

Adalbert-Stifter-Gymnasium Passau
Studienseminar September 2006/2008

**2. Prüfungslehrprobe des
StRef Hans Dietmar Jäger**

im Fach Informatik
(im Rahmen des Additums der Mathematik)
am 4.7.2007
von 7:45 Uhr bis 8:30 Uhr
in der Klasse 10b
des Werdenfels-Gymnasiums
Raum 227

Thema:
Einführung der Kontrollstruktur
Wiederholung mit Anfangsbedingung

Prüfungskommission: OStD Reinhard Bothschafter
OStD Gerhard Wagner
OStR Stefan Winter
Betreuungslehrer: OStR Andreas Hirsch

2. Juli 2007

1 Klassensituation

Zum 2. Schulhalbjahr habe ich die Klasse 10b von der StR' Tina Czermin am Werdenfels-Gymnasium übernommen. Es sind 6 Mädchen und 26 Jungen, zusammen 32 Jugendliche. Der hohe Jungenanteil ergibt sich aus dem St.-Irmengard-Gymnasium für Mädchen vor Ort. In der Klasse wurde die vierte Schulaufgabe bereits geschrieben und zurückgegeben. Der Notenschluss findet eine Woche nach der Lehrprobe statt. Dadurch und durch alterstypische Verhaltensweisen bedingt wird es während des Unterrichts in letzter Zeit ab und zu unruhig.

Baris Celik ist seit Beginn des Schuljahres neu in der Klasse und hatte anfangs große Schwierigkeiten, sich in den Klassenverband einzufügen; die Integration macht aber gute Fortschritte, bisweilen kommt es aber immer noch zu Provokationen durch Mitschüler. Neu im Klassenverband ist seit dem 18.5.07 auch Kristin Ellis: Sie fällt im Unterricht durch ihre angenehme, ruhige Art und zielgerichtete Beteiligung auf.

Da vier Jugendliche 2004/05 schon mit Karol gearbeitet haben und drei Jugendliche über keinen Zugang zu einem Computer zu Hause verfügen, gestaltet sich die Klasse im Bezug auf den Stoff *Algorithmik und Programmieren* als sehr heterogen.

Das Fach Mathematik wird vierstündig unterrichtet; die Anteile des Unterrichts im Klassenzimmer wie im Computerraum sind in etwa 40:60. Der verfügbare Raum im Klassenzimmer ist ausreichend, die Ausstattung im Computerraum gut.

2 Einbettung des Themas in den Lehrplan

Im Fachlehrplan Mathematik des G9 sind neben den mathematischen Regelgehalten für die mathematisch-naturwissenschaftliche Ausbildungsrichtung sowohl in der 9. als auch in der 10. Jahrgangsstufe Wahlpflichtgebiete (Addita) vorgesehen. Da in der 9. Jahrgangsstufe das Additum nicht in Informatik erfolgte und im ersten Halbjahr kein Unterricht im Additum stattfand, bietet sich die Möglichkeit der Behandlung des Kapitels *Grundlegende Kontroll- und Datenstrukturen*, welches ca. 12 Unterrichtsstunden umfasst. Im Lehrplan heißt es zu diesem Themenkomplex:

“Jede algorithmische Problemlösung läßt sich durch nur drei grundlegende Kontrollstrukturen und dem Problem angepaßte Daten beschreiben. Die Übersetzung einfacher Algorithmen in eine Programmiersprache gibt Gelegenheit aufzuzeigen, daß auch komplexe Programme in einer sehr einfachen und überschaubaren Sprache formuliert sind. Auf die beschränkten Ausdrucksmöglichkeiten einer solchen normierten Sprache im Vergleich zur natürlichen Sprache sollte eingegangen werden.” [1, Seite 1209]

Im Anschluss daran erfolgt eine grundlegende Einführung in Tabellenkalkulationsprogramme und damit eine funktionale Sicht auf Abläufe und Algorithmen.

3 Einbettung der Unterrichtsstunde in die laufende Unterrichtssequenz

Den Themenkomplex *Algorithmik und Programmieren* des Additums habe ich mit der Betrachtung von Abläufen eingeleitet. Dabei wurden die Begriffe *Ablauf* und *Algorithmus* anhand der Modellierung eines Getränkeautomaten erarbeitet. Dieses Beispiel aus der Lebenswelt der Jugendlichen machte klar, dass ein Automat in Abhängigkeit von äußeren Einflüssen selbst Entscheidungen treffen muss, die sich in Verzweigungen des Ablaufs sowie sich mehrfach wiederholenden Teilabläufe niederschlagen.

Kurz wurde der Roboter *Karol* theoretisch vorgestellt und analysiert: Mittels objektorientierter Sichtweise wurde erläutert, dass Karol Eigenschaften hat (Attribute: x-Position, y-Position und Blickrichtung bzgl. seiner Welt) und über Fähigkeiten verfügt (Methoden: Schritt, Rechts-/Linksdrehen, Hinlegen / Aufheben (von Ziegeln) etc.).

Dann haben die Jugendlichen nach einer kurzen Einführung in die Programmierumgebung Karol selbst praktische Erfahrungen mit dem Umgang anhand einfacher Aufgaben gesammelt.

Im Anschluss daran wurden parallel zum Modell des Getränkeautomaten wichtige Strukturen zur Modellierung von Abläufen und zur Umsetzung als Algorithmen erarbeitet:

- Sequenz: Zusammenfassung einer Folge von Anweisungen
- Anweisung: Erweitert Karol durch selbstdefinierte Methoden
- Wiederholung (mit fester Anzahl)
- Auswahl: Bedingte Anweisung führt zu einer Entscheidung

Diese (Kontroll-)Strukturen haben die Jugendlichen auf ausgewählte Problemstellungen angewendet, um den Nutzen und die Effektivität im Vergleich zu früheren Lösungen zu erkennen. Zum Beispiel soll Karol eine beliebige Ziegelreihe invertieren: Dieses Problem spiegelt das Kippen von Bits wider, wie es für die Darstellung von negativen Zahlen im Binärsystem verwendet werden kann. Zur Lösung bietet sich die Kontrollstruktur der *bedingten Anweisung (zweiseitig)* an, eventuell schon in Kombination mit der *Wiederholung*. Früher musste für jede Ziegelreihe ein eigenes Programm geschrieben werden.

In der vorliegenden Stunde lernen die Jugendlichen die letzte Kontrollstruktur dieser Sequenz kennen: Die *Wiederholung mit Anfangsbedingung*. Diese ersetzt eine Kombination von *Wiederholung mit fester Anzahl* und *bedingter Anweisung (einseitig)*. Die neue Kontrollstruktur wird in der Stunde angewendet und das Verständnis für die Umsetzung im Programm vertieft.

In der nächsten Stunde soll im Computerraum ein komplexes Problem in Teilprobleme zerlegt, die Teilprobleme mittels *selbstdefinierter Anweisungen* gelöst und daraus eine Gesamtlösung in einem Programm zusammengesetzt werden: Karol soll feststellen, ob eine gegebene Zahl ohne Rest durch drei teilbar ist oder nicht.

4 Methodisch-didaktische Vorüberlegungen

Vorbemerkung zur Wahl des Werkzeugs *Karol*:

Eine *reale* Programmiersprache wie C++ oder Java eignet sich für den Themenbereich *Algorithmik und Programmieren* wenig, denn diese “Programmiersprachen erfordern schon bei einfachsten Aufgabenstellungen umfangreiche syntaktische Grundkenntnisse, die die Schüler zur Umsetzung der Algorithmen erst lernen müssen.” [4, Seite 104] Und bei “den meisten eingesetzten Programmierumgebungen ist die Reaktionszeit des Systems auf einen Einzelschritt nicht unmittelbar sichtbar und damit nicht nachvollziehbar. Erst am Ende des Programmablaufs sehen die Schüler, ob ihre Überlegungen richtig waren [...]. Dies erschwert [...] das Verständnis für die nötigen Einzelschritte.” [4, Seite 104]

Es gibt aber noch andere Möglichkeiten, das Thema im Unterricht visuell zu unterstützen, z.B. durch das Robotersystem Lego Mindstorms oder die Squeak Etoys. Allerdings hat sich der Roboter Karol in anderen Jahrgangsstufen bewährt, die Motivation ist hoch, die Programmierumgebung ist kostenlos, einfach zu bedienen und leicht zu installieren. Davon machen auch einige Jugendliche zu Hause Gebrauch.

Durch die Präsentation einer Lösung der Aufgabe aus der letzten Stunde (Karol soll einer Ziegelreihe folgen) sollen die Überlegungen zur Modellierung eines Ablaufs und zur Umsetzung als Programm ins Bewusstsein geholt, wiederholt und gefestigt werden.

Durch die genaue Analyse, wie die Problemstellung im Programm mittels der zur Verfügung stehenden Kontrollstrukturen umgesetzt wurde und den Rückblick auf das anfangs betrachtete reale System eines Getränkeautomaten wird klar, dass neben der Kontrollstruktur *Wiederholung mit fester Anzahl* eine weitere Kontrollstruktur sinnvoll ist; eine Kontrollstruktur, in der Wiederholung und Prüfen einer Bedingung verzahnt sind.

Nachdem diese Kontrollstruktur genannt, die Syntax erarbeitet und mit der ursprünglichen, umständlicheren Umsetzung verglichen wurde, erfolgt die systematische Erweiterung des vormals eingeführten Klassendiagramms der Klasse ROBOTER. Diese Klasse umfasst bisher Attribute mit Attributwerten und einfache Methoden. Die in der neunten Kontrollstruktur verwendeten Bedingungen werden als spezielle Methoden verstanden und zu den bisher bekannten Methoden abgegrenzt.

Im letzten Schritt wird folgendes Problem gestellt: Karol soll entscheiden, ob eine gegebene Zahl ohne Rest durch drei teilbar ist. Dazu ist vor der Implementierung mit Karol die Struktur des Problems zu analysieren. Wenn die Aufteilung in Teilprobleme abgeschlossen ist, kann mit der Umsetzung einer Lösung mittels der neuen und aller bisher bekannten Kontrollstrukturen – zuerst auf dem Papier – begonnen werden. Die Fertigstellung des Programms ist Hausaufgabe, die in der nächsten Stunde im Computerraum umgesetzt werden kann. Je nachdem, wie versiert die Jugendlichen das Problem angehen, können schon Lösungsversuche live am Laptop getestet und per Beamer präsentiert werden.

5 Lernziele

“Die Schüler sollen an einem einfachen Beispiel den Ablauf einer Problemlösung von der Aufgabenstellung über das Entwickeln eines Algorithmus bis zum fertigen Programm kennenlernen. [...] Wesentlich dabei ist, daß sich die Schüler beim Dialog mit der Maschine die für den Umgang mit den Informations- und Kommunikationstechniken unerläßliche Fähigkeit des Lernens durch eigene Aktivität aneignen [...]” [1, 1209f] Es lässt sich jede “algorithmische Problemlösung [...] durch nur drei grundlegende Kontrollstrukturen und dem Problem angepaßte Daten beschreiben. Die Übersetzung einfacher Algorithmen in eine Programmiersprache gibt Gelegenheit aufzuzeigen, daß auch komplexe Programme in einer sehr einfachen und überschaubaren Sprache formuliert sind. [...] Das Entwickeln von Algorithmen fördert die Fähigkeit zu strukturellem und konstruktivem Denken [...]” [1, 1209f]

Neben diesen im Lehrplan genannten übergeordneten Lernzielen verfolge ich mit der Struktur meiner Unterrichtsstunde folgende detaillierten Lernziele:

Lernziel 1: Kontrollstruktur *Wiederholung mit Anfangsbedingung* Die Jugendlichen beschreiben das Ineinandergreifen zweier bekannter Kontrollstrukturen (Lernstufe Wissen¹), sie stellen die neue Kontrollstruktur der alten Lösung gegenüber (Lernstufe Verstehen) und übertragen diese auf ein bekanntes Problem (Lernstufe Anwenden). Wenn zeitlich möglich soll der Vorteil dieser neuen Kontrollstruktur gegenüber der Verschachtelung zweier vorher bekannter Kontrollstrukturen beurteilt werden (Lernstufe Analyse).

Lernziel 2: Erweiterung des Klassendiagramms der Klasse ROBOTER Die Jugendlichen zählen zu Attributen mögliche Attributwerte und Methoden auf (Lernstufe Wissen), lernen die Eingangsdaten einer Methode kennen, interpretieren Bedingungen als Methoden ohne Eingangsdaten, dafür mit Rückgabewert (Lernstufe Verstehen) und erstellen eine neue Lösung für ein bekanntes Problem (Lernstufe Anwenden).

Weitere Lernziele Neben den beiden genannten kognitiven Lernzielen möchte ich zum kreativen Denken anleiten. Dies ermöglicht, komplexe Probleme zu analysieren, in Teilprobleme zu zerlegen, diese weitestgehend unabhängig voneinander zu lösen und zum Schluss zu einer Gesamtlösung zusammensetzen. Diese Arbeitsweise spiegelt das Strukturieren eines Programms durch einen modularen Aufbau wider und fördert das prozessuale Denken: Prozessuales Denken beinhaltet, mögliche Prozessverläufe und ihre Auswirkungen vorauszudenken und laufend zu reflektieren.

6 Stundendisposition

Siehe nächste Seite.

¹Ich ordne meine Lernziele den aufeinander aufbauenden sechs Niveaus der Bloomschen Taxonomie von Lernzielen zu: Wissen, Verstehen, Anwenden, Analyse, Synthese, Evaluation. Dabei ist kein Verstehen ohne Wissen, kein Anwenden ohne Verstehen usw. möglich.

Phase	Unter- richts- form	Medien	Beschreibung	Lernziel Lernzielkontrollen (LZK)	Material Anlagen
Einstieg Wiederholung Motivation	UG	L/B	Eine Lösung zu einer der in der letzten Stunde (im Computerraum) gestellten Aufgaben (möglichst von Schülern) wird gezeigt. Die Jugendlichen können die verwendeten Strukturen benennen und den Programmaufbau sowie -ablauf beschreiben.		Lösungsvorschlag 1/Beispiellösung aus dem Unterricht
Erarbeitung	PA	L/B	Die Jugendlichen finden in Partnerarbeit heraus, dass die sich widerstrebenden Anforderungen an ein Programmablauf (in Form von Lösungsvorschlag 1 einerseits zu wiederholen und andererseits auch abzurechnen) durch Verschachtelung von zwei Kontrollstrukturen umgesetzt werden. Sie stellen fest, dass eine elegantere Umsetzung sinnvoll ist.	Lernziel 1 (Wissen)	Eigene Haus- aufgaben und Lösungsvorschlag 1/Beispiellösung aus dem Unterricht
Ergebnissicherung	HD	T H	Die Kontrollstruktur <i>Wiederholung mit Anfangsbedingung</i> mit ihrer Syntax wird im Heft fixiert und mit der alten Lösung verglichen.	LZK 1 (Verstehen)	
Ergebnissammlung Ergebnissicherung	UG	T	Die bisher im Klassendiagramm der Klasse ROBOTER aufgeführten Methoden werden aufgezählt. Der Unterschied zwischen Attribut und Methode sowie deren Schreibweise wird erarbeitet und mit einem Beispiel für die Übergabe von Eingangsdaten an eine Methode im Heft fixiert.	Lernziel 2 (Wissen)	
Erarbeitung Ergebnissicherung	UG HD	T	Bedingungen der Kontrollstrukturen <i>bedingte Anweisung</i> und <i>Wiederholung mit Anfangsbedingung</i> werden als Methoden erkannt und im Heft fixiert.	LZK 2 (Verstehen)	
Erarbeitung Ergebnissicherung	UG	L/B AB	Das bisher bekannte Klassendiagramm der Klasse ROBOTER wird auf dem Arbeitsblatt 1.3 durch die Bedingungen ergänzt. Zu Attributen und Methoden werden Definitionsmengen angegeben und aus Karols Welt sowie zum Getränkeautomaten Beispiele gesucht und eingetragen.		Arbeitsblatt 1.3 mit Lösungsvorschlag 1.3
Anwendung Vertiefung Motivation	GA	AB L/B	Die zuerst gezeigte Lösung soll von der Klasse verbessert und umgeschrieben werden. Dazu sollen die neu gelernte Kontrollstruktur und die Möglichkeit der Übergabe von Eingangsdaten an eine Methode genutzt werden.	LZK 1/2 (Anwenden)	Lösungsvorschlag 1/Beispiellösung aus dem Unterricht
Lernzielkontrolle	UG	L/B	Die Jugendlichen vergleichen die neue mit der alten Lösung und beurteilen sie.	Zusammenfassende LZK 1/2	Lösungsvorschlag 2
Puffer	UG PA	L/B	Hausaufgabe: Karol soll zu einer gegebenen Zahl entscheiden, ob sie ohne Rest durch drei teilbar ist. Mit den Banknachbarn sollen Ideen für eine Lösungsstrategie erarbeitet und diskutiert werden; abschließend können diese zusammengefasst werden.		Hausaufgabe

Legende

Unterrichtsform: UG = Unterrichtsgespräch, PA = Partnerarbeit, HD = Heftdiktat, GA = Gruppenarbeit
Medien: AB = Arbeitsblatt, T = Tafel, H = Heft, L/B = Laptop/Beamer

7 Ausblick

Nach dem Erarbeiten der letzten Kontrollstruktur auf den Leistungsniveaus Wissen (1), Verstehen (2) und Anwenden (3) (und evtl. Analyse (4)) folgt nach einer praktischen Arbeit mit Anwendung des bisher Gelernten die Erstellung einer hierarchischen Übersicht über Anweisungen und Kontrollstrukturen.

In gemeinsamen Gesprächen oder Diskussionen in Kleingruppen sollen danach schwierigere Probleme angegangen werden: Z. B. die Verwendung von Rekursion zum Herausfinden aus einem Labyrinth. Das Lösen solcher Probleme erfordert viel Vorarbeit, planvolles Vorgehen und umfasst alle Leistungsniveaus der Bloomschen Taxonomie von Lernzielen.

8 Anhang

Es folgen in chronologischer Reihenfolge des Auftretens die Materialien und Arbeitsblätter mit Lösungsvorschlägen.

- Sitzplan der Klasse 10b
- Lösungsvorschlag 1: *Ziegelreihe folgen*
- Arbeitsblatt 1.3 *Ergänzungen zum Klassendiagramm der Klasse ROBOTER*
- Lösungsvorschlag 1.3 *Ergänzungen zum Klassendiagramm der Klasse ROBOTER*: Die zu ergänzenden Teile sind grau hinterlegt.
- Lösungsvorschlag 2: *Verbesserung Ziegelreihe folgen*
- Hausaufgabe
- Tafelbild
- Erklärung

Literatur

- [1] Fachlehrplan G9 Mathematik. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. <http://www.isb.bayern.de/isb/download.asp?DownloadFileID=8f5923b1fc79324526de7441680baacc> (30.6.2007).
- [2] Ulrich Freiberger et al. *Ikarus, Natur und Technik, Schwerpunkt: Informatik 6/7*. Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, 1. edition, 2004. ISBN 3-486-88286-4.
- [3] Peter Hubwieser et al. *Informatik 1 Objekte Strukturen Algorithmen, Informatik für Gymnasien*. Ernst Klett Verlag, 1. edition, 2004. ISBN 3-12-731468-X.
- [4] ISB. *Handreichung: Der Schwerpunkt Informatik im Fach Natur und Technik*. ISB, München, 2005.
- [5] ISB. *Handreichung: Informatik an Naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium Jahrgangsstufe 9*. ISB, München, 2007.