

Fallstudien zur unterrichtlichen Einbettung spezieller Aufgabenklassen

Torsten Brinda

Didaktik der Informatik und
multimediale Lehr-Lern-Systeme
Universität Siegen
Hölderlinstr. 3
57068 Siegen
brinda@informatik.uni-siegen.de

Tobias Ortmann

Rosenstr. 2
44534 Lünen
tobias.ortmann@uni-dortmund.de

Abstract: Aufgrund eines Mangels an geeigneten Lernmaterialien zum OOM in der Sekundarstufe wurde ein „Didaktisches System für OOM“ entwickelt, um diesem zu begegnen. Die System-Komponente „Aufgabenklassen“ dient u.a. dazu, für vielfältige Lehr-Lern-Situationen angemessene Problemstellungen zu entwickeln. Die Einbettung dieser Aufgabenklassen in drei Informatikgrundkurse der Jgst. 11 und 12 wird exemplarisch gezeigt und typische Bearbeitungsstrategien und Probleme der Lernenden mit den entwickelten Aufgaben werden analysiert. Auf der Basis dieser Erkundungsergebnisse werden erste Einschätzungen zu Weiterentwicklungsperspektiven der Aufgabenklassen gezeigt.

1 Motivation

Die sich aufgrund neuer Konzepte und Bildungsempfehlungen (vgl. z.B. [Hu00], [GI00], [Ma01]) in der Didaktik der Informatik abzeichnende Schwerpunktverlagerung vom imperativen Problemlösen mit starker Betonung der Programmiersprache hin zum informatischen Modellieren und dem damit verbundenen Wandel bei den durch Informatikunterricht zu erwerbenden Kompetenzen erfordert die Entwicklung neuer Lehr-Lern-Materialien zu deren Implementierung in der Sekundarstufe. Dieser Bedarf wurde bereits in [Br01] und [BS02a] ausführlich dargelegt und es wurde begründet, warum sich objektorientiertes Modellieren (OOM) besonders gut zum Erwerb von Analyse- und Gestaltungskompetenz im Sinne des informatischen Modellierens eignet. Um dem beschriebenen Mangel zu begegnen, wurde ein *Didaktisches System für OOM* eingeführt mit seinen Komponenten „Wissensstrukturen“, „Aufgaben- und Kontextklassen“ und „Explorationsbausteinen“. Während die Wissensstrukturen in Form einer didaktischen Landkarte dazu dienen, fachliche Zusammenhänge zwischen Konzepten der Objektorientierung darzustellen, um Lernenden und Lehrenden eine bessere Orientierung im Lernstoff zu ermöglichen, steht mit den Aufgaben- und Kontextklassen ein mächtiges Hilfsmittel zur Ausgestaltung kommunikativer Lehr-Lern-Situationen zu bestimmten Fachkonzepten und -kompetenzen zur Verfügung, mit dem sich vielfältige und unterschiedlich komplexe Problemstellungen für den Informatikunterricht zu OOM einfach durch den Lehrenden konstruieren lassen. Explorationsbausteine schließlich fördern einen handlungsorientierten, explorativen Zugang zu objektorientierten Basiskonzepten,

der es insbesondere Anfängerinnen und Anfängern gestattet, zunächst ohne Programmiersprache und -umgebung wesentliche Zusammenhänge zu erkunden, der es aber auch fortgeschrittenen Lernenden ermöglicht, problem- oder situationsbasierte Lernsituationen zu bewältigen [BS02b].

Die vorliegende Arbeit stammt von Betreuer und Verfasser einer Ersten Staatsarbeit für das Lehramt für die Sekundarstufe II [Or02], deren Ziel es war, die unterrichtliche Einbettung des Didaktischen Systems mit besonderem Schwerpunkt auf der Komponente „Aufgabenklassen“ exemplarisch zu untersuchen und sowohl die Akzeptanz bei Lehrenden und Lernenden als auch typische Bearbeitungsstrategien und Fehler der Lernenden zu erkunden, um daraus erste Schlussfolgerungen für erforderliche Weiterentwicklungen dieser Komponente des Didaktischen Systems ziehen zu können.

2 Die Bedeutung von Aufgabenklassen im Didaktischen System

Aufgrund eines Mangels an Übungsaufgaben zum OOM in der Sekundarstufe wurden ca. 250 Übungsaufgaben aus fachwissenschaftlichen Quellen für OOM-Anfänger untersucht. Dabei wurden ca. 130 für Informatikunterricht geeignete Aufgabentypen, hier als Aufgabenklassen bezeichnet, anhand von speziellen Kriterien, wie „Fachkonzepte“, „Betonung der Modellierung“, „Sprachenunabhängigkeit“ und „Komplexität“ identifiziert und strukturiert (vgl. [Br00], [Br01]). Eine Aufgabenklasse entsteht aus einer gegebenen Übungsaufgabe, indem sie von ihrer konkreten Beispielwelt abstrahiert wird und verknüpft zum Problem gegebene Materialien mit einem Arbeitsauftrag, z.B. gegeben eine Liste von Klassen-, Attribut- und Methodennamen mit kurzer Beschreibung, von denen die Attribut- und Methodennamen zu den Klassen zuzuordnen sind. Die neuen Aufgabenklassen bringen Vorteile für alle wesentlichen Akteure im Kontext des Didaktischen Systems – *Lernende*, *Lehrende* und *Entwickler*.

Für *Lernende* sind die neuen Aufgabenklassen erstens in der Sicherungsphase von Bedeutung, in der sie die Anwendung und Verknüpfung von Teilaspekten der objektorientierten Modellierung üben können, ohne dabei den Kontext eines (großen) Projektes im Auge behalten zu müssen. Das Lernen aus Beispielen und Fehlern wird dadurch gefördert und praktische Modellierungskompetenzen der Lernenden entwickelt. Hierbei sind es allerdings mehr die aus Aufgabenklassen zu entwickelnden Aufgaben (vgl. Ausführungen zu Lehrende), die für Lernende von Bedeutung sind. Zweitens helfen Aufgabenklassen Lernenden dann, wenn es darum geht, ein kognitives Problem mit der Lösungs-idee zu bewältigen. Lernende versuchen daher nach der Lösung mehrerer typgleicher Aufgaben gemeinsam, ihre Lösungskonzepte zu explizieren, damit sie bei nachfolgenden Problemen ähnlicher Art das jeweils passende Strukturkonzept zum Aufgabentyp auswählen und Lösungen somit wiederentdecken können. Zur Lösung müssen sie dann die Aussagen der gegebenen Aufgabe zu Daten abstrahieren und mit dem bekannten Strukturkonzept verknüpfen. Das trägt zur Entwicklung theoretischer Kompetenzen bei.

Für *Lehrende* bietet das Konzept der Aufgabenklassen eine Sammlung von Materialien und eine Methodik, um Übungsaufgaben für Bildungsprozesse zu konstruieren, die die Modellierung fördern und zu einer Reduktion des Implementierungsanteils des Unterrichts beitragen. Ferner besteht durch die Variation von Form, Komplexität und Vollständigkeit der Problembeschreibung, sowie Komplexität mit der Aufgabe bereitgestellter Lernmaterialien und der Art der Aufgabe (z.B. Beschreibung – Analyse – Modifika-

tion – Konstruktion) die Möglichkeit, eine Folge von Übungen mit wachsender Schwierigkeit und Komplexität zu konstruieren.

Entwickler von Komponenten des Didaktischen Systems schließlich finden in den identifizierten Aufgabenklassen einen Fundus an Ideen für den Inhaltsbereich von Explorationsbausteinen, mit denen sich objektorientierte Basiskonzepte im Sinne entdeckenden Lernens handelnd erkunden lassen.

3 Empirische Studien im Informatikunterricht der Jgst. 11 und 12

3.1 Konzeption der Fallstudien

Die Fallstudien zur unterrichtlichen Einbettung der Aufgabenklassen wurden im zweiten Quartal 2002 in drei Informatikgrundkursen an zwei Gymnasien A und B (um eine Abhängigkeit von einer Lehrperson und deren Unterrichtplanung zu verringern) im Raum Dortmund durchgeführt. Es wurden Grundkurse der Jgst. 11 (A: 12 Jungen (J), 15 Mädchen (M); B: 15 J.) und 12 (B: 18 J., 1 M.) ausgewählt, um sowohl die Einbettung in Anfänger- als auch in fortgeschrittenen Kursen erkunden zu können. Alle drei Kurse wurden von männlichen Lehrpersonen unterrichtet. Zu den Beobachtungszeitpunkten, die auch bei demselben Kurs teilweise auf verschiedene Tage fielen, waren nicht immer alle Lernenden anwesend.

Zur Vorbereitung wurden die Kurse zweigestuft hospitiert: zunächst einige Wochen vor der Durchführung, um ein generelles Bild des Leistungsstandes zu gewinnen, und dann noch einmal unmittelbar vor der Durchführung der jeweils zwei Beobachtungsstunden, um mit der Einbettung an vorangegangenen Unterricht anzuknüpfen. Die Lernenden im Kurs A-11 (Schule A, Jgst. 11) hatten geringe OOM-Vorkenntnisse (Klasse, Attribut, Methode; ist-, hat-, kennt-Relation) aus vorangegangenem Unterricht nach dem Konzept „Von Stiften und Mäusen (SuM)“ [La99], Klassendiagramme wurden bis zum Beobachtungszeitpunkt noch nicht erstellt. Kurz zuvor lernte der Kurs die Vererbung anhand von Strukturen geometrischer Objekte kennen. Der Kurs B-11 hatte über die Vorkenntnisse des Kurses A-11 hinaus bereits selbstständig erste Klassendiagramme aus Aufgabenstellungen oder Quelltexten erstellt. Vererbungsstrukturen waren bereits bekannt. Auch hier folgte der Unterricht dem SuM-Konzept [La99]. Zuletzt wurde eine Ereignisanwendung modelliert, in der ein durch einfache geometrische Figuren auf dem Bildschirm repräsentiertes „Auto“ per Maus gesteuert werden konnte. Die Lernenden des Kurses B-12 schließlich waren in der Lage, selbstständig Klassendiagramme nach vorangegangener Problemanalyse zu erstellen und diese anschließend, nach erfolgter Präsentation beim Lehrer, in Programme umzusetzen. Diese Lerngruppe hatte bereits Kollaborationsdiagramme zur Darstellung der Modelldynamik kennengelernt und sich kurz vor dem Beobachtungszeitpunkt mit Client-Server-Strukturen befasst. Dabei wurden zuletzt Echo-server, Chatserver und -client modelliert und implementiert (vgl. [Or02, S.24, S.35f, S.50]). Anhand des Leistungsstands der jeweiligen Lerngruppe wurden unter Verwendung der Aufgabenklassen (vgl. [Br00]) und in Absprache mit dem jeweiligen Fachlehrer Unterrichtsentwürfe und Arbeitsblätter mit Übungsaufgaben zum OOM entwickelt (vgl. [Or02, S.98ff, S.110ff, S.117ff]). Der Unterricht wurde vom Fachlehrer gehalten und vom Autor der Staatsarbeit gezielt beobachtet, um erste Erkenntnisse über typische Bearbeitungsstrategien und Fehler bezogen auf Aufgabenklassen zu gewinnen. Stunden-

schwerpunkt war jeweils die Bearbeitung der zuvor entwickelten Arbeitsblätter in Einzel- und Partnerarbeit. Diese wurden nach der Bearbeitung anonymisiert, eingesammelt und vom Autor der Staatsarbeit im Hinblick auf das o.g. Ziel ausgewertet. Im Gegenzug wurde den Lernenden jeweils eine Musterlösung ausgehändigt. Aufgrund des begrenzten Kernbeobachtungszeitraums von zwei Stunden pro Kurs konnten nur Bearbeitungsstrategien und typische Fehler bei der einmaligen Beobachtung erhoben werden. Auf die Analyse der Explizierung und Reflexion der jeweiligen Schüler-Vorgehensweisen (vgl. Kap. 2) in der Lerngruppe musste aus Zeitgründen verzichtet werden.

Nachfolgend werden die jeweiligen Aufgabensammlungen kurz charakterisiert. Die durch Aufgaben jeweils repräsentierten Aufgabenklassen sind *kursiv* gesetzt. Im Kurs A-11 ging es darum, einen Traktor mit Anhänger anhand bereits bekannter Klassen für geometrische Figuren zu modellieren und auf dem Bildschirm darzustellen. Zunächst sollten die Lernenden die Begriffe „Objekt“ und „Klasse“ voneinander abgrenzen, sowie „Attribut“ und „Methode“ definieren (*Wissensfragen*). In einer Liste von Bezeichnern zum Traktorbeispiel (z.B. „XPosition“, „fahreVorwaerts“) waren dann *Klassen-, Methoden- und Attributbezeichner zu identifizieren*. Die gefundenen Methoden und Attribute sollten den gefundenen Klassen zugeordnet werden, wobei die Zuordnung zu mehreren Klassen möglich war (*Zuordnung von Merkmalen*). Anschließend sollte die Funktion der Methoden und Attribute innerhalb der Klasse kurz beschrieben werden. Weiterhin waren die *Relationen* zwischen Klassen („ist“, „hat“, „kennt“) zu *identifizieren und zu benennen* und schließlich ein *Klassendiagramm zu erstellen*. Die benötigten Klassendiagrammnotationen wurden angegeben. Im Kurs B-11 sollte ein „Zug“ bestehend aus Lok und Waggons anknüpfend an das zuvor behandelte Projekt „Auto“ modelliert und implementiert werden (vgl. [Cz98]). Ein aus einfachen geometrischen Objekten erstellter „Zug“ wurde auf einer Folie präsentiert und von den Lernenden beschrieben. *In einem unvollständigen Klassendiagramm zum „Zug“ waren fehlende Klassen und Relationen zu ergänzen, die Relationen zu spezifizieren* („ist“, „hat“, „kennt“) und anschließend in einer Liste gegebene Methodenbezeichner den Klassen zuzuordnen (*Merkmale zuordnen*), wobei auch hier die Zuordnung zu mehreren Klassen möglich war. Abschließend wurde ein Schülerrollenspiel zum Nachrichtenaustausch zwischen den Objekten durchgeführt, um den Lernenden Erkenntnisse über die Modelldynamik zu ermöglichen [Or02, S.44ff]. Das Spiel „Schnick-Schnack-Schnuck“ als Thema für den Kurs B-12 knüpfte an dessen Vorkenntnisse zu Client-Server-Strukturen an, da beide Spieler ihren Zug gleichzeitig ausführen. Eine Spielanleitung wurde präsentiert und im Schüler-Lehrer-Gespräch erarbeitet, wie das Spiel zwischen Spielern (Clients) und Spielleiter (Server) zu organisieren ist. In Partnerarbeit war dann schrittweise ein *statisches Modell zu konstruieren*: zunächst sollten die Klassen mit den zugehörigen Attributen und Methoden bestimmt und beschrieben werden. Anschließend waren die Relationen zwischen den Klassen zu identifizieren und schließlich ein *Klassendiagramm zu zeichnen* und ein Sequenzdiagramm für einen gegebenen Anwendungsfall zu entwickeln.

3.2 Schriftliche Befragung der Lernenden

Im Anschluss an die Bearbeitung der Übungsaufgaben wurden die Lernenden jedes Kurses schriftlich befragt (Befragung mit Fragebogen, basierend auf einer Vorlage von Häußler et al. [Hä98, S.105ff]). Die Fragebögen enthielten jeweils ca. 30 Aussagen aus

den vier Bereichen „Lern- und Unterrichtsklima“, „Sozialformen des Unterrichts“, „Motivation in bezug auf Aufgabenklassen“ und „Einstellung zum Modellieren / Programmieren“, zu denen die Lernenden durch Ankreuzen ihre Zustimmung oder Ablehnung (fünf vorgegebene Skalenwerte von „trifft völlig zu“ bis „trifft nicht zu“) äußern sollten. Wesentliches Ziel hierbei war die Erkundung der Motivation der Lernenden in bezug auf Aufgabenklassen. In diesem Bereich war der Fragebogen an die Aufgaben der jeweiligen Lerngruppe angepasst, die übrigen Teile blieben bei den verschiedenen Gruppen unverändert. Gefragt wurde hier nach einer Bewertung des Schwierigkeitsgrades bezogen auf Aufgabenklassen (z.B. „Die Einordnung der Relationen fiel mir leicht.“), außerschulischer Beschäftigung mit dem Thema sowie themenspezifisches Interesse und Einschätzung des persönlichen Nutzens. Die übrigen Bereiche des Fragebogens dienten zur Erhebung ausgewählter Einflussgrößen bzw. Einstellungen der Lernenden, um deren Antworten leichter interpretieren zu können.

Die ausgefüllten Fragebögen wurden von den Lernenden mittels des gleichen Verfahrens anonymisiert, wie die Arbeitsblätter, um eine Zuordnung zwischen Befragungsergebnissen und Schülerlösungen zu ermöglichen.

3.3 Auswertung der Beobachtungsstunden und Befragungsergebnisse

Nachfolgend werden wesentliche Ergebnisse der Beobachtung sowie der Auswertung der Schülerlösungen insbesondere unter den Gesichtspunkten Bearbeitungsstrategien und typische Fehler in bezug auf Aufgabenklassen präsentiert.

Bei den *Wissensfragen* (Kurs A-11) zu „Objekt“, „Klasse“, „Methode“ und „Attribut“ zeigte sich, dass die Lernenden mit den Begriffen „Attribut“ und „Methode“ kaum Schwierigkeiten hatten. 12 von 13 anwesenden Lernenden konnten „Methode“ definieren, ebenso wusste der überwiegende Anteil, dass Attribute „Eigenschaften von Objekten“ sind und illustrierten dies mit Beispielen (Koordinaten, Länge, Größe). Bei der Abgrenzung von „Objekt“ und „Klasse“ waren sechs Lernende der Auffassung, dass eine „Klasse ein Objekt“ sei (Klasse und Objekt als Synonyme). Drei Lernende erklärten, dass eine „Klasse ein Oberbegriff für mehrere Objekte“ sei. Lediglich zwei Lernende gaben die (aus dem Unterricht bekannten) Bilder „Klasse ist Bauplan / Stempel für Objekte“ an. Arbeitsblätter und Nachbesprechung der Aufgaben zeigten deutlich die Schwierigkeiten mit diesem Begriffspaar.

Mit der *Identifikation von Klassen, Methoden und Attributen* hatten die Lernenden (A-11) keine Probleme und konnten die in einer Liste vorgegebenen Begriffe korrekt, und schneller als erwartet (10 statt 20 Minuten), den Kategorien zuordnen, obwohl die Begriffe von den im Unterricht bislang verwendeten Notationen (führendes „z“ zur Kennzeichnung von Attributen, kleingeschriebene Methodennamen) abwichen. Bei der Bearbeitung dieser Aufgabe fielen bestimmte Vorgehensweisen besonders auf. Ein Lernender sah sich die Begriffsliste an, suchte zuerst die Klassennamen heraus und schrieb diese auf, im Anschluss daran die Methoden und zuletzt die Attribute (entsprechend der Reihenfolge in der auf den Arbeitsblättern vorbereiteten Tabelle). Nach erfolgter Zuordnung wurde der Begriff durchgestrichen. Ein anderer Lernender überlegte sich beim Durchlesen der Begriffsliste direkt die Zuordnung, kennzeichnete die Begriffe durch unterschiedliche Markierungen (unterstreichen, durchstreichen, Kreis) und übertrug sie an-

schließend in die Tabelle. Bei der Zuordnung wichen die meisten Lernenden nicht von der durch die Begriffsliste vorgegebenen Reihenfolge ab.

Bei der Zuordnung von Merkmalen (Methoden, Attribute) zu Klassen begannen die Lernenden im Kurs A-11 (Vererbung neu) mit den Zuordnungen, die ihnen aus vorherigen Unterrichtsstunden bekannt waren oder ähnlich erschienen. Bei denjenigen, die eine Beschreibung der Funktionalität der Methoden anfertigten (drei Lernende), gelang die Zuordnung meistens. Es zeigten sich aber große Schwierigkeiten bei der Zuordnungentscheidung von Merkmalen zu Ober- oder Unterklasse. Vielfach wurden Merkmale sowohl der Ober- als auch der Unterklasse zugeordnet (11 von 13 Lernenden ordneten X- und YPosition allen Klassen zu). Ferner hatten sie Probleme mit der Aufteilung von Funktionalität zwischen „Traktor“ und „Anhängen“, was sich z.B. darin zeigte, dass nur vier Lernende der Ansicht waren, dass der Anhänger die Methoden „fahreVorwaerts“ und „fahreRueckwaerts“ benötigt (11 Lernende bei „Traktor“). Im Kurs B-11 (Vererbung schon länger bekannt) konnten die Lernenden die Methoden sicherer zuordnen, auch die Unterscheidung zwischen abstrakten und nicht abstrakten Methoden bereitete keine Schwierigkeiten, wohl aber die präzise Beschreibung der Funktionalität der Methoden. So schrieben einige Lernende bei der Methode „fahreVorwaerts“ der abstrakten Klasse „Waggon“: „Bewegt den Zug zum linken Bildschirmrand.“, obwohl diese Methode nur bewirkt, dass sich ein Wagen des Zuges bewegt und dem Nachfolger die Nachricht zur Bewegung weitergeleitet wird.

Auch bei der Bestimmung und Benennung der Relationen zwischen den Klassen zeigten

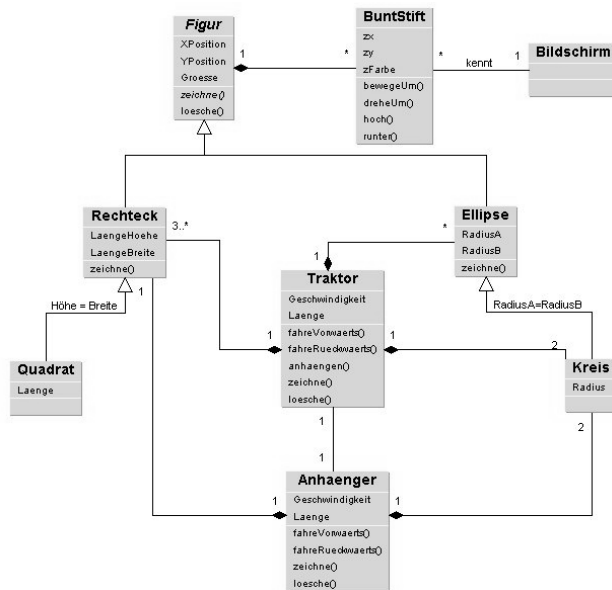


Abbildung 1: Musterlösung für Klassendiagramm zum „Traktor“ (vgl. [Or02, S.107])

sich Schwierigkeiten (Kurs A-11) mit dem Vererbungsprinzip darin, dass ein „BuntStift“ allen Unterklassen statt der Oberklasse zugeordnet wurde. Bei den Beziehungen der Klassen „Traktor“ und „Anhängen“ waren sechs Lernende der Auffassung, dass dies „Figuren“ seien (Vererbung), zwölf Lernende sahen

Kompositionsbeziehungen zwischen „Traktor“ und verschiedenen Figuren, acht Lernende erkannten dies bei der Klasse „Anhängen“. Bei den Beziehungen zwischen „Traktor“ und „Anhängen“ erkannten sechs von 15 anwesenden Lernenden keine Relation, die übrigen entschieden sich für eine der drei Varianten „Anhän-

ger kennt Traktor“ (Assoziation), „Traktor kennt Anhänger“ (Assoziation) und „Traktor hat Anhänger“ (Komposition). Abb. 1 zeigt die den Lernenden ausgehändigte Musterlösung.

Bei der *Spezifikation der Relationsarten* (Kurs B-11) im vorgegebenen, unvollständigen Klassendiagramm zum „Zug“ zeichneten zwei Schülerteams die fehlenden Symbole korrekt ein. Bei den anderen fünf Teams traten unterschiedliche Fehler auf: drei Teams hatten Probleme mit der Beziehung der Klassen „ZugAnwendung“ und „EreignisAnwendung“. Korrekt wäre eine „ist“-Beziehung (Vererbung). Fehlerhafte Lösungen waren eine Komposition (zwei Teams) und eine falsch gerichtete Vererbung. Probleme mit der Semantik (Richtung) der Relationssymbole zeigten sich auch bei den anderen Teams. Bei der Beobachtung der Arbeitsweise der Lernenden fiel in beiden Kursen (A-11 bei der Konstruktion des Klassendiagramms) auf, dass von ihnen zuerst die bekannten Beziehungen ausgewählt wurden, bevor sie neue Beziehungen einordneten. Probleme entstanden auch teilweise bei der Unterscheidung zwischen Assoziation und Komposition.

Die *Identifikation fehlender Klassen und Relationen* im vorgegebenen, unvollständigen Klassendiagramm wurde nur von zwei Schülerteams (B-11) bearbeitet. Das erste Team erkannte das Fehlen der Klasse „Stift“ oder „Buntstift“ zum Zeichnen der Wagen. Das zweite Team argumentierte, es fehle keine Klasse, da die „EreignisAnwendung“ einen „Stift“ besitze. Fehlende Relationen wurden von den Teams nicht spezifiziert.

Die *Konstruktion des Klassendiagramms* war im Kurs A-11 durch die vorangegangenen Aufgaben gut vorbereitet und bereitete den Lernenden, obwohl der Umgang mit der Notation der Unified Modeling Language (UML) noch nicht geübt wurde, keine Probleme. Die Erkenntnisse der Nachbesprechung zur vorangegangenen Aufgabe wurden direkt in das Klassendiagramm übernommen. Da dort nicht auf die Beziehung der Klassen „Traktor“ und „Anhänger“ zu den Figurenklassen eingegangen wurde, zeichneten die Lernenden, die sich im Rahmen der vorangegangenen Aufgabe für die Vererbungsbeziehung entschieden hatten, diese nun auch ein. Drei Lernende entschieden sich für eine ausschließliche Vererbungsbeziehung, drei weitere Lernende zeichneten neben der Vererbung auch die Komposition mit den einzelnen Figurklassen ein.

Der Kurs B-12 sollte selbstständig das Spiel „Schnick-Schnack-Schnuck“ analysieren und ein *statisches Systemmodell konstruieren*. Einige Teilschritte waren vorgegeben, allerdings keine Teillösungen, wie bei den beiden anderen Kursen. Zur Analyse wurde das Spiel mit verteilten Rollen gespielt, um Klassen und deren Aufgaben zu identifizieren. Die meisten der sechs Schülerteams versuchten jede Klasse erst komplett zu beschreiben, bevor sie mit der nächsten Klasse fortsetzten. Nur wenige Teams bestimmten erst die benötigten Klassen, um diese im Anschluss genauer zu spezifizieren. Das Auffinden und Beschreiben der Klassen bereitete den Teams Probleme: zwei Teams fanden nur eine Klasse, beschrieben diese allerdings gut, ein Team ermittelte zwei Klassen und dokumentierte eine von beiden ausführlich, die anderen drei Teams beschrieben jeweils zwei von drei gefundenen Klassen ausführlicher. Deutliche Unterschiede gab es bei der Qualität der Dokumentation: einfache Klassen (z.B. Spielgegenstände „Stein“, „Papier“, „Schere“) wurden ausführlich dokumentiert, komplexe Klassen (z.B. „Spielleiter“) dagegen nur rudimentär. Bei der Beobachtung wurde deutlich, dass bei einigen Lernenden der Unterschied zwischen Analyse und Programmierung noch nicht ganz klar war. Mehrere Teams versuchten, eine pseudocode-ähnliche Beschreibung für die Auswertung einer Spielrunde zu finden, wo die Beschreibung gemäß Klassenprotokoll gefordert war.

Da sie an dieser Stelle nicht umgehend eine befriedigende Lösung fanden, beschäftigten sie sich sehr lange mit dieser unnötigen Aufgabe und vergaßen dabei, die anderen Beschreibungen durchzuführen. Obwohl zunächst nur Klassen mit Methoden und Attributen bestimmt werden sollten, identifizierten die Lernenden auch Bezugsklassen. Allerdings hatte dies keine erkennbaren Auswirkungen hinsichtlich der Methodenzuordnung in bezug auf einen späteren Nachrichtenaustausch. Nachdem die Klassen im Rahmen der Besprechung der Aufgabe festgelegt wurden, gelang es den Lernenden ohne große Schwierigkeiten, die Beziehungen zwischen den einzelnen Klassen festzulegen und das zugehörige Klassendiagramm zu erstellen (fünf von sieben Teams fehlerfrei).

Bei der *Befragung* der Lernenden stellte sich heraus, dass sie die Aufgaben vom Schwierigkeitsgrad für angemessen hielten. Die erstmalige Erstellung eines Klassendiagramms fanden 88% der Lernenden (A-11) einfach. Das Zuordnen von Merkmalen bereitete in den Kursen A-11 73% und B-11 75% der Lernenden keine Probleme. Das Auffinden und die Spezifikation der Relationsarten fiel in den Kursen A-11 80% und B-11 75% der Lernenden leicht. Als leicht empfundene Aufgaben (insb. Kurs A-11, Wissensfragen) führten allerdings nicht zwangsläufig zu korrekten Lösungen. Die Lernenden empfanden den Unterricht als abwechslungsreich und die Konzentration auf die Aufgaben fiel leicht. Es wurde erkannt, dass neue Inhalte im Unterricht vorkamen, allerdings konnten sich die Lernenden nicht vorstellen, dass sie die erlernten Techniken in der Zukunft benötigen würden. Die meisten Lernenden hielten es für sinnvoll, dass Problemstellungen in der Analysephase zerlegt werden. Bei der Frage, ob sie selber bei einer neuen Aufgabe eine Analyse durchführen würden, hielten sie diese nicht mehr für erforderlich. Die Lernenden gaben an, dass sie lieber programmieren, statt zu modellieren, und meinten, dass sie die Fähigkeit, zu programmieren in Zukunft eher gebrauchen könnten, als zu modellieren. Eine ausführliche Beschreibung und Darstellung der Ergebnisse findet sich bei Ortman [Or02, S.62ff].

4 Weiterentwicklung der Aufgabenklassen

Bei den in Kapitel 3 beschriebenen, empirischen Untersuchungen handelt es sich um eine kleine, keinesfalls repräsentative Studie, deren Ergebnisse nicht den Anspruch allgemeiner Gültigkeit erheben. Dennoch konnten durch sie über die Erkundung typischer Bearbeitungsstrategien und Fehler Weiterentwicklungspotentiale für die Komponente „Aufgabenklassen“ des Didaktischen Systems für OOM identifiziert werden. Unterschiede lassen sich hierbei Entwicklungspotentiale aus Sicht der Lernenden und aus Sicht der Lehrenden.

Im Kurs A-11 zeigten sich *Schwierigkeiten mit dem Begriffspaar Objekt-Klasse*, die auch aus der Literatur bekannt sind. Hier sind Aufgabenklassen zu entwerfen, mit denen sich die Unterscheidung dieser Begriffe üben lässt, bspw. durch die Zuordnung gegebener Aussagen zu einem der beiden Begriffe.

Ähnliches gilt für die Schwierigkeiten, die im Zusammenhang mit der Einführung der *Vererbung* auftraten: auch hier sind eigene Aufgabenklassen zu entwickeln, bspw. Lösungsvarianten zu einem Modellierungsproblem zu diskutieren, bei denen ein Merkmal einmal der Oberklasse und einmal allen Unterklassen zugeordnet wurde.

Probleme zeigten sich bei allen Kursen bei der *Zuordnung von Methoden zu Klassen* im Hinblick auf die Modelldynamik und den späteren Nachrichtenaustausch zwischen Objekten. In besonderer Weise galt dies für die Verkettung von Klassen beim „Traktor“

jekten. In besonderer Weise galt dies für die Verkettung von Klassen beim „Traktor“ und „Zug“. Lernende mit wenig Erfahrung im Bereich der Modellierung von Objektkommunikation können eine solche Zuordnung zwar oft in großen Teilen korrekt vornehmen, Schwierigkeit bereiten aber Methoden, die ihrerseits Objektkommunikation auslösen. Für das Üben der Verantwortlichkeiten von Objekten wurden in der Literatur bereits „Objektspiele“ beschrieben, auf die auch Schulte zurückgreift [SN02]. Aufgabenklassen zur dynamischen Modellierung (z.B. Szenarien aus textuell beschriebenen Ereignisketten aufstellen) sollten an dieser Stelle stärker mit denen zur statischen Modellierung verknüpft werden, um für die Lernenden die nicht offensichtlich komplexe und nur scheinbar einfache Aufgabe der Methodenzuordnung in Teilaufgaben zu zerlegen (vgl. Ausführungen zur Konstruktion eines statischen Systemmodells).

Im Kurs B-12 zeigte sich eine teilweise Überforderung der Lernenden bei der selbstständigen *Konstruktion eines statischen Systemmodells*. Angebracht gewesen wäre hier angesichts des Leistungsstands eine Aufteilung in kleinere, präzise formulierte und konkrete Teilaufgaben. Die Aufgabenklassen sollten daher so strukturiert werden, dass ersichtlich wird, welche Aufgabenklassen sich aus welchen Teilen (anderen Aufgabenklassen) zusammen setzen (hier bspw. „Identifikation von Klassen, Attributen, Methoden und Relationen“, deren Charakterisierung und Strukturierung als Teilaufgaben bei der Konstruktion eines statischen Systemmodells), damit die Lehrperson die Aufgabe im Bedarfsfall einfacher „zerkleinern“ kann. Solche Zerlegungen in Teilaufgaben sollten den Lernenden im Zusammenhang mit einer Aufgabenklasse bewusst gemacht werden, damit sie diese bei ähnlichen Problemstellungen selbstständig vornehmen können.

Aus Sicht der Lehrenden und gerade im Hinblick auf mit OOM weniger erfahrene Lehrende wäre es wünschenswert, *Aufgabenklassen mit schultypischen Musteraufgaben und -lösungen zu verknüpfen*, um die Entwicklung von Übungsaufgaben zu bestimmten Inhalten für den eigenen Kurs weiter zu vereinfachen.

5 Fazit und Ausblick

Mit den durchgeführten Fallstudien konnte exemplarisch gezeigt werden, dass die Einbettung der Komponente „Aufgabenklassen“ in den Informatikunterricht der Sekundarstufe II gelingt. Untersucht wurde dies für einige wenige Aufgabenklassen aus dem Bereich der statischen Systemmodellierung. Aufgrund des begrenzten Beobachtungszeitraums konnten nur Bearbeitungsstrategien und typische Fehler bei der einmaligen Beobachtung erhoben werden, die Explizierung und Reflexion der jeweiligen Schüler-Vorgehensweisen (vgl. Kap. 2) in der Lerngruppe konnte aus Zeitgründen nicht stattfinden. Dies und die Untersuchung der Einbettung weiterer Aufgabenklassen sind offene Forschungsaufgaben.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse (Kap. 3) konnten Entwicklungsrichtungen für die „Aufgabenklassen“ (Kap. 4) gezeigt werden. Einerseits bestehen diese in der Entwicklung und empirischen Untersuchung weiterer, andererseits in der Verfeinerung und Verbesserung der Strukturierung bestehender Aufgabenklassen, z.B. im Bereich des Begriffspaares Objekt-Klasse und dem Vererbungskonzept. Alle Kurse sahen wenig Lebensweltbezug ihrer jeweiligen Aufgaben und Beispielkontexte („Traktor“, „Zug“, „Schnick-Schnack-Schnuck“), so dass auch in diesem Bereich weiterer Forschungsbedarf besteht.

Eine Möglichkeit zur besseren Anpassung von Aufgaben an die Lerngruppe mit zusätzlichem Potential für Binnendifferenzierung ergibt sich aus der in großen Teilen bereits erfolgten Strukturanalyse der identifizierten 130 Aufgabenklassen. Durch Variation verschiedener Aufgabenmerkmale, wie z.B. Form, Komplexität und Vollständigkeit der Problembeschreibung (vgl. Kap. 2), lässt sich die Schwierigkeit von Aufgaben variieren. Hier sind konkrete Empfehlungen zu formulieren, wie eine sinnvolle Anpassung erfolgen kann.

Literaturverzeichnis

- [Br00] Brinda, T.: Objektorientiertes Modellieren – Sammlung und Strukturierung von Übungsaufgaben im Informatikunterricht. In LOG IN 20 (2000) 5; S. 39-49.
- [Br01] Brinda, T.: Einfluss fachwissenschaftlicher Erkenntnisse zum objektorientierten Modellieren auf die Gestaltung von Konzepten in der Didaktik der Informatik. In (Keil-Slawik, R.; Magenheim, J. Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung. Köllen, Bonn, 2001; S. 75-86.
- [BS02a] Brinda, T.; Schubert, S. E.: Didactic System for Object-oriented Modelling. In (Watson, D.; Andersen, J. Hrsg.): Networking the Learner. Computers in Education. Kluwer Academic Publisher, Boston, 2002; S. 473-482.
- [BS02b] Brinda, T.; Schubert, S. E.: Learning aids and learners' activities in the field of object-oriented modelling. In (Passey, D.; Kendall, M. Hrsg.): TelE-Learning. The Challenge for the Third Millennium. Kluwer Academic Publisher, Boston, 2002; S. 37-44.
- [Cz98] Czischke, J.: Verkettete Objekte. In: Informatik betrifft uns (1998) 1, S. 21ff.
- [Hä98] Häußler, P.; Bündler, W.; Duit, R.; Gräber, W.; Mayer, J.: Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Gehl, Kiel, 1998.
- [GI00] Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.): Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen. Beilage zu LOG IN 20 (2000) 2, S. I-VII.
- [Hu00] Hubwieser, P.: Didaktik der Informatik. Springer, Berlin, 2000.
- [La99] Landesinstitut für Schule und Weiterbildung: Von Stiften und Mäusen. Verlag für Schule und Weiterbildung, Bönen 1999.
- [Ma01] Magenheim, J.: Deconstruction of Socio-technical Information Systems with Virtual Exploration Environments as a Method of Teaching Informatics. Proceedings of ED-MEDIA 2001, World conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Tampere, Finland 25-30.06.2001.
URL: <http://ddi.uni-paderborn.de/didaktik/Veroeffentlichungen/edmedia2001.pdf>
- [Or02] Ortman, T.: Unterrichtliche Einbettung des Konzeptes „Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren“ mit dem Schwerpunkt auf der Komponente „Aufgabenklassen“. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für Sekundarstufe II, Universität Dortmund, 2002.
- [SN02] Schulte, C.; Niere J.: Thinking in Object Structures: Teaching Modelling in Secondary Schools. Sixth Workshop on Pedagogies and Tools for Learning Object Oriented Concepts – ECOOP2002, June 11th 2002, Malaga, Spain.
URL: http://prog.vub.ac.be/ecoop2002/ws03/acc_papers/Joerg_Niere.pdf