beschreibungen von Proband 21 konnten sowohl die Bündelungsvorstellung („eine Sammlung von Attributen und Methoden“) sowie die Mengenvorstellung („ein Objekt kann einer Klasse zugeordnet werden“) entnommen werden. Weitere Untersuchungen müssen in ausgewählten Fällen klären, welche Grundvorstellungen die Probanden bezüglich Klassen und Objekten in Anwendungssituationen aktivieren können.

Insgesamt konnte in 13 Fällen die Bauplanvorstellung bereits in der ersten Befragung festgestellt werden, in weiteren sechs Fällen zeigte sich eine Entwicklung zur Bauplanvorstellung und nur ein Fall dokumentierte eine Entwicklung zur Mengenvorstellung. Die Weiterentwicklung zur Bauplanvorstellung bzw. eine Ausschärfung in diese Richtung konnte man insbesondere in Kurs 1 feststellen, in dessen Unterricht ein zusätzliches Projekt zur objektorientierten Modellierung und insbesondere zur objektorientierten Implementierung eines Computernetzwerks realisiert wurde.

Daraus kann man die Vermutung ableiten, dass mehr Erfahrung mit der Implementierung objektorientierter Modellierungen die Bauplanvorstellung stärker in den Vordergrund rückt. Kontrastierend könnte man behaupten, dass eine Schwerpunktsetzung auf Situationsmodellierung die Ausbildung der Mengenvorstellung befördert.

Desweiteren konnte festgestellt werden, dass einige Beschreibungen aus der ersten Befragung sehr nah an konkreten Inhalten des Unterrichts bzw. Analogien des Alltags waren, während die Äußerungen aus der zweiten Befragung ein höheres Abstraktionsniveau aufwiesen. Diese Beobachtung entspricht der Erkenntnis aus [Th02] bzw. [Du94], dass sich Modellvorstellungen besonders zu Beginn des Lernprozesses an Analogien zu Konzepten der Erfahrungswelt orientieren.

Beispielsweise wurde von einem Probanden in der ersten Befragung angegeben, dass man sich „eine Klasse wie einen Schrank vorstellen“ könne, während er in der zweiten Befragung beschrieb: „Eine class hat die Bauanleitung inne, mit der ein Objekt erstellt wird“. Auch hier war diese Tendenz zur Loslösung von konkreten Beispielen besonders in Kurs 1 ausgeprägt, dessen Mitglieder im Unterricht mit der Modellierung und Implementierung einer Simulation von Rechnernetzen befasst waren.

Über die bereits beschriebenen Erkenntnisse und Folgerungen hinaus konnten bezüglich der vorhandenen Grundvorstellungen keine genderspezifischen Unterschiede festgestellt werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zunächst stellen wir fest, dass die Erhebung von Schülervorstellungen erfreulich umfassend gelungen ist. Das sehen wir als Beleg dafür, dass die Identifikation von Grundvorstellungen wie im Vorfeld angenommen ein adäquates Mittel ist, wichtige Aspekte mentaler Modelle zu erheben. Das hängt selbstverständlich mit der Intention des Konzeptes zusammen: Grundvorstellungen versuchen, mentale Modelle zu beschreiben, indem sie wichtige Aspekte eines mentalen Modells kommunizierbar instanzieren. Dabei ist zu beachten, dass nach der Definition des Grundvorstellungsbegriffs, wie eingangs erwähnt, mehrere Grundvorstellungen zu einem mentalen Modell gehören, was auch die Analyse der durchgeführten Befragung belegt. Wenn ein Schüler oder eine Schülerin also in typischen Anwendungssituationen die benötigten Grundvorstellungen aktivieren könnte, könnte man sein oder ihr mentales Modell als tragfähig bezeichnen. Die drängendsten offenen Fragen sind also

- Können Schülerinnen und Schüler, deren Beschreibungen Grundvorstellungen informatischer Begriffe und Konzepte aufweisen, diese auch in Anwendungssituationen abrufen?
- Folgt aus dem Verharren bei der Bündelungsvorstellung das Scheitern in Anwendungssituationen?

Als weitere Untersuchungen sind Aufgabenanalysen und Interviews geplant. Zunächst werden dafür Aufgaben erstellt und auf ihren Grundvorstellungsgehalt hin untersucht. Mithilfe von auf diese Weise erstellten Aufgaben werden in der Folge videografierte Problemlösungen und Interviews konzipiert, durchgeführt und ausgewertet.

Ein langfristiges Ziel ist darüber hinaus die Entwicklung eines Unterrichtskonzepts, dessen Kern eine Variation der Kontexte und Problemstellungen entlang der Grundvorstellungsdimension im Sinne der „variation theory“ ([ET05], S. 90) sein soll. Zunächst soll noch untersucht werden, welche Kontexte und Problemstellungen für die Ausbildung geeigneter Grundvorstellungen günstig sind.

Literaturverzeichnis

- [BG10] Barry, P.; Griffiths, D.: Programmieren von Kopf bis Fuß. O'Reilly, Köln, 2010.
- [Br09] Brichzin, P. et al.: Informatik – Oberstufe 1, Datenstrukturen und Softwareentwicklung. Oldenbourg Schulbuchverlag, München, 2009.
- [CLB07] Caspersen, M.E., Larsen, K.D., Bennedsen, J.: Mental models and programming aptitude. In: Proceedings of the 12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE, ACM New York, 2007.

- [Du94] Dutke, S.: Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens. Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie. Verlag für Angewandte Psychologie, Göttingen, 1994.
- [ES09] Ehlert, A. and Schulte, C.: Empirical comparison of objects-first and objects-later. In: Proceedings of the Fifth international Workshop on Computing Education Research Workshop, S.15-26, ICER '09, ACM, New York, NY, 2009.
- [ET05] Eckerdal, A.; Thuné, M.: Novice Java Programmers' Conceptions of "Object" and "Class", and Variation Theory. In: Proceedings ITiCSE'05, June 27-29, Monte de Caparica, Portugal, S. 89-93, 2005.
- [Fl10] Flick, U.: Qualitative Sozialforschung. 3. Aufl., Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg, 2010.
- [Ho95] vom Hofe, R.: Grundvorstellungen mathematischer Inhalte. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford, 1995.
- [Ko09] Kortenkamp, U. et.al.: Objektorientierte Modellierung - aber wann und wie? Zur Bedeutung der OOM im Informatikunterricht. LOG IN 29(160/161): S. 41-47, LOG IN-Verlag, Berlin, 2009.
- [Ma07] Ma, L.: Investigating and Improving Novice Programmers' Mental Models of Programming Concepts. Dissertation, University of Strathclyde, Glasgow 2007.
- [No83] Norman, D.A.: Some Observations on Mental Models. In: (Gentner, D.; Stevens, A.L. Hrsg.) Mental models. [7. pr.]. Erlbaum, Hillsdale, NJ, USA, 1983; S. 7-14
- [ORS12] Oldenburg, R.; Rabel, M.; Schuster, J.: "A Turtle's Genetic Path to Object Oriented Programming" in Proceedings to Constructionism, 21.-25.08. 2012 in Athen, The Educational Technology Lab, Department of Pedagogy, University of Athens, 2012.
- [Ra11] Rabel, M.: Grundvorstellungen in der Informatik. In: M. Weigend, M. Thomas, & F. Otte (Hrsg.), Informatik mit Kopf, Herz und Hand. Praxisbeiträge zur Infos 2011, S. 61–70. Münster: ZfL-Verlag.
- [Sc11] Schuster, J.: "Ein genetischer Zugang zum Programmieren mit CGI-Skripten in Python" in Marco Thomas (Hrsg.): Informatik in Bildung und Beruf, INFOS 2011 - 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 12.-15. September 2011 in Münster, GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI), P-189, Bonner Köllen Verlag, 2011.
- [Th02] Thomas, M.: Informatische Modellbildung. Modellieren von Modellen als zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht. Dissertation, Universität Potsdam, Potsdam, 2002.
- [We07] Weigend, M.: Intuitive Modelle der Informatik. Dissertation, Universitätsverlag Potsdam, 2007.
- [Wi81] Wittmann, E.: Grundfragen des Mathematikunterrichts. 6. Aufl., Vieweg, Braunschweig, 1981.