

Studienseminar für Lehrämter an Schulen
Arnsberg

Objektorientierte Modellierung und ihre Umsetzung inklusive Prüfung der erreichten Kompetenzen

Schriftliche Hausarbeit
im Rahmen der Zweiten Staatsprüfung
für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen
im Fach Informatik

vorgelegt von:
Thomas Arbeiter

Erstgutachter: Dr. Ludger Humbert

24. Mai 2008

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	1
0.1	Ziel der Hausarbeit	1
0.2	Aufbau der Hausarbeit	1
1	Warum ein neues Konzept?	2
2	Vorstellung des Konzeptes	4
2.1	Analyse von Situationen und Anfertigen von Objektdiagrammen .	4
2.2	Analyse von Abläufen und Anfertigen von Sequenzdiagrammen . .	11
2.3	Anfertigen von Klassendiagrammen	15
3	Praktische Durchführung	18
3.1	Vorbemerkungen	18
3.2	Erfahrungen bei der Durchführung	18
4	Prüfung der erreichten Kompetenzen	21
4.1	Zu erreichende Kompetenzen	21
4.2	Aufbau des Tests	22
4.2.1	Analyse von Situationsbeschreibungen	22
4.2.2	Analyse von Ablaufbeschreibungen	24
4.2.3	Allgemeine Modellierungsaufgabe	26
4.2.4	Unterschied »Objekt« ↔ »Klasse«	27
4.2.5	Fragebogen	28
5	Abschlussbetrachtung	30
	Abbildungsverzeichnis	32
	Literaturverzeichnis	33
	Anhang	34

0 Einleitung

0.1 Ziel der Hausarbeit

Im Fach Informatik sollen Schülerinnen und Schüler spätestens in der Oberstufe das Programmieren erlernen. Neben der Entwicklung und Implementierung bestimmter Algorithmen spielt vor allem die Modellierung eine wesentliche Rolle. Dabei ist unter der (*objektorientierten*) *Modellierung* die Übertragung von Problemstellungen in die objektorientierte Welt inklusive der darauf folgenden Implementierung zu verstehen.

Gerade dieser Aspekt rückt im Informatikunterricht häufig in den Hintergrund und wird - insbesondere in der Anfangsphase - stark vernachlässigt. Mit der vorliegenden Arbeit wird daher ein Konzept vorgestellt, welches eine mögliche Einführung in die objektorientierte Programmierung beschreibt, in der von Anfang an die Modellierung im Mittelpunkt steht.

0.2 Aufbau der Hausarbeit

Im ersten Kapitel dieser Arbeit wird beschrieben, worin die Nachteile der »klassischen«¹ Einführung in die objektorientierte Programmierung bestehen und welche Ziele mit der Ausarbeitung eines neuen Konzeptes verfolgt werden sollen.

Daraufhin wird im zweiten Kapitel das Konzept selbst vorgestellt und eine mögliche Unterrichtsreihe skizziert.

Die hier beschriebene Einführung in die objektorientierte Programmierung wurde im Rahmen des bedarfsdeckenden Unterrichts in einer 11. Klasse verwirklicht. Im dritten Kapitel sollen die dabei gesammelten Erfahrungen und aufgetretenen Probleme geschildert werden.

Um den Erfolg des Konzeptes zu überprüfen, werden im vierten Kapitel zunächst Kompetenzen genannt, die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Unterrichtsreihe besitzen sollten. Anschließend wird ein Test vorgestellt, mit dem diese Fähigkeiten überprüft werden. Ferner erfolgt eine detaillierte Auseinandersetzung mit den erzielten Ergebnissen der praktischen Durchführung.

Im abschließenden fünften Kapitel wird ein Resümee gezogen und unter anderem Möglichkeiten der Weiterentwicklung des Konzeptes angesprochen.

¹Unter »klassisch« ist die häufig anzutreffende Vorgehensweise zu verstehen, bei der zunächst die Begriffe »Objekt« und »Klasse« definiert werden, um sich anschließend der Umsetzung von Algorithmen zu widmen.

1 Warum ein neues Konzept?

Das Erlernen einer Programmiersprache ist seit jeher ein wesentlicher Bestandteil des Informatikunterrichtes, insbesondere in der Sekundarstufe II. Seit der Einführung dieses Unterrichtsfaches in den 70er Jahren gab es zahlreiche Diskussionen über geeignete Möglichkeiten, Schülerinnen und Schülern das Programmieren beizubringen. Während in der Anfangszeit besonders über die Wahl der »geeignetsten« Programmiersprache gestritten wurde, ging es später vor allem um das der Programmiersprache zugrunde liegende Prinzip, also das verwendete Programmierparadigma. Seit den 90er Jahren wurde in den Schulen die imperative Programmierung langsam von der objektorientierten Programmierung abgelöst. Verantwortlich für diesen Wandel ist zum Einen die Tatsache, dass sich die objektorientierte Programmierung in der beruflichen Praxis immer weiter durchsetzte und heute im Prinzip Standard ist, und zum Anderen deren Eigenschaft, für Schülerinnen und Schüler ein gewohnteres Kommunikationsmodell darzustellen. Die Überführung eines gegebenen Problems in ein fertiges Programm ist für Schülerinnen und Schüler leichter zu bewältigen, wenn ein objektorientierter Ansatz gewählt wurde.

Leider ist die Entwicklung vom imperativen zum objektorientierten Programmierparadigma im heutigen Informatikunterricht kaum zu bemerken: Häufig werden zu Beginn des Unterrichts einige sprachenspezifische Rahmenbedingungen erklärt, Objekte sowie Klassen definiert und im Folgenden die Erstellung bestimmter Algorithmen und deren Implementierung in den Vordergrund gestellt. In dieser Hinsicht hat sich der Unterricht in den letzten Jahr(zehnt)en kaum verändert. Im Grunde wird an Schulen weiterhin imperativ programmiert; nur dass man dafür nun eine objektorientierte Programmiersprache verwendet. Die Vorteile der Objektorientierung werden kaum genutzt.

Besonders deutlich wird dies, wenn Schülerinnen und Schüler die Aufgabe erhalten, eine gegebene Problemstellung von Grund auf mit einem Informatiksystem zu lösen. Diese Aufgabe ist für Schülerinnen und Schüler - auch bei einfachen Problemen - häufig unüberwindbar, da sie nicht wissen, wie anzufangen, das heißt, wie das geschilderte Problem aufzubereiten ist, so dass es in einen geeigneten Programmcode überführt werden kann. Das Modellieren bereitet hier große Schwierigkeiten. Weniger Mühe haben Schülerinnen und Schüler dagegen, wenn sie bestehende Programme erweitern oder anpassen sollen, da hier das Problem bereits in die Welt der Informatik übersetzt wurde und es nur noch um die Entwicklung bzw. Manipulation von Algorithmen - sprich: das Schreiben von Methoden geht.

Gerade in Büchern, die sich mit der Einführung in eine Programmiersprache beschäftigen, ist dieses Vorgehen sehr weit verbreitet. Dort wird man Kapitel zu Modellierungsfragen meist gänzlich vermissen oder erst darauf stoßen, wenn der

Leser bereits grundlegende Programmierkenntnisse erworben hat. So wird zum Beispiel in [Barnes u. Kölling 2006] die Modellierung erst in Kapitel 13 (von 14) und in [Schriek 2005] - immerhin für den Einsatz im Informatikunterricht geschrieben - ab Kapitel 8 (von 13) behandelt. Während diese Vorgehensweise bei Büchern durchaus nachvollziehbar ist - der Leser des Buches erwartet schnelle Erfolgserlebnisse und möchte sein erstes Werk zügig in der jeweiligen Programmiersprache präsentieren können -, gibt es für den Informatikunterricht andere Prioritäten: Grundlegende Prinzipien der Programmierung sollen unterrichtet werden. Die eingesetzte Programmiersprache stellt dabei nur ein Mittel dar, um die vollzogenen Überlegungen auch praktisch durchführen zu können. Die verwendete Programmiersprache ist daher nahezu bedeutungslos.

Auch ein Blick in die Richtlinien und Lehrpläne der Sekundarstufe II [Richtlinien 1999] zeigt, dass die Modellierung zu den Hauptaufgaben des Informatikunterrichtes in der Oberstufe gehört. Dort wird im Kapitel 2 »Bereiche, Themen, Gegenstände« die Modellierung gleich als erstes Thema bei den Fachinhalten aufgeführt (vgl. [Richtlinien 1999, S. 10ff]).

Mit dieser Arbeit wird nun ein Konzept vorgestellt, welches die Möglichkeiten der objektorientierten Denkweise ausnutzt und die Modellierung von gegebenen Problemen in den Vordergrund stellt. Von der ersten Stunde an sollen sich Schülerinnen und Schüler mit der Analyse von Situationen und Abläufen beschäftigen und lernen, diese in vorgegebene Strukturen zu überführen. Das selbstständige Anfertigen von Objekt-, Klassen- und Sequenzdiagrammen dominiert die ersten Unterrichtsstunden. Erst im Anschluss daran lernen die Schülerinnen und Schüler, wie sie die Ergebnisse ihre Modellierungen in einer konkreten Programmiersprache umsetzen können.

Zur Implementierung werden in dieser Arbeit nur allgemeine Informationen und Hinweise gegeben, ohne auf konkrete Programmiersprachen einzugehen. Für die Anwendung des Konzeptes ist die an der jeweiligen Schule verwendete Sprache daher bedeutungslos. Wie bereits beschrieben wird jedoch reger Gebrauch von der objektorientierten Denkweise gemacht, so dass der Einsatz imperativer Programmiersprachen eher ungeeignet ist.²

²Dies soll keinesfalls bedeuten, dass dieses Konzept für den Einsatz von imperativen Sprachen vollkommen ungeeignet wäre. Auch dort kann - und sollte - die Modellierung von Anfang an im Vordergrund stehen. Der Grundgedanke der hier beschriebenen Vorgehensweise ist auch dort umsetzbar; Details - insbesondere, wenn es an die Implementierung geht - müssen jedoch angepasst werden.

2 Vorstellung des Konzeptes

Die Programmierung von Software erfordert vor der Implementierung stets eine genaue Analyse des Problems. Man muss sich im Klaren sein, welche Situationen und Abläufe mit Hilfe eines Informatiksystems dargestellt und umgesetzt werden sollen und wie diese in die »Informatikwelt« übertragen werden können. Der inzwischen an den meisten Schulen vollzogene Wechsel vom prozeduralem zum objektorientiertem Programmierparadigma ist dabei von großem Vorteil, da es ein eher gewohntes und - in gewisser Weise - vertrautes Kommunikationsmodell darstellt. Dies erlaubt die Anwendung leicht verständlicher Analysemöglichkeiten von geschilderten Situationen und Abläufen, die später direkt in eine beliebige objektorientierte Programmiersprache implementiert werden können.

Bevor Schülerinnen und Schüler erste Erfahrungen mit der Implementierung von Algorithmen am Computer machen, sollen sie daher lernen, Beschreibungen von Situationen und Abläufen zu analysieren und mit Hilfe von Objekt-, Klassen- und Sequenzdiagrammen darzustellen.

2.1 Analyse von Situationen und Anfertigen von Objektdiagrammen

In den ersten Unterrichtsstunden sollen die Schülerinnen und Schüler sich mit der Analyse von konkreten Situationen beschäftigen, die von der Lehrperson vorgegeben werden. Unter einer Situationsbeschreibung ist dabei folgendes zu verstehen:

Definition 2.1

Eine **Situationsbeschreibung** ist die Beschreibung des Zustandes eines Ausschnitts der Realität zu einem konkreten Zeitpunkt. Dabei wird insbesondere auf zu diesem Zeitpunkt aktuelle Eigenschaften von erwähnten Objekten eingegangen. In einer Situationsbeschreibung dürfen *keinesfalls* Abläufe³ beschrieben werden.

Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht nun darin, in der Beschreibung vorkommende Objekte zu lokalisieren und deren Attribute und Attributwerte zu bestimmen. Damit wird ein erster Schritt des Modellierungsprozesses ausgeführt, durch den das beschriebene Problem später in die Welt der objektorientierten Programmierung übertragen werden kann. Die Schülerinnen und Schüler sollten dabei von Beginn an dazu angehalten werden, ihre Ergebnisse übersichtlich strukturiert darzustellen. Dazu gehört zunächst das Anfertigen von

³Zum Beispiel: »Hans gibt Peter eine Tafel Schokolade.«

Objektkarten, in welchen Attribute und Attributwerte eines konkreten Objektes dargestellt sind und schließlich Objektdiagramme, die Beziehungen zwischen Objekten veranschaulichen.

An folgendem Beispiel sollen mögliche Hilfestellungen für Schülerinnen und Schüler bei der Analyse von Situationsbeschreibungen gegeben werden.

Beispiel 2.2 (Der Online-Buchversand »Bücherwurm«)

»Bücherwurm« bietet drei Bücher besonders günstig an. Das sind die Bücher

- »Herr der Ringe« vom Autor John Ronald Reuel Tolkien, ISBN-Nummer 978-3608952117, Preis: 32,50 Euro
- »Illuminati« vom Autor Dan Brown, ISBN-Nummer 978-3404770007, Preis: 6,45 Euro
- »Java lernen mit BlueJ« vom Autor David Barnes, ISBN-Nummer 978-3827371522, Preis: 35,75 Euro.

Von »Herr der Ringe« gibt es noch 10 Exemplare; von »Illuminati« noch 4 und von »Java lernen mit BlueJ« noch 7.

Martin und Steffi haben ein Kundenkonto bei »Bücherwurm«. Martin hat die Kundennummer 123-45A-X23 und auf seinem Kundenkonto noch ein Guthaben von 300 Euro. Steffi mit der Kundennummer 123-45A-X25 hat auf Ihrem Kundenkonto noch 125 Euro.

Vor der Analyse obiger Situation ist es erforderlich, dass die Schülerinnen und Schüler eine grundlegende Idee vom Begriff »Objekt« besitzen. Im Unterrichtsgespräch kann dieser kurz - am besten unter Zuhilfenahme des Beispiels - diskutiert werden, wobei dabei auszugehen ist, dass Schülerinnen und Schüler bereits intuitiv über eine brauchbare Vorstellung von einem Objekt verfügen. Erwähnt werden sollte auf jeden Fall, dass Objekte bestimmte Eigenschaften besitzen können, wobei eine Eigenschaft als »Attribut« und deren konkrete Belegung als »Attributwert« bezeichnet wird. Da es zunächst ausschließlich um die Analyse von Situationen geht, sollte auf Methoden an dieser Stelle noch nicht eingegangen werden.

Mit diesen Grundkenntnissen und der Aufgabe, den gegebenen Text auf mögliche Objekte und dazugehörige Attribute sowie Attributwerte zu untersuchen, dürften pfiffige Schülerinnen und Schüler zu durchaus brauchbaren Ergebnissen gelangen; zumindest wenn der Text gewisse Anforderungen erfüllt, auf die später noch eingegangen wird.

Zu Beginn ist es jedoch nützlich, den Schülerinnen und Schülern Hilfestellung bei der Analyse von Situationsbeschreibungen zu geben; also ein Verfahren, mit dessen Hilfe sich ein Text im Prinzip »von selbst« analysiert und die gesuchten Objekte mit deren Eigenschaften liefert. Dazu gibt es eine Vorgehensweise, die sich »Verfahren von ABBOTT«⁴ nennt und darauf beruht, dass der Text nach grammatikalischen Gesichtspunkten auseinandergenommen wird. In einem ersten Schritt markieren die Schülerinnen und Schüler dazu Substantive, Verben und Adjektive, sowie Zahlen, Datums- und Uhrzeit-Angaben. Die markierten Wörter sind nun folgendermaßen zu interpretieren:

- Substantive sind Kandidaten für Objekte oder Attribute.
- Adjektive stellen meist Attributwerte dar; ebenso wie Zahlen, Datums- und Uhrzeit-Angaben.
- Verben beschreiben Beziehungen zwischen Objekten.

Damit ist schon einmal ein großer Schritt in Richtung Objektdiagramm geschafft. Nach der Markierung der Wortarten betrachtet man zunächst die Substantive, da diese durchaus verschiedene Bedeutungen haben können: Diejenigen Substantive, bei denen es sich um Gegenstände, Personen oder Eigennamen handelt - im Beispiel 2.2 wären dies unter anderem »Bücherwurm«, »Martin« und »Steffi« - sind im Allgemeinen Objekte. Substantive, die eher als Eigenschaft von Objekten zu interpretieren sind, stellen Attribute dar; im Beispiel 2.2 sind das die Substantive »Autor«, »Preis«, »ISBN-Nummer«, »Kundennummer« und »Guthaben«.

Es wird schnell klar, dass das Verfahren von ABBOTT kein Wundermittel ist und schnell an seine Grenzen stößt. Schon in Beispiel 2.2 ist fraglich, wie mit den Autoren verfahren werden soll. »Dan Brown« müsste als Eigenname streng genommen ein eigenständiges Objekt sein, was prinzipiell auch möglich wäre, wobei »Autor« dann aber eine Beziehung zwischen dem Objekt »Illuminati« und dem Objekt »Dan Brown« darstellen würde. Andererseits scheint »Autor« auch ein Attribut der vorkommenden Bücher zu sein, womit »Dan Brown« zum Attributwert wird.

Das Verfahren von ABBOTT ist eben nur ein *Hilfsmittel*. Die Lehrperson sollte daher in der Anfangsphase darauf achten, dass die Situationsbeschreibungen einigermaßen zu dem Verfahren von ABBOTT »passen«.⁵ Nach einigen Übungen sollten Schülerinnen und Schüler jedoch in der Lage sein, intuitiv Objekte und

⁴Beim Verfahren von ABBOTT geht es darum, ein Ziel durch die grammatikalische Analyse von Texten zu erreichen. Je nach Zielstellung und Art des Textes gibt es verschiedene Varianten des Verfahrens.

⁵Kriterien werden auf Seite 10 genannt.

deren Attribute sowie Attributwerte zu bestimmen. Das Verfahren von ABBOTT kann dann vernachlässigt werden und bei den Situationsbeschreibungen ist weniger Vorsicht geboten.

Das oben geschilderte Problem - »Dan Brown« als Attributwert oder eigenständiges Objekt aufzufassen - zeigt, dass die Analyse von Situationsbeschreibungen oft nicht eindeutig durchführbar ist. Haben Schülerinnen und Schüler bei der Untersuchung des Textes Entscheidungsschwierigkeiten, so sollte die Lehrperson möglichst wenig eingreifen, sondern die Schülerinnen und Schüler ermutigen, sich für eine Variante zu entscheiden und diese »durchzuziehen«. Es gibt nichts Besseres, als wenn bei der Auswertung viele verschiedene Lösungen betrachtet und diskutiert werden können. Meine Erfahrungen zeigen, dass Schülerinnen und Schüler so gut wie nie unbrauchbare Lösungen liefern; sicher: einige mögen kurios oder umständlich erscheinen; prinzipiell machbar sind aber erst einmal fast alle Lösungen.

Die Vielfalt an möglichen Lösungen sollte stets mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert werden. Fragen wie

- Warum hat diese/r Schüler/in diesen Teil anders gelöst? Was könnte er/sie sich dabei gedacht haben?
- In welchen Fällen ist eine Lösung der anderen vorzuziehen?
- Welche Anwendung könnte der Schreiber des Textes im Auge gehabt haben? Welche Lösung würde demzufolge hier am besten passen?
- usw.

sind unbedingt zu besprechen. Schülerinnen und Schüler sollen merken, dass Situationen unterschiedlich modelliert werden können. Je nach Zielsetzung kann eine Modellierung dabei günstiger oder weniger günstig sein.

Wenn Schülerinnen und Schüler erhaltene Situationsbeschreibungen untersuchen und Objekte, Attribute und Attributwerte herausfiltern, so sind diese von Anfang an in einer übersichtlich strukturierten Form aufzuschreiben. Sie sollen daher zu jedem Objekt geeignete Objektkarten anfertigen, in welchen die Attribute und die dazugehörigen -werte notiert werden. Anschließend verbinden die Schülerinnen und Schüler Objektkarten, wenn zwischen den Objekten eine Beziehung festgestellt wurde. So entsteht ein Objektdiagramm. Eine mögliche Lösung für das Beispiel 2.2 ist in Abbildung 2 zu sehen.

herrDerRinge
titel = "Herr der Ringe"
autor="John Ronald Reuel Tolkien"
isbn = "978-3608952117"
preis = 32.50
exemplare = 10

Abbildung 1: Objektkarte

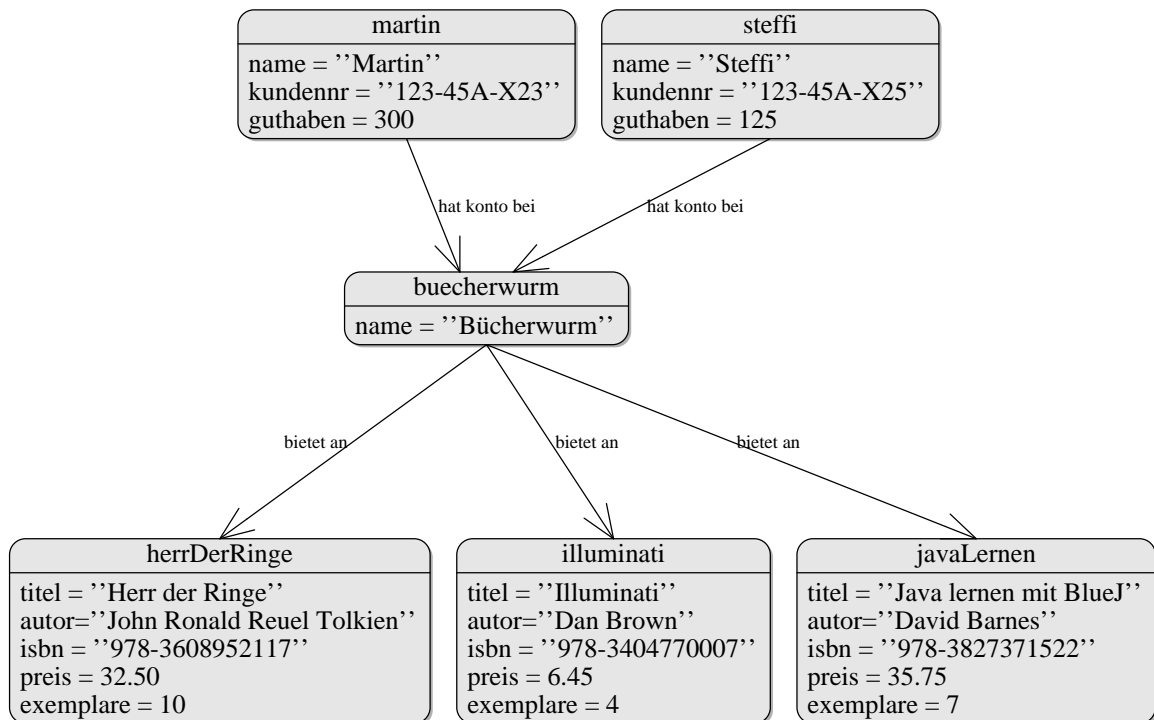


Abbildung 2: Mögliches Objektdiagramm für Beispiel 2.2

Bei der Erstellung von Objektdiagrammen sollten zwei Dinge beachtet werden: Schon zu Beginn können Schülerinnen und Schüler ein wenig für »Datentypen« sensibilisiert werden, indem zum Beispiel Zeichenketten in Anführungszeichen gesetzt werden. Außerdem sollten sich - und dies ist ein Widerspruch zur UML⁶ - Objektdiagramme auf den ersten Blick von Klassendiagrammen unterscheiden, um spätere Verwechslungen zwischen den Begriffen »Objekt« und »Klasse« zu minimieren. Eine Möglichkeit ist in Abbildung 2 dargestellt, in welcher die Objektkarten abgerundete Ecken besitzen. Obwohl Schülerinnen und Schüler auf die Aufforderung »Erläutere den Unterschied zwischen einem Objekt und einer Klasse!« meist zuerst auf die Darstellung der Ecken im entsprechenden Diagramm eingehen, ist ihnen durchaus bewusst, dass ein Unterschied existieren muss.

Weiterhin sollten Schülerinnen und Schüler bei der Schreibweise von Objektbezeichnern und Attributnamen gewisse Regeln einhalten, die folgendermaßen aussehen können:

⁶Unified Modeling Language

Schreibweisen in der objektorientierten Programmierung

- Objektbezeichner werden klein geschrieben. Besteht ein Objektbezeichner aus mehreren Wörtern, so beginnt ab dem zweiten Wort jedes weitere mit einem Großbuchstaben.

Beispiel: meinBuch, herrDerRinge

- Klassenbezeichner beginnen im Gegensatz zu Objektbezeichnern mit einem Großbuchstaben.

Beispiel: Buch, Kunde

- Bezeichner für Methoden beginnen mit einem Kleinbuchstaben. Besteht ein Bezeichner für eine Methode aus mehreren Wörtern, so beginnt ab dem zweiten Wort jedes weitere mit einem Großbuchstaben.

Beispiel: kaufeBuch(), bezahleRechnung()

- Attribute werden klein geschrieben. Besteht ein Attributbezeichner aus mehreren Wörtern, so beginnt ab dem zweiten Wort jedes weitere mit einem Großbuchstaben.

Auf Zusätze, wie zum Beispiel ein vorangestelltes »z«, um Attribute von Parametern (vorangestelltes »p«) und Beziehungsobjekten zu unterscheiden (dies wird in [Schriek 2005] so gehandhabt), sollte zumindest an dieser Stelle verzichtet werden. Der Sinn von solchen Kennzeichnungen ist zu diesem Zeitpunkt nur schwer zu erklären und dürfte Schülerinnen und Schüler eher verwirren.

- Bezeichner für Objekte, Klassen, Methoden und Attribute enthalten keine Leerzeichen und auch auf Sonderzeichen ist zu verzichten.

Im Folgenden soll auf Kriterien bei der Erstellung von Situationsbeschreibungen eingegangen werden. Diese Kriterien beziehen sich allerdings ausschließlich auf Beschreibungen, die die Schülerinnen und Schüler in den ersten Unterrichtsstunden bearbeiten, um die Analyse zu vereinfachen. Mit der Zeit sollten die Situationsbeschreibungen unbedingt komplexer werden und sich weniger an den Kriterien orientieren. Es ist wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler ein Gefühl für die Analyse von solchen Beschreibungen bekommen und am Ende aus *jeder* Situationsbeschreibung ein brauchbares Objektdiagramm entwickeln können. Nach einigen Übungsstunden kann das Schreiben von Texten auch gern den

Schülerinnen und Schülern überlassen werden.

Kriterien für die Erstellung von Situationsbeschreibungen in der Anfangsphase

- Aus Motivationsgründen sollten die Situationen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler stammen. Dies gilt natürlich nicht nur für die ersten Unterrichtsstunden. Uninteressante Texte lassen sich für Schülerinnen und Schüler ungleich schwerer analysieren.
- Bei den Beschreibungen ist auf kurze, einfache Sätze zu achten.
- Keinesfalls dürfen Verben benutzt werden, die Abläufe beschreiben. (siehe Definition 2.1)
- In der Situationsbeschreibung sollten mehrere Objekte gleicher Bauart (also gleicher Klasse) vorhanden sein.

- Damit das Verfahren von ABBOTT anwendbar ist, sollten ...

- ... die Texte keine Oberbegriffe enthalten, welche als Klassen interpretiert werden müssen. Zum Beispiel wäre die Formulierung »Der Online-Buchversand 'Bücherwurm' bietet...« in Beispiel 2.2 ungeeignet, da der Begriff »Online-Buchversand« zunächst nicht in das vorgegebene Schema passt.

Diese Einschränkung ist allerdings nicht immer umzusetzen, wenn der Text noch einigermaßen verständlich sein soll. Gelegentlich kann man sich helfen, indem man vor den zu analysierenden Text einen kurzen Hinweis schreibt, worum es in dem Text geht, wobei der Hinweis selbstverständlich nicht analysiert werden soll. Im Beispiel 2.2 wurde die Überschrift *Der Online-Buchversand »Bücherwurm«* genutzt, um im Text den Ausdruck »Online-Buchversand« zu vermeiden.

Sind Oberbegriffe unvermeidbar (im Beispiel 2.2 beispielsweise der Ausdruck »Martin und Steffi haben *ein Kundenkonto* bei ... «), so sind diese zu diskutieren.

- ... Attribute von Objekten, welche gleichen Klassen angehören, im Text auch bei allen Objekten auftauchen und mit Werten versehen sein. Die spätere Einführung des Klassenbegriffs wird damit erleichtert.

Nach der Analyse von Situationsbeschreibungen und dem Anfertigen von Objektdiagrammen wäre es naheliegend, als nächstes Klassen zu bilden und entsprechende Diagramme anzufertigen. Die Einführung des Klassenbegriffs wäre an dieser Stelle jedoch verfrüht und würde die häufig bei Schülerinnen und Schülern auftretenden Schwierigkeiten, Objekte und Klassen zu unterscheiden, verstärken.

Aus diesem Grund geht es im folgenden Unterrichtsabschnitt zunächst um die Untersuchung von Abläufen.

2.2 Analyse von Abläufen und Anfertigen von Sequenzdiagrammen

Bei der Übersetzung eines Problems in ein Programm ist nicht nur die Untersuchung von Situationen, sondern auch die Modellierung von Abläufen erforderlich. Die Schülerinnen und Schüler sollen daher Ablaufbeschreibungen analysieren und übersichtlich in Sequenzdiagrammen darstellen. Dabei ist unter einer Ablaufbeschreibung Folgendes zu verstehen:

Definition 2.3

Eine **Ablaufbeschreibung** ist eine Beschreibung, in der die genaue Abfolge von Interaktionen zwischen Objekten innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens wiedergegeben wird.

Ein mögliches Beispiel wäre:

Beispiel 2.4

Herr Schmidt geht zum Zahnarzt, um einen Termin für die nächste Zahnuntersuchung zu holen. Er fragt dabei die Zahnarthelferin an der Rezeption nach einem Termin. Diese blättert in ihrem Terminkalender und sieht, dass der nächstmögliche Termin Montag, der 3. Dezember um 15 Uhr ist. Sie fragt Herrn Schmidt, ob ihm dieser Termin passe, worauf Herr Schmidt verneinen muss. Auf die Frage, wann er denn könne, antwortet Herr Schmidt mit Dienstag, dem 4. Dezember. Die Zahnarthelferin schaut daraufhin erneut in ihrem Terminkalender nach und erfährt, dass an diesem Tag um 17 Uhr noch ein freier Termin zur Verfügung steht. Mit diesem Vorschlag ist Herr Schmidt einverstanden. Also schreibt die Zahnarthelferin den entsprechenden Termin in ihren Kalender.

Die erste Aufgabe der Schülerinnen und Schüler würde nun darin bestehen, die in der Beschreibung vorkommenden Objekte zu kennzeichnen und herauszuschreiben. Im Beispiel 2.4 wären Herr Schmidt, die Zahnarzhelferin und der Terminkalender der Zahnarzhelferin die Objekte.

Anschließend werden nacheinander die Verben untersucht. Während Verben in Situationsbeschreibungen Beziehungen zwischen Objekten darstellen, beschreiben sie in Ablaufbeschreibungen Interaktionen zwischen Objekten. Diese Interaktionen können in einem Sequenzdiagramm übersichtlich veranschaulicht werden. Abbildung 3 demonstriert ein mögliches Diagramm für Beispiel 2.4.

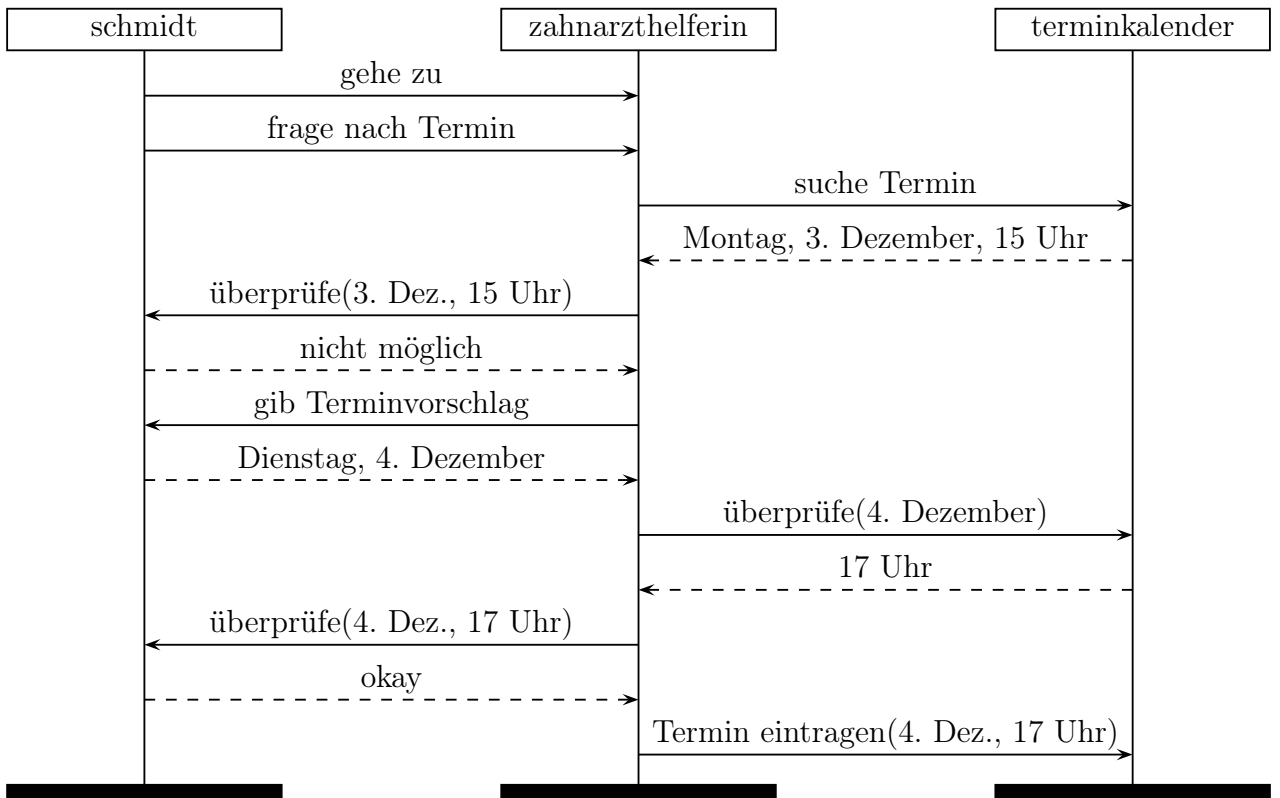


Abbildung 3: Mögliches Sequenzdiagramm für Beispiel 2.4

Interagiert ein Objekt mit einem anderem, so wird eine Verbindung zwischen den Lebenslinien der beiden Objekte gezeichnet, wobei Antworten auf Anfragen gestrichelt dargestellt werden. Es ist darauf zu achten, dass zeitlich später statt-

findende Aktionen im Sequenzdiagramm auch weiter unten zu finden sind. Die Beschriftung der Interaktionen kann zu Beginn durchaus stichpunktartig erfolgen. Das Sequenzdiagramm in Abbildung 3 ist entsprechend beschriftet.

Wenn die Schülerinnen und Schüler etwas geübter bei der Erstellung von Sequenzdiagrammen sind, sollten sie Methoden kennenlernen und die Kommunikation zwischen zwei Objekten als das gegenseitige Aufrufen von Methoden auffassen. Daraufhin kann die Beschriftung der Interaktionen zwischen Objekten von einer stichpunktartigen Form zu geeigneten Methoden-Bezeichnern übergehen. Erfordert eine Kommunikation die Übergabe von Parametern, so sind diese in Klammern hinter dem jeweiligen Methoden-Bezeichner zu vermerken.

Auch bei der Erstellung von Ablaufbeschreibungen sind einige Aspekte zu beachten:

Kriterien für die Erstellung von Ablaufbeschreibungen in der Anfangsphase

- Gerade die ersten Beschreibungen sollten aus kurzen, klaren Sätzen bestehen, aus denen eindeutig hervorgeht, welche Objekte interagieren.
- Es sind Abläufe zu vermeiden, bei denen vorkommende Objekte als Parameter übergeben werden, wie zum Beispiel »Die Zahnarthelferin gibt Herrn Schmidt ihren Terminkalender«, da diese zu Beginn eher Verwirrung stiften.

Selbstverständlich sollen die Schülerinnen und Schüler nach einigen Übungsphasen auch selbstständig Ablaufbeschreibungen erstellen und diese von ihren Mitschülerinnen und -schülern analysieren lassen. Das Erstellenlassen von Ablaufbeschreibungen kann auch als Einstieg benutzt werden. In diesem Fall gibt die Lehrperson eine bestimmte Situation und einige Objekte vor, und im Unterrichtsgespräch überlegen sich die Schülerinnen und Schüler, was nun nacheinander geschehen könnte. Die Lehrperson setzt die Vorschläge direkt in einem Sequenzdiagramm an der Tafel um. Auf diese Weise lernen die Schülerinnen und Schüler sofort die korrekte Darstellung von Abläufen in einem Sequenzdiagramm kennen.

Da die Schülerinnen und Schüler inzwischen ein tiefes Bedürfnis haben könnten am Computer zu arbeiten, kann dieses an dieser Stelle gestillt werden, indem die ersten Implementierungen von Abläufen in einer beliebigen objektorientierten Programmiersprache erfolgen.

Im Vorfeld kann dazu eine Situationsbeschreibung und eine passende Ablaufbeschreibung von den Schülerinnen und Schülern analysiert und die entsprechenden

Diagramme angefertigt werden. Die Lehrperson stellt daraufhin die benötigten Klassen zur Verfügung und gibt den Schülerinnen und Schülern ein bereits vorgefertigtes Programm, in welchem nur noch eine Methode gefüllt werden muss, um den beschriebenen Ablauf durchführen zu lassen. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Passend zum Beispiel 2.2 könnte eine Ablaufbeschreibung, in welcher Martin das Buch »Herr der Ringe« kauft, folgendermaßen aussehen:

Beispiel 2.5

Der Versand »Bücherwurm« überprüft den Preis des Buches »Herr der Ringe« und erhält als Antwort 32,50 Euro. Daraufhin senkt der Versand den Kontostand von Martin um 32,50 Euro. Abschließend wird die Anzahl der vorhandenen »Herr der Ringe«-Bücher um 1 reduziert.

Die Klasse »Buchversand« hat nun eine Methode `martinKauftHerrDerRinge()`, welche von den Schülerinnen und Schülern zu füllen ist, indem sie geeignete, bereits vorhandene Methoden der vorkommenden Objekte (Martin, `herrDerRinge`) aufrufen. Dazu ist es erforderlich, dass die Schülerinnen und Schüler die Punktnotation kennenlernen. Eine zum Beispiel 2.5 passende Lösung wäre dann:

```
martin.senkeKontostand(herrDerRinge.gibPreis());  
herrDerRinge.senkeExemplare();
```

Die Objekt- und Methodenbezeichner sollten dabei mit den von den Schülerinnen und Schülern entworfenen Objekt- und Sequenzdiagrammen übereinstimmen. Da die zur Verfügung gestellten Klassen den Schüler-Modellierungen anpasst werden müssen, kann die Implementierung des Ablaufes erst in einer Folgestunde geschehen. Der Erfolg der geschriebenen Zeilen kann getestet werden, indem die Lehrperson Methoden anbietet, welche die aktuellen Attributwerte von Objekten ausgegeben.

Dieser Abschnitt der Implementierung erfordert von Seiten der Lehrperson viel Flexibilität und Vorbereitung. So eignet sich nicht jede Ablaufbeschreibung für eine sofortige Umsetzung durch die Schülerinnen und Schüler. Zu Beginn mag es sinnvoll sein, in der Ablaufbeschreibung Anfragen zu vermeiden; wobei es dann schwierig wird, einigermaßen attraktive Beispiele zu finden.

Um das Aufrufen von Methoden und insbesondere die Punktnotation oder auch die Übergabe von Parametern üben zu lassen, bieten sich Programme an,

bei denen geometrische Figuren verändert werden können, um Bilder entstehen zu lassen. Beispielsweise wären Kreis-, Dreieck- und Rechteckobjekte denkbar, die geeignete Methoden besitzen, um sich zu verformen und auf dem Bildschirm zu bewegen. Die Schülerinnen und Schüler müssen nun eine mögliche Abfolge von Methoden finden, um ein bestimmtes Bild entstehen zu lassen, was den Kursen meist sehr viel Spaß bereitet. Einige Bücher beginnen mit solchen »Spielereien« (siehe [Barnes u. Kölling 2006]). Als Übungen sind diese Anwendungen auch durchaus brauchbar, sie sollten aber Anwendungen wie Beispiel 2.5 nicht verdrängen. Ziel ist es schließlich, die Modellierung von realen Problemen in den Vordergrund zu rücken, was beim »Hantieren« mit geometrischen Formen kaum möglich ist.

2.3 Anfertigen von Klassendiagrammen

Bei der Implementierung arbeiten die Schülerinnen und Schüler bereits mit mehreren Objekten. Dabei haben sie sicherlich bemerkt, dass bestimmte Objekte von gleicher Bauart sind und identische Eigenschaften, sowie Methoden zur Verfügung stellen. Auch dürften im Quellcode Anweisungen der Art »Das Objekt `martin` ist ein Kunde. Das Objekt `steffi` ist ebenfalls ein Kunde.« aufgefallen sein. Es ist also naheliegend, sich anschließend mit dem Klassenbegriff auseinanderzusetzen.

Der Begriff »Klasse« sollte so eingeführt werden, dass Schülerinnen und Schüler darunter einen »Bauplan für Objekte« (siehe [Schriek 2005, S. 16]) verstehen. Objekte gleicher Struktur werden nach dem gleichen Bauplan gefertigt und gehören damit zur gleichen Klasse. Im Gegensatz dazu werden Klassen oft als »abstrakter Oberbegriff für die Beschreibung der gemeinsamen Struktur und des gemeinsamen Verhaltens von Objekten« (siehe [wikipediaKlasse 2008]) eingeführt. Hier tritt der Bauplan-Charakter in den Hintergrund und eine Klasse wird eher zum Sammelbegriff gleichartiger Objekte. Bei dieser Definition tritt der Unterschied zwischen »Objekt« und »Klasse« weniger deutlich hervor und bereitet Schülerinnen und Schülern in der Folgezeit immer wieder Probleme.

In der ersten Unterrichtsstunde sollen die Schülerinnen und Schüler zunächst eine gegebene Situationsbeschreibung analysieren und das dazugehörige Objektdiagramm konstruieren, um bisher Gelerntes zu wiederholen. Dieses Beispiel sollte umfangreich genug sein, dass zum Einen mehrere Objekte der *gleichen* Bauart (also einer Klasse), und zum Anderen mehrere Objekte verschiedener Klassen vorkommen. Den Schülerinnen und Schülern wird es vermutlich leicht fallen, Objekte gleicher Bauart zu bestimmen und anschließend nach den Vorgaben der Lehrperson ein Klassendiagramm zu erzeugen.

Während die Objektkarten des Objektdiagrammes abgerundete Ecken besitzen, hat das Klassendiagramm - wie in der UML⁷ vorgesehen - eckige Ecken.

Beziehungen zwischen Klassen sollten in der Anfangsphase noch nicht modelliert werden; oder nur in der Form, dass Beziehungen aus dem Objektdiagramm direkt auf das Klassendiagramm übergehen. Die Unterteilung in »hat«-, »kennt«- und »ist«-Beziehungen könnte die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle unter Umständen überfordern; in leistungsstarken Kursen spricht jedoch nichts gegen deren Einführung.

Ein zum Objektdiagramm in Abbildung 2 passendes Klassendiagramm ist in Abbildung 4 dargestellt.

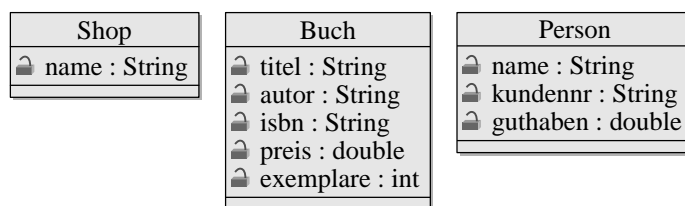


Abbildung 4: Mögliches Klassendiagramm für Beispiel 2.4

Das Anfertigen von Klassendiagrammen bereitet den Schülerinnen und Schülern normalerweise keine Probleme. Der Schwierigkeitsgrad kann daher nach etwas Übungszeit von der Lehrperson angehoben werden, indem er die Situationsbeschreibungen komplizierter macht. Dies ist zum Beispiel möglich, indem nicht mehr auf alle Attribute eines Objektes eingegangen wird und Schülerinnen und Schüler selbst erkennen müssen, ob es sinnvoll ist, zwei Objekte einer Klasse zuzuordnen oder nicht.

Auch Übungen, in denen Schülerinnen und Schüler ein - allgemein gehaltenes - Thema (zum Beispiel Fussball) erhalten, um dieses aus unterschiedlichen Blickwinkeln (Fan, Trainer, Spieler, Manager) zu betrachten und mögliche Anwendungsszenarien zu entwerfen, sind möglich; mit dem Ziel, am Ende wiederum ein geeignetes Klassendiagramm zu entwerfen.

Letztendlich sollen die Schülerinnen und Schüler erstellte Klassendiagramme auch implementieren, was im Prinzip schablonenartig erfolgen kann und somit keine Probleme hervorrufen dürfte.

Die Schülerinnen und Schüler sind nun in der Lage, gestellte Probleme so zu analysieren, dass sie notwendige Klassen, deren Attribute und durch die Sequenz-

⁷Unified Modeling Language

diagramme auch benötigte Methoden erhalten, die nun »nur« noch geeignet gefüllt werden müssen. Daher soll die Einführung in eine objektorientierte Programmiersprache an dieser Stelle abgeschlossen sein.

3 Praktische Durchführung

3.1 Vorbemerkungen

Das hier vorgestellte Konzept zur Einführung in die objektorientierte Programmierung habe ich im Schuljahr 2007/08 in einer 11. Klasse der Gesamtschule Fröndenberg durchgeführt. Der Kurs bestand anfangs aus sieben Schülerinnen und sechs Schülern, wobei im Laufe des 1. Halbjahres zwei Schülerinnen die Schule und damit den Informatik-Kurs verließen. Fünf Schülerinnen und Schüler hatten bereits in der Sekundarstufe I den Informatikunterricht besucht. Einer Eingangsumfrage zufolge hatte noch niemand Programmiererfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache.

Die hier beschriebene Vorgehensweise bei der Einführung in eine objektorientierte Programmiersprache nahm etwa 10 Wochen mit je 3 Wochenstunden (1 Einzelstunde, 1 Doppelstunde) in Anspruch. Im Unterricht wurde in Java programmiert, wobei die didaktische Entwicklungsumgebung BlueJ zu Hilfe genommen wurde. Für die Umsetzung dieses Konzeptes ist die konkrete Programmiersprache jedoch ohne Belang.

Ich möchte in diesem Kapitel meine Unterrichtserfahrungen bei der praktischen Durchführung meines Vorhabens beschreiben. Da einige Teile des hier beschriebenen Konzeptes das Resultat von »misslungenen« Unterrichtseinheiten sind, welche eine (leichte) Überarbeitung der Ideen erforderte, möchte ich besonders auf diejenigen Aspekte eingehen, die ich in meinem Kurs nicht so durchgeführt habe, wie im zweiten Kapitel beschrieben.

3.2 Erfahrungen bei der Durchführung

Im Großen und Ganzen stellte ich fest, dass den Schülerinnen und Schülern sowohl die Analyse von Situations- und Ablaufbeschreibungen als auch das Entwerfen der entsprechenden Diagramme leicht fiel. Hier spürt man den großen Vorteil der objektorientierten Denkweise. Intuitiv haben Schülerinnen und Schüler eine durchaus brauchbare Vorstellung von Objekten. Probleme tauchten nur in bestimmten Fällen auf:

Hat-Beziehungen werden beispielsweise häufig ungeeignet⁸ modelliert. Bei einer Aussage aus der Welt des Fußballs wie »Luca Toni spielt beim FC Bayern München.« erhält das Objekt `fcBayernMuenchen` häufig ein Attribut namens `mitspieler`, in welchem sämtliche Spieler des FC Bayern München aufgelistet sind. Gerade in der Anfangszeit erkennen einige Schülerinnen und Schüler nicht

⁸Ich vermeide an dieser Stelle bewusst das Wort »fehlerhaft«, da die Modellierungsergebnisse der Schülerinnen und Schüler im Prinzip (fast) immer umsetzbar waren.

von selbst, dass es sinnvoller ist, Luca Toni als eigenständiges Objekt anzusehen und schließlich eine entsprechende Beziehung zum `fcBayernMuenchen` herzustellen.

Außerdem traten immer wieder kleine formale Fehler auf: So wurden Objekt- oder Attributbezeichner gelegentlich nicht klein geschrieben; manchmal bestanden Bezeichner aus mehreren getrennt geschriebenen Wörtern; auch wurden Zeichenketten häufig nicht in Anführungszeichen gesetzt.

Von diesen »Kleinigkeiten« abgesehen waren die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler aber durchweg in Ordnung. Die Modellierung bereitet ihnen keine Schwierigkeiten.

Etwas problematisch war in meinem Kurs jedoch das Verständnis für die Begriffe »Objekt« und »Klasse«. Ich hatte auf Seite 11 schon darauf hingewiesen, dass der Umgang mit Objekten und Klassen möglichst nicht direkt hintereinander oder gar zusammen behandelt werden sollte. Aus diesem Grund wurde im beschriebenen Konzept die Analyse von Abläufen und das Anfertigen von Sequenzdiagrammen dazwischengeschoben. In meinem Kurs hatte ich mich *nicht* daran gehalten, weil mir die Einführung von Klassen direkt nach der intensiven Behandlung von Objektdiagrammen als logischer nächster Schritt vorkam. Die angesprochenen Probleme konnten in meinem Kurs aufgrund der geringen Schülerzahl und der damit verbundenen Möglichkeit, mich individuell mit einzelnen Schülern beschäftigen zu können, schnell erkannt und gelöst werden. Dennoch würde ich aus genannten Gründen dringend zu der in Kapitel 2 vorgeschlagenen Vorgehensweise raten.

Auch mit meiner Einführung des Klassenbegriffs bin ich inzwischen nicht mehr einverstanden. Auf Seite 15 im ersten Kapitel möchte ich Klassen als *Bauplan* für Objekte verstanden wissen und nicht als Sammelbegriff für gleichartige Objekte, da sich hier meiner Meinung nach die Begriffe »Objekt« und »Klasse« zu sehr ähneln. Bei meiner praktischen Durchführung hatte diesen Aspekt noch nicht als Problem erkannt und daher den Begriff »Klasse« als »Sammelbegriff« definiert.

Zum Abschluss möchte ich noch darauf hinweisen, dass Gesellschaftsspiele, insbesondere Brettspiele, hervorragend für die Analyse von Situationen und Abläufen geeignet sind. Zum Einen liegen Gesellschaftsspiele stark im Interessensbereich vieler Schüler, zum Anderen bieten sie aus Modellierungssicht zahlreiche Vorteile:

- Objekte und deren Attribute sind eindeutig erkennbar.
- In Spielanleitungen kann man meist sehr gute Ablaufbeschreibungen finden.
- Obwohl dies für die anfängliche Modellierung noch nicht notwendig ist, findet man in Gesellschaftsspielen häufig sämtliche Beziehungstypen (kennt-,

hat-, ist-Beziehung) vor, auf die später noch genauer eingegangen werden kann.

- Eine vereinfachte Grundversion des Spiels lässt sich meist in absehbarer Zeit zusammen mit Schülerinnen und Schülern umsetzen, wobei diese Grundversion immer weiter ausgebaut werden kann.
- Es finden sich gerade für die Weiterarbeit zahlreiche Stellen, an denen das in der objektorientierten Programmierung wichtige Konzept der Vererbung genutzt werden kann; allerdings mit der Möglichkeit, für die anfängliche Grundversion des Spiels auch darauf zu verzichten.

In meinem Kurs haben wir uns beispielsweise immer wieder dem Brettspiel »Monopoly« gewidmet und dort ausführlich Spielsituationen und Abläufe analysiert, was den Schülerinnen und Schülern viel Spaß bereitete.

4 Prüfung der erreichten Kompetenzen

4.1 Zu erreichende Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit dem vorgestellten Konzept eine Einführung in die objektorientierte Modellierung erhalten. Das Hauptaugenmerk ist dabei auf das Erreichen folgender Kompetenzen gerichtet.

Zielstellungen

1. Die Schülerinnen und Schüler sollen gegebene Situationsbeschreibungen analysieren und benötigte Objekte, sowie deren Attribute und Attributwerte identifizieren können. Dazu gehört die Anfertigung von Objekt- und Klassendiagrammen in fachgerechter Form.
2. Die Schülerinnen und Schüler sollen gegebene Ablaufbeschreibungen untersuchen und die dabei auftretenden Interaktionen zwischen Objekten in Sequenzdiagrammen darstellen können.
3. Die Schülerinnen und Schüler sollen gegebene Probleme modellieren können, indem sie benötigte Klassen mit deren Attributen und Methoden benennen.

Die 3. Kompetenz umfasst die Kompetenzen 1 und 2: Die Schülerinnen und Schüler erhalten eine grobe Problemstellung und müssen zunächst mögliche Situations- und Ablaufbeschreibungen eigenständig entwerfen, bevor sie den Zielstellungen 1 und 2 nachgehen.

Um die von mir geforderten Kompetenzen zu überprüfen, habe ich - etwa vier Wochen nach Durchführung des beschriebenen Konzeptes einen zweistündigen Test bearbeiten lassen. Er wurde eine Unterrichtsstunde zuvor als anonym⁹ Test angekündigt. Es ist also davon auszugehen, dass sich die Schülerinnen und Schüler kaum bis gar nicht vorbereitet hatten; mitgeschrieben haben acht Schülerinnen und Schüler.

⁹Während des Tests wurde die Anonymität mehrfach hervorgehoben. Sämtliche Schülerinnen und Schüler notierten trotzdem - wohl aus Gewohnheitsgründen - ihre Namen auf den Lösungen.

4.2 Aufbau des Tests

Der Test besteht aus vier Aufgaben und ist im Anhang zu finden. Da der Kurs sehr fußballbegeistert ist, stammen die ersten beiden Aufgaben aus diesem Kontext.

Ich möchte im Folgenden die einzelnen Aufgaben, die erwarteten Lösungen (soweit möglich und notwendig) und die erzielten Ergebnisse kurz besprechen.

4.2.1 Analyse von Situationsbeschreibungen

In der ersten Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler die folgende recht komplexe Situationsbeschreibung analysieren und Objekt-, sowie Klassendiagramme erzeugen.

Borussia Dortmund, der VfL Wolfsburg, der 1. FC Nürnberg und Bayern München spielen in der Fußballbundesliga. Borussia Dortmund wurde 1909 gegründet, ist sechsmaliger Deutscher Meister und wird derzeit von Thomas Doll trainiert. Wolfsburg wurde 2001 gegründet, wurde noch nie Deutscher Meister und wird von Felix Magath trainiert. Den 1. FC Nürnberg gibt es seit 1900, er wurde neunmal Deutscher Meister und aktueller Trainer ist Thomas von Heesen. Bayern München existiert seit 1900, wurde bereits 21 Mal Deutscher Meister und wird von Ottmar Hitzfeld trainiert.

Am 11. Spieltag der Fußballbundesliga, der vom 26.10.2007 bis zum 28.10.2007 stattfand, gab es ein Spiel mit der Heimmannschaft Borussia Dortmund und der Auswärtsmannschaft Bayern München. Das Spiel fand am 28.10.2007 im Stadion »Signal Iduna Park« statt. Die Heimmannschaft erzielte 0 Tore, ebenso wie die Auswärtsmannschaft.

Ebenfalls am 11. Spieltag fand das Spiel Wolfsburg gegen Nürnberg in der »Volkswagen-Arena« statt. Dieses wurde am 27.10.2008 durchgeführt und endete mit 3:1 für den VfL Wolfsburg.

(siehe Kompetenztest im Anhang)

Da zum Zeitpunkt des Tests bereits hat- und kennt-Beziehungen, sowie die Angabe von Kardinalitäten bei Beziehungen im Klassendiagramm behandelt wurden, sollen auch diese korrekt im Diagramm umgesetzt werden. Außerdem ist für

jede auftretende Klasse ein geeigneter Klassenkopf in der Programmiersprache Java zu erstellen, wobei unter einem »Klassenkopf« die gesamte Klasse, abgesehen von den Methoden, zu verstehen ist.

Eine mögliches Objektdiagramm ist in Abbildung 5 dargestellt.

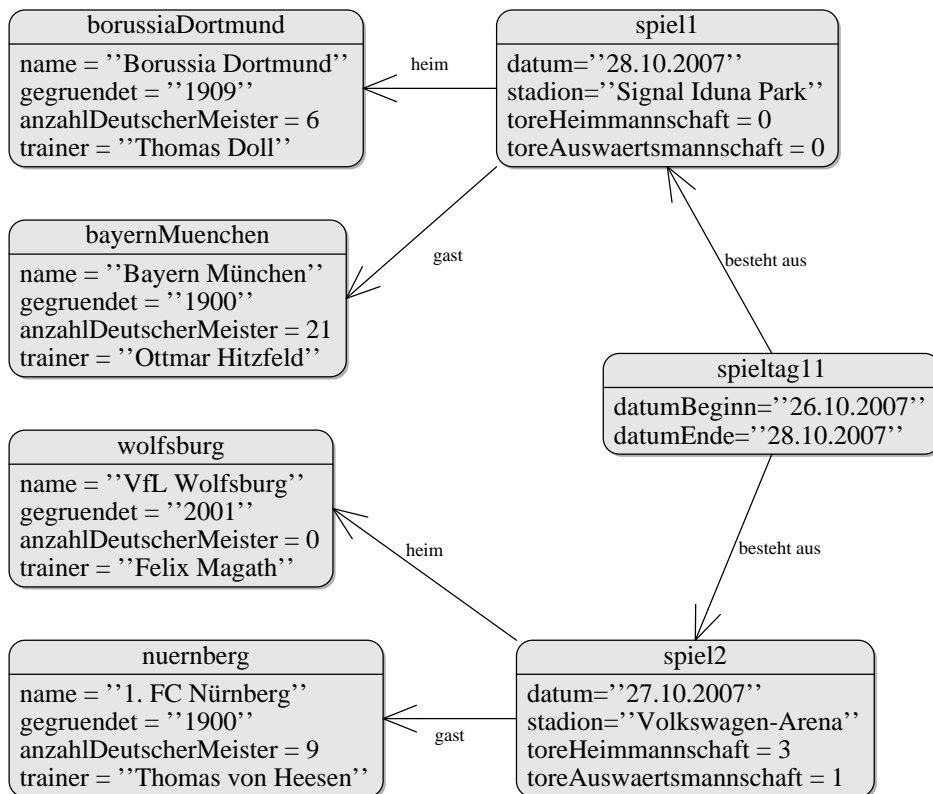


Abbildung 5: Mögliches Objektdiagramm für Aufgabe 1 des Tests

Alternativ könnte der Spieltag auch als Attribut der einzelnen Spiele auftauchen. Ferner wäre es möglich, die Fußballbundesliga als weiteres Objekt darzustellen.

Ein zum Objektdiagramm aus Abbildung 5 passendes Klassendiagramm ist in Abbildung 6 beschrieben.

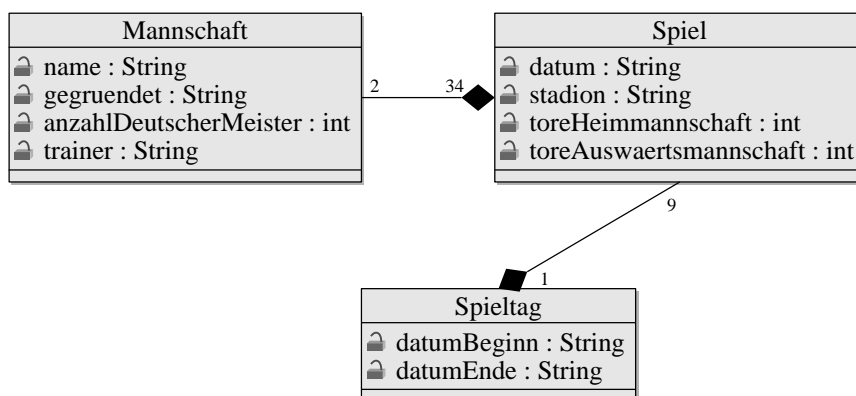


Abbildung 6: Mögliches Klassendiagramm für Aufgabe 1 des Tests

Ergebnis der ersten Aufgabe

- Das Objektdiagramm wurde von einer Schülerin vollständig und korrekt gelöst.
- Vier Schülerinnen und Schüler berücksichtigten den Spieltag nicht; erzeugten davon abgesehen aber ein korrektes Objektdiagramm.
- Drei Schülerinnen und Schüler fertigten ausschließlich (korrekte) Objektkarten an ohne Beziehungen darzustellen. Auf vermutliche Ursachen gehe ich auf Seite 26 im Ergebnis der Modellierungsaufgabe 3 ein. Der Spieltag wurde auch bei diesen drei Schülerinnen und Schülern nicht berücksichtigt.
- Ein Schüler modellierte die Trainer und die Stadien als eigenständige Objekte, was durchaus bemerkenswert ist. Er versuchte jedoch die einzelnen Spiele als Beziehung zwischen zwei Mannschafts-Objekten zu interpretieren. Attribute wie Datum und erzielte Tore wurden dabei an die Verbindungslinien geschrieben, was in dieser Form nicht möglich ist.
- Alle Schülerinnen und Schüler erzeugten ein zu ihrem Objektdiagramm passendes Klassendiagramm. Bei der Festlegung der Kardinalitäten hatten drei Schülerinnen und Schüler Probleme. Sie ordneten die entsprechenden (richtigen) Zahlen der falschen Seite zu.

4.2.2 Analyse von Ablaufbeschreibungen

In der zweiten Aufgabe erhalten die Schülerinnen und Schüler folgende kurze Situationsbeschreibung, zu der sie ein Sequenzdiagramm anfertigen sollen.

Die Ordnungskraft bittet Maria, ihre Eintrittskarte vorzulegen, woraufhin Maria ihre Eintrittskarte zeigt. Die Ordnungskraft schaut zunächst auf die Karte, um die Spielbegegnung zu ermitteln und erhält die Antwort: Borussia Dortmund gegen Bayern München. Anschließend überprüft der Ordner das Datum und sieht dort den 28.10.2007. Daraufhin entwertet er die Karte und gibt sie an Maria zurück.

(siehe Kompetenztest im Anhang)

Eine Schülerlösung ([Häke 2008]) ist in Abbildung 7 dargestellt.

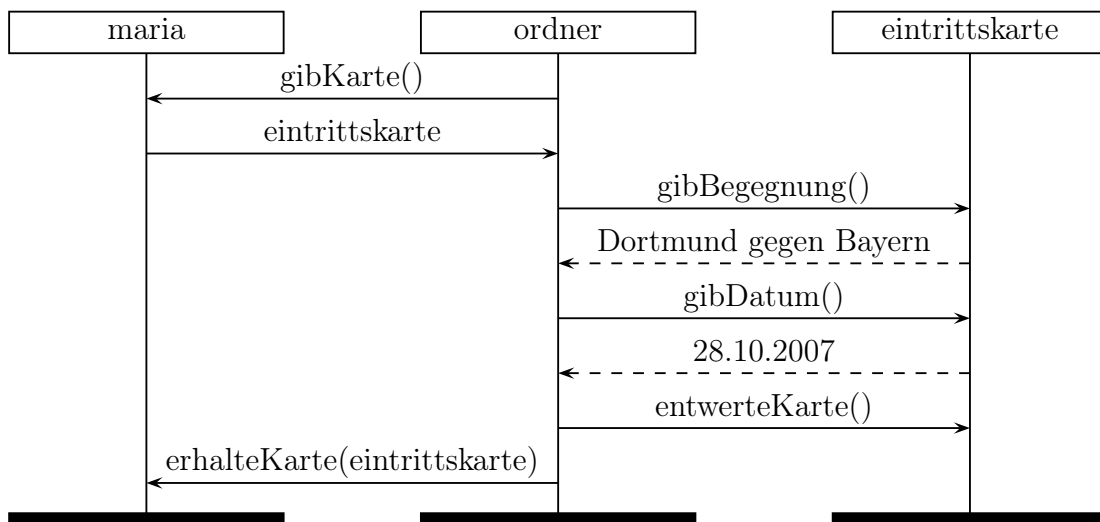


Abbildung 7: Sequenzdiagramm (Schülerlösung [Häke 2008])

Ergebnis der zweiten Aufgabe

- Sieben der acht Schülerinnen und Schüler fanden eine korrekte Lösung, die Abbildung 7 ähnelt.

- Bei vier der sieben richtigen Lösungen ist jedoch die Bezeichnung der Interaktionen zu bemängeln. Da die Interaktionen durch das Aufrufen von Methoden umgesetzt werden, sollten die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle mögliche Methodenbezeichner benutzen und - falls notwendig - Parameter in Klammern übergeben.

Die Bezeichner der vier Schülerlösungen waren jedoch arg stichpunktartig und erinnerten an die Sequenzdiagramme der Anfangszeit, wo dies auch noch erlaubt war. Immerhin endeten sämtliche Stichpunkte mit Klammern »()«, so dass die Schülerinnen und Schüler vermutlich Methoden im Hinterkopf hatten.

- Eine Schülerlösung war stark fehlerhaft. Es tauchten zwar alle in der Beschreibung vorkommenden Abläufe auf, die Interaktionen verbanden jedoch nicht immer die beteiligten Objekte. Bei Aufträgen wie »Ordner entwertet die Eintrittskarte« hatte die Eintrittskarte aus Schülersicht nur passiven Status und wurde daher auch nicht mit dem Ordner verbunden.

4.2.3 Allgemeine Modellierungsaufgabe

Die dritte Aufgabe ist offen gestaltet. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich ein Anwendungsszenario zum Thema »Bibliothek« überlegen, geeignete Situations- und Ablaufbeschreibungen erstellen und diese schließlich in einem Klassen- und Sequenzdiagramm wiedergeben. Hierbei müssen die Schülerinnen und Schüler eigenständig ein Modell entwickeln, welches in einem Programm umgesetzt werden kann. Das Erreichen dieser Kompetenz ist Hauptziel des beschriebenen Konzeptes und daher die interessanteste Aufgabe des Tests.

Ergebnis der Modellierungsaufgabe

Die dritte und zugleich anspruchsvollste Aufgabe wurde von den Schülerinnen und Schülern im Großen und Ganzen hervorragend gelöst. Vier Schülerinnen und Schüler beschrieben dabei Situationen und Abläufe aus der Sicht eines Bibliothekbesitzers, ein Schüler aus der Sicht von Kunden und die anderen drei wählten umfassende Situationen, in denen sowohl Bücher, Mitarbeiter und auch Kunden umgesetzt wurden.

Die Beschreibung von Situationen gelang ausgezeichnet. Die meisten Schülerinnen und Schüler schrieben recht umfangreiche Texte, zwei Schülerinnen und Schüler notierten kurze Stichpunkte. Bei der Umsetzung der Beschreibung in ein Klassendiagramm (Objektdiagramme waren nicht gefordert) verzichtete diesmal nur eine Schülerin auf Beziehungen zwischen den Klassen. Bei Aufgabe 1 fehlten diese noch bei drei Schülerinnen und Schülern im Klassendiagramm. Ich glaube

nicht, dass dies an mangelnden Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler lag, sondern eher an der »stupiden« Anfertigung des Klassendiagramms aus einem Objektdiagramm, bei der in den ersten Unterrichtsstunden auf Beziehungen zwischen den Klassen verzichtet wurde. Entwickeln Schülerinnen und Schüler dagegen sofort Klassendiagramme (ohne den »Umweg« über ein Objektdiagramm), so scheinen sie weniger Probleme mit der Darstellung von Beziehungen zu haben.

Bei allen Schülerinnen und Schülern passte das Klassendiagramm zur Beschreibung. Nur ein Schüler vergaß im Klassendiagramm eine Klasse für Bücher, die in der Beschreibung auftauchte.

Überwiegend sehr gute Ergebnisse erbrachten die Schülerinnen und Schüler auch bei der Beschreibung von Abläufen. Nur zwei Schüler beschränkten sich dabei auf zwei kurze Sätze, was für eine Analyse zu kurz ist. Die Umsetzung der Ablaufbeschreibungen in ein Sequenzdiagramm gelang unterschiedlich gut. Vier Schülerinnen und Schüler erreichten sehr gute Resultate, wobei diejenigen Schülerinnen und Schüler, die bereits bei Aufgabe 2 ungünstige stichpunktartige Interaktionsbeschreibungen benutzten, dies auch hier wiederholten. Zwei Schüler fertigten kein Sequenzdiagramm an; der Schüler, der bereits bei Aufgabe 2 ein fehlerhaftes Diagramm erzeugte, hatte auch hier Probleme. Ein Schüler fasste zwei Bücherobjekte aus der Ablaufbeschreibung im Diagramm zu einem »Objekt« `buecher` zusammen, wodurch ein nicht ganz passendes Sequenzdiagramm entstand.

4.2.4 Unterschied »Objekt« ↔ »Klasse«

Die letzte Aufgabe bestand darin, die Begriffe »Objekt« und »Klasse« zu definieren. Dies fiel den Schülerinnen und Schülern erwartungsgemäß sehr schwer; schließlich haben selbst Experten häufig Schwierigkeiten diese beiden Begriffe treffend zu beschreiben. Zwei Schüler bearbeiteten diese Aufgabe gar nicht; ein Schüler lieferte eine unverständliche Definition. Die restlichen fünf Schülerinnen und Schüler versuchten in ein bis zwei ganz kurzen Sätzen Unterschiede zwischen »Objekten« und »Klassen« zu formulieren. Die Antworten waren größtenteils zwar richtig, aber viel zu kurz und unvollständig. Ein Schüler hob beim Klassenbegriff den »Bauplan-Charakter« in den Vordergrund; die anderen vier definierten die Klasse eher als Sammelbegriff für Objekte gleicher Struktur und Verhaltensweise. Vor allem mit diesem letzten Aspekt bin ich unzufrieden, da ich »Klassen« gern als Bauplan für Objekte interpretiert wissen möchte. Wie auf Seite 19 beschrieben, hatte ich dies bei der praktischen Durchführung allerdings außer Acht gelassen.

4.2.5 Fragebogen

Abschließend konnten die Schülerinnen und Schüler auf freiwilliger Basis einen Fragebogen ausfüllen, in dem sie ihre Fähigkeiten selbst einschätzen sollten. Leider habe ich hier nur von 6 Schülerinnen und Schülern eine Rückmeldung erhalten. Dies ergab das folgende Ergebnis:

Ich hatte bereits in der Sekundarstufe I Informatikunterricht:
 2 ja 4 nein

Ich hatte bereits vor Beginn dieses Kurses Programmiererfahrungen?:
 1 ja 5 nein

Lies Dir folgende Aussagen durch und kreuze an, ob die Aussage auf Dich zutrifft oder nicht.

Aussage	trifft gar nicht zu → trifft voll zu					
Das Entwerfen von Objektdiagrammen fällt mir bei gegebener Situationsbeschreibung leicht!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 2
Das Entwerfen von Klassendiagrammen fällt mir bei gegebener Situationsbeschreibung leicht!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2
Das Entwerfen von Sequenzdiagrammen fällt mir bei gegebener Verlaufsbeschreibung leicht!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 1
Das Entwerfen von Klassendiagrammen ist bei der Planung von Programmen durchaus sinnvoll!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/>
Das Entwerfen von Sequenzdiagrammen ist bei der Planung von Programmen durchaus sinnvoll!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1
Der Informatik-Unterricht hat mir bisher viel Spaß gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 4
Ich habe das Gefühl im Informatik-Unterricht bisher viel gelernt zu haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3
Ich habe mich im Unterricht manchmal überfordert gefühlt.	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/>
Ich habe mich im Unterricht manchmal unterfordert gefühlt.	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die Schülerinnen und Schüler scheinen aus eigener Sicht mit dem Analysieren von Situationen und Abläufen, sowie dem Anfertigen der entsprechenden Diagramme wenig Probleme zu haben. Dies stimmt mit meiner Einschätzung überein. Wenn man von Details einmal absieht, entwickeln alle Schülerinnen und Schüler durchweg brauchbare Ergebnisse bei der Modellierung, was sehr erfreulich ist.

Das durchgeführte Konzept scheint vom Schwierigkeitsgrad her dem Niveau meines Kurses angemessen zu sein. Dies schlussfolgere ich aus den Antworten der Schülerinnen und Schüler bezüglich einer Unter- bzw. Überforderung. Durch innere Differenzierung ist hier womöglich noch eine Verbesserung zu erreichen.

5 Abschlussbetrachtung

Das Ziel des vorgestellten Konzepts bestand darin, die Übertragung von gegebenen Problemen in die objektorientierte Welt in den Mittelpunkt zu rücken und damit eine häufig auftretende Anfangshürde im Prozess der Programmierung zu überwinden. Die Ergebnisse des Tests zeigen, dass Schülerinnen und Schüler am Ende dieser Unterrichtsreihe nicht nur in der Lage sind, gegebene Situationen und Abläufe zu analysieren, sondern auch selbstständig Anwendungsszenarien zu erstellen und diese geeignet zu modellieren. Damit wurde das Kernziel der hier beschriebenen Einführung in die objektorientierte Modellierung erreicht.

Die praktische Durchführung des Konzeptes zeigte jedoch, dass es zahlreiche Hindernisse gibt, welche Schülerinnen und Schüler das Verständnis bestimmter Sachverhalte erschweren. Insbesondere die aus Schülersicht problematischen - in der objektorientierten Welt aber zentralen - Begriffe »Objekt« und »Klasse« müssen mit viel Sorgfalt eingeführt werden, was mir leider erst im Laufe der Unterrichtsreihe bewusst wurde. Ich halte es für entscheidend, den Klassenbegriff erst sehr spät zu erarbeiten und dann darauf zu achten, dass dieser nicht als »Sammelbegriff« für Objekte, sondern als deren »Bauplan« interpretiert wird. Ich denke, dass bei dieser Vorgehensweise viele der aufgetretenen Probleme vermieden werden können.

Weiterhin ist zu überlegen, ob man die Behandlung von Beziehungen zwischen Klassen verbessern kann. Bisher vertrete ich die Meinung, dass Beziehungen bei der Erstellung der ersten Klassendiagramme vernachlässigt werden sollen, um eine Überforderung der Schüler zu vermeiden. Der von mir durchgeführte Test lässt jedoch vermuten, dass sich Schülerinnen und Schüler gerade durch die Anfangsstunden »stupidem Abarbeiten« angewöhnen, wenn sie aus Objektdiagrammen geeignete Klassendiagramme erstellen. Werden später Beziehungen zwischen Klassen eingeführt, so treten teilweise Schwierigkeiten auf, wenn diese in das Übersetzungsschema (Objektdiagramm → Klassendiagramm) integriert werden sollen. Die Beziehungen an sich scheinen meiner Meinung nach nicht das Problem zu sein, da beim direkten Erstellen von Klassendiagrammen (ohne den »Umweg« über Objektdiagramme) weniger Schwierigkeiten auftreten und die Beziehungen überwiegend korrekt angegeben werden. An dieser Stelle lässt sich das Konzept eventuell noch optimieren.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass den Schülerinnen und Schülern das Erstellen von Objekt-, Klassen- und Sequenzdiagrammen überwiegend leicht fiel und die Ergebnisse im Unterricht - abgesehen von Details - durchweg gut waren.

Obwohl die Resultate in meinem Kurs insbesondere aufgrund der geringen Schülerzahl wenig repräsentativ sind, halte ich das beschriebene Konzept nicht nur für durchführbar, sondern auch für äußerst sinnvoll. Die Schülerinnen und

Schüler erhalten einen Einblick in die Grundstruktur objektorientierter Programme und können gegebene Problemstellungen eigenständig modellieren.

Abbildungsverzeichnis

1	Objektkarte	7
2	Mögliches Objektdiagramm für Beispiel 2.2	8
3	Mögliches Sequenzdiagramm für Beispiel 2.4	12
4	Mögliches Klassendiagramm für Beispiel 2.4	16
5	Mögliches Objektdiagramm für Aufgabe 1 des Tests	23
6	Mögliches Klassendiagramm für Aufgabe 1 des Tests	24
7	Sequenzdiagramm (Schülerlösung [Häke 2008])	25

Literatur

- [Anlauf 2002] ANLAUF, Rüdiger: *Modellierung und Architektur mit der UML - Ein Musterbeispiel*, Fachhochschule Gießen-Friedberg, Diplomarbeit, 2002. – <http://homepages.fh-giessen.de/~hg11260/mat/Anlauf-Iconix.pdf>
- [Barnes u. Kölling 2006] BARNES, David J. ; KÖLLING, Michael: *Java lernen mit BlueJ - Eine Einführung in die objektorientierte Programmierung*. 3. Auflage. Pearson Education Deutschland GmbH, München, 2006
- [Brown 2003] BROWN, Dan: *Illuminati*. 36. Auflage. Lübbe, 2003
- [Häke 2008] HÄKE, Johannes: *Lösung des Kompetenztests*. 2008
- [Humbert 2006] HUMBERT, Ludger: *Didaktik der Informatik mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. B. G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006
- [Richtlinien 1999] *Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II - Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein Westfalen*. 1. Auflage. Ritterbach Verlag, Frechen, 1999
- [Schriek 2005] SCHRIEK, Bernard: *Informatik mit Java - eine Einführung mit BlueJ und der Bibliothek Stifte und Mäuse - Band 1*. Nili-Verlag, Werl, 2005
- [Tolkien 2004] TOLKIEN, John Ronald R.: *Der Herr der Ringe*. 3 Bände. 13. Auflage. Klett-Cotta, 2004
- [wikipediaKlasse 2008] *Wikipedia.de: Klasse (objektorientierte Programmierung)*. 2008. – http://de.wikipedia.org/wiki/Klasse_%28objektorientierte_Programmierung%29-geprüft: 19. Mai 2008

Anhang

Kompetenztest

35

Aufgabe 1 Lies Dir folgende Situationsbeschreibung aufmerksam durch und beantworte anschließend die unten stehenden Fragen!

Borussia Dortmund, der VfL Wolfsburg, der 1. FC Nürnberg und Bayern München spielen in der Fußballbundesliga. Borussia Dortmund wurde 1909 gegründet, ist sechsmaliger Deutscher Meister und wird derzeit von Thomas Doll trainiert. Wolfsburg wurde 2001 gegründet, wurde noch nie Deutscher Meister und wird von Felix Magath trainiert. Den 1. FC Nürnberg gibt es seit 1900, er wurde neunmal Deutscher Meister und aktueller Trainer ist Thomas von Heesen. Bayern München existiert seit 1900, wurde bereits 21 Mal Deutscher Meister und wird von Ottmar Hitzfeld trainiert.

Am 11. Spieltag der Fußballbundesliga, der vom 26.10.2007 bis zum 28.10.2007 stattfand, gab es ein Spiel mit der Heimmannschaft Borussia Dortmund und der Auswärtsmannschaft Bayern München. Das Spiel fand am 28.10.2007 im Stadion »Signal Iduna Park« statt. Die Heimmannschaft erzielte 0 Tore, ebenso wie die Auswärtsmannschaft.

Ebenfalls am 11. Spieltag fand das Spiel Wolfsburg gegen Nürnberg in der »Volkswagen-Arena« statt. Dieses wurde am 27.10.2008 durchgeführt und endete mit 3:1 für den VfL Wolfsburg.

- a) Fertige ein Objektdiagramm an, in welchem die beschriebene Situation dargestellt wird!
- b) Fertige ein zu Deinem Objektdiagramm passendes Klassendiagramm an!
- c) Schreibe für jede auftretende Klasse einen geeigneten Klassenkopf!

Aufgabe 2 Maria hat Eintrittskarten für ein Fußballspiel. Vor dem Stadion wird Sie von Ordnungskräften überprüft.

Lies Dir die folgende Verlaufsbeschreibung aufmerksam durch und fertige anschließend ein Sequenzdiagramm an, in welchem der geschilderte Ablauf dargestellt wird.

Die Ordnungskraft bittet Maria, ihre Eintrittskarte vorzulegen, woraufhin Maria ihre Eintrittskarte zeigt. Die Ordnungskraft schaut zunächst auf die Karte, um die Spielbegegnung zu ermitteln und erhält die Antwort: Borussia Dortmund gegen Bayern München. Anschließend überprüft der Ordner das Datum und sieht dort den 28.10.2007. Daraufhin entwertet er die Karte und gibt sie an Maria zurück.

Aufgabe 3 a) Entwickle stichpunktartig eine eigene Situationsbeschreibung zum Thema »Bibliothek«. Beachte: Es muss eine Situation zu einem festem Zeitpunkt beschrieben werden. In der Beschreibung dürfen keine Abläufe (wie Jens gibt der Bibliothekarin ein Buch) enthalten sein.

- b) Entwirf zu Deiner Beschreibung ein geeignetes Klassendiagramm.
- c) Schreibe zu allen vorkommenden Klassen geeignete Klassenköpfe.
- d) Maria kommt in die Bibliothek und geht auf die Bibliothekarin zu. Was könnte nun passieren? Schreibe eine kurze Verlaufsbeschreibung.
- e) Welche Objekte tauchen in Deiner Verlaufsbeschreibung auf? Welche Klassen werden benötigt? Welche Methoden sollten die Klassen besitzen, damit die beschriebene Situation durchgeführt werden kann?
- f) Entwirf ein Sequenzdiagramm, in welchem Dein beschriebener Ablauf dargestellt wird.

Aufgabe 4 Beschreibe, was man unter einem »Objekt« und einer »Klasse« versteht.

Versicherung

Ich versichere, dass ich die Arbeit eigenständig verfasst, keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt und die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen sind, in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Das Gleiche gilt auch für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen.

Fröndenberg, 24. Mai 2008