The impact of inheritance depth on maintenance tasks – Detailed description and evaluation of two experiment replications

Barbara Unger, Lutz Prechelt (unger, prechelt@ira.uka.de)
Fakultät für Informatik
Universität Karlsruhe
D-76128 Karlsruhe, Germany

Technical Report 18/1998

July 17, 1998

Abstract

Inheritance is one of the main concepts of object-oriented technology. It is claimed that the use of inheritance improves productivity and decreases development time.

John Daly et al. reported on two experiments evaluating the effects of inheritance depth on program maintenance. They found that maintenance was performed significantly quicker for software using three levels of inheritance, compared to equivalent 'flattened' software without inheritance. A second experiment found that maintenance for software using five levels of inheritance tended to be slightly slower than for equivalent software without inheritance.

We report on similar experiments on the same question. Our results contradict those mentioned above. Several crucial changes were made to the setup. In particular longer and more complex programs were used, an inheritance diagram was available to the subjects, and we used more and different kinds of maintenance tasks. Furthermore, our experiment design compares zero level, three level and five level inheritance directly in one experiment.

The results suggest that there is a tendency that deeper inheritance may complicate program understanding. But the effect depends rather on other factors such as complexity of the program and type of maintenance task than on inheritance depth. We found a high correlation between maintenance time and the number of methods to trace to gain program understanding. Further work should be done to identify other influence factors.

Contents

1 Introduction **4**
- 1.1 Experiment introduction and overview . . . 4
- 1.2 Related work . . . 6

2 Description of the experiment **7**
- 2.1 Experiment purpose and hypotheses . . . 7
  - 2.1.1 Our hypotheses . . . 7
- 2.2 Experiment design . . . 8
  - 2.2.1 Subject groups . . . 8
  - 2.2.2 Preparation: The JAKK course . . . 9
  - 2.2.3 Preparation: The Informatik II course . . . 10
- 2.3 Experiment format and conduct . . . 10
- 2.4 Experimental subjects JAKK . . . 11
  - 2.4.1 Education . . . 11
  - 2.4.2 Programming experience . . . 11
- 2.5 Experimental subjects Informatik II . . . 14
  - 2.5.1 Education . . . 14
  - 2.5.2 Programming experience . . . 14
- 2.6 Knowledge of Java, inheritance, and polymorphism . . . 17
- 2.7 Constraints of the experiment . . . 17
- 2.8 Programs and Tasks . . . 19
  - 2.8.1 Programs . . . 19
  - 2.8.2 Tasks . . . 20
  - 2.8.3 Solving the tasks . . . 23
- 2.9 Internal validity . . . 26
- 2.10 External validity . . . 26

3 Experiment results and discussion **28**
- 3.1 Statistical methods . . . 28
- 3.2 Performance on the tasks . . . 28
  - 3.2.1 Metrics employed . . . 29
  - 3.2.2 Notation . . . 29
  - 3.2.3 Performance on the tasks – JAKK . . . 30
  - 3.2.4 Performance on the tasks - Informatik II . . . 35
- 3.3 Subjects' experience . . . 43
  - 3.3.1 Inheritance use . . . 43
  - 3.3.2 Program structure . . . 43

3.3.3 Simplicity of the tasks . . . 44
3.3.4 Concentration of the subjects . . . 44
3.3.5 Quality assessment . . . 47
3.3.6 Usefulness of OO knowledge . . . 47

4 Analysis of the different results of the previous and our new experiment 50

5 Conclusion 53

A Tasks and Solutions 55
A.1 Handling descriptions . . . 55
A.2 Original questionnaire (translated into English) . . . 56
A.3 Solutions . . . 68
A.3.1 Solution for Task 1 – ”Y2K” . . . 68
A.3.2 Solution for Task 2 - ”Time Interval Price Display and Gain/Loss Display” . . . 68

B Programs 71
B.1 Programs – JAKK . . . 71
B.1.1 Boerse.java (no inheritance) . . . 71
B.1.2 Boerse.java (3 levels of inheritance) . . . 111
B.1.3 Boerse.java (5 levels of inheritance) . . . 133
B.2 OMT diagrams – JAKK . . . 152
B.3 Program differences between JAKK and Informatik II experiments . . . 156
B.3.1 Boerse.java (no inheritance) . . . 156
B.3.2 Boerse.java (3 levels of inheritance) . . . 167
B.3.3 Boerse.java (5 levels of inheritance) . . . 171

C Translations of German terms 175

Bibliography 177

Chapter 1

Introduction

The present report is the detailed description and evaluation of two instances of a controlled experiment on the influence of inheritance depth on the maintainability of object-oriented programs.

In this first chapter we will discuss the general topic of the experiment, give a broad overview of the purpose and setup of the experiment, and refer to related work.

The second chapter describes the hypotheses, preparation, setup, and conduct of the experiment. It also discusses possible threats to the internal validity and external generalizability of the experiment. Chapter 3 presents and interprets in detail the results obtained in the experiment and Chapter 4 explains the differences between the related work and our results. Chapter 5 presents the conclusions.

The appendix contains the handouts used in the experiment: questionnaires, task descriptions, and program source code. Furthermore it describes correct solutions for the tasks. The program source is written in German, but an additional appendix provides German to English translations for the program's main terms.

1.1 Experiment introduction and overview

Object-orientation was expected to be a silver bullet for a long time. Vendors made promises that object-orientation enhances productivity, reliability, reuse, life cycle time, etc. In [9] the claims about object orientation are summarized:

- Methodological advantages of object-orientation:
  - natural imitation of the application domain by object-oriented analysis
  - smooth transition from object-oriented analysis to object-oriented design
  - consistent terminology from analysis to implementation
- General advantages of object-orientation:
  - higher productivity and shorter development time through inheritance and reuse
  - higher quality of the products through encapsulation and modularization
  - less effort for maintenance

Much of the general advantages described above is attributed to inheritance: *I*nheritance is expected to reduce overall code size because functionality that is common to more than one class needs only be defined once. Classes can be viewed as implementations of abstract data types, providing an interface. The functionality can be understood in terms of the interface. Understanding derived classes is eased because they are built on the abstractions implemented by their respective superclasses. Inheritance allows reuse of the classes' implementation. If the superclass is trusted to be correct, procedures that are inherited completely from the superclass need not be tested again. Therefore derived classes are less prone to errors.

These effects are expected to multiply if a class is inherited from more than once. The described advantages lead to the assumption that using more abstraction levels the maintenance of a program will be easier and that the quality of maintenance tasks will be higher.

John Daly et al. [4] conducted an experiment to evaluate the influence of inheritance on maintainability. They tested the hypothesis that "the use of a hierarchy of 3 levels of inheritance depth does positively affect the maintainability of object-oriented programs"[1]. Subjects had to implement identical maintenance tasks on object-oriented programs with a hierarchy of 3 levels of inheritance depth and on functionally equivalent programs with no inheritance. The results indicated that inheritance depth does affect the maintainability such that maintaining a program with no inheritance takes significantly more time than maintaining a program with inheritance depth of 3. A replication of the same experiment had the same results.

Daly et al. also performed a similar experiment with a modified hypothesis derived from the results of the questionnaire survey on the object-oriented paradigm mentioned in Section 1.2. They tested whether "the use of a hierarchy of 5 levels of inheritance depth does affect the maintainability of object-oriented programs such that subjects maintaining the inheritance program version will take longer than those subjects maintaining the flat program version" [4]. The same (!) 29 subjects (except for two) as in the first experiment were used for this experiment. The results obtained did not show significant differences between the program versions.

Our criticism of these experiments is that they used rather small and simple programs. Details on the programs size are listed in the table below. Lines of code (*LOC*) are here defined as all lines of all header files and source files except for leading or trailing blank lines in a file. "{"- or "}"-lines are all lines containing only one brace, *comment lines* are lines of code containing only a comment, and *include lines* are lines of code containing an include statement. Programs `university-1` and `literature` were used in the two parts of the first experiment (1a and 1b, university also in the replication 1r) and `university-2`, an extended version of `university-1` was used in the second experiment. All classes of the programs were quite simple. For example in the university programs, each class represented a person group (such as professor, student, secretary) with almost the same class variables (such as last name, first name, age), and similar methods (for assigning values to the variables and for printing the object).

When we first saw the experiment of Daly et al., we hypothesized that more abstraction levels would universally make maintenance easier, if only the subjects were given a class hierarchy diagram. We decided to perform a similar experiment to test this assumption.

We implemented three Java program versions with identical functionality that differed only in the number of abstraction levels (5, 3, and 0 abstraction levels) and created appropriate class hierarchy diagrams.

Subjects of two university courses participated in the experiment, 57 computer science students from a graduate course and 58 computer science students from an undergraduate course. Each course was randomly divided into three groups. The sampling was stratified for balancing experience among the groups. All subjects of one experiment group received the same program version, the appropriate class hierarchy diagram, and two

[1] For a detailed definition of inheritance depth, see 2.8.1

program	levels of inheritance	Number of classes	Number of methods	LOC	”{”- or ”}” lines	Number of comment lines	Number of include lines
university-1	3	5	21	252	52	29	22
university-1	0	3	26	273	58	16	14
literature	3	6	27	323	60	30	26
literature	0	4	35	370	78	21	19
university-2	5	11	56	694	136	78	56
university-2	0	8	96	1007	208	59	41

Table 1.1: Characterization of the programs used by Daly et al.

maintenance tasks. For each subject we measured the time required for completing each task and we rated the delivered solution. We tested whether and how the performance of the three groups differs.

1.2 Related work

A good summary of the related work can be found in the article of John Daly et al. [4] so that we do not reiterate all the references they cite. But one reference we emphasize: a structured interview study on the object-oriented paradigm [3]. These structured interviews, each based on a template of 23 questions, were carried out with 13 experienced object-orientation users to explore problems discussed in the object-oriented literature. For example “Subjects were asked to define how many levels of inheritance it took before their understanding began to become constrained”. Half of the subject indicated a depth of inheritance of 3-4, a quarter of the subjects indicated an inheritance depth of 5-6 and another quarter more than 6 or “as not relevant”. Another topic with respect to inheritance is the delocalization of functionality. “On the effect of spreading method functionality over the inheritance hierarchy on system understanding almost every subject commented that if the inheritance hierarchy is designed properly than it would not be detrimental to understanding” [3]. These structured interviews were an initial study that was followed by a larger questionnaire survey of experience with the object-oriented paradigm [2]. This study also contained the question “ How deep would your inheritance hierarchy be before you became uncomfortable with it?” The answer scale for the subjects was a little different from the structured interviews but the result indicates that the subjects dare more: 12% answered an inheritance depth of 2-3, 31% a depth of 4-6 and 57% a depth more than 6 or even did not see problems with inheritance at all.

Chapter 2

Description of the experiment

2.1 Experiment purpose and hypotheses

Genericity, overloading, inheritance, polymorphism, and encapsulation are the main components of the object-oriented concept. Until now it is an open question how and to which extent these features have to be employed to get better results: better in the sense of shorter development time, higher product quality, cheaper maintenance, etc.

The purpose of this experiment is to answer a small part of the research question: When is the use of inheritance beneficial? Does it matter how deep the inheritance hierarchy is? Does it matter whether programmers have an inheritance diagram where they can trace method and class definitions?

In this experiment we want to test whether the inheritance depth significantly affects the maintainability of programs. The maintainability will be measured by the time required to complete specific maintenance tasks and by the quality of the solutions delivered.

2.1.1 Our hypotheses

We pose the following hypotheses:

1. **Hypothesis 1:** The more abstraction levels are used, the easier the program is to comprehend and the less time is required for maintenance tasks.
2. **Hypothesis 2:** The more abstraction levels are used, the better is the quality of the delivered solutions.

Explanation of the hypotheses:

Hypothesis 1: Using inheritance provides the maintainer with the information that classes inheriting from a superclass have the same functionality as the superclass except for the methods that are overwritten. So it is not necessary to comprehend lines of code twice or detect that there are duplicates. On the other hand, this effect might be reduced by the dispersal of methods declared in more than one superclass. So the maintainer has to switch between different classes to understand what the functionality of a class is. To reduce this impact, we offer class hierarchy diagrams in the experiment.

Another aspect of this hypothesis is the required time for *implementing* changes when more than one class is affected. Adding common functionality to more than one class can be done by adding and testing the functionality once in a superclass, hence maintenance time can be reduced.

Hypothesis 2: First, when using more code from a superclass, less places to insert defects will be given to a maintainer maintaining the appropriate subclass. A smaller part of the functionality is displayed to the maintainer where s/he can make changes and introduce defects when some functionality is provided in a superclass that needs not be touched. This is important in particular if the maintenance tasks only affect concrete classes from which no other classes inherit. Similarly, if a maintainer needs to make changes that affect more than one class, s/he can often implement the changes just once in a common superclass.

For these hypotheses we assume that the design is sound, i.e., each abstraction level in the inheritance hierarchy represents a sensible and useful concept of the program.

2.2 Experiment design

We designed a basic program version with a deep inheritance hierarchy and derived two functionally equivalent versions from it, differing in the inheritance depth. Functionality, programming style, and comments are essentially the same in all three versions. This is explained in detail in Section 2.8.1.

The subjects are assigned into three groups called G0, G3 and G5, each subject works on one of these program versions. We measure the time required by each individual subject and judge their solutions by both a black box test and an examination of the source program.

The independent variable in this experiment is the inheritance depth. The dependent variables are the time required for each task, the quality of the solutions, the approach the subjects chose and additional subjective information from a postmortem questionnaire.

We also administer a short questionnaire (immediately *before* the actual experiment) for gathering statistical information about our subjects, and for assessing their understanding of object-orientation in general and Java in particular.

2.2.1 Subject groups

We conducted the experiment two times. The first run was with students from our JAKK course (see below). The next run (done two parts) was with students from the Informatik II course.

To make sure to have three comparable groups for each run, we used block-randomization. For the JAKK course subjects, we blocked the subjects based on their pre-performance. The pre-performance was determined as the sum of points the students obtained in the five exercises of the JAKK course. They could take part in the experiment if they achieved more than 75 percent of all points. The motivation to take part in the experiment was to receive lab course credit. In the Informatik II course, we asked the subjects to tell us about their programming experience instead, measured in terms of the size of the biggest program they had ever implemented. All students of the Informatik II course were allowed to take part in the experiment, one third of them did. Their motivation was to obtain a small bonus on their exam grade.

The three treatment groups are called G0 for the group with the flat program, G3 for the group with the program of inheritance depth 3 and G5 for the group with the program of inheritance depth 5. The suffixes I and

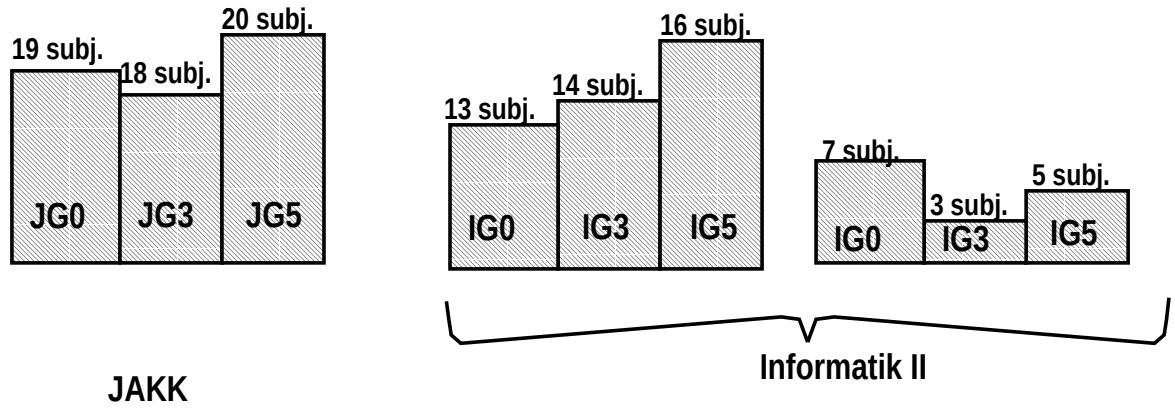


Figure 2.1: Group size and group name for the JAKK and Informatik II subjects. The slight imbalance is due to no-show participants, who registered, but did not appear.

J describe the course: J for the JAKK course and I for the Informatik II course. For the group sizes, see Figure 2.1.

2.2.2 Preparation: The JAKK course

In order to have enough subjects with sufficient knowledge and comparable background, we taught a course, called JAKK ("Java/AWT-Kompaktkurs"), to prepare our subjects. The topic of the course were Java and AWT (Abstract Windowing Toolkit), which attracted over 70 highly motivated graduate students. Participants were required to have at least basic knowledge of OO techniques.[1] It was a five week intensive course with a 90 minute lecture and one exercise per week. The results of the exercises were submitted on disk and were graded by the instructors.

We gave two lectures on Java itself, one on AWT, one on thread programming, and one for discussing frequent errors etc. The course exercises were chosen as follows:

Exercise 1 was to implement a clone of the Unix *wc* program. This exercise was meant for learning how to install and operate the compiler and learning basic Java syntax, file I/O etc.

Exercise 2 introduced reuse of functionality. The exercise was to implement a clone of the Unix *ls* program. Students had to reuse and enhance a given class, and they had to add new classes on their own.

Exercise 3 was on programming with AWT. The task was to display a graphical directory viewer somewhat like the Windows file manager. The students had to reuse their classes from Exercise 2.

Exercise 4 was on programming with threads. The task was to concurrently search files for lines whose acronyms matched the search string or words that were anagrams of the search string. The algorithms were to be implemented using the Template Method design pattern. The number of concurrent threads was to be limited in either of two user-selective ways, using the Strategy design pattern to make the selection transparent. We required all concurrent activity to be properly synchronized and free of race conditions.

Exercise 5 was a simple graphical game. It introduced mouse handling and animation.

[1] We use OO as the abbreviation for object-oriented or object-orientation.

In a questionnaire about the course the course participants indicated that they invested an average of 11.6 hours per week (median: 10 hours) over the 5 weeks of the course. A minimum of 75 percent of all points of the exercises was required for participating in the experiment; 59 of the 73 course participants qualified.

2.2.3 Preparation: The Informatik II course

The subjects were taught as a part of their undergraduate studies. They learned basic computer science knowledge and used the Java programming language for their practical exercises. If they solved enough exercises, they obtained a bonus for their exam.

Among others, practical lab exercises contained a character counter, concatenated lists, different output representations (reuse of the concatenated list), cross sum calculation with reading from standard input, exceptions, read in data with AWT, binary trees, data processing with reading from files, a simple AWT game, and hash tables.

2.3 Experiment format and conduct

We carried out the JAKK run of the experiment in June 1997 on a Tuesday morning, 8 00 to 13 00 hours. The run[2] for the Informatik II course was in June 1997, too, but later in the afternoon, from 16 00 to 22 00 hours. The experiment was conducted in a computer lab equipped with 80 IBM RS6000 workstations running the AIX operating system. The subjects were allowed to use any installed editor. Most of them used either Joe or Emacs. The Java installation was JDK1.1. Although the subjects knew before the experiment that they had to work in an Unix environment and that they should be familiar with it, we could not be sure that they all knew the working environment, so we gave them a short additional handout describing useful commands and tools.

The first handout contained two parts. The first part, a questionnaire, covered personal data such as name, semester, programming experience, etc., see Appendix A.2. The second part was a small test of Java and OO knowledge to see whether the groups had been well balanced, see again Appendix A.2. The subjects had to solve the exercise without using the computer. After they completed this, they were handed out the first work task consisting of a task description (see Appendix A.2), a pretty-printed program listing (see Appendix B.1), a class diagram with the inheritance structure (see Appendix B.2), and the short Unix information mentioned above. At this point, the subjects had to log into their computers. Subjects of the JAKK course found the program in their account, subjects of the Informatik II course had to invoke a script that copied the program into their account.[3] As a subject finished with the task, we collected the exercise, checked the time stamp and whether s/he had invoked the required script for delivering the source code, and then handed out the next work task. We performed the same procedure after the second task and handed out the postmortem questionnaire. The order of the handouts is shown in Figure 2.2

For further details see the actual documents as used in the experiment; they should be self-explanatory and are printed in the appendices starting on page 55.

[2] Actually, this was conducted in two parts on different days, because not all students were available on the same day.

[3] This is because the JAKK subjects had new accounts that we had configured before, whereas the Informatik II subjects used their own accounts.

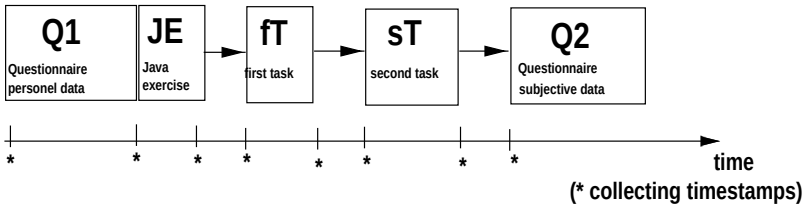


Figure 2.2: Order of the handouts, each arrow between a block means collecting the last handout, controlling of the timestamp and distributing the next handout. At each mark (*) on the time axis a timestamp is collected.

2.4 Experimental subjects JAKK

2.4.1 Education

57 subjects participated in the first run of our experiment. All of them were male Informatics students, and all but 8 of them held a Vordiplom (similar to B.Sc.) degree, one subject did not answer the question. On average, these students were in their eighth semester at the university; see Figure 2.3.

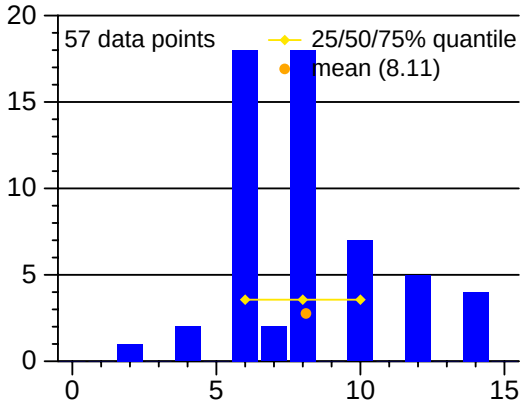


Figure 2.3: [JAKK] Distribution of semester numbers of experimental subjects.

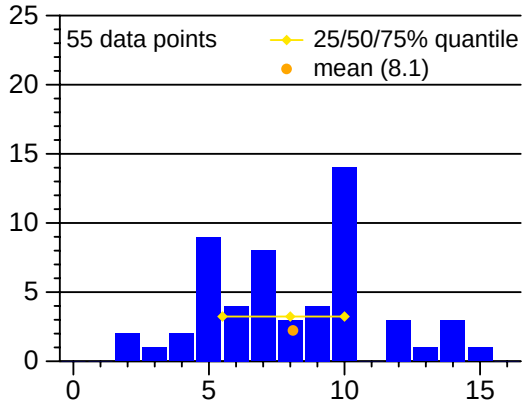


Figure 2.4: [JAKK] Distribution of years of programming experience of subjects.

2.4.2 Programming experience

The students had an average of 8.1 (median: 8) years of programming experience (Figure 2.4), 79% of them had written more or much more than 3000 Lines of Code (LOC) in their life (Figure 2.5). 91% of the subjects claimed they had significant practical experience with object-oriented programming (Figure 2.6) and 47% claimed that they had significant practical experience in programming graphical user interfaces (Figure 2.7). A subject is classified as having significant practical experience if s/he has written more than 300 LOC on a topic. Our subjects had practice with a median of 4 different programming languages (Figure 2.8). The median of the largest program ever written by each of our subjects had 2750 LOC and took 2 person months; see Figures 2.9 and 2.10. 39% of the subjects had also previously participated in a team software project and their median contribution was 1300 LOC and 2 person months to the total median project size of 20 KLOC and 6 person months; see Figures 2.11 to 2.14.

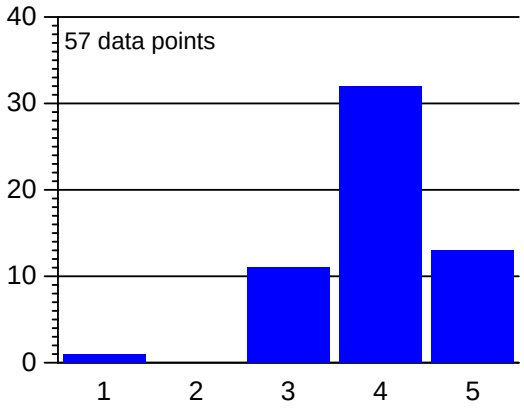


Figure 2.5: [JAKK] Distribution of previous programming knowledge and experience: 1=only theoretical knowledge, 2=less than 300 LOC written, 3=less than 3000, 4=less than 30000, 5=more than 30000.

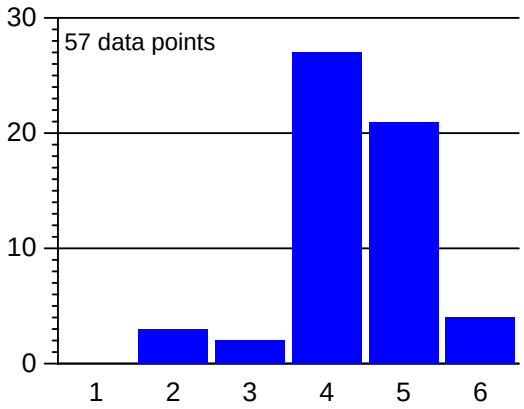


Figure 2.6: [JAKK] Distribution of previous experience in object-oriented programming: 1=no knowledge, 2=only theoretical knowledge, 3=less than 300 LOC written, 4=less than 3000, 5=less than 30000, 6=more than 30000.

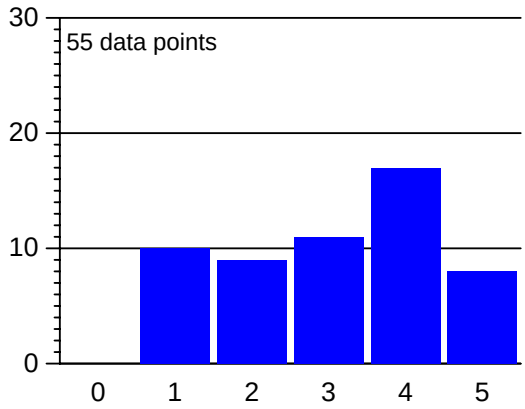


Figure 2.7: [JAKK] Distribution of previous experience programming in graphical user interfaces (GUI). The same encoding is used as in Figure 2.6.

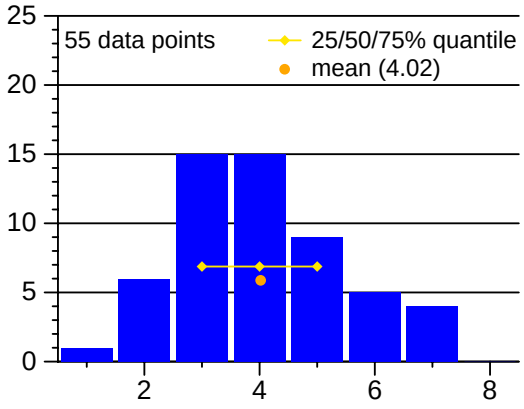


Figure 2.8: [JAKK] Distribution of number of programming languages previously used.

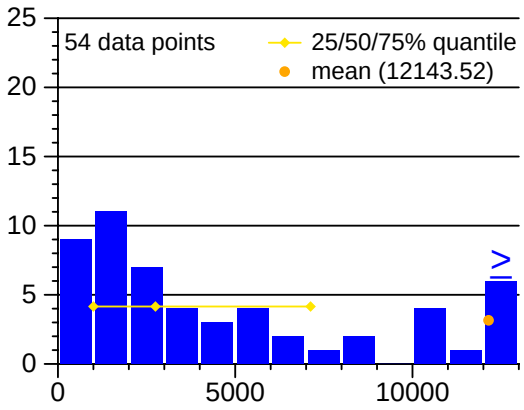


Figure 2.9: [JAKK] Distribution of size (in LOC) of the subject's largest program ever written alone.

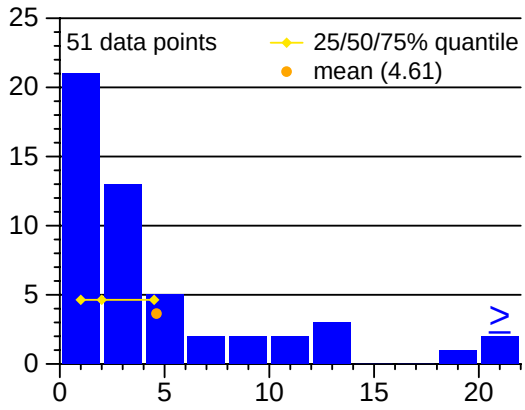


Figure 2.10: [JAKK] Distribution of time (in person months) of largest program ever written alone.

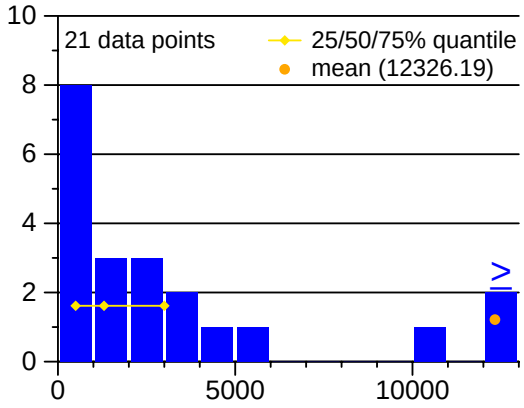


Figure 2.11: [JAKK] Distribution of size (in LOC) of subject's contribution to his/her largest team software project.

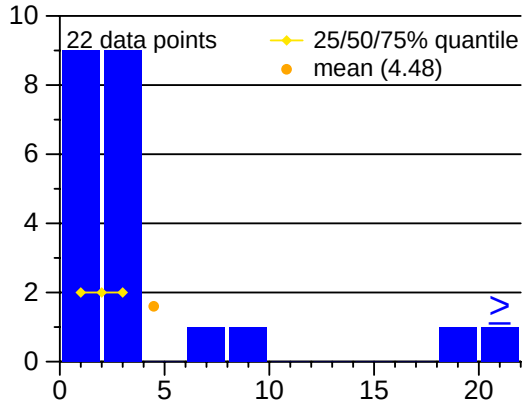


Figure 2.12: [JAKK] Distribution of time (in person months) of subject's contribution to his/her largest team software project.

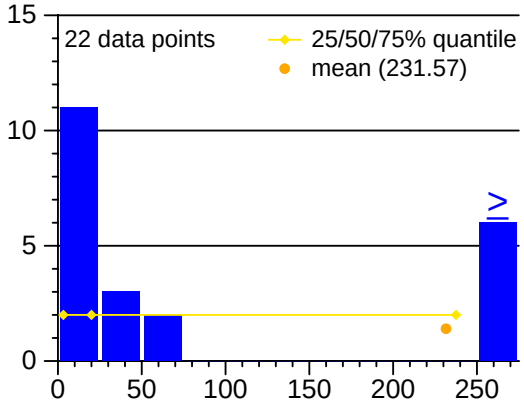


Figure 2.13: [JAKK] Distribution of size (in KLOC) of the subject's largest team software project.

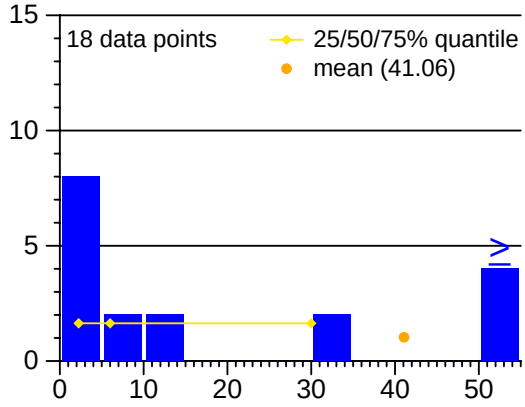


Figure 2.14: [JAKK] Distribution of time (in person months) of subject's largest team software project.

2.5 Experimental subjects Informatik II

2.5.1 Education

58 subjects participated in this run of our experiment. All of them were Informatics undergraduate students (54 male, 4 female) in their Vordiplom (similar to B.Sc.) studies, except two Physics undergraduate students and two Math undergraduate students. All students were in their second semester at the university except one first semester Math student.

2.5.2 Programming experience

The students had a median of 6 years(!) of programming experience (Figure 2.15), 53% of them had written more or much more than 3000 LOC (Figure 2.16). 62% of the subjects claimed that they had significant practical experience with object-oriented programming (Figure 2.17) and 45% claimed that they had significant practical experience in programming graphical user interfaces (Figure 2.18). A subject is again classified as having significant practical experience if s/he has written more than 300 LOC on a topic.

Our subjects had practice with a median of 4 different programming languages (Figure 2.19). The largest program ever written by our subjects had a median size of 2000 LOC and 1.5 person months; see Figures 2.20 and 2.21. 14% of the subjects had also previously participated in a team software project and contributed a median of 350 LOC and 2.0 person months to the total project size of 5.5 KLOC (median) and 2.0 person months (median); see Figures 2.22 to 2.25.

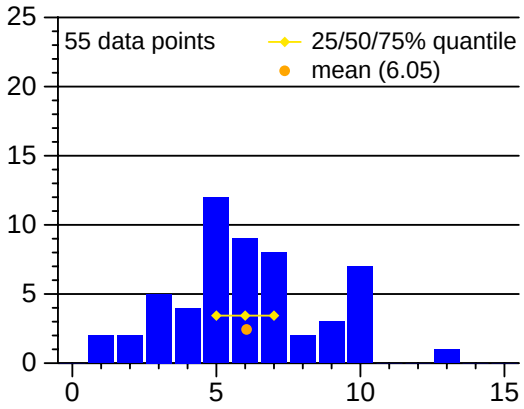


Figure 2.15: [Informatik II] Distribution of years of programming experience of subjects.

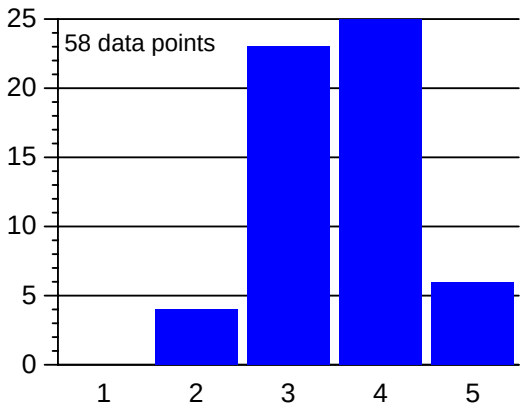


Figure 2.16: [Informatik II] Distribution of previous programming knowledge and experience: 1=only theoretical knowledge, 2=less than 300 LOC written, 3=less than 3000, 4=less than 30000, 5=more than 30000.

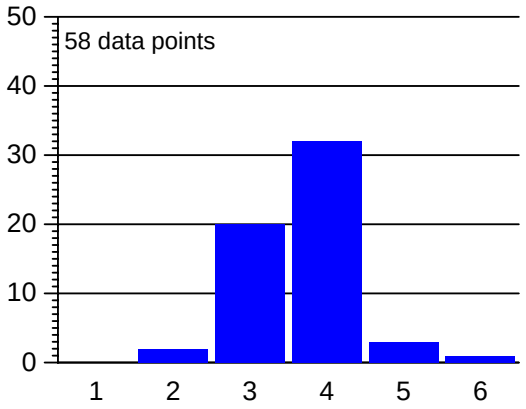


Figure 2.17: [Informatik II] Distribution of previous experience in object-oriented programming: 1=no knowledge, 2=only theoretical knowledge, 3=less than 300 LOC written, 4=less than 3000, 5=less than 30000, 6=more than 30000.

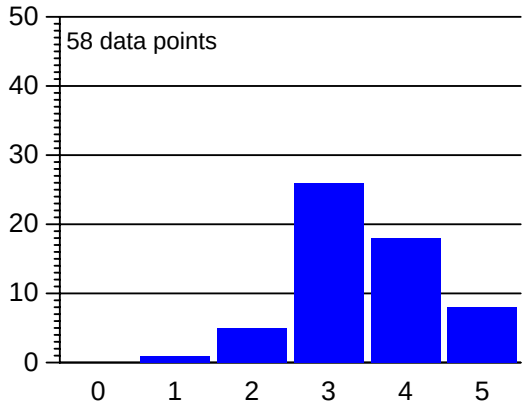


Figure 2.18: [Informatik II] Distribution of previous experience in programming graphical user interfaces (GUI). The same encoding is used as in Figure 2.17.

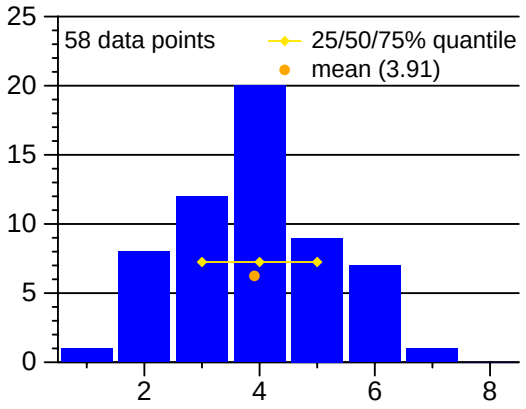


Figure 2.19: [Informatik II] Distribution of number of programming languages previously used.

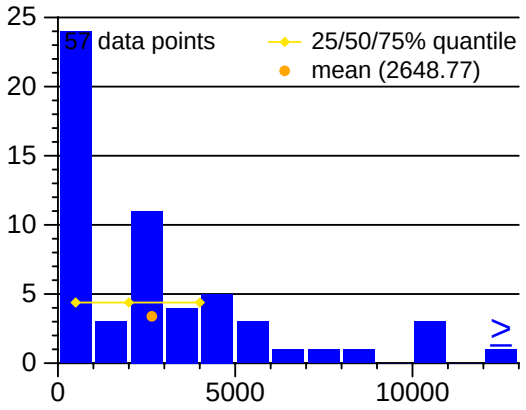


Figure 2.20: [Informatik II] Distribution of size (in LOC) of largest program ever written alone.

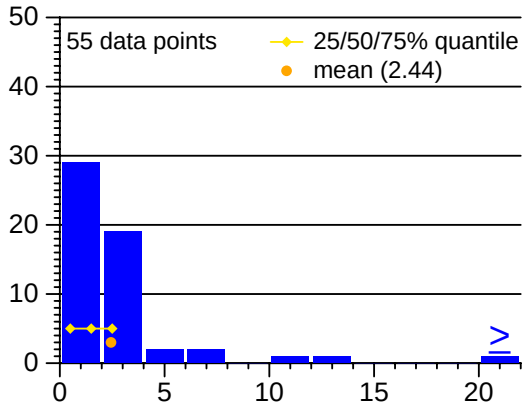


Figure 2.21: [Informatik II] Distribution of time (in person months) of largest program ever written alone.

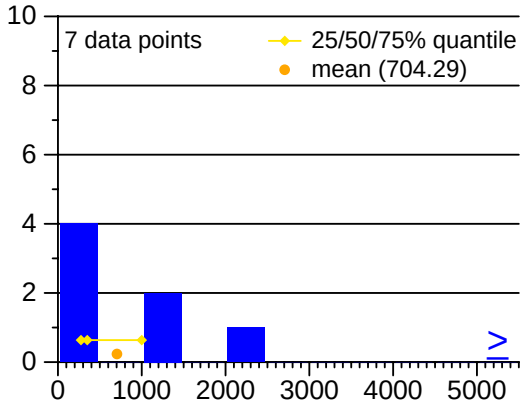


Figure 2.22: [Informatik II] Distribution of size (in LOC) of subject's contribution to his/her largest team software project.

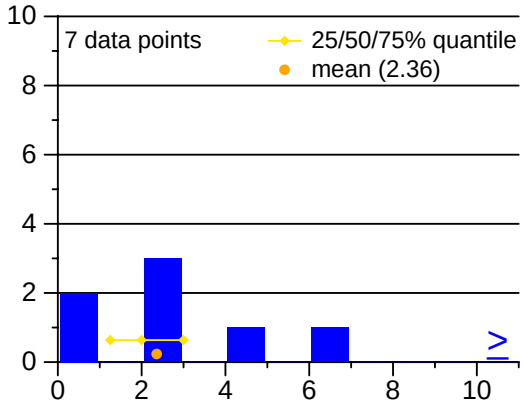


Figure 2.23: [Informatik II] Distribution of time (in person months) of subject's contribution to his/her largest team software project.

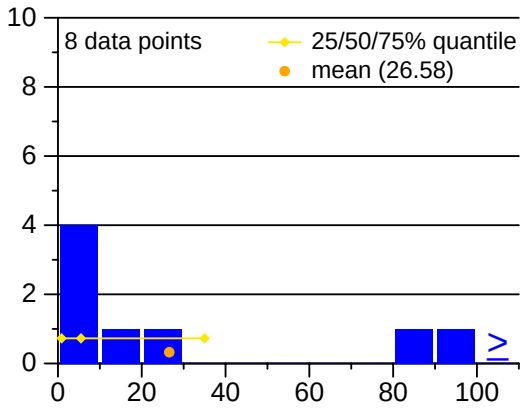


Figure 2.24: [Informatik II] Distribution of size (in **K**LOC) of subject's largest team software project.

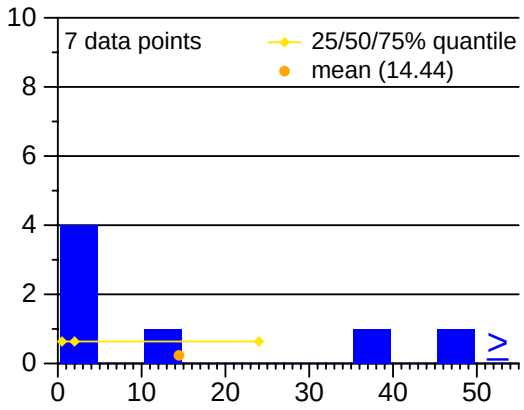


Figure 2.25: [Informatik II] Distribution of time (in person months) of subject's largest team software project.

2.6 Knowledge of Java, inheritance, and polymorphism

Before the actual experiment started, we tried to learn about our subject's knowledge of Java, inheritance, and polymorphism. The introductory questionnaire contained a small test. They were given a tricky Java program consisting of three classes (see Appendix A.2). First the subjects had to mark those lines that would result in a compilation or runtime error. Second they had to determine the output of the program (all without using the computer.)

The answers for the first part, "mark wrong lines" we classified in four different groups: 1 = correct, 2 = subject marked lines wrong because of insufficient understanding of the keyword *static*, 3 = subject marked lines wrong because of insufficient understanding of the keyword *static* **and** marked **one** other line wrong for a different reason, 4 = subject marked **more** than one line wrong not caused by a misunderstanding of the keyword *static*. The *static* (i.e. class variables/methods) feature of Java is not relevant for our experiment. Figures 2.26 and 2.27 show the distribution for the JAKK and the Informatik II subjects.

There are some differences between the three different treatment groups of the JAKK and the Informatik II course but they are not significant, see Figure 2.28.

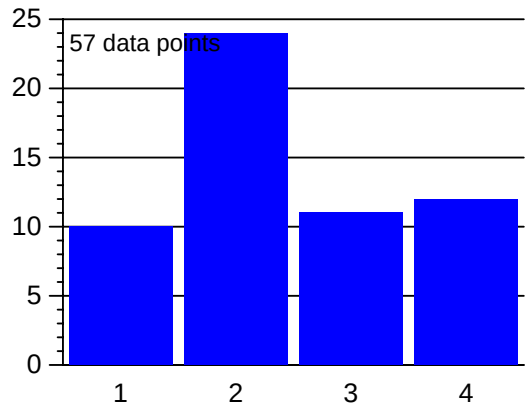


Figure 2.26: Distribution of the answer classes for the JAKK subjects. Answer classification: 1 = correct; 2 = subject marked lines wrong because of insufficient understanding of the keyword *static*, 3 = subject marked lines wrong because of insufficient understanding of the keyword *static* **and** marked **one** other line wrong for a different reason, 4 = subject marked **more** than one line wrong not caused by a misunderstanding of the keyword *static*

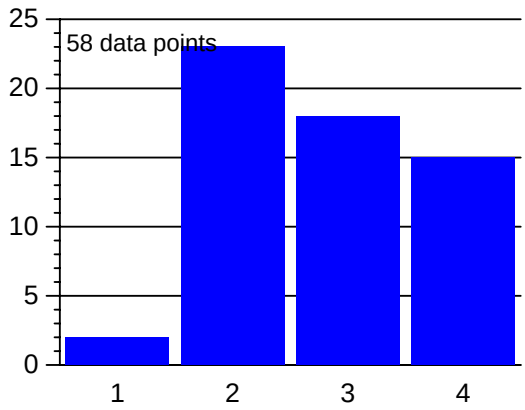


Figure 2.27: Distribution of the answer classes for the Informatik II subjects. The same encoding is used as in Figure 2.26

The second part of the test was evaluated with respect to the first part. We counted the wrong output that was not a consequence of wrongly marked lines. Figures 2.29 shows the distribution for the JAKK and the Informatik II subjects.

2.7 Constraints of the experiment

The tasks and programs used in our experiment had to obey the following constraints:

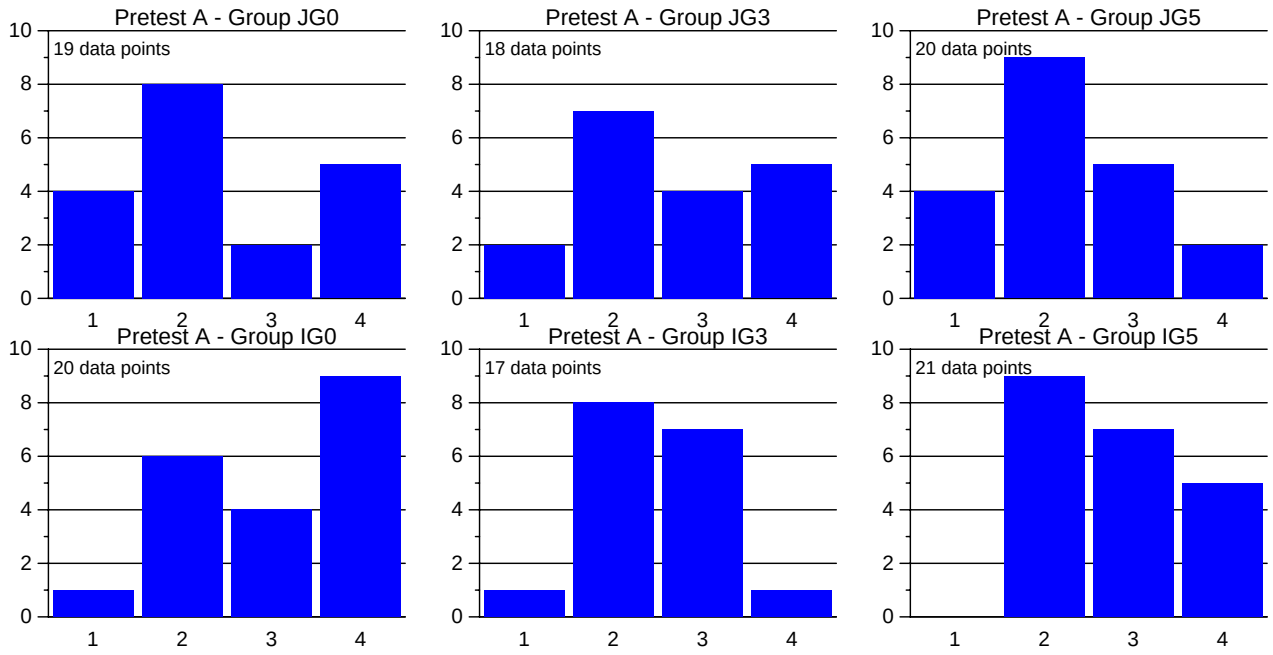


Figure 2.28: Distribution of the answer classes for the JAKK (suffix J) and the Informatik II (suffix I) subjects for the first part of the Java-Test separated into the different treatment groups, where G0 is the group with the flat program version, G3 with the inheritance depth 3, and G5 with the inheritance depth of 5.

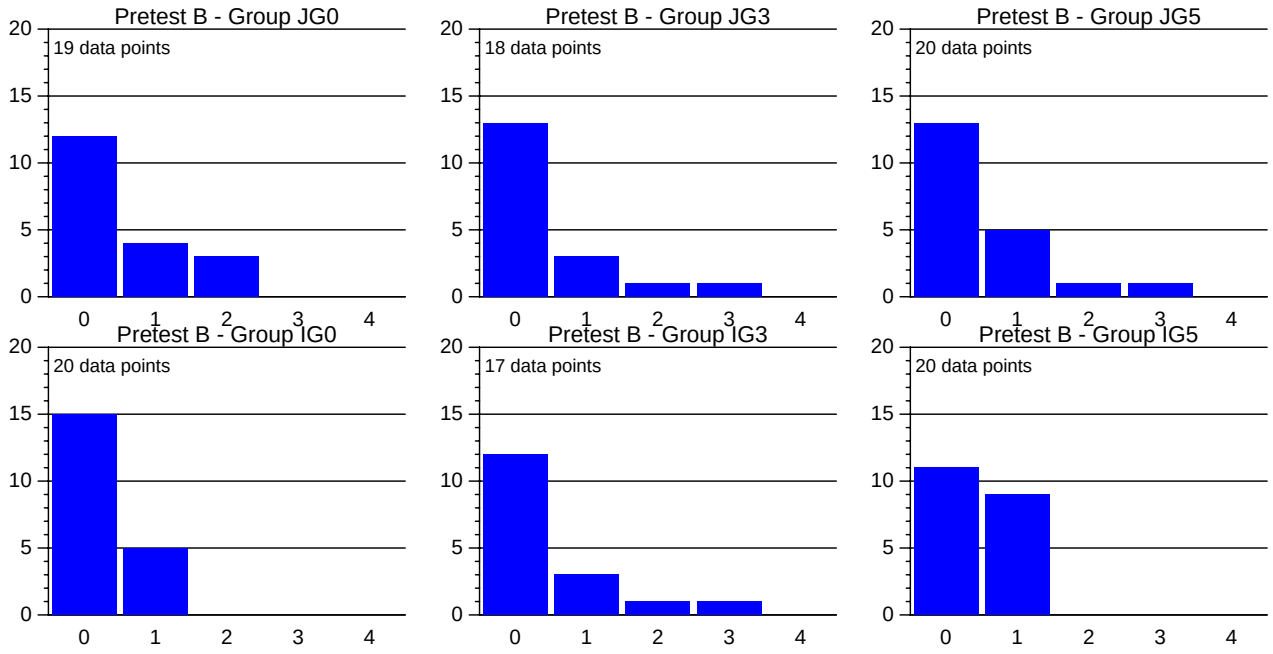


Figure 2.29: Distribution of the number of wrong answers for the JAKK and the Informatik II subjects for the second part of the Java-Test separated into the different treatment groups.

1. The experiment has to be carried out in a single time interval. We assume that four hours is a reasonable maximum, due to the subjects' concentration ability. Therefore, the tasks should not consume more than about two hours for an average subject.
2. The application domains of the programs had to be well understandable by all subjects. Therefore, we could only use domains that were either known from the course or were so simple that they could be explained in a few sentences.

We handled these constraints as follows. Constraint 1 rules out large programs that are much larger than the largest program they have ever written alone. (The median of 2750 LOC for the JAKK subjects and 2000 LOC for the Informatik II subjects suggests a program of a size not much larger than 2000 LOC.) Complex and difficult tasks are also ruled out. Therefore, we used modest tasks (described below) and a program of modest size.

For satisfying constraint 2, we selected a domain that is mostly intuitive and easy to explain in a few words. Viewing data points in different manners is common and not difficult to understand even if the subjects do not know the correct technical terms. Assuming that some subjects were not familiar with the technical terms we provided descriptions of the domain and the meaning of the technical terms used in the program, see Appendix A.2.

2.8 Programs and Tasks

This section will shortly describe the programs and tasks and explain why we chose them. The tasks for the JAKK subjects differ from the tasks for the Informatik II subjects but the programs are almost the same, see below. One can find the task descriptions translated into English in Appendix A.2 and the corresponding program listings in Appendix B.1 (not translated, but see the translations of technical terms given in Appendix C).

2.8.1 Programs

For testing the hypotheses we need programs differ only with respect to inheritance depth. Therefore we developed a base version of an object-oriented program with a deep inheritance hierarchy and derived two new program versions from it by eliminating inheritance levels.

The base version is a Java application using the Abstract Window Toolkit. The application, called "Boerse", is for presenting stock market data that are stored in two files. The stock market data can be displayed in different kinds of tables (data of one day, data of the last week, data of the last month, the percentage of changes between two prices) or charts (for selected stock data prices of a day or the last month). For more details about the domain and functionality, see Chapter B.1 or A.2.

The base version consists of 28 classes (7 abstract classes, 1 interface and 20 concrete classes) with an inheritance depth of 5, where inheritance depth is defined as the number of extension of the longest chain of extensions (*B extends A*)[4]. For a visualization of that definition, see Figure 2.30. Some of the abstract classes use the design pattern "Template Method", (as in a quicksort algorithm that is implemented in the abstract superclass except for the compare method for the different data types. This base version with an inheritance depth of 5 will be called Boerse5 in the following.

[4] A maintenance task on a program with an inheritance depth of *n* that requires adding a new abstraction level is defined to have inheritance depth *n+1*, because maintainers have to understand n inheritance levels plus the one they have to add.

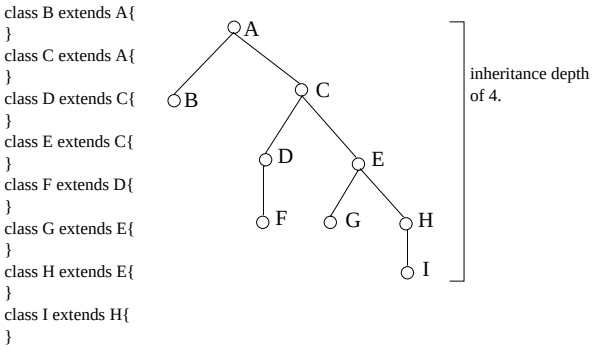


Figure 2.30: Inheritance depth is defined as the number of pairs in the longest chain of extensions (“A extends B”) of a class. In this example: C extends A; E extends C; H extends E; I extends H. This is an inheritance depth of 4.

	JAKK			Informatik II		
program version	LOC	# classes	#methods	LOC	# classes	#methods
Boerse5	1200	28	80	1187	28	79
Boerse3	1344	27	100	1317	27	96
Boerse0	2470	20	158	2465	20	160

Table 2.1: Size characterization of the programs used for the experiment

The version with an inheritance depth of 3 was derived from the base version by making all concrete classes inherit from only abstract classes following the suggestions of Gamma et al. [7] to prefer inheriting interfaces over inheriting implementations. The functionality (methods) and the comments defined in inherited concrete superclasses were moved into the derived class by “cut and paste”. Functionality and comments that are not used by the derived class were omitted. In the following, we call this version Boerse3.

The flat version, called Boerse0, was built from the inheritance version Boerse3. All abstract classes were removed and the functionality of the superclasses were added into the concrete classes. Useless functionality that was defined in the superclass but not used in derived classes was removed. Comments were moved along with the code as appropriate.

There are only small differences between the programs for the JAKK course and the Informatik II course. The programs for JAKK subjects are written in the programming style of JDK 1.0.2 (using the now deprecated event handling) because most subjects learned this. The Informatik II subjects learned JDK1.1 with the new event handling mechanism. So we modified the programs accordingly and added some comments concerning the event handling. For details, see Appendix B.3.

2.8.2 Tasks

In total, we had three different tasks, called “Task 1”, “Task 2A”, and “Task 2B”. Subjects from JAKK had to work on all three tasks. For them, we did not measure Task 2A and Task 2B separately; the combination is called “Task 2”.

Trying to satisfy constraint 1 (time) we omitted Task 1 for the Informatik II subjects because we assumed that the Informatik II subjects were less experienced programmers than the JAKK course subjects.

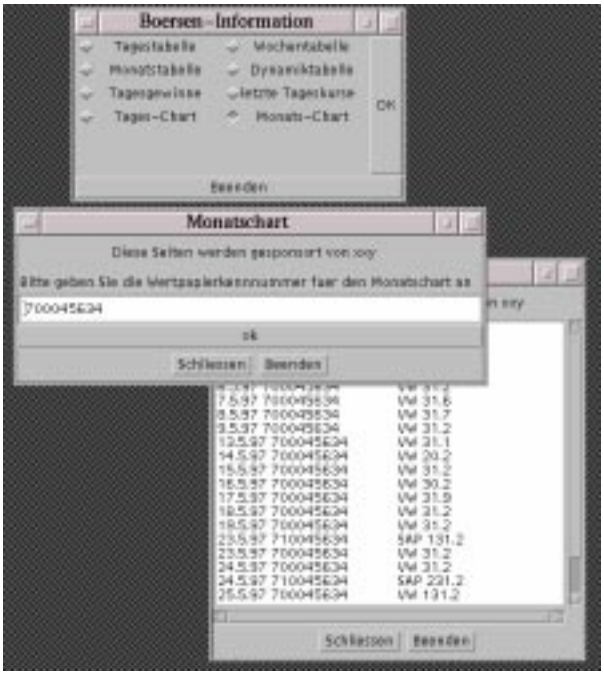


Figure 2.31: Screenshot: The upper window is the main menu window. The middle window is for selecting the stock number. A user can select a stock number and press the OK button. The lower left window displays a month table of all stock data of the last 30 days.

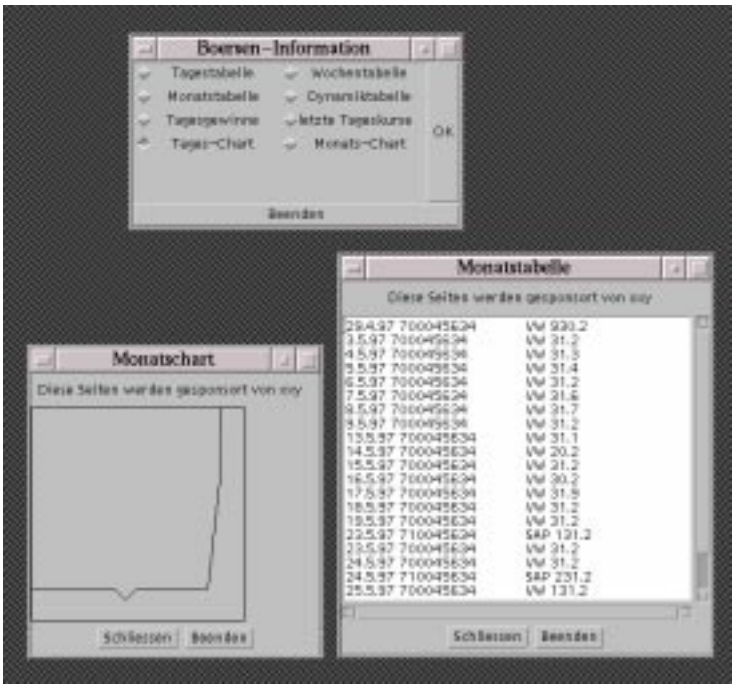


Figure 2.32: The scene from Figure 2.31 after pressing the OK button.

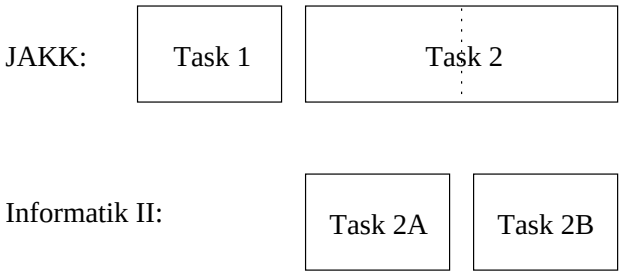


Figure 2.33: Task order for the two groups. Because of the time constraints we omitted Task 1 for the Informatik II group and split Task 2 into two subtasks 2A and 2B instead.

Task 1 – Y2K-Problem

The first task addresses the Y2K-problem (Year 2000). The format of the date in the original input files is "dd.mm.yy". We provided a second set of input files that differed only in the date format: "dd.mm.**yy**yy". The subjects had to change the program so that instead of the original input files with the old date format the new files with the extended date format are handled by the program.

Extract from the file KURSE (PRICES), where the first line is the translation of the row names. (This line was not in the original files.)

```
#date          time    stocknumber ID      name            price
#DATUM         UHRZEIT WERTPAPIERKENNUMMER NAME        KURS
01.03.97       11:51   700045634           Daimler Benz    130.70
01.03.97       12:34   700045634           Daimler Benz    134.50
01.03.97       14:26   700045634           Daimler Benz     34.20
```

Extract of the file KURSE_2000:

```
#date          time    stocknumber ID      name            price
#DATUM         UHRZEIT WERTPAPIERKENNUMMER NAME        KURS
01.03.1997     11:51   700045634           Daimler Benz    130.70
01.03.1997     12:34   700045634           Daimler Benz    134.50
01.03.1997     14:26   700045634           Daimler Benz     34.20
```

Extract from the file KASSAKURSE (AVG_PRICES):

```
#date          stocknumber ID          name    day-average price
#DATUM         WERTPAPIERKENNUMMER     NAME    KASSAKURS
02.04.97       700045634               VW      131.20
03.04.97       700045634               VW      231.20
03.05.97       700045634               VW       31.20
```

Extract from the file KASSAKURSE_2000:

```
#date          stocknumber ID          name    day-average price
#DATUM         WERTPAPIERKENNUMMER     NAME KASSAKURS
02.04.1997     700045634               VW      131.20
03.04.1997     700045634               VW      231.20
03.05.1997     700045634               VW       31.20
```

Task 2A – Time Interval Price Display

The given program has two ways of displaying stock charts and six sorts of table-based stock data displays. All table displays present data for fixed time intervals (day, week, or month) and there is no way to focus on a particular stock number. In contrast, the chart output asks the user to enter a stock number. Then the chart for that particular stock in a fixed time interval will be displayed.

For Task 2A the subjects had to add a new table-based output. But instead of a fixed time interval, the user should be prompted (similar to the stock number selection for chart displays) to specify the time interval for which the data was to be displayed.

Task 2B – Time Interval Gain/Loss Display

Task 2B is very similar to Task 2A. Again, a given table display, this time a gain/loss table, must be extended to accept user input for selecting a specific time interval.

2.8.3 Solving the tasks

Solving Task 1

In this section it will be discussed that Task 1 does not require a full understanding of the programs and the inheritance. Most JAKK subjects will complete Task 1 without even trying to fully understand the code. Others will gain a deeper understanding of the code before tackling Task 1.

A straightforward way to solve this task is to trace the data flow through the program. The lines where the input files are read are easily found in all versions of the code. In Boerse0 there are 8 identical code fragments that handle the file input. In Boerse3 and Boerse5 there is only a single position in the code. With the inheritance diagram at hand, the spot where input files are read is easy to find, for example Program Listing B.1.3, lines 184-200.

From the file input method called `leseDaten [readData]` individual lines of input are read. These lines are then processed in two different methods. One method, called `selektiere [select]` (Program Listing B.1.3, lines 378, 466, 556, and 794) analyses the line and determines whether it will be included into the output. This method is invoked by another method, called `erzeugeDatenvector [generateDataVector]` (Program Listing B.1.3, lines 368, 459, 563, and 800) that constructs a special data type from the input line. In both methods the input line is segmented with `substring` and explicit line positions. With that understood, the subjects could conclude that they had to change the explicit positions in the `substring` operations in both methods.

In the flat version Boerse0 and in Boerse3, each of the two methods `selektiere [select]` and `erzeugeDatenvector [generateDataVector]` appears 8 times. In Boerse5 the methods appear only 4 times. However, if the concept is understood, a single pass through the file with the “search next” mode of the editor is sufficient to complete the task since all appearances look much alike.

In addition, the special data type that is used to store the date had to be adopted to the four digit year format. This change was identical in all three versions.

The difference with respect to inheritance between the flat version and the other versions was locality. In the flat version, the name of the data file is stored into an instance variable. In immediate proximity in the code,

this variable is used to open the file. This is different in the other two versions. The method that handles the files (`leseDaten [readData]`, class `KostenloseInfos [FreeInfos]`) uses the same instance variable to access the file name, however, that instance variable is initialized in the sub-sub-classes (class `ZeitraumTabelle [IntervalTable]` in Boerse5), see Figure 2.34.

A solution for this task is given in Appendix A.3.1

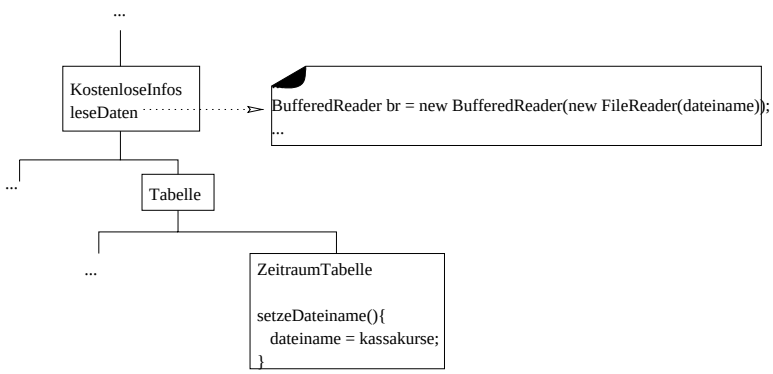


Figure 2.34: Initialization and access of the input file name for Boerse5

Solving Task 2A

From the task description and from executing the original program, the subjects can conclude that almost all of the required functionality is already present in the program. The new table-based output must be quite similar to existing table-based output. In addition, for implementing the required user input the subjects can find an example from the chart implementations where the user is prompted to enter a stock number. Moreover, the main menu must be extended to offer the new option in close analogy to its existing entries.

Gaining comprehension for Boerse0: For the flat version Boerse0, the subjects can gain an understanding of the charts and tables by selecting an example class of each; one table-based class and one chart class. Due to the flat code, a single class contains all code needed to implement the table output or the chart output. The class implementations are organized homogeneously. Thus, only one class has to be understood fully, e. g. `WochenTabelle [WeekTable]`. If the maintainer realized that the functionality he needed is already there, a line-by-line comparison reveals differing aspects between chart and table implementations: some new instance variables are needed for the user input and three methods are different, namely, the event handling method (`myaction`[5]), result preparation method (`selektiere [select]`) and result display method (`stelleDar [present]`). Given an understanding of one table class and the differences of the two class types (table classes and chart classes) the solution of the task becomes quite simple: A new class is created as a copy of an existing table class; then the three methods mentioned above are altered according to the differences in comparison with the chart class.

Gaining comprehension for Boerse3 and Boerse5: Doing the same maintenance task for Boerse3 or Boerse5 this is more complicated. First, one of the table classes has to be understood and the differences between the table-based classes and the chart classes have to be found. However, for gaining an understanding of the class `WochenTabelle [WeekTable]` or `MonatsTabelle [MonthTable]`, one must seek and find the functionality in the inheritance hierarchy. This is shown in Figures 2.35 and 2.36.

[5]Only for the JAKK subjects. Informatik II subjects had event handling using inner classes, see Section B.3

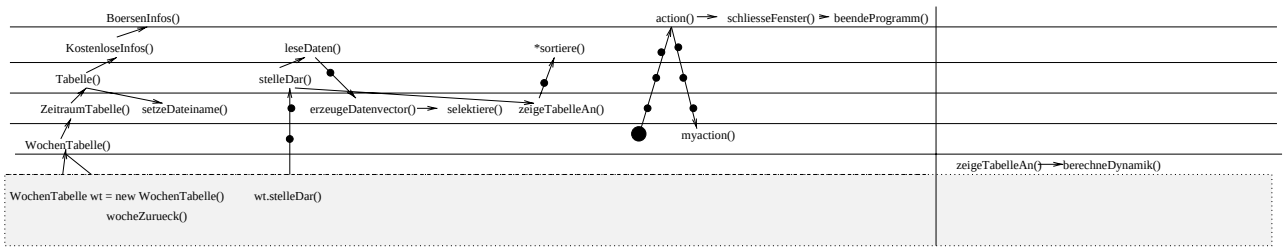


Figure 2.35: For Boerse5 program comprehension must be gained by searching through the inheritance hierarchy, starting in the main program. The arrows mean an invocation of a method. An arrow crossing a horizontal line means that the method invoked is located in a super- or subclass. The shaded region in the lower part are method calls from classes outside the main hierarchy. The black dot in the figure is a starting point for searching the method “action” that is invoked implicitly by the AWT. Methods are marked with a star if they invoke other methods but due to meaningful names method invocations do not need to be traced. The left side of this figure is for Task 2A and the right side for Task 2B.

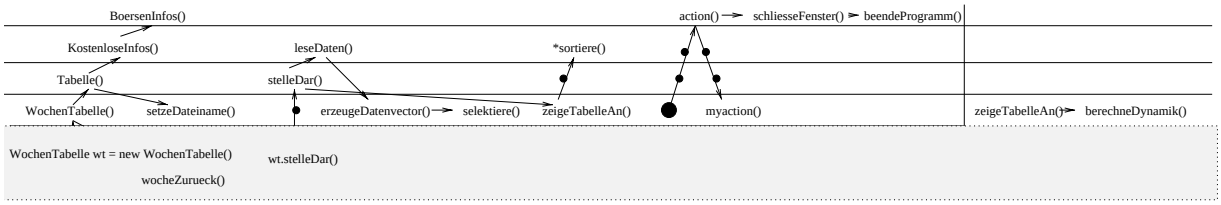


Figure 2.36: Same as Figure 2.35 for Boerse3.

The differences between the charts and tables can be found by comparing the two types of classes including the functionality that is realized in superclasses. So the maintainer has not only to search two classes for differences, like the Boerse0 case; instead, s/he has to search the whole inheritance path to the root.

As discussed for Boerse0, three methods differ. In Boerse3, result display is implemented in the abstract table super-classes of the concrete table classes. Result preparation is implemented on the concrete class level. Therefore, for all three methods different classes must be compared to understand the differences between table output and chart output.

In Boerse5 this becomes even more complicated since result preparation occurs at different levels of the class hierarchy.

In Table 2.2 the methods that have to be compared, copied and/or changed are listed with the class levels in which the classes are located that contain such a method.

	`myaction()`		`selektiere()` `[select()]`		`stelleDar()` `[present()]`	
	Chart	Table	Chart	Table	Chart	Table
Boerse0	0	0	0	0	0	0
Boerse3	3	2	3	3	2	2
Boerse5	4	2	3	3	3	3

Table 2.2: Search levels where the differing methods can be found.

Solving: Whereas the structure of the given code suggests to copy and modify an existing table class for Boerse0, there are different solution types for Boerse3 and Boerse5. The cut-and-paste-and-modify approach does not work, since the code to be modified is spread across super-classes as well. Therefore, some methods must be redefined to hide unwanted implementations in super-classes. For Boerse3 the new table can be added at the same level as existing tables, or it can be added as a subclass of an existing table class. For Boerse5 the same is true; however, in this case different types of tables are at different levels of the inheritance graph. Subjects must be more careful to pick the appropriate ancestor. The most useful ancestor class is the interval table display class `ZeitraumTabelle [IntervalTable]` that implements large parts of the new functionality already.

Solving Task 2B

Since the task is similar, the cut-and-paste-and-modify approach can be used again for Boerse0. In comparison with Task 2A, analogous changes must be repeated (three methods and some instance variables) and analogous code lines must be kept unchanged. For Boerse3 and Boerse5 a new class must be introduced, but the body of that class is completely identical to the class introduced during Task 2A.

A solution for Tasks 2A and 2B is given in Appendix A.3.2

2.9 Internal validity

There are two sources of threats to the interval validity of an experiment[6]: Insufficient control of relevant variables, and inaccurate data gathering or processing.

As far as we can see, all relevant external variables have been appropriately controlled in this experiment. In particular, there is no significant bias in the random group sampling, the subjects seemed willing to perform as best as they could in all three experimental conditions, there was acceptable mortality in the JAKK group (7 subjects did not start the second part of Task 2, 2 subjects of group JG0, 3 subjects of JG3, and 2 subjects of JG5). The mortality in the Informatik II group was biased (11 subjects did not start with Task 2B, 3 subjects of group IG0, 2 subjects of IG3, and 6 subjects of IG5) so the results presented have to be interpreted carefully. The environmental conditions were essentially the same for all subjects.

We minimized data gathering errors by exercising utmost care. Data processing was almost completely automated. Manual and automated consistency checks were applied for detecting various kinds of possible mistakes in data gathering or processing.

2.10 External validity

There are four causes for differences between the experimental situation and real software maintenance situations that limit the generalization (external validity) of the experiment: (1) subjects with more experience, (2) programs of different size, structure, or programming language, (3) familiarity with the program, and (4) tasks of different kind or complexity.

[6] Definition from [1]: "*Internal validity* refers to the extent to which we can accurately state that the independent variable produced the observed effect."

1. The most frequent concern with controlled experiments using student subjects is that the results cannot be generalized to professional software engineers because the latter are so much more experienced. Because of the replication with different groups (JAKK and Informatik II), we can estimate the effect of having programmers with different experience. If the data have the same trend for more experienced subjects as for less experienced subjects (which ours do), the results may be also transferable to professional programmers.Furthermore, our JAKK subjects are quite experienced, anyway; see Section 2.4.1.

2. Another obvious difference between our experiment and reality is program size and structure. Compared to typical industrial programs, the experiment programs are rather small and are not as complex as (large size) industrial programs. The programming language is Java, so we can, for instance, not determine the effects of multiple inheritance. The influence of both factors is unknown.

3. Usually a programmer maintains a program more than once. So after a learning phase the programmer works on a familiar program. Our subjects work on a unfamiliar program and they are perhaps not acquainted with the programming style. It is unclear whether or how program familiarity interacts with inheritance depth.

4. Finally, the kind of task and its complexity may be different. In the experiment, the tasks were relatively simple program changes or program extensions that can be done mainly by adding some completely new classes, and subjectively the complexity was rather low. The experiment does not tell us much about other kinds of tasks.

Chapter 3

Experiment results and discussion

This chapter presents and interprets the results of the experiment. Section 3.1 explains the methods of statistical analysis and result presentation that we used and explains why they were chosen. Section 3.2 presents the main results (subjects' measured performance) and Section 3.3 adds data from the postmortem questionnaire for understanding some underlying effects.

3.1 Statistical methods

Most of our formal statistical reasoning is for comparing the means of pairs of distributions. Hardly any of these distributions are "normal distributions": Some of them are discrete and coarse-grained, several of them have two or more peaks, and many are heavily skewed or even monotone. Therefore, statistical analysis must not use a parametric test such as the t-test that assumes a normal distribution. On the other hand, classical non-parametric tests, such as the Wilcoxon rank sum test, cannot perform inference for the mean but only for the median, which is less relevant for our purpose. Moreover, rank sum tests cannot provide confidence intervals.

In this report, we thus use resampling statistics (bootstrap) to compare the means of arbitrary distributions non-parametrically. The basic idea of resampling is described in [8]. For all resampling statistics we used 10000 trials.

The other statistical test used is the χ^2 test on a four field table for testing the significance of frequency differences of a binary attribute. The application is comparing the incidence of a certain event in two experimental groups. We report the Pearson's chi-square test with Yates' continuity correction and the Fisher exact p statistic in addition to the p-value of the Pearson's χ^2 test; the exact p is more reliable in some cases (Fisher's exact test does not require the cell counts to be large). These tests were performed using Statistica 5.0 (Windows NT 4.0) and S-Plus 3.4 (Sun OS 5.5).

We consider a test result significant if p is less or equal to 0.1.

3.2 Performance on the tasks

In this section, we compare the performance of the groups with different inheritance depths. For each task, we first consider the individual types of errors that occurred and then investigate global quantitative effects with respect to time required and solution quality obtained.

3.2.1 Metrics employed

In the evaluation below, the following measurements and criteria will be used. Each class of them is described by the following terms [6]: A measurement can be either objective (and therefore in principle completely reproducible) or subjective (and therefore subject to debate); it can be either direct or be derived from other measurements; it can be on a nominal, ordinal, interval, cardinal, or absolute scale; it can have limited precision and limited accuracy even if it is objective.

Groups (objective, direct, nominal scale, completely accurate): The groups were used for comparing performance with maintenance tasks on programs of different inheritance depth. The groups are named by the course (JAKK = J, Informatik II = I) and the program version they worked on (flat version = G0, inheritance version with depth 3 = G3, inheritance version with depth 5 = G5).

Time measurements (objective, direct, cardinal scale, precision 1 minute, inaccuracy should be about 1 minute): The subjects noted start and end times on each page of the experiment materials. We computed the difference between the end of the last page of a task and the start of the first page of the task as the work time measurement; the subjects did not make major breaks that had to be subtracted. We also gathered time data by scripts run on the subject's computer during the experiment so that we could do consistency checks in case that the start time of a new task was not close to the end time of the previous task. We used the time data only on the task level (as opposed to the subtask level as for the JAKK subjects between the first and the second part of Task 2) as it is the one with the clearest interpretation and the one that was validated upon collection of each part of the experiment materials.

Points achieved (subjective/objective, direct, cardinal scale, precision 1 point): We graded the solutions by assigning points, using a penalty system where possible (subtracting a fixed number of points for each kind of error). The individual penalties are explained in the actual results sections below. We consider the differences of numbers of points between the groups for each subtask individually and for the whole task. Points are meant to characterize the quality of a solution, but this interpretation must be applied only with care.

Incidence counts (subjective, direct, absolute scale): Incidence counts reflect how often a particular event occurs in a group. We considered incidence counts for various classes of errors in the solutions delivered by the subjects. In a few of the cases it is debatable whether a certain solution is an instance of the event or not, so there is some amount of subjectivity in the data. Except for subjectivity, the incidence data is considered accurate.

Productivity (objective, derived, cardinal scale, precision $\frac{1}{60}$ pt/hour): A measure that is meant to characterize productivity was derived by computing points per time unit. Due to the restrictions of the point measure, points per time also have to be interpreted with care.

3.2.2 Notation

For the discussion of the results we introduce a short and compact notation to summarize the group comparisons. This will help the reader to gain a quick overview.

Definitions:

$G_i, G_j \in \{IG0, IG3, IG5, JG0, JG3, JG5\}$
$R \in \{t, pt, pr\}$ where t is mean time; pt is mean points; pr is mean productivity

$R(G_i) < R(G_j)$, if the result R of G_i is **significantly smaller** than the result R of G_j, $p < 0.1$.

$R(G_i) \leq R(G_j)$, if the result R of G_i is **smaller** than the result R of G_j, but $0.1 \leq p \leq 0.2$

$R(G_i) \approx R(G_j)$, if the *p*-value is larger than 0.2.

We also use the symbols $>$ and $\geq$ accordingly.

3.2.3 Performance on the tasks – JAKK

Task 1 – "Y2K"

This task can be divided into two dependent subtasks, program comprehension and program changing. The program comprehension does not have to be extensive to get the task done because the way how the date is read and manipulated is easy to discover. See 2.8 for a detailed discussion of Task 1.

Time: It is remarkable that JG5 and JG0 are significantly faster than JG3 ($t(JG5) \approx t(JG0) < t(JG3)$, see Table 3.2, lines 4 - 6). Figures 3.1 and 3.2 show the time distribution for all subjects and by treatment groups. You can see from these figures that there are some "outliers" that may distort the results. We can eliminate them by cutting off 10 or 20% of the right side of the distributions but the results remain similar. The obtained results seem to contradict Hypothesis 1. This will be discussed in the Paragraph *Conclusion* below.

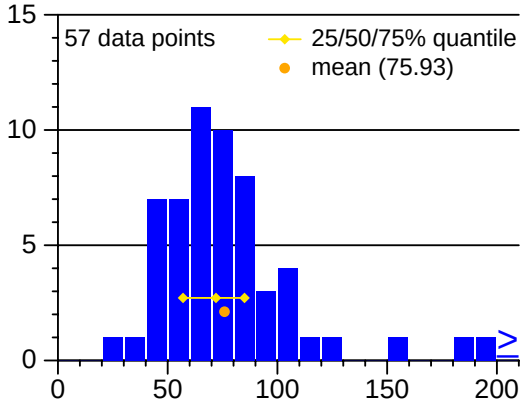


Figure 3.1: [JAKK] Distribution of the time required for the task "Y2K"

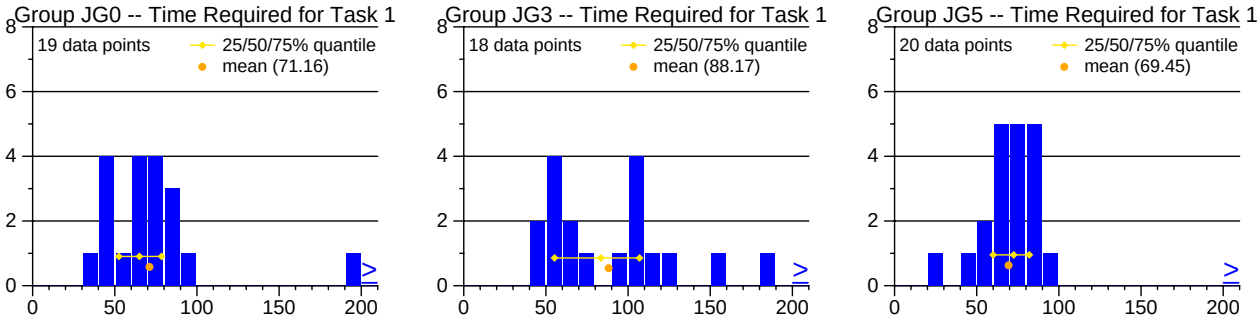


Figure 3.2: Distribution of the time required for the task "Y2K" separately for the three treatment groups.

Points: The quality of the solutions differs between the groups. The maximum of 4 points was given for correct solutions as determined by a black box test. Errors cost between 1 and 4 points depending on the error

group	no. of subjects	no. of correct solutions
JG0	19	100%
JG3	18	83%
JG5	20	70%

groups	χ^2	p	Fisher exact p
JG0 - JG3	1.57	0.21	0.105
JG0 - JG5	4.63	**0.031**	**0.020**
JG3 - JG5	0.34	0.56	0.454

Table 3.1: [JAKK] Fraction of correct solutions per group (left) and significance p of the group differences (right) for Task 1.

class. For errors of class B (one/two/more tables or charts are empty) we reduced the points by 1, 2, or 4; errors of class C (at least one table or chart wrong; subsequent substring indices not corrected) costed 1 point, and errors of class D (forgot to change a hard-coded date variable) costed 2 points. Error class X for miscellaneous errors was judged individually for each case. As you can see from Figure 3.3, all subjects from JG0 produced correct solutions while some subjects from the groups JG3 and JG5 made some errors. A significance test for differences in correctness between JG0 and JG3 or between JG0 and JG5 is not useful because in group JG0 there is no variance at all. An incidence count on the number of correct solutions shows a significant difference between the groups (see Table 3.1; for this table the Fisher exact p-value is more reliable, because some of the counts in the four field table are very small).

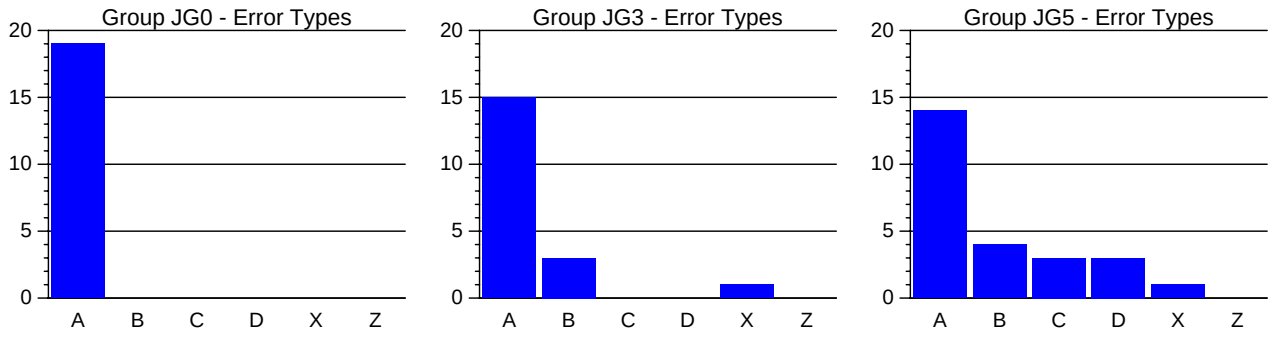


Figure 3.3: Frequency of different error types for task “Y2K”. Codes: A = everything OK; B = one/two/more tables or charts are empty; C = at least one table or chart wrong (subsequent indices not corrected); D = forgot to correct ’heute’ (today), a hard coded date; X = other; Z = nothing done but delivered. (A solution can have more than one error class.)

Productivity: When comparing time and points results, there is only one obvious conclusion: JG0 was more productive than the other two groups. Comparing JG3 and JG5 there is no significant difference in the productivity: ($pr(JG0) > pr(JG3) \approx pr(JG5)$).

Conclusion: From the time results $t(JG0) < t(JG3)$ and knowing from Section 2.8.2 that there are the same number of changes for both program versions we can conclude that the program Boerse3 is harder to understand than Boerse0. So Hypothesis 1 has to be rejected. Comparing the time results from Boerse5 with the other two groups it may seem strange that they are almost as fast as Boerse0. On a closer look, this can be explained: In Boerse5 there was only half as many of changes than in Boerse3 or Boerse0. So longer program comprehension time was compensated by less work to be done. We can conclude from this that Boerse5 was harder to understand than Boerse0 but we can not make a decision between Boerse3 and Boerse5. Considering the points obtained and the defects made, we see a trend that with deeper inheritance the number of defects is growing.

So for this work task we have to reject both hypotheses.

	Variable	Groups	Range min . . . max	mean1	mean2	means difference (90% confid.)	significance p
1	JT time	G0, G3	5. . . 76	15.9	17.5	-51%. . . 24%	0.381
2	-	G0, G5	7. . . 32	15.9	16.8	-23%. . . 13%	0.313
3	-	G3, G5	5. . . 76	17.5	16.8	-28%. . . 46%	0.470
4	T1 time	G0, G3	32. . . 194	71.1	88.1	-41%. . . 3.0%	**0.075**
5	-	G0, G5	25. . . 194	71.1	69.4	-16%. . . 24%	0.447
6	-	G3, G5	25. . . 185	88.1	69.4	4.4%. . . 51%	**0.023**
7	-(10%)	G0, G3	32. . . 125	62.7	78.2	-37%. . . -3.4%	**0.022**
8	-	G0, G5	25. . . 85	62.7	67.0	-19%. . . 5.9%	0.200
9	-	G3, G5	25. . . 125	78.2	67.0	-2.2%. . . 36%	**0.073**
10	-(20%)	G0, G3	32. . . 107	60.0	72.2	-34%. . . -0.2%	**0.046**
11	-	G0, G5	25. . . 82	60.0	64.7	-20%. . . 5.9%	0.172
12	-	G3, G5	25. . . 107	72.2	64.7	-6.5%. . . 31%	0.153
13	T1 points	G0, G3	0 . . . 4	4.0	3.6	(1.5%. . . 23%)	(0.000)
14	-	G0, G5	0 . . . 4	4.0	3.2	(9.3%. . . 42%)	(0.000)
15	-	G3, G5	0 . . . 4	3.6	3.2	-7.1%. . . 33%	0.142
16	T1 productivity	G0, G3	0. . . 7	3.8	3.0	2.7%. . . 54%	**0.030**
17	-	G0, G5	0. . . 7	3.8	2.8	14%. . . 64%	**0.003**
18	-	G3, G5	0. . . 6	3.0	2.8	-20%. . . 35%	0.339
19	T2 time	G0, G3	64. . . 200	115.7	132.2	-24%. . . -0.8%	**0.038**
20	-	G0, G5	78. . . 175	115.7	134.8	-23%. . . -5.1%	**0.005**
21	-	G3, G5	64. . . 200	132.2	134.8	-14%. . . 10%	0.393
22	-(10%)	G0, G3	64. . . 173	112.1	124.1	-21%. . . 1.3%	**0.071**
23	-	G0, G5	78. . . 162	112.1	130.4	-23%. . . -4.7%	**0.006**
24	-	G3, G5	64. . . 173	124.1	130.4	-16%. . . 6.2%	0.239
25	-(20%)	G0, G3	64. . . 152	108.4	118.6	-19%. . . 2.4%	**0.097**
26	-	G0, G5	78. . . 150	108.4	126.6	-23%. . . -5.2%	**0.005**
27	-	G3, G5	64. . . 152	118.6	126.6	-18%. . . 5.2%	0.185
28	T2 points	G0, G3	0. . . 8	6.3	6.0	-15%. . . 28%	0.313
29	-	G0, G5	0. . . 8	6.3	6.4	-18%. . . 17%	0.495
30	-	G3, G5	0. . . 8	6.0	6.4	-26%. . . 13%	0.299
31	T2 productivity	G0, G3	0. . . 6	3.4	2.9	-11%. . . 45%	0.156
32	-	G0, G5	0. . . 6	3.4	3.0	-11%. . . 36%	0.178
33	-	G3, G5	0. . . 5	2.9	3.0	-29%. . . 22%	0.412

Table 3.2: Results of the JAKK subjects; (left to right:) line number, name of variable, groups that are compared (group1, group2), smallest and biggest value in the combined sample, arithmetic average of group1, arithmetic average of group2, 90% confidence interval I for the difference group1 $-$ group2 (measured in percent of group2), significance p of this difference (one sided). I and p were computed using resampling with 10000 trials. Parentheses around intervals and p values indicate dubious results due to zero variance in at least one of the samples. JT time means the time for answering the Java-test on the first questionnaire. T1 and T2 indicate tasks 1 and 2, respectively. (10%) or (20%) means the result that is obtained if 10 or 20 percent are cut off of the right side of the distribution to eliminate possible outliers.

Task 2 – "Time Interval Price Display and Gain/Loss Display"

Task 2 combines Tasks 2A and 2B as discussed in Section 2.8. We gathered timestamps only at the start and the end of the task but not between the two parts.

Time: For this task the time of group JG0 is significantly shorter than for the other two groups, on average 15 percent less: $t(JG0) < t(JG3) \approx t(JG5)$. Figures 3.4 and 3.5 show the time distribution for all subjects and by treatment group. In the group of Boerse3 some data points may be considered outliers so we recalculated the statistics with 10 and 20% cut off of the right side of the distribution. But the results did not change much. For details, see Table 3.2, lines 19 - 27.

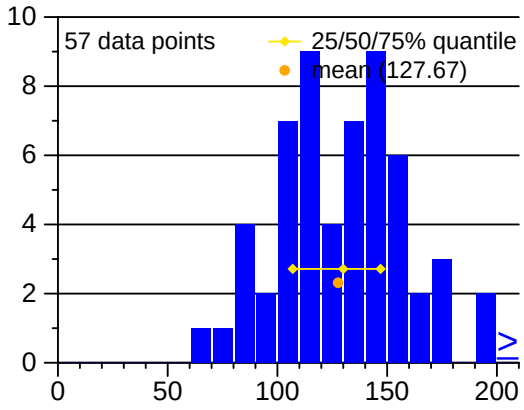


Figure 3.4: [JAKK] Distribution of the time required for all subjects for task "Time Interval Price Display and Gain/Loss Display".

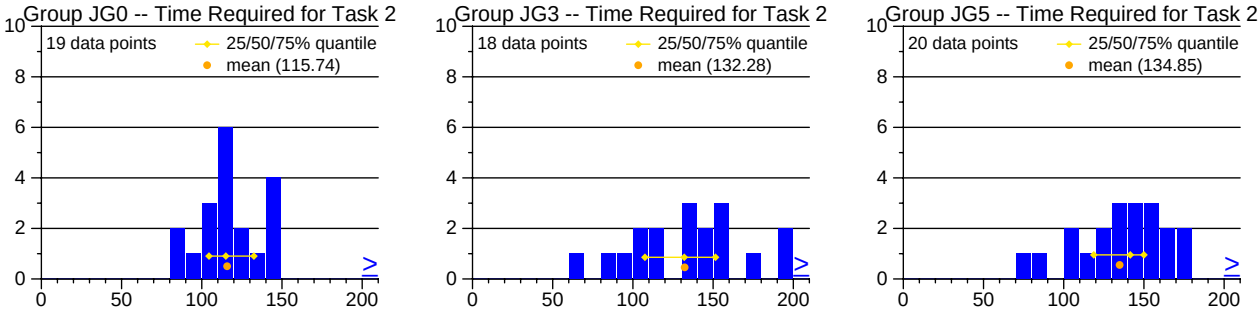


Figure 3.5: Distribution of the time required by group.

Points: No significant differences were observed between the groups, see Figures 3.6, 3.7, 3.8, and Table 3.2, lines 28 - 30.

Incidence counts: The number of correct solutions does not differ significantly between the groups, see Tables 3.3.

Types of solutions: For this task it is interesting to know which type of solution the subjects chose — whether they preserved the design or "destroyed" its structure.

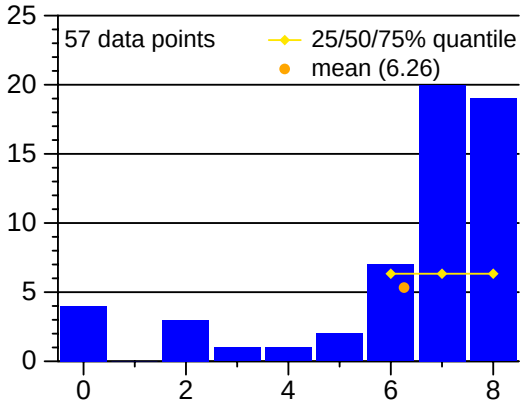


Figure 3.6: [JAKK] Distribution of the points for all subjects; the maximum achievable is 8.

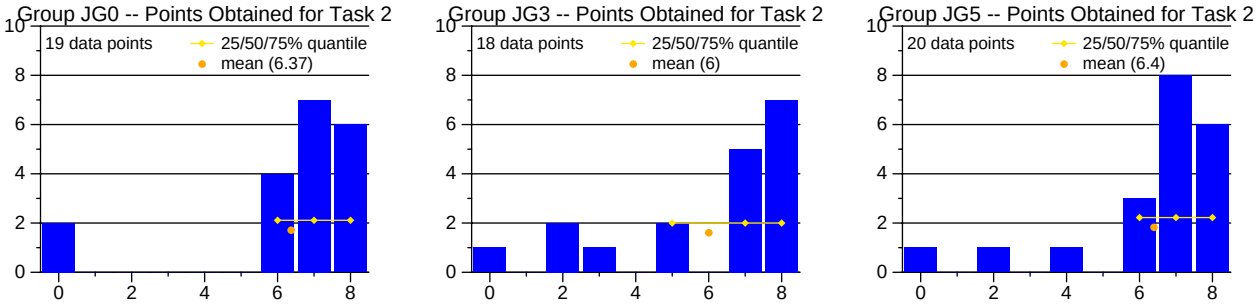


Figure 3.7: Distribution of points obtained by group.

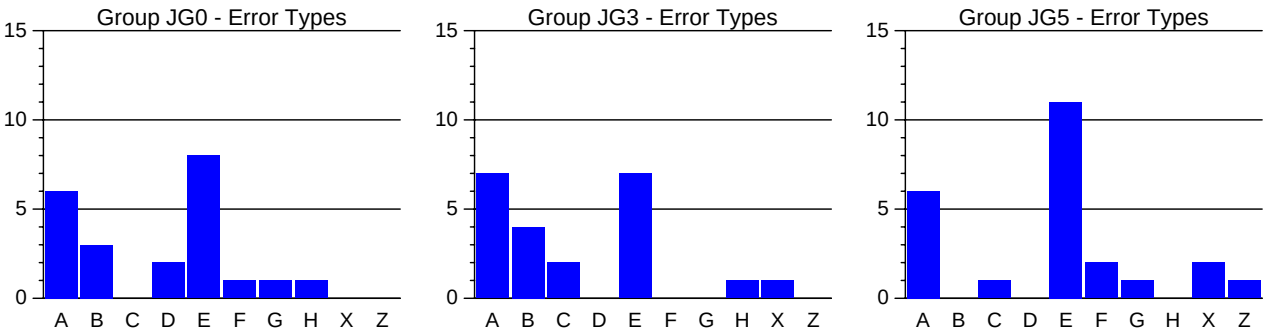


Figure 3.8: Frequency of different errors for task “Time Interval Price Display and Gain/Loss Display”. Codes: A = everything OK; B = one/both of the tables unimplemented; C = only dialog implemented; D = dialog not implemented; E = start day missing; F = end day missing; G = records appear twice; H = uses KURSE instead of KASSAKURSE; X = other; Z = nothing done but delivered.(A solution can have more than one error class.)

group	no. of subjects	fraction of correct solutions
JG0	19	37%
JG3	18	39%
JG5	20	30%

groups	χ^2	p	Fisher exact p
JG0 - JG3	0.044	0.83	1
JG0 - JG5	0.013	0.91	0.74
JG3 - JG5	0.055	0.81	0.73

Table 3.3: [JAKK] Fraction of correct solutions per group (left) and significance p of the group differences (right) for Task 2.

Task 2A, JG0: 17 out of 19 subjects from group JG0 chose the solution type as described in Section 2.8.3 and thus preserved the structure: A new class is created as a copy of an existing table class. Only 2 subjects inherited from an existing class and overwrote the functionality that had to be changed.

Task 2B, JG0: 15 out of 17 created the solution by duplicating and modifying an existing class. Only 2 subjects inherited from the class implemented in Task 2A.

Task 2A, JG3: 11 out of 18 subjects retained the structure and inherited from the abstract table class while 5 of the subjects inherited from a concrete class that is derived from the abstract table class and 2 subjects inherited from the abstract common superclass of the charts and the tables.

Task 2B, JG3: 7 subjects out of 15 inherited from the abstract table class, 2 subjects inherited from the class implemented in Task 2A, 5 subjects inherited form a concrete table class that has similar functionality but this destroys the design structure (the design decision was: only inheriting from abstract classes), and one subject inherited from the abstract class that is the superclass of the charts and the tables.

Task 2A, JG5: 18 out of 20 subjects from group JG5 extended the abstract class for time interval table displays and added the selection dialog functionality for user defined time intervals, 1 subject extended a concrete table class, and 1 subject extended the Java library class Dialog and tried to implement the class from scratch.

Task 2B, JG5: 9 subjects out of 18 inherited from the class implemented in the first part and the other 9 subjects inherited form a concrete table class that has similar functionality.

	Task 2A		Task2B	
	group size	fraction of subjects retaining the structure	group size	fraction of subjects retaining the structure
JG0	19	89%	17	88%
JG3	18	61%	15	47%
JG5	20	90%	18	100%

Table 3.4: [JAKK] Fraction of subjects that retained the design structure. The group sizes differ between Task 2A and Task 2B because of mortality in the groups.

Conclusion: Differences in time required are quite small between groups JG3 and JG5; JG5 required on average 2 percent more time. This is plausible: For this task it was only necessary to find the differences between the classes “MonatsTabelle [MonthTable]” and “Chart”. In Boerse3 as well as in Boerse5 the code had to be found across several hierarchy levels; in Boerse5 a few more superclasses had to be taken into consideration. Once the differences between the two classes were detected, the exercise could be solved easily by inheritance and/or copy-and-paste in all three groups. The actual changes were similar for all for all three groups, so we can assume that the time differences result from program comprehension. As in Task 1 we can conclude that with increasing inheritance depth comprehension tends to become more difficult and the time required is increasing correspondingly.

3.2.4 Performance on the tasks - Informatik II

Keep in mind that the tasks are not the same as for the JAKK course. Task 1 from the JAKK course is skipped and Task 2 is split into two tasks, called Task 2A and 2B. We did this because of the time constraints described in Section 2.7.

Task 2A – "Time Interval Price Data Display"

	Variable	Groups	min . . . max	mean1	mean2	means difference (90% confid.)	significance p
1	JT time	G0, G3	5 . . . 20	12.7	13.1	-19%. . . 11%	0.349
2	-	G0, G5	5 . . . 25	12.7	13.2	-19%. . . 11%	0.337
3	-	G3, G5	7 . . . 25	13.1	13.2	-16%. . . 15%	0.487
4	T2A time	G0, G3	82 . . . 305	152.3	154.0	-19%. . . 16%	0.456
5	-	G0, G5	93 . . . 330	152.3	180.8	-31%. . . -0.9%	**0.038**
6	-	G3, G5	82 . . . 330	154.0	180.8	-30%. . . 0.5%	**0.055**
7	-(10%)	G0, G3	82 . . . 187	138.7	139.8	-13%. . . 11%	0.460
8	-	G0, G5	93 . . . 238	138.7	168.3	-28%. . . -7.0%	**0.003**
9	-	G3, G5	82 . . . 238	139.8	168.3	-29%. . . -5.6%	**0.007**
10	-(20%)	G0, G3	82 . . . 179	133.6	136.4	-14%. . . 9.9%	0.386
11	-	G0, G5	93 . . . 219	133.6	161.1	-28%. . . -6.7%	**0.003**
12	-	G3, G5	82 . . . 219	136.4	161.1	-27%. . . -4.0%	**0.012**
13	T2A points	G0, G3	0 . . . 8	5.9	5.4	-20%. . . 39%	0.295
14	-	G0, G5	0 . . . 8	5.9	5.0	-14%. . . 47%	0.185
15	-	G3, G5	0 . . . 8	5.4	5.0	-27%. . . 38%	0.374
16	T2A productivity	G0, G3	0 . . . 5	2.6	2.4	-26%. . . 47%	0.319
17	-	G0, G5	0 . . . 5	2.6	1.9	-0.3%. . . 81%	**0.051**
18	-	G3, G5	0 . . . 5	2.4	1.9	-16%. . . 72%	0.144
19	T2B time	G0, G3	10 . . . 84	27.0	30.9	-47%. . . 18%	0.263
20	-	G0, G5	11 . . . 64	27.0	19.1	12%. . . 72%	**0.006**
21	-	G3, G5	10 . . . 84	30.9	19.1	19%. . . 111%	**0.004**
22	-(10%)	G0, G3	10 . . . 41	22.9	24.0	-28%. . . 18%	0.385
23	-	G0, G5	11 . . . 38	22.9	18.2	4.2%. . . 47%	**0.021**
24	-	G3, G5	10 . . . 41	24.0	18.2	5.0%. . . 58%	**0.021**
25	-(20%)	G0, G3	10 . . . 41	20.9	22.4	-30%. . . 15%	0.311
26	-	G0, G5	11 . . . 31	20.9	17.3	0.9%. . . 41%	**0.042**
27	-	G3, G5	10 . . . 41	22.4	17.3	3.8%. . . 56%	**0.027**
28	T2B points	G0, G3	0 . . . 3	2.3	2.2	-24%. . . 30%	0.422
29	-	G0, G5	0 . . . 3	2.3	2.5	-30%. . . 19%	0.349
30	-	G3, G5	0 . . . 3	2.2	2.5	-34%. . . 17%	0.298
31	T2B productivity	G0, G3	0 . . . 60	14.5	16.0	-79%. . . 59%	0.404
32	-	G0, G5	0 . . . 60	14.5	20.9	-81%. . . 21%	0.167
33	-	G3, G5	0 . . . 60	16.0	20.9	-77%. . . 32%	0.244

Table 3.5: Results of the Informatik II subjects; (left to right:) line number, name of variable, groups that are compared (group1, group2), smallest and biggest value in the combined sample, arithmetic average of group1, arithmetic average of group2, 90% confidence interval I for difference group1 $-$ group2 (measured in percent of group2), significance p of the difference (one sided). I and p were computed using resampling with 10000 trials. JT time means the time for answering the Java-test on the first questionnaire. T2A means Task 2A, "Time Interval Price Data Display", T2B means Task 2B, "Time Interval Gain/Loss Display", (10%) or (20%) means the result that is obtained if 10 or 20 percent are cut off of the right side of the distribution to eliminate possible outliers.

Time: Regarding the average time of the groups there is one obvious conclusion: IG5 needed more time ($\approx$ 18 percent more) than IG3 and IG0: $t(IG0) \approx t(IG3) < t(IG5)$. The Histograms 3.9 and 3.10 suggest some data points to be outliers. However, by cutting the right end (10% and 20%) off of the distribution of each group, we still get similar results. Subjects of IG5 needed significantly much more time than the other two groups.

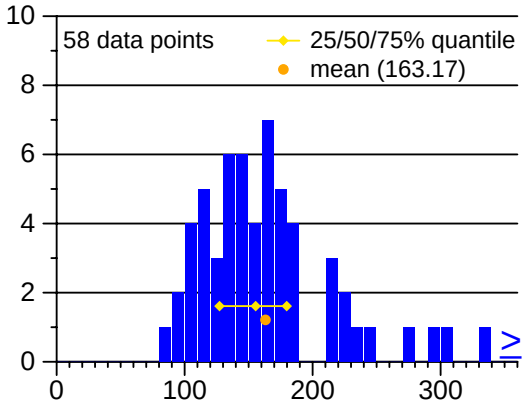


Figure 3.9: [Informatik II] Distribution of the time required for the task “Time Interval Price Display”.

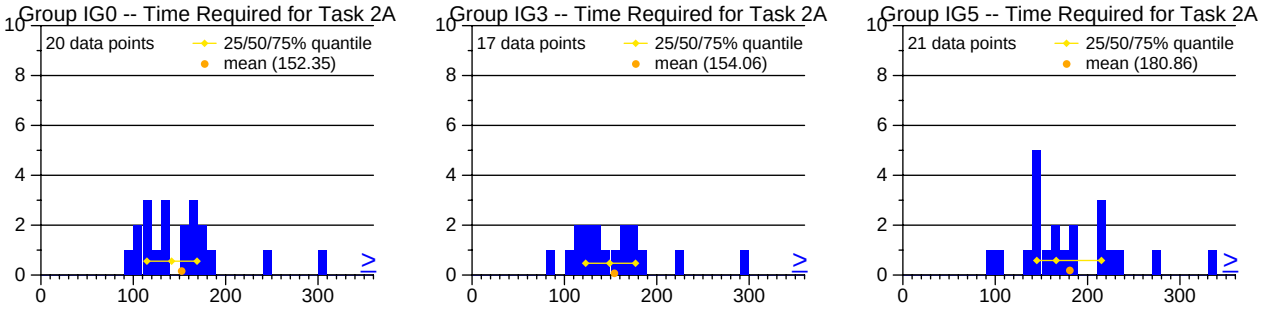


Figure 3.10: [Informatik II] Distribution of the time required for the task “Time Interval Price Display” for each of the three treatment groups.

Points: No significant quality differences can be observed between the three groups. The number of correct solutions in each group is not significantly different, either; see Figures 3.11, 3.12, 3.13 and Table 3.6.

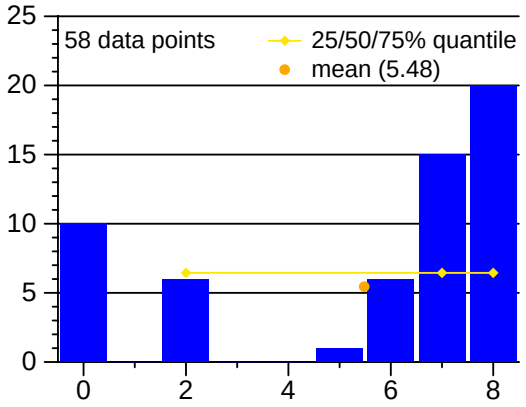


Figure 3.11: [Informatik II] Distribution of the points for all subjects; the maximum achievable is 8.

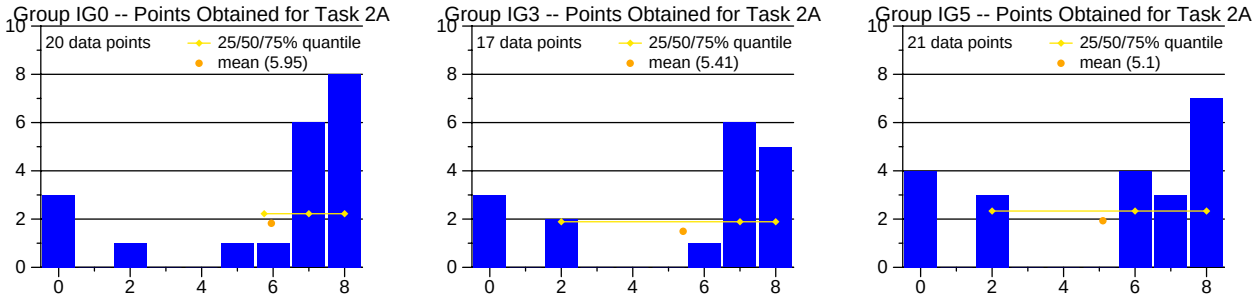


Figure 3.12: [Informatik II] Distribution of points obtained by group.

group	no. of subjects	fraction of correct solutions
IG0	20	40%
IG3	17	29%
IG5	21	33%

groups	χ^2	p	Fisher exact p
IG0 - IG3	0.107	0.74	0.73
IG0 - IG5	0.014	0.91	0.75
IG3 - IG5	0.009	0.93	1

Table 3.6: [Informatik II] Fraction of correct solutions per group (left) and significance p of the group differences (right) for Task 2A.

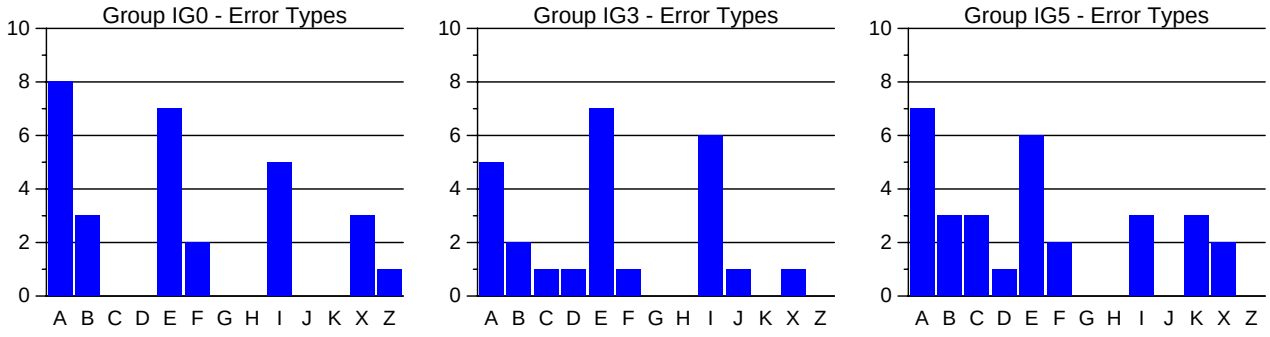


Figure 3.13: [Informatik II] Frequency of different errors for task “Time Interval Price Display”. Codes: A = everything OK; B = table unimplemented, only checkbox appears; C = only dialog implemented, no table appears; D = dialog unimplemented, some other table with new time range appears; E = start day missing; F = end day missing; G = records appear twice; H = uses KURSE instead of KASSAKURSE; I = requires two-digit years; J = start day wrong (e.g., wrong year), but not just E; K = end day wrong (e.g., wrong year), but not just F; X = other; Z = nothing done but delivered. (A solution can have more than one error class.)

Type of solutions: For this task, it is interesting to know which type of solution the subjects chose – whether they preserved the design or "destroyed" its structure.

Task 2A, IG0: 17 out of 20 chose the solution type as described in Section 2.8. A new class is created as a copy of an existing table class. Only 2 subjects inherited from an existing class and overwrote the functionality that had to be changed. (1 subject did not deliver a solution.)

Task 2A, IG3: 14 out of 17 subjects retained the structure and inherited from the abstract table class, 2 subjects retained the structure, but inherited from the abstract class that is the superclass of the charts and the tables. Only 1 subject inherited from a concrete table display class.

Task 2A, IG5: 17 out of 21 subjects extended the abstract class for fixed time interval table displays and added the selection dialog functionality for user defined time intervals, 3 subjects also extended an abstract class but only for table displays which is the superclass for the fixed time interval table display. Only 1 subject inherited from the abstract class that is the superclass of the charts and the tables.

	group size	fraction of subjects retaining the structure
JG0	20	85%
JG3	17	82%
JG5	21	81%

Table 3.7: [Informatik II] Fraction of subjects that retained the design structure.

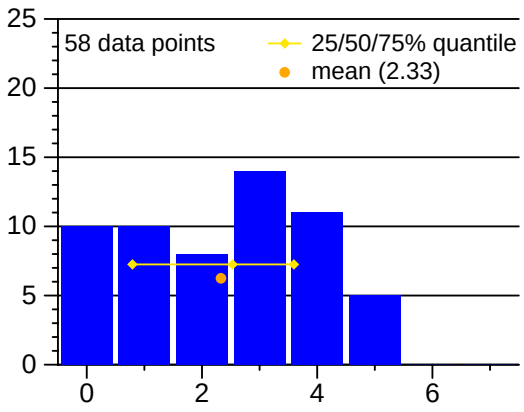


Figure 3.14: [Informatik II] Distribution of the productivity for all subjects.

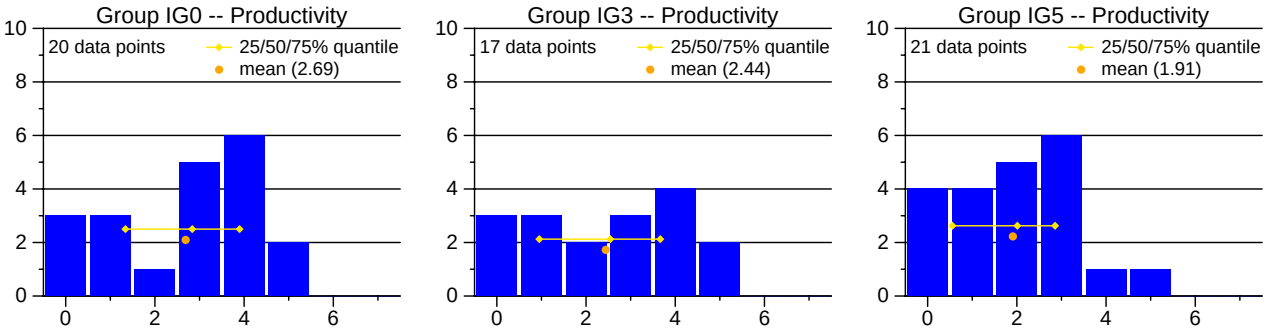


Figure 3.15: [Informatik II] Distribution of the productivity by group.

Conclusion: In contrast to the work task of the JAKK experiment with its “warm-up” task 1, all program comprehension must be gained in this task. But we still observe the same trend as in the JAKK run: with an increasing inheritance hierarchy the maintenance time is increasing, too. The quality of the solutions does not differ much between the groups so we have to reject both of our hypotheses.

Task 2B – “Time Interval Gain/Loss Display”

Task 2B differs from all other tasks in this experiment – the subjects just worked on a quite similar task and gained almost the complete program understanding required for this task beforehands in Task 2A. So the time results might give information about the working time required for the different program versions.

Caveat: The time results presented for this task are quite unreliable. When looking on the mortality it is salient that the mortality in group IG5 is higher than in the two other groups (IG5 = 29%; IG3 = 12%; IG0 = 10%). The table below lists for each subject the time for the Task 2A so that it is obvious that more slow subjects quit in IG5 than in IG3 and IG0. From these considerations we expect that more faster subjects remained in the group IG5 and that the groups are not balanced anymore.

Conclusion: We may conclude for this task that more subjects working on a program with a deep inheritance structure found it too difficult than in the other two groups.

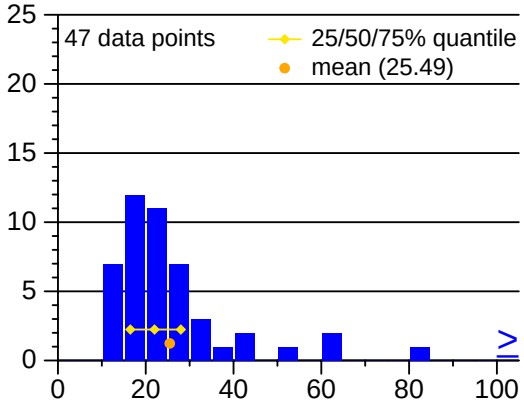


Figure 3.16: [Informatik II] Distribution of the time required for Task 2B for all subjects.

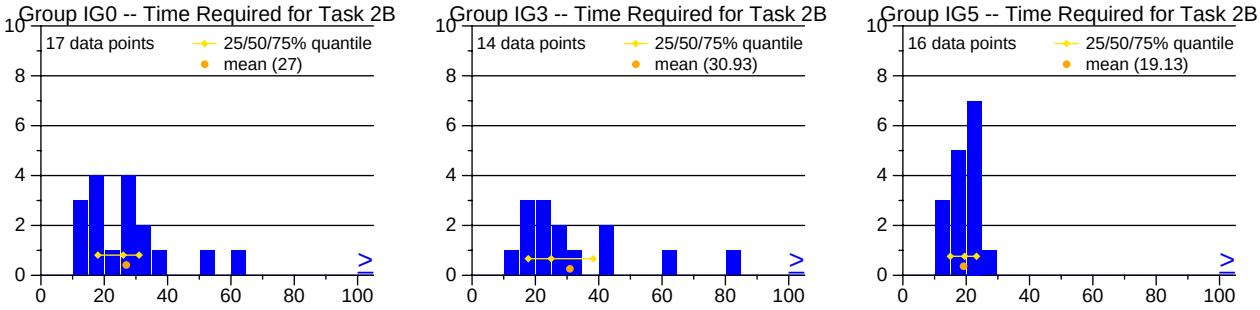


Figure 3.17: [Informatik II] Distribution of the time required by group.

	IG0	IG3	IG5
1	96	82	93
2	102	101	109
3	108	110	**138**
4	110	112	140
5	111	123	143
6	116	126	145
7	123	131	147
8	131	135	149
9	133	**149**	157
10	133	***157***	166
11	***150***	163	166
12	154	165	179
13	162	177	***180***
14	167	179	**182**
15	**167**	187	212
16	**175**	**223**	**215**
17	179	299	219
18	180		220
19	245		**238**
20	305		**270**
21			**330**

Table 3.8: [Informatik II] Times required for each subject for Task 2A. Boldfaced and underlined entries are for subjects which gave up in the second task. Times marked with *** are the time closest to the mean in the group. From this table we can see that the mortality is unbalanced.

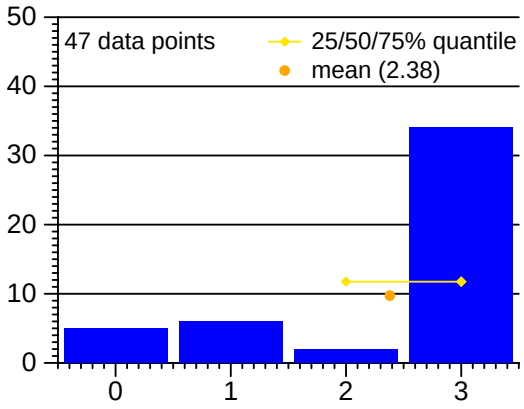


Figure 3.18: [Informatik II] Distribution of the obtained points for all subjects; the maximum is 3.

group	no. of subjects	fraction of correct solutions
IG0	20	35%
IG3	17	24%
IG5	21	29%

groups	χ^2	p	Fisher exact p
IG0 - IG3	0.16	0.69	0.5
IG0 - IG5	0.011	0.92	0.74
IG3 - IG5	0.0	0.98	1

Table 3.9: [Informatik II] Fraction of correct solutions per group (left) and significance p of the group differences (right) for Task 2B.

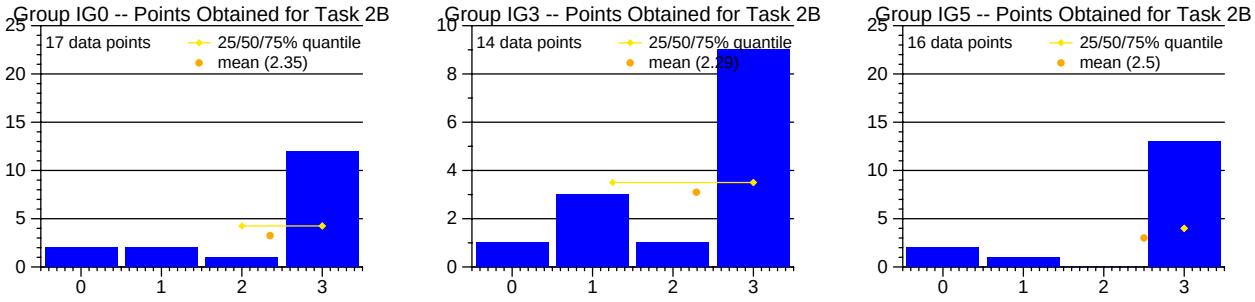


Figure 3.19: [Informatik II] Distribution of the points obtained by group.

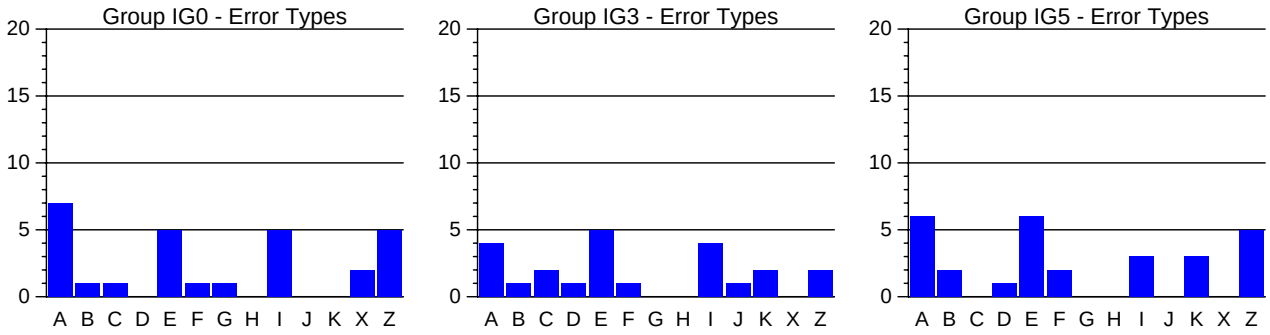


Figure 3.20: [Informatik II] Frequency of different errors for task “Time Interval Gain/Loss Display”. Codes: A = everything OK; B = table unimplemented, only checkbox appears; C = only dialog implemented, no table appears; D = dialog unimplemented, some other table with new time range appears; E = start day missing (but was correct in 2A, otherwise no deduction); F = end day missing (but was correct in 2A, otherwise no deduction); G = records appear twice (but was correct in 2A, otherwise no deduction); H = uses KURSE instead of KASSAKURSE (but was correct in 2A, otherwise no deduction); I = requires two-digit years; J = start day wrong (e.g., wrong year), but not only E; K = end day wrong (e.g., wrong year), but not only F; X = other; Z = nothing done but delivered. (A solution can have more than one error class.)

3.3 Subjects' experience

In the final questionnaire we wanted to learn about our subjects' impressions: how they assess, for example, the program structure, the use of inheritance, the difficulty of the tasks, their concentration, etc.

3.3.1 Inheritance use

With the first question we wanted to know how the subjects assess the use of inheritance. Our subjects had five choices from "inheritance is used much too much" to "inheritance is used much too little". The median of the answers from the JAKK subjects were "inheritance is used too little" for group JG0 and "inheritance is used in the right degree" for the groups JG3 and JG5. The distribution is shown in Figure 3.21.

There is an obvious difference between the performance of the subjects and the subjective impression they have. Regarding that JG0 was on average the best and fastest group, it is curious that most of these subjects graded the inheritance use as "too little" or "much too little". The discrepancy between subjective impression and objective results demonstrates how necessary controlled experiments are.

We have similar answers from the Informatik II subjects, except for IG0. These subject graded the inheritance use as "used in the right degree" (median).

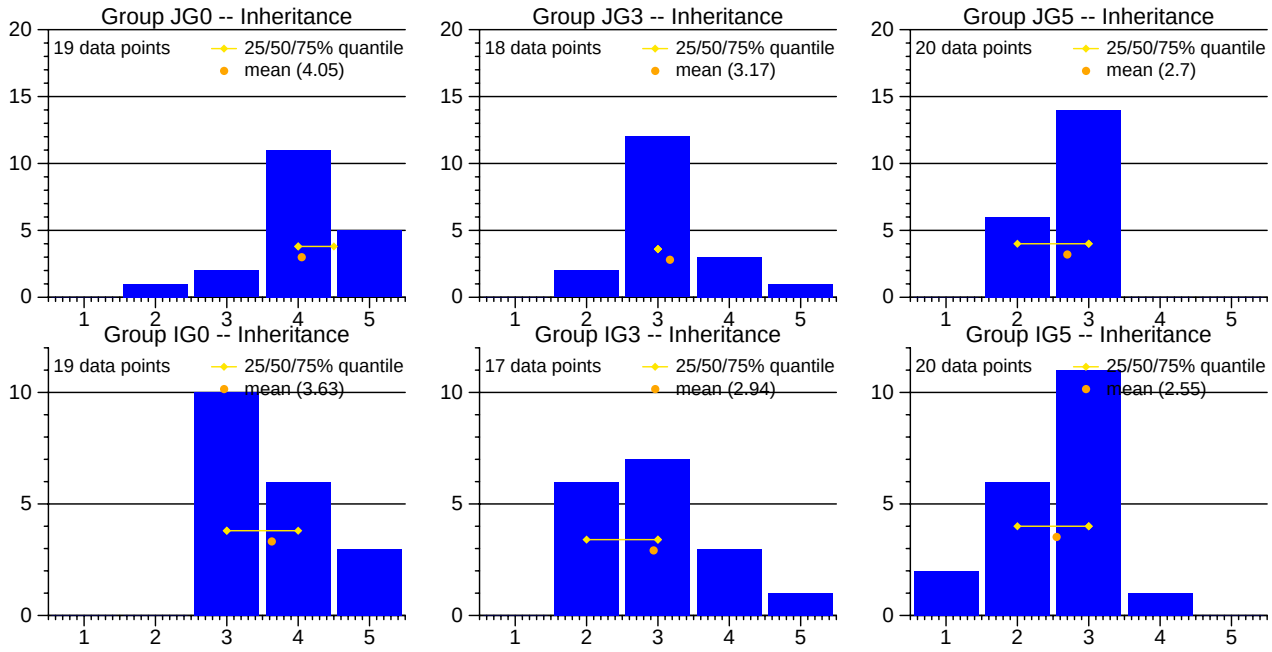


Figure 3.21: Answers from the JAKK subjects (first row) and for the Informatik II subjects (second row) on how they assess the use of inheritance, split into treatment groups. The subjects had the following choices: Inheritance is used much too much (1), is used too much (2), is used in the right degree (3), is used too little (4), or is used much too little (5).

3.3.2 Program structure

In the next question the subjects were asked how they rated the quality of the program structure for a program of this size. They had five choices from "very clear structure" to "unclear structure". The median of the answers of

the JAKK and Informatik II subjects were between “clear structure’ and “medium structure’. The distribution is shown in Figure 3.22. We expected that the group JG0 would grade the structure as less clear than the other groups because of the code replication and the resulting code extension. However, comparing the actual subjective impressions reported with the objective results, it is odd that more than half of the subjects of JG5 graded the structure as a ”very clear structure” or ”clear structure”, while of JG3 and JG0 less than half graded it as ”clear or very clear structure”, even though they received better results. Probably the judgement was mostly based on the OMT diagrams, where JG5 clearly appears the most structured. Overall, the Informatik II subjects judged the structure more realistically than the JAKK subjects.

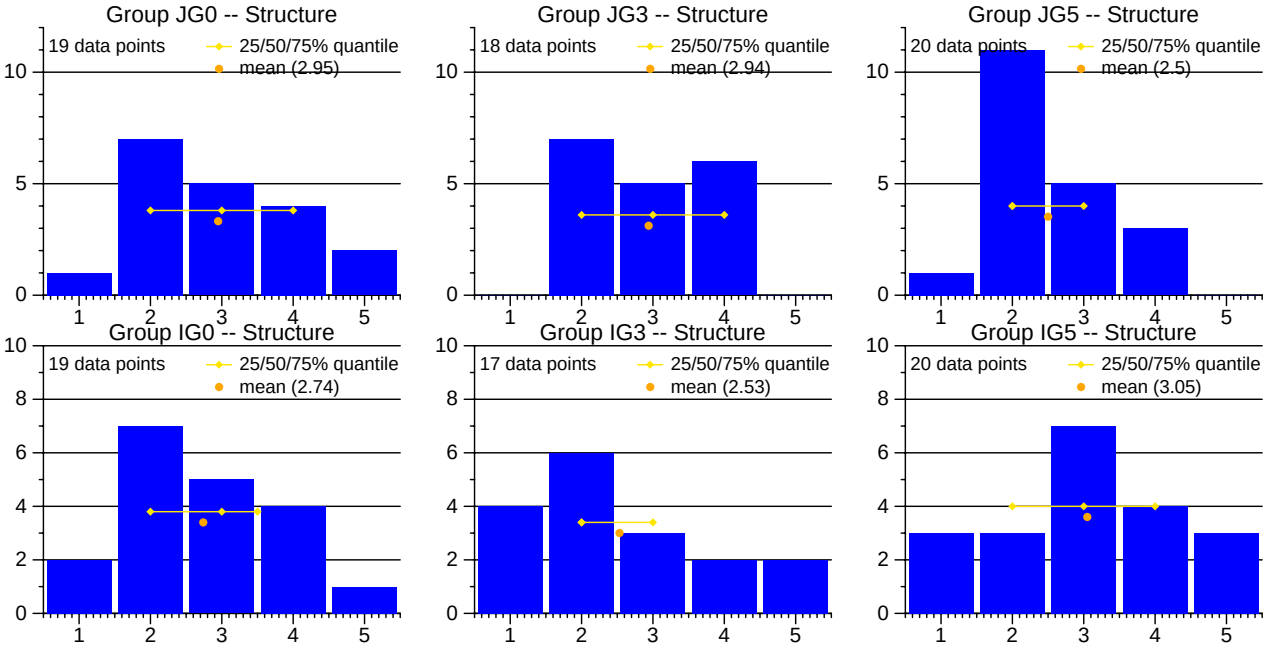


Figure 3.22: Answers from the JAKK subjects (first row) and for the Informatik II subjects (second row) on how they assess the structure of the program, split into treatment groups. The subjects had the following choices: very clear structure (1), clear structure (2), medium structure (3), less clear structure(4), unclear structure (5).

3.3.3 Simplicity of the tasks

This question investigated how difficult the subjects found the tasks. We expected from the time results obtained and the comprehension steps counted that the group with the flat program version found the tasks easier than the other groups but no large differences between the groups were observed. The distributions are shown in Figures 3.23 to 3.24.

3.3.4 Concentration of the subjects

How well the subjects were subjectively able to concentrate on the tasks is shown in Figures 3.25 to 3.26.The median of all groups was that their concentration was “high”, except for the inheritance groups of the JAKK experiment in Task 2. They probably realized that they had problems with tracing the methods to gain program understanding and they put it down to their concentration ability.

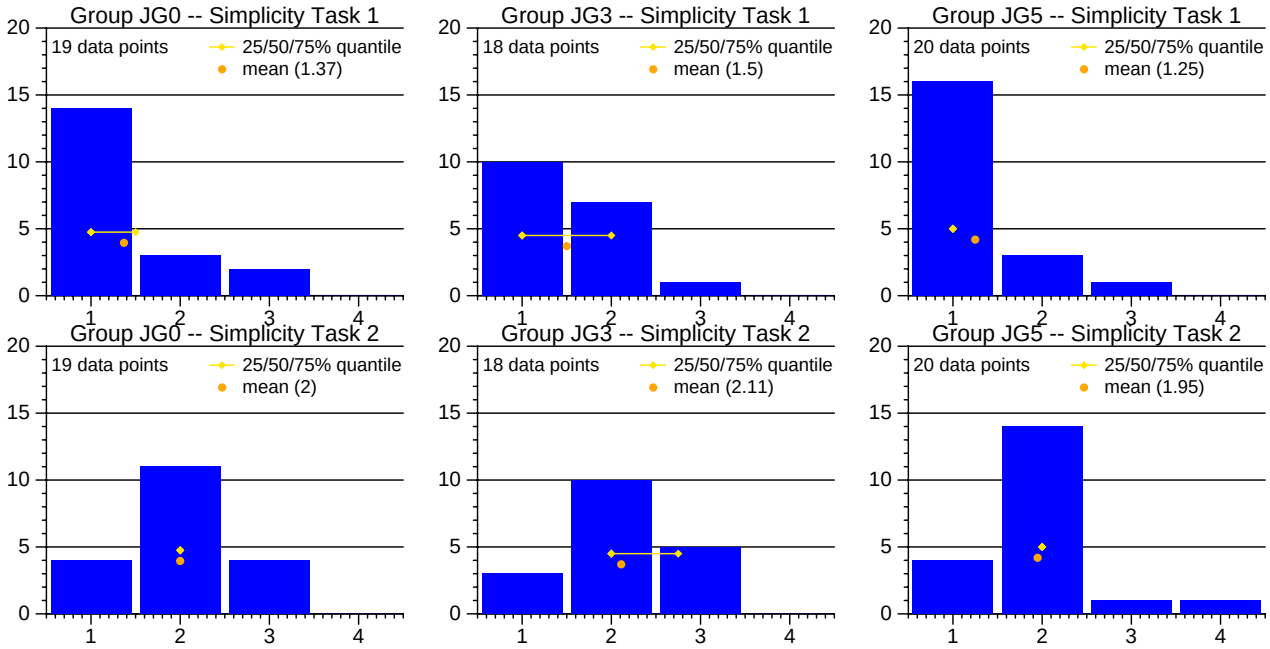


Figure 3.23: Answers from the JAKK subjects on how they assess the simplicity of Task 1 (first row) and Task 2 (second row) of the experiment, split into treatment groups. The subjects had the following choices: pretty simple (1), not quite so simple (2), pretty difficult (3), difficult (4).

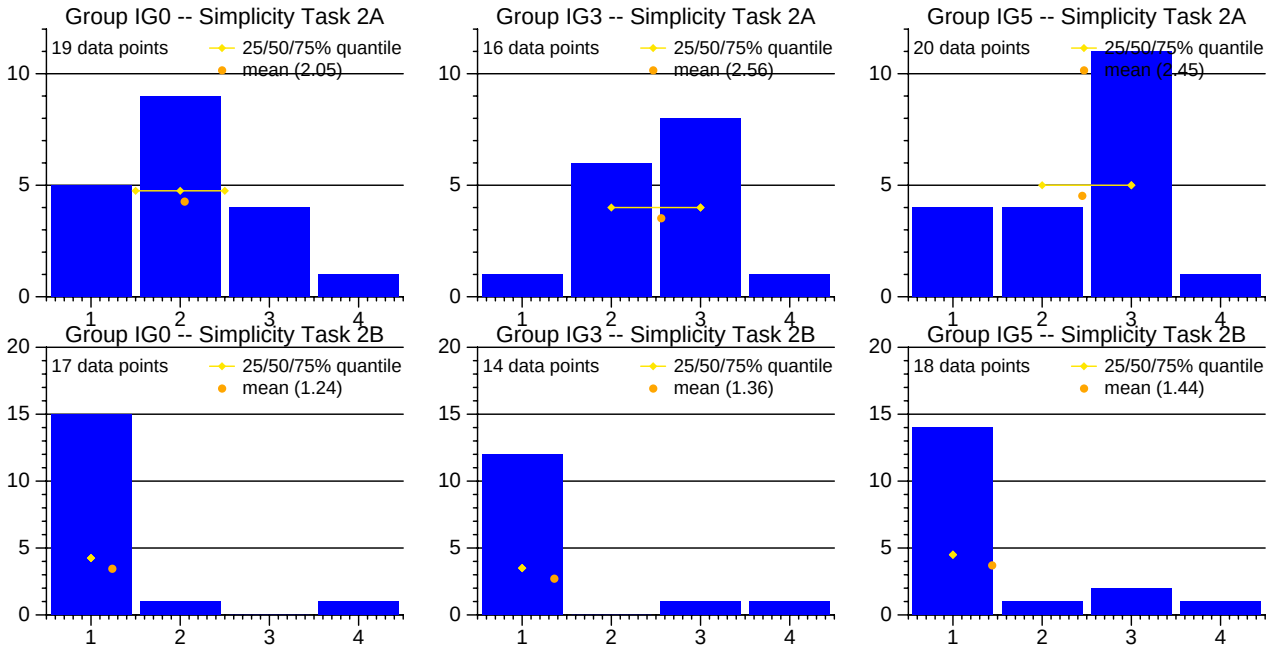


Figure 3.24: Answers from the Informatik II subjects on how they assess the simplicity of Task 2A (first row) and Task 2B (second row) of the experiment, split into treatment groups. For a legend see Figure 3.23.

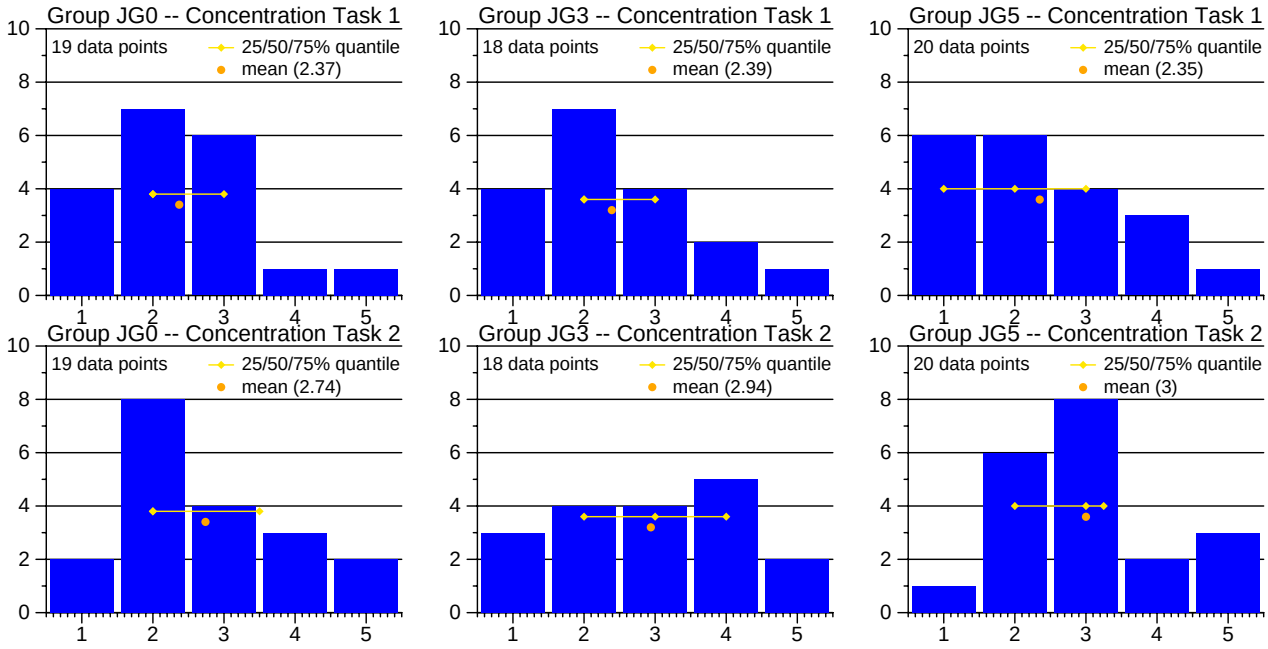


Figure 3.25: Answers from the JAKK subjects on how they assess their ability of concentration during Task 1 (first row) and Task 2 (second row), split into treatment groups. The subjects had the following choices: very high (1), high (2), OK (3), not so high (4), low (5).

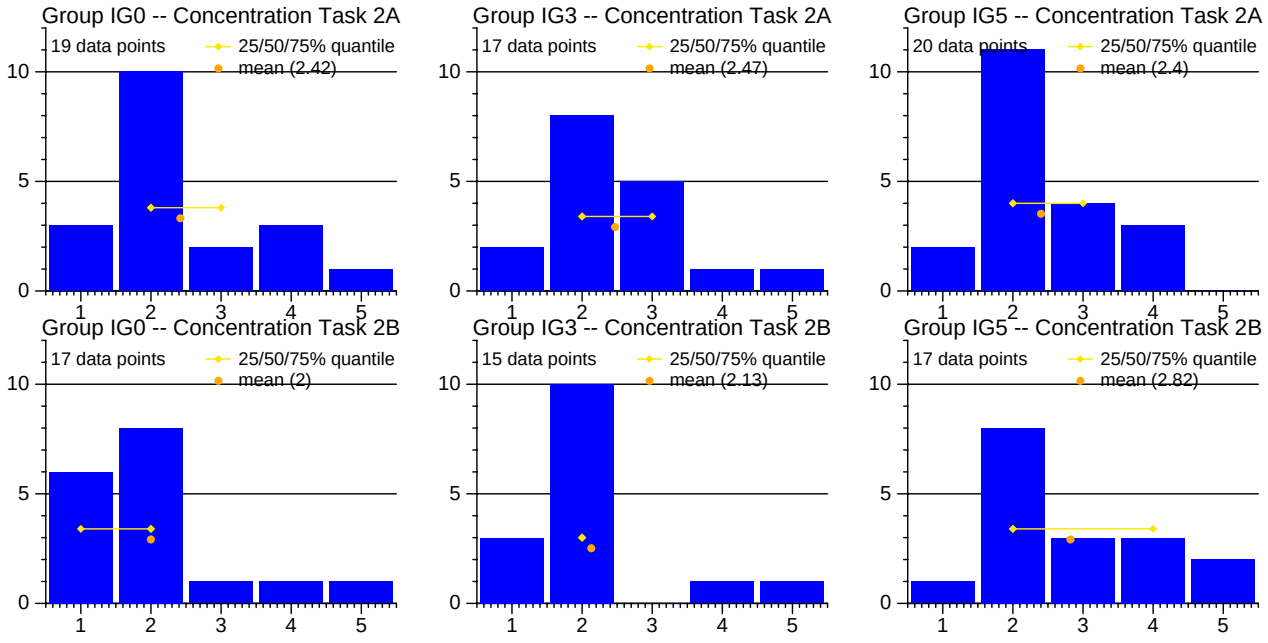


Figure 3.26: Ditto for the Informatik II subjects for Task 2A (first row) and Task 2B (second row).

3.3.5 Quality assessment

The subjects were asked how they subjectively assess the quality of their solutions to the two tasks. For each task they had the following choices of answers: no more errors or omissions (1), at most one error or omission (2), probably several errors or omissions (3), or don't know (4). G0 had most confidence in correctness(!) except for IG5 in Task 2B (but in Task 2B mortality distorts these results, anyway). This is unexpected from the hypotheses but expected from examining the tasks: G0 had all code local in a class and that resulted in a better overview of what they were doing. The distributions are shown in the Figures 3.27 and 3.28.

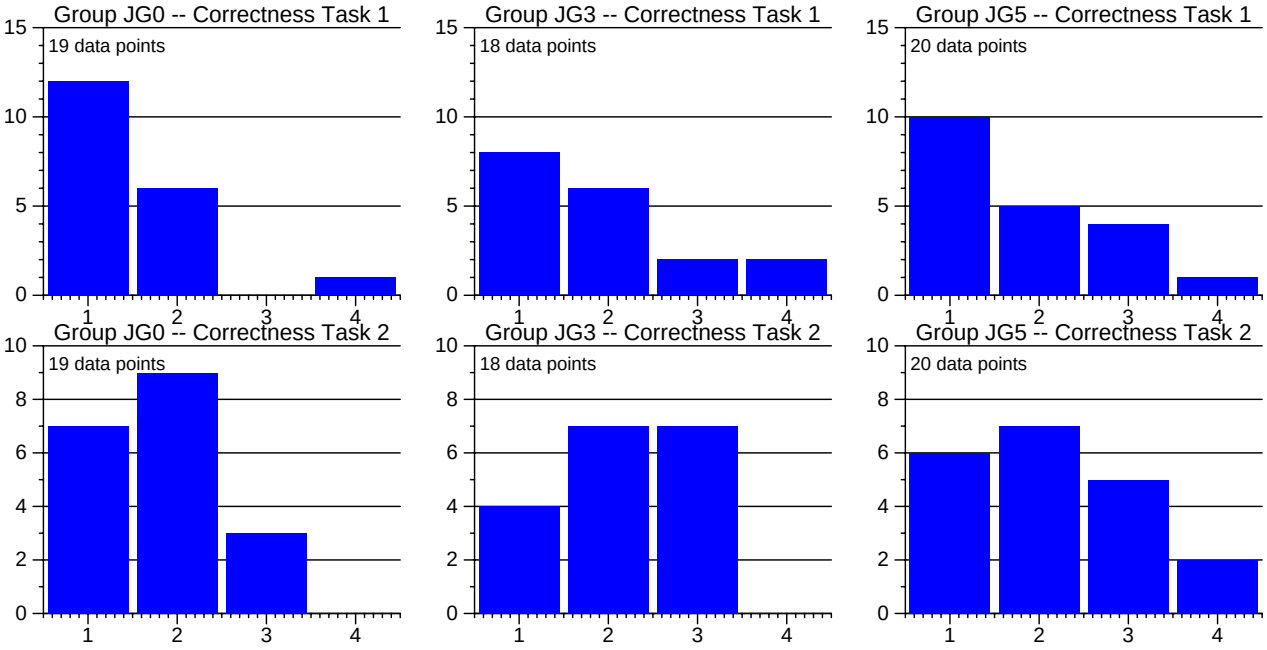


Figure 3.27: Answers from the JAKK subjects on how they assess their solutions for Task 1 (first row) and Task 2 (second row), split into treatment groups. The subjects had the following choices: no more errors or omissions (1), at most one error or omission (2), probably several errors or omissions (3), don't know (4).

3.3.6 Usefulness of OO knowledge

We asked the subjects whether they think that their OO knowledge was helpful. We expected that the subjects found it the more helpful the more inheritance is used in the program. They had the following choices of answers: no, not at all (1), only a little (2), can't decide (3), yes, somewhat (4), or yes, very much (5). We expected to observe a huge difference between the flat program version and the deep inheritance version because no inheritance knowledge is needed in the flat program version but for understanding Boerse3 and Boerse5 this knowledge is essential. We were surprised that no large differences were observed between the groups, see Figures 3.29 and 3.30. We speculate that to a large degree the concept of "OO knowledge" was equated with general knowledge of Java and its API, which is roughly as relevant in all three groups.

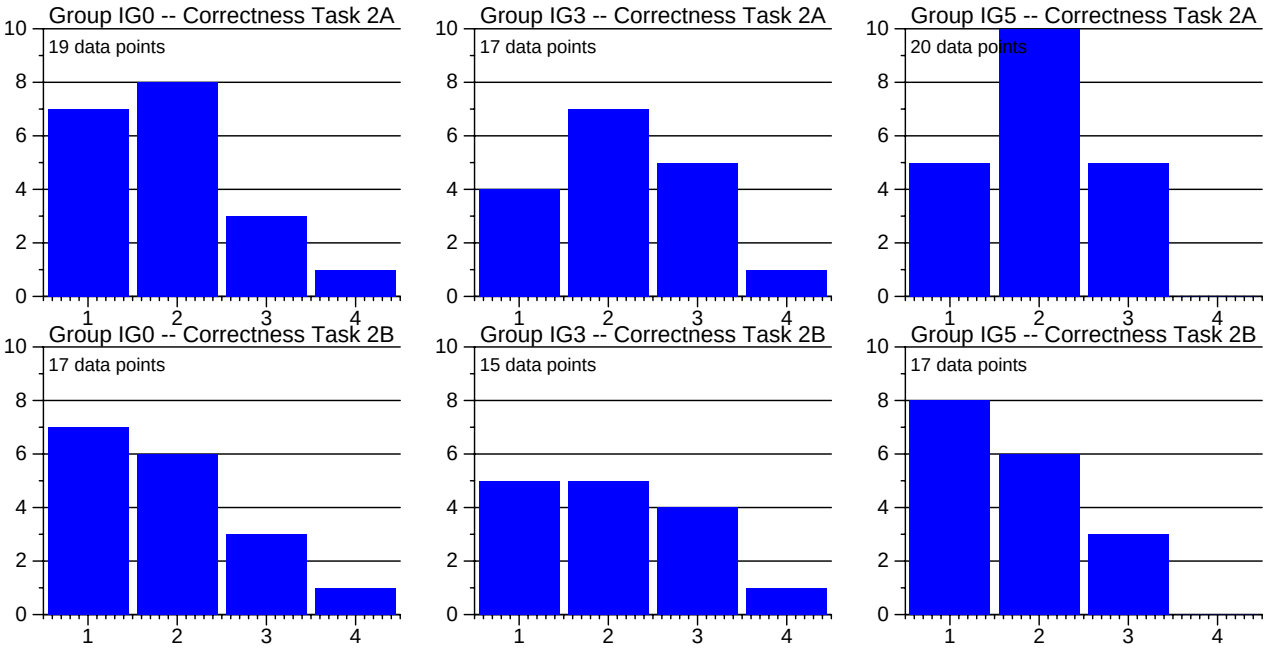


Figure 3.28: Ditto for the Informatik II subjects for Task 2A (first row) and Task 2B (second row).

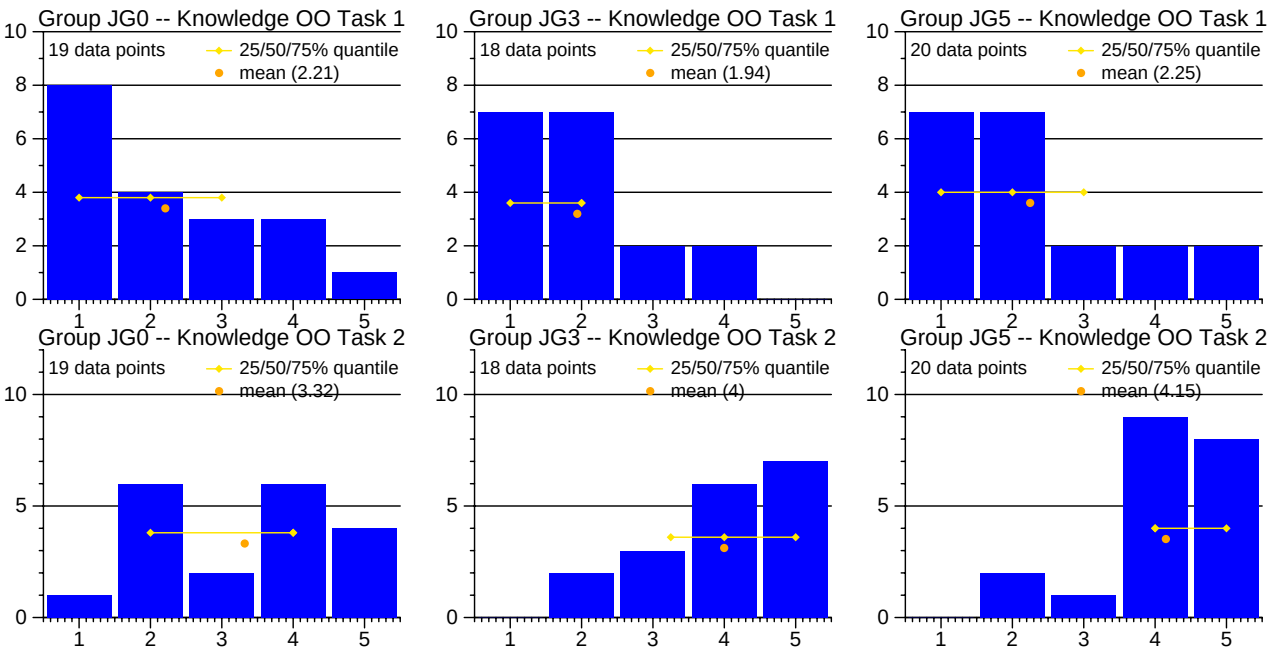


Figure 3.29: Answers from the JAKK subjects on how they assess the usefulness of OO knowledge for Task 1 (first row) and Task 2 (second row), split into treatment groups. The subjects had the following choices: no, not at all (1), only a little (2), can't decide (3), yes, somewhat (4), yes, very much (5).

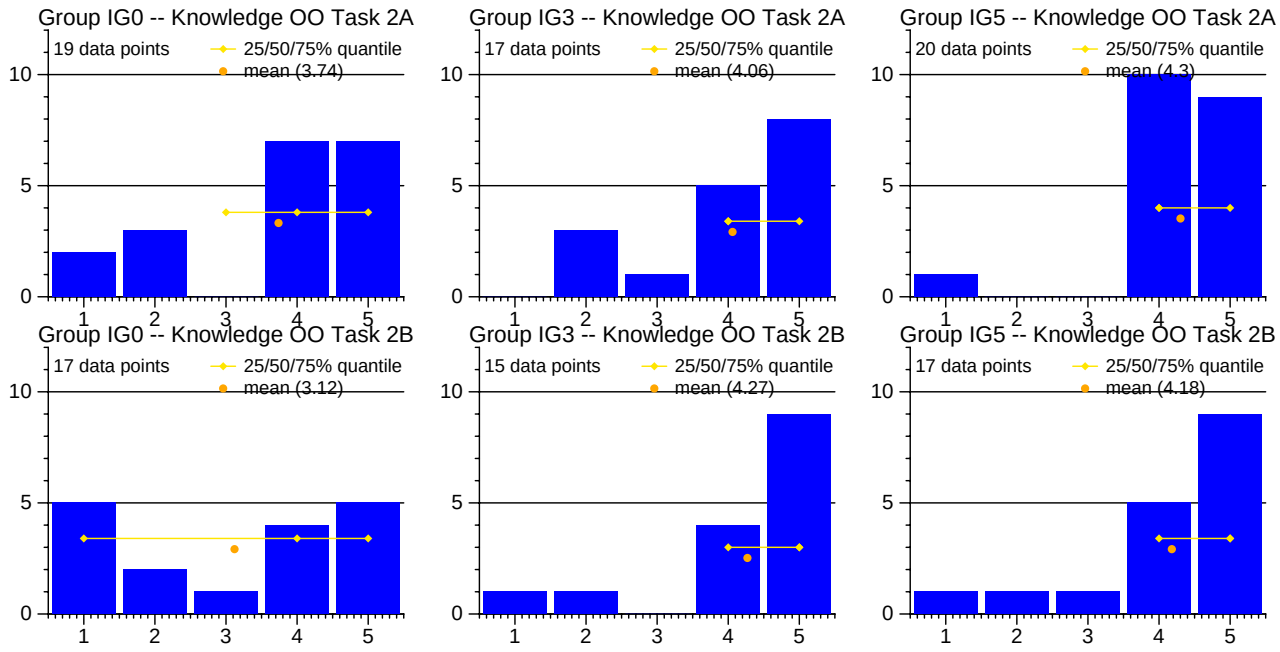


Figure 3.30: Ditto for the Informatik II subjects for Task 2A (first row) and Task 2B (second row).

Chapter 4

Analysis of the different results of the previous and our new experiment

The results found in this experiment and the results found by Daly et al. contradict. Daly et al. found that the program with inheritance depth of 3 is faster to maintain than the flat version and that the time for maintaining the program with inheritance depth of 5 is not significantly different from the equivalent flat program. In contrast, we found that for Task 2A (Informatik II) and Task 2 (JAKK) subjects with an inheritance program are slower than subjects maintaining the flat program. Task 2B could not be assessed because of the high mortality rate in the group with the deep inheritance hierarchy. For Task 1 the fastest group is the group with the deepest inheritance hierarchy (and hence the smallest number of places needing change).

What causes the differences?

Examining the programs of Daly et al. and our programs, we find several differences. Program length, number of classes, and number of methods differ, see Tables 1.1 and 2.1. The programs and maintenance tasks do not only differ in these respects, they also differ in complexity. Trying to find a measure for complexity we counted the number of methods that have to be understood to perform the task and the distance of the methods to their invocation, e. g. if a method M is invoked in the main program on an object of type C but this inherits the method from class A, that is the super-superclass of C, we count one external method invocation (call from main), two hierarchy changes (switch to super-superclass) and one method to trace (namely M). This is shown in Table 4.1. The process of gaining program understanding is sketched in Figures 2.35 and 2.36 on page 25 for Task 2 of our experiment and in Figure 4.1 for the original experiment. Each arrow across horizontal lines means that the method that is invoked is located in one of the superclasses or one of the subclasses.

	Boerse0	Boerse3	Boerse5	Univ0(3)	Univ3	Univ0(5)	Univ5
methods to trace	15	18	19	3	5	4	7
hierarchy changes	0	17	21	0	2	0	5
external method invocations	3	3	3	2	2	2	2

Table 4.1: Comparison of task complexity between our experiment and the ones of Daly et al. *Methods to trace* is the number of methods that must be investigated for gaining enough program understanding for solving the tasks. *hierarchy changes* is the number of inheritance steps that have to be followed to find the required methods (see Figure 4.1, and *external method invocations* are method invocations from outside the main hierarchy (e.g. from the main program).

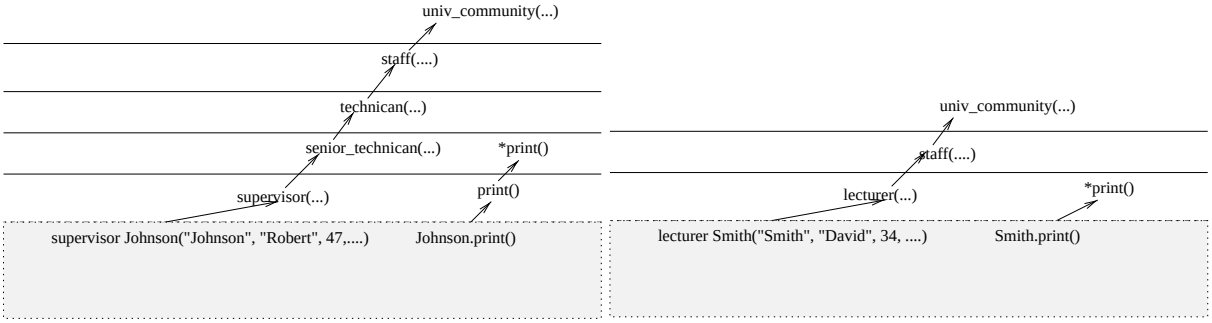


Figure 4.1: For University5 program with inheritance (left) and University3 program with inheritance (right) comprehension must be gained by searching through the inheritance hierarchy, starting in the main program. The arrows mean an invocation of a method. An arrow crossing a horizontal line means that the method invoked is located in a super- or subclass. The shaded region in the lower part are method calls from classes outside the main-hierarchy tree. Methods are marked with a star if they invoke other methods but (due to meaningful names) the method invocations do not need to be traced.

Analyzing the complexity metrics (number of classes in program, number of methods in program, LOC, number of methods to trace for the maintenance task, number of hierarchy changes to gain program understanding) we found two metrics having a high correlation with the required time. The average maintenance time correlates highly with the number of trace methods (r = 0.98) and the number of classes in the program (r = 0.97)[1] This is visualized in Figure 4.2.

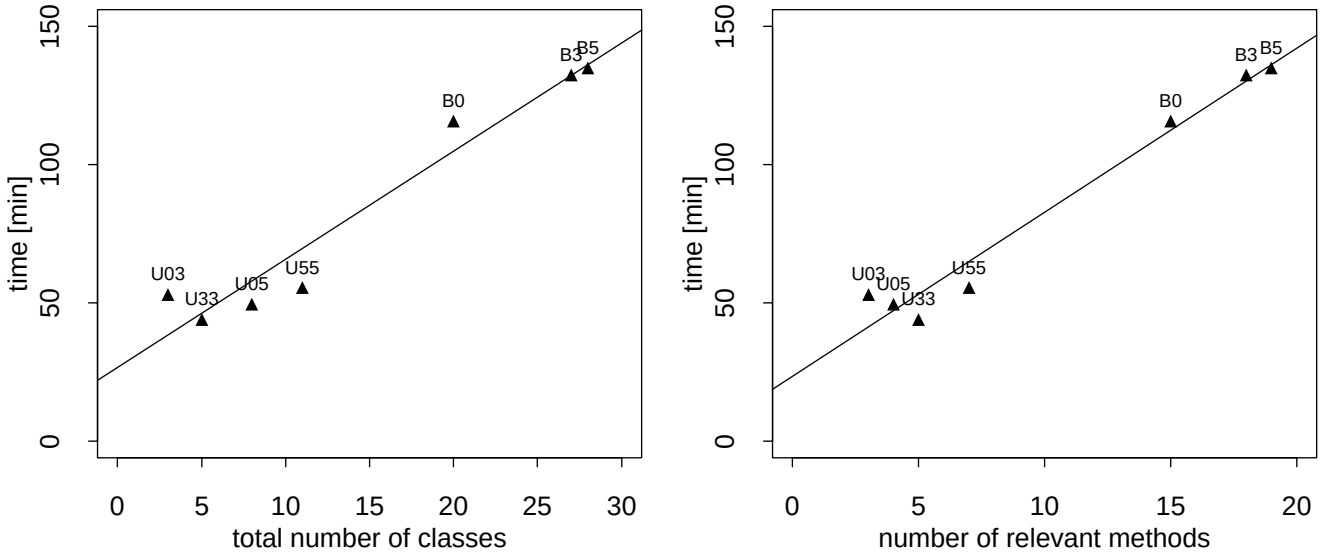


Figure 4.2: Correlation between the maintenance time and the number of relevant classes (left) and the number of relevant methods that have to be traced (right).

As we see, the university-3 program behaves against the trend of all the others: despite an increasing number of classes and trace methods the maintenance time decreases for the university-3 program. In the light of the

[1]This correlation comprise only the University03-programs, the University05-programs and our JAKK-programs. The correlations change to 0.96 (time vs. classes) and 0.96 (time vs. trace methods) if we add the data points of the Literature-programs of Daly et al. We leave these data points out because the Literature programs are quite similar to the University03-program.

other data points and the strength of the relation, this is unexpected and unexplainable for us. So these results suggest that the main data point in Dalys conclusion may be some sort of outlier. It would be best to analyze their data subject-by-subject, but unfortunately we do not have access to it; according to John Daly, the raw data was lost.

Our conclusion: Not the inheritance depth itself is a good predictor of maintenance effort; crucial attributes in our experiment are related ones such as the number of methods to be understood.

In this experiment a lot of (probably) relevant factors could not be investigated: (1) We considered predominantly comprehension-bound tasks. What is the effect of more implementation-bound tasks? (2) Much of the code was relevant for the task. But in reality only a small fraction of a program will typically be investigated during any single maintenance task. What is the effect of this? (3) Polymorphism was not really essential for the program structure, inheritance was employed for reuse only. Are our results valid for designs using polymorphism as well?

So future work should address these questions, try to determine the relevant factors related to inheritance, and quantify their impact on maintenance time.

Chapter 5

Conclusion

In this experiment we tested the impact of inheritance hierarchy on maintainability. The experiment was inspired by a similar experiment conducted by Daly et al.

For testing our hypotheses, (H1) the more abstraction levels are used, the easier the program is to comprehend and the less time is required for maintenance tasks and (H2) the more abstraction levels are used, the better is the quality of the delivered solutions, we divided the groups into three balanced groups working on equivalent programs with zero, three, or five levels of inheritance.

In both groups, JAKK and Informatik II, we recognized similar effects. The "flat" program version was faster to comprehend than the other two program versions with inheritance depth 3 and 5. In Task 1 (Y2K-Problem), the subjects with the flat program version had more modifications to apply than the group with the 5-level program, but they were almost as fast (2.4 percent slower, not significant). The 3-level group had the same number of changes as the 0-level group but was much slower (23.9 percent, significant).

In Task 2 and Task 2A (adding new classes), the trend differed because here overall program comprehension was required to be able to do the program changes in contrast to Task 1 where it was sufficient to comprehend only a small part of the program. The time required by the subjects increased with the inheritance depth. Subjects with the flat version were significantly faster than subjects of the 5-level group. Although they were faster, their solutions were on average more correct than in the other groups.

In Task 2B, mortality was high and non-uniform over the groups so we can not properly evaluate this task.

Hypothesis 1 and hypothesis 2 have to be rejected. Contrary effects have been observed in this controlled experiment. The flat version of the program was easier to comprehend and to maintain.

Regarding the subjective experience of the subjects collected in the final questionnaire, it is obvious that the subject's experience do not fit to the objective results. This indicates that experiments have to be conducted instead of relying on intuitive judgements. The software community should not rely on subjective experiences as was suggested by Al Davis in [5].

Our results contradict the results of the previous experiments by John Daly et al. It is most likely that the source of the differences is somewhere in the size and complexity of the programs and maintenance tasks; however, we can not point out exactly where.

We found that inheritance depth is not a good predictor for maintenance time. Instead we found two attributes that are good predictors – at least for the programs and "add a class" tasks in the given experiments: these

are the total number of classes in the program and the number of methods relevant for understanding. Further work is required for finding other relevant attributes that allow to predict maintenance time and for creating a quantitative model of maintenance that is applicable to a broader set of contexts.

Appendix A

Tasks and Solutions

A.1 Handling descriptions

This appendix contains the original materials given to the subjects. They were handed out in four parts:

1. a questionnaire collecting personal information and a small test of the subjects' knowledge of Java, inheritance, and polymorphism
2. the explanation of the first task together with the program listing and a some Unix help information
3. the explanation of the second task
4. a postmortem questionnaire

The subjects had to give each part back to the experimenters (except for the listing and the Unix info) when they received the next part. Each subject could promptly do this at any time.

A.2 Original questionnaire (translated into English)

Instruction and Questionnaire for the JAKK experiment

Barbara Unger, Lutz Prechelt, Michael Philippsen
Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe

June 10, 1997

Please read and follow these instructions **carefully**. Fill in your student ID and time correctly when required. Invoke the command `delivering` for delivering the source code only when you are finished with one of the tasks.

Take as much time as you need. We planned sufficient working time. For us, it is more important that you work well rather than fast.

Student ID:

Questionnaire Part 1: Personal information

Please fill in this part of the questionnaire before reading further and before the actual experiment starts. *All information will be considered confidential.*

Completeness and correctness of your information (please print!) are important for the accuracy of the scientific results of the experiment. Therefore, please answer all questions.

_____ _____
lastname firstname

_____
sex: m/f

_____
time

I am a _____ major in my _____-th semester,
subject
☐ with Vordiplom, ☐ without Vordiplom.

Before the Java course started I had the following programming experience (overall):

☐ only theoretical knowledge.

☐ wrote less than 300 lines of code myself.

☐ wrote less than 3,000 lines of code myself.

☐ wrote less than 30,000 lines of code myself.

☐ wrote more than 30,000 lines of code myself.

I have been programming for about _____ years now and used predominantly the following programming languages (ordered by decreasing experience):

_____
language 1, language 2, ...

Before the Java course started I had the following experience in object oriented programming:

- ☐ no knowledge
- ☐ only theoretical knowledge.
- ☐ wrote less than 300 lines of code myself.
- ☐ wrote less than 3,000 lines of code myself.
- ☐ wrote less than 30,000 lines of code myself.
- ☐ wrote more than 30,000 lines of code myself.

Before the Java course started I had the following experience in programming graphical user interfaces (GUIs):

- ☐ no knowledge
- ☐ only theoretical knowledge.
- ☐ wrote less than 300 lines of code myself.
- ☐ wrote less than 3,000 lines of code myself.
- ☐ wrote less than 30,000 lines of code myself.
- ☐ wrote more than 30,000 lines of code myself.

The longest program I have written *alone* had about _____ (LOC) lines of code. It was written in _____ (Programming language) and consumed an effort of _____ (person month) person month.

Answer the following question only if you have already worked in a team software project or are doing this currently. The largest program in whose construction I have *participated* had about _____ (LOC) lines of code altogether and consumed an effort of _____ (person months) person months. My own contribution was about _____ (LOC) lines of code or _____ (person months) person months, respectively.

My understanding of object-oriented concepts in Java is as follows:
(Enter a number between 1 and 5 for each concept. The number indicates how well you subjectively believe to understand the concept.
1: I understand and apply it very well,
2: I understand it well,
3: I understand it roughly,
4: I am beginning to understand it,
5: I do not understand it)

_____ Class

_____ Object (instance)

_____ Polymorphism

_____ Inheritance (*extends*)

_____ Overloading and overwriting methods

_____ abstract class

_____ abstract method

_____ Interface (*implements*)

_____ Difference value type (e. g. *int*) and object type

Now please enter your student id and time.

Student ID: Time:

Questionnaire Part 2: A small Java test

Consider the following Java program:

```
class Superclass {
  int i = 7;
  void m() {
     System.out.println("Superclass i = "+i);
  }
}
class DerivedClass extends Superclass {
  static int j = 9;
  void m() {
     System.out.println("DerivedClass j = "+j);
  }
  static void mi() {
     System.out.println("DerivedClass i = "+i);
  }
}

class Test {
  public static void main(String args[]) {
     Superclass  o1 = new Superclass();
     Superclass  o2;
     DerivedClass u1 = new DerivedClass();
     DerivedClass u2;
     o2.m();
     o2 = o1;
     Superclass.m();
     DerivedClass.mi();
     o1.i++;
     o2.m();
     u2 = u1;
     u1.j++;
     u2.m();
     u1.j++;
     o2 = u1;
     o1.i = 0;
     o2.i = 1;
     o2.m();
     o2.mi();
  }
}
```

a.) Some of the instructions in the above program are illegal, that is, they result in compile time errors or run time errors. Mark all of these instructions in the listing above. Please do not use the computer for solving this task.

b.) Some of the instructions in the program produce output lines. Note in the listing behind these lines which output will be produced. Assume that the lines marked as wrong in a.) are removed from the program. Please do *not* use the computer for solving this task.

Tip: The simplest method is to write down step by step all changes of the objects and variables.

When you have finished this task **invoke the command** `deliver`, enter the actual time here, and request new materials. Time:

Now please enter the time. Time:
Student id: 000000 **group: BoerseX**

The exercise: Program “Boerse”

You received a listing of the program “Boerse” and a corresponding class diagram indicating the inheritance structure.

The source code is located on your computer:

Your Login: `Test`

Your Password: `pwd`

Directory: `~/Boerse`

File: `Boerse.java` (and in case of need a copy is stored in `Boerse.java.orig`)

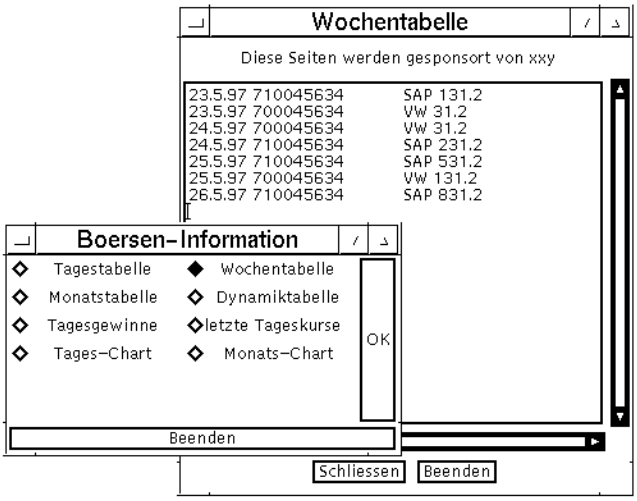
The purpose of the program is to show a selection of display types of various stock shares. For simplification the data are read from a file and the displays are simple, too.

There are two files that provide the data. One file called AVG_PRICES contains one entry per day and stock. Each entry consists of a date, the stock ID number (that identifies the stock share unambiguously), the appropriate (maybe ambiguous) name of the company and the average price of the share for that day. The second file called PRICES contains possibly several price values per day for the same stock, described by date, time, stock ID number, company name and share value (price).

The user can chose between various displays of the prices in tables or graphs with different selections and contents. For example, the DayTable displays all share values for all shares of one day, while a DayChart displays these data graphically for just one share.

A WeekTable displays all share values for all shares of the last seven days, a MonthTable accordingly for the last 30 days, etc. A MonthDynamicsTable shows for any two successive days of one month the change of the average share value in percent, etc.

As an example the following screen shot displays a view of the program while creating a week table:



Read and comprehend the program `Boerse.java` so that you can process the following two work tasks. The first task is described below, the second task will be handed out on a different sheet after completing the first one.

If you think that comprehending some parts of the program is not necessary, you do not need to investigate them.

Please do not write the solutions into the program listing. Implement your solution directly in the source code of `Boerse.java`, compile it and test it.

However, if you want to, you can write marks and notes into the listing. After the second work task deliver the listing together with the other handouts.

Work task 1 for program "'Boerse"'

Starting with the year 2000, it will be insufficient to code the year number with two digits.

Enhance `Boerse.java` in that manner that the program can process the new files `PRICES_2000` and `AVG_PRICES_2000` correctly. These files contain four digit year numbers instead of two digit year numbers (the rest of the format and content is identical). Test your program with these files.

When you have finished this task or if you think, you can't do better to complete this task, **invoke the command** `deliver`, enter the actual time here, and request new materials. Time:

Now please enter the time. Time:
Student id: 000000 **group: BoerseX**

Work task 2 for program "'Boerse"'

The tables implemented yet all cover fixed time intervals, for example one week back or one month back starting from today. This is too restrictive for the users; they want to choose the time interval themselves.

Enhance the program so that a new menu item "AnyIntervalTable" is offered. "AnyIntervalTable" should display a new table covering a user-specified time interval. The user is asked (via a dialog box) for a time interval (start date and end date, format `dd.mm.yyyy-dd.mm.yyyy`, for example `17.02.1997-26.03.1997`). .

Analogous to (for example) a WeekTable, all average prices (date, stock ID number, company name and share price) should be displayed for the specified time interval.

For solving the work task you can introduce new classes or you can change existing classes – as you prefer. For the dialog box use the same `Frame` as for the table created subsequently (only change its contents), just as it is done for the chart displays.

In much the same manner, introduce another new menu item "'AnyDynamicIntervalTable"', that displays a dynamics table (analogous to month dynamics table) of a time interval specified in a dialog box.

When you have finished this task or if you think, you can't do better to complete this task, **invoke the command** `deliver`, enter the actual time here, and request new materials. Time:

Now please enter your student id and time.

Student ID: Time:

Questionnaire Part 3: Experience in the program

For proper evaluation of the experiment, we need your cooperation.

This part of the questionnaire is meant to complement the answers you gave above by subjective background information in order to allow for a better analysis of the experiment results.

Most questions have some additional space below for arbitrary comments; such information would be very useful for us.

I think that in the program “Boerse.java” inheritance is

- ☐ used much too much
- ☐ is used too much
- ☐ is used in the right degree
- ☐ is used too little
- ☐ is used much too little

comment:

Measured on programs of this size, I think that “Boerse.java” has a

- ☐ very clear structure
- ☐ clear structure
- ☐ medium clear structure
- ☐ not so clear structure
- ☐ unclear structure

comment:

The questions below have two checkboxes for each answer: ☐1 for Task 1 (Year 2000) and ☐2 for Task 2 (Time interval).
Please check exactly one box per column for each question.

Overall and in the given situation I found task 1 and 2

- ☐A ☐B pretty simple
- ☐A ☐B not quite so simple
- ☐A ☐B pretty difficult
- ☐A ☐B difficult

comment:

During task 1 and 2 my ability to concentrate on the work was

- [A] [B] very high
- [A] [B] high
- [A] [B] OK
- [A] [B] not so high
- [A] [B] low

comment:

I believe that my solutions for task 1 and 2 have

- [A] [B] no errors or omissions
- [A] [B] at most one error or omission
- [A] [B] probably several errors or omissions
- [A] [B] (don’t know)

comment:

I think that for solving task 1 and 2 my previous knowledge of object oriented programming (as opposed to general programming knowledge) was helpful:

- [A] [B] no, not at all
- [A] [B] only a little
- [A] [B] can’t decide
- [A] [B] yes, somewhat
- [A] [B] yes, very much

comment:

This is how much effort I invested in various aspects while solving task 1 and task 2 (Please fill in each line a number between 1 and 5:
1: very much, 2: much, 3: medium, 4: somewhat, 5: only a little)

- [A] [B] Implementing a well understandable program
- [A] [B] Implementing a program that is well extensible
- [A] [B] Implementing a well testable program
- [A] [B] Implementing a defect-free program
- [A] [B] Implementing an efficient program
- [A] [B] Solving the task with little effort

comment:

I think the purpose of this experiment was:
(Note: If you don't have an idea, just skip this question.)

Something else I would like to say (e. g. what I found particularly difficult, unclever in the experiment setup, interesting, etc.):

Thank you!

Many thanks for participating in our experiment.

A.3 Solutions

The solution described below is for the JAKK program version with inheritance depth 5. The solutions for the other program versions are analogous.

A.3.1 Solution for Task 1 – ”Y2K”

line	original	new
49	static Datum heute = new Datum(27,5,97);	static Datum heute = new Datum(27,5,1997);
50	static String kurse = ”KURSE”;	static String kurse = ”KURSE_2000”;
51	static String kassakurse = ”KASSAKURSE”;	static String kassakurse = ”KASSAKURSE_2000”;
380	d.setzeDatum(s.substring(0,8));	d.setzeDatum(s.substring(0,10));
382	return (wkn.compareTo(s.substring(15,24))==0);	return (wkn.compareTo(s.substring(17,26))==0);
416	uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,15));	uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(11,17));
468	d.setzeDatum(s.substring(0,8));	d.setzeDatum(s.substring(0,10));
470	return (wkn.compareTo(s.substring(9,18))==0);	return (wkn.compareTo(s.substring(11,20))==0);
499	datum = new Datum(s.substring(0,9));	datum = new Datum(s.substring(0,10));
558	d.setzeDatum(s.substring(0,8));	d.setzeDatum(s.substring(0,10));
565	Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));	Datum datum = new Datum(s.substring(0,10));
566	Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));	Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(11,16));
568	String wkn = s.substring(14,24);	String wkn = s.substring(16,26);
569	String name = s.substring(25,s.length()-7);	String name = s.substring(27,s.length()-7);
665	jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();	jahr = new Integer(s.substring(6,10)).intValue();
677	jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();	jahr = new Integer(s.substring(6,10)).intValue();
796	d.setzeDatum(s.substring(0,8));	d.setzeDatum(s.substring(0,10));
802	Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));	Datum datum = new Datum(s.substring(0,10));
803	String wkn = s.substring(9,18);	String wkn = s.substring(11,20);
804	String name = s.substring(19,s.length()-7);	String name = s.substring(21,s.length()-7);

A.3.2 Solution for Task 2 - ”Time Interval Price Display and Gain/Loss Display”

```
class BelTabelle extends ZeitraumTabelle {
   Datum bisDatum;
   Label l = new Label();
   TextField t = new TextField("29.11.1996-29.11.1997",21);
   Button ok = new Button("ok");

   BelTabelle(String titel) {
      super(titel);
   }

   boolean selektiere(String s) {
      Datum d = new Datum();
      d.setzeDatum(s.substring(0,10));
      return (vonDatum.kleinergleich(d) && d.kleinergleich(bisDatum));
   }

   void stelleDar(){                                    //ueberdeckt stelleDar aus Tabelle.
      p2.add("North",l);
      p2.add("Center",t);
      p2.add("South",ok);
      pack();
      show();
```

```
    }


    boolean myaction(Event ev, Object target){
      if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
        String zeitraum = t.getText();
        vonDatum = new Datum(zeitraum.substring(0,10));
        bisDatum = new Datum(zeitraum.substring(11,21));
        p2.removeAll();
        leseDaten(dateiname);
        zeigeTabelleAn();
        return true;
      }
      return false;
    }
}


class BelDynamikTabelle extends MonatsDynamikTabelle {
    Datum bisDatum;
    Label l = new Label();
    TextField t = new TextField("29.11.1996-29.11.1997",21);
    Button ok = new Button("ok");

    BelDynamikTabelle(String titel) {
      super(titel);
    }

    boolean selektiere(String s) {
      Datum d = new Datum();
      d.setzeDatum(s.substring(0,10));
      return (vonDatum.kleinergleich(d) && d.kleinergleich(bisDatum));
    }

    void stelleDar(){                                    //ueberdeckt stelleDar aus Tabelle.
      p2.add("North",l);
      p2.add("Center",t);
      p2.add("South",ok);
      pack();

      show();
    }


    boolean myaction(Event ev, Object target){
      if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
        String zeitraum = t.getText();
        vonDatum = new Datum(zeitraum.substring(0,10));
        bisDatum = new Datum(zeitraum.substring(11,21));
        p2.removeAll();
        leseDaten(dateiname);
        zeigeTabelleAn();
        return true;
      }
      return false;
    }
}
```

/////////Add in class Auswahl:

```
Checkbox cbbt = new Checkbox("Bel.  Tabelle", cbg, false);
Checkbox cbbdt = new Checkbox("Bel.Dynamiktabelle", cbg, false);

   p.add(cbbt);
   p.add(cbbdt);

      } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbbt) {
         BelTabelle bt = new BelTabelle("Bel.  Tabelle");
         bt.stelleDar();
         return true;
      } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbbdt) {
         BelDynamikTabelle bdt = new BelDynamikTabelle("Bel.Dynamiktabelle");
         bdt.stelleDar();
         return true;
```

Appendix B

Programs

B.1 Programs – JAKK

B.1.1 Boerse.java (no inheritance)

```
1   /*************************************************************************/
2   /*Programmautor: Barbara Unger                                           */
3   /*Datum:         1997-06-03                                              */
4   /*Gruppe:        Boerse1                                                 */
5   /*************************************************************************/
6
7   import java.awt.*;
8   import java.util.Vector;
9   import java.util.Enumeration;
10  import java.util.Date;
11  import java.io.*;
12
13  /* Programm zum Betrachten von Boersenkursen.
14     Abfolge der Klassen in dieser Datei:
15
16     interface Konstanten
17     class TagesChart extends Frame implements Konstanten
18     class TagesChartWert
19     class MonatsChart extends Frame implements Konstanten
20     class MonatsChartWert
21     class TagesTabelle extends Frame implements Konstanten
22     class Tagesdaten
23     class Zeitraumdaten
24     class Datum
25     class Uhrzeit
26     class Kurs
27     class Tagesgewinne extends Frame implements Konstanten
28     class LetzteTageskurse extends Frame implements Konstanten
29     class WochenTabelle extends Frame implements Konstanten
30     class MonatsTabelle extends Frame implements Konstanten
31     class MonatsDynamikTabelle extends Frame implements Konstanten
32     class TagesChartAnzeiger extends Canvas
33     class MonatsChartAnzeiger extends Canvas
34     class Auswahl extends Frame
```

```
35      class Boerse
36  */
37
38
39  interface Konstanten {
40  //  static Date date = new Date();
41  //  static Datum heute = new Datum(date.getDay(), date.getMonth(), date.getYear());
42     static Datum heute = new Datum(27, 5, 97);
43     static String kurse = "KURSE";
44     static String kassakurse = "KASSAKURSE";
45  }
46
47
48  /* Klasse TagesChart
49
50      Implementiert ein Fenster, in dem eine Boersen-Information angezeigt wird.
51      Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
52      des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
53      Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
54      Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
55      Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
56      erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
57      selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
58      Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
59      Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
60      werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
61
62      Methoden:
63      TagesChart(String)   Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
64                           einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
65                           mit den Daten angibt.
66      leseDaten(String)    liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
67                           der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
68      erzeugeDatenvector(String) bekommt eine Datensatz in Stringform und
69                           entscheidet mit Hilfe von selektiere(), ob der
70                           Datensatz in den Datenvektor eingefuegt werden soll.
71      selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
72                           soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
73                           und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
74      qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
75                           sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
76                           Verfuegung stellen.
77      schliesseFenster()   kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
78      beendeProgramm()     beendet das Programm komplett
79      action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
80      myaction()           erweitert die action-Methode.
81      void stelleDar()     stellt eine Dialogbox dar.
82      zeigeCanvasAn()      erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der
83                           Chart aus den selektierten Daten, die im Datenvektor
84                           stehen, angezeigt wird.
85  */
86
87
88  class TagesChart extends Frame implements Konstanten {
89     Panel p1 = new Panel();
90     Panel p2 = new Panel();
91     Panel p3 = new Panel();
92     Button schliessen = new Button("Schliessen");
93     Button beenden = new Button("Beenden");
94     float kosten;
95     String dateiname;
96     Label sponsor;
97     Vector vec = new Vector();
98     int xChartSize = 200;
```

```
99      int yChartSize = 200;
100     String wkn;
101     Label l = new Label();
102     TextField t = new TextField("700045634",9);
103     Button ok = new Button("ok");
104     TagesChartWert tcw;
105
106     /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
107        bestimmt das Layout.
108        Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
109        Panel p2 enthaelt eine Auswahlmoeglichkeit des gewuenschten Wertpapiers
110        Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
111                 des Programms.
112        Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
113     */
114
115     TagesChart(String titel) {
116        super(titel);
117        this.setLayout(new BorderLayout());
118        p1.setLayout(new FlowLayout());
119        add("North",p1);
120        p2.setLayout(new BorderLayout());
121        add("Center",p2);
122        p3.setLayout(new FlowLayout());
123        add("South",p3);
124        p3.add(schliessen);
125        p3.add(beenden);
126        sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
127        p1.add(sponsor);
128        kosten = 0.0f;
129        dateiname = kurse;
130        l.setText("Bitte geben Sie die Wertpapierkennnummer fuer den Tageschart an");
131     }
132
133     /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
134        Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
135        relevanten Daten gespeichert werden.
136      */
137     void leseDaten(String dateiname) {
138        try{
139           BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
140           String s;
141           try{
142              while((s = br.readLine())≠null) {
143                 if(!s.startsWith("#")) {
144                    erzeugeDatenvector(s);
145                 }
146              }
147           } catch (IOException e) {
148              System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
149           }
150        } catch (FileNotFoundException e) {
151           System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
152        }
153     }
154
155    /* bekommt eine Datensatz in Stringform und entscheidet mit Hilfe von selektiere(),
156       ob der Datensatz als TagesChartWert-Objekt in den Datenvektor vec
157       eingefuegt werden soll.
158    */
159     void erzeugeDatenvector(String s){
160        if(selektiere(s) == true) {
161           tcw = new TagesChartWert(s);
162           vec.addElement(tcw);
```

```
163       }
164    }
165
166    /* entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden soll, konkret: ob er von
167       dem angegebenen Datum ist und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
168    */
169    boolean selektiere(String s) {
170       Datum d = new Datum();
171       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
172       if((heute.tag == d.tag) && (heute.monat ==d.monat) && (heute.jahr == d.jahr)) {
173          return (wkn.compareTo(s.substring(15,24))==0);
174       }
175       return false;
176    }
177
178    /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
179    */
180    void qsort(int left, int right) {
181       int middle;
182       if(left < right){
183          middle = partition(left, right);
184          qsort(left,middle-1);
185          qsort(middle+1, right);
186       }
187    }
188
189    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
190    */
191    int partition(int left, int right) {
192       Tagesdaten pivot = (Tagesdaten)vec.elementAt(left);
193       int l = left;
194       int r = right;
195       int middle;
196       while(l < r) {
197          while((l ≤ right) && (((Tagesdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
198             l = l+1;
199          }
200          while((r ≥ left) && (!((Tagesdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
201             r = r-1;
202          }
203          if(l < r) {
204             exchange(l, r);
205          }
206       }
207       middle = r;
208       exchange (left, middle);
209       return middle;
210    }
211
212    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
213    */
214    void exchange(int i, int j) {
215       Tagesdaten t = (Tagesdaten)vec.elementAt(i);
216       vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
217       vec.setElementAt(t,j);
218    }
219
220    /* Ruft Quicksort auf
221    */
222    void sortiere() {
223       qsort(0, vec.size()-1);
224    }
225
226    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
```

```
227       */
228     void schliesseFenster() {
229       this.dispose();
230     }
231
232     /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
233     */
234     void beendeProgramm() {
235       System.exit(0);
236     }
237
238     /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
239        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
240        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
241     */
242     public boolean action(Event event, Object target) {
243       if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
244         if(event.target == schliessen) {
245           schliesseFenster();
246           return true;
247         }
248         else if(event.target == beenden) {
249           beendeProgramm();
250           return true;
251         } else {
252           return myaction(event, target);
253         }
254       } else {
255         return false;
256       }
257     }
258
259     /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
260        Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
261        aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
262        und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
263      */
264     boolean myaction(Event ev, Object target){
265       if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
266         wkn = t.getText();
267         wkn.trim();
268         p2.removeAll();
269         leseDaten(dateiname);
270         p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
271         pack();
272         show();
273         return true;
274       }
275       return false;
276     }
277
278     void stelleDar(){
279       p2.add("North",l);
280       p2.add("Center",t);
281       p2.add("South",ok);
282       pack();
283       show();
284     }
285
286    /* erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der Chart aus den
287       selektierten Daten, die im Datenvektor stehen, angezeigt wird.
288    */
289     Canvas zeigeCanvasAn() {
290       return new TagesChartAnzeiger(vec, xChartSize, yChartSize);
```

```
291     }
292  }
293
294  /*Klasse  TagesChartWert
295     ist ein Objekttyp, der aus einer Uhrzeit und einem Kurswert besteht.
296     Das sind genau die Daten, die man zum Anzeigen eines Tagescharts braucht.
297     Die Klasse hat eine vergleiche-Methode, so dass man einen Vector mit
298     Objekten dieses Typs mit der sortier()-Methode sortieren kann.
299
300     Methoden:
301        TagesChartWert(String)  bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
302                                und der Kurs enthalten sind.
303        vergleiche(TagesChartWert  t) vergleicht die Uhrzeiten
304                                a.vergleiche(b)  liefert  'a kleiner-oder-gleich  b'
305  */
306
307
308  class TagesChartWert {
309     Uhrzeit uhrzeit;
310     Kurs kurs;
311
312  /* bekommt einen String, in dem die Uhrzeit und der Kurs enthalten sind.
313   */
314     TagesChartWert(String s) {
315        uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,15));
316        kurs = new Kurs(s.substring(s.length()-7, s.length()));
317     }
318
319  /* vergleicht die Uhrzeiten zweier TagesChartWert-Objekte
320   */
321     public boolean vergleiche(TagesChartWert t) {
322        return ((this.uhrzeit).kleinergleich(t.uhrzeit));
323     }
324  }
325
326  /* Klasse  MonatsChart
327
328       Implementiert ein Fenster, in dem eine Boersen-Information angezeigt wird.
329       Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
330       des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
331       Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
332       Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
333       Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
334       erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
335       selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
336       Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
337       Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
338       werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
339
340       Methoden:
341       MonatsChart(String)  Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
342                                einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
343                                mit den Daten angibt.
344       leseDaten(String)     liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
345                                der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
346       erzeugeDatenvector(String)  bekommt eine Datensatz in Stringform und
347                                entscheidet mit Hilfe von selektiere(), ob der
348                                Datensatz in den Datenvektor eingefuegt werden soll.
349       selektiere(String s)  entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
350                                soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
351                                und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
352       qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
353                                sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
354                                Verfuegung stellen.
```

```
355     schliesseFenster()   kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
356     beendeProgramm()     beendet das Programm komplett
357     action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
358     myaction()           erweitert die action-Methode.
359     void stelleDar()     stellt eine Dialogbox dar.
360     zeigeCanvasAn()      erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der
361                            Chart aus den selektierten Daten, die im Datenvektor
362                            stehen, angezeigt wird.
363 */
364
365
366 class MonatsChart extends Frame implements Konstanten {
367     Panel p1 = new Panel();
368     Panel p2 = new Panel();
369     Panel p3 = new Panel();
370     Button schliessen = new Button("Schliessen");
371     Button beenden = new Button("Beenden");
372     float kosten;
373     String dateiname;
374     Label sponsor;
375     Vector vec = new Vector();
376     int xChartSize = 200;
377     int yChartSize = 200;
378     String wkn;
379     Label l = new Label();
380     TextField t = new TextField("700045634",9);
381     Button ok = new Button("ok");
382     MonatsChartWert mcw;
383     Datum letzterMonat = new Datum();
384
385     /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
386        bestimmt das Layout.
387        Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
388        Panel p2 enthaelt eine Auswahlmoeglichkeit des gewuenschten Wertpapiers
389        Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
390                 des Programms.
391        Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
392     */
393
394     MonatsChart(String titel) {
395       super(titel);
396       this.setLayout(new BorderLayout());
397       p1.setLayout(new FlowLayout());
398       add("North",p1);
399       p2.setLayout(new BorderLayout());
400       add("Center",p2);
401       p3.setLayout(new FlowLayout());
402       add("South",p3);
403       p3.add(schliessen);
404       p3.add(beenden);
405       sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
406       p1.add(sponsor);
407       kosten = 0.0f;
408       l.setText("Bitte geben Sie die Wertpapierkennnummer fuer den Monatschart an");
409       dateiname = kassakurse;
410       letzterMonat = heute.monatzurueck();
411     }
412
413     /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
414        Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
415        relevanten Daten gespeichert werden.
416      */
417     void leseDaten(String dateiname) {
418       try{
```

```
419         BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
420         String s;
421         try{
422            while((s = br.readLine())≠null) {
423               if(!s.startsWith("#")) {
424                  erzeugeDatenvector(s);
425               }
426            }
427         } catch (IOException e) {
428            System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
429         }
430      } catch (FileNotFoundException e) {
431         System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
432      }
433   }
434
435   /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
436      gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
437    */
438   void erzeugeDatenvector(String s){
439      if(selektiere(s) == true) {
440         mcw = new MonatsChartWert(s);
441         vec.addElement(mcw);
442      }
443   }
444
445   boolean selektiere(String s) {
446      Datum d = new Datum();
447      d.setzeDatum(s.substring(0,8));
448      if(!d.kleinergleich(letzterMonat)) {
449         return (wkn.compareTo(s.substring(9,18))==0);
450      }
451      return false;
452   }
453
454   /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
455    */
456   void qsort(int left, int right) {
457      int middle;
458      if(left < right){
459         middle = partition(left, right);
460         qsort(left,middle-1);
461         qsort(middle+1, right);
462      }
463   }
464
465   /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
466    */
467   int partition(int left, int right) {
468      MonatsChartWert pivot = (MonatsChartWert)vec.elementAt(left);
469      int l = left;
470      int r = right;
471      int middle;
472      while(l < r) {
473         while((l ≤ right) && (((MonatsChartWert)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
474            l = l+1;
475         }
476         while((r ≥ left) && (!((MonatsChartWert)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
477            r = r-1;
478         }
479         if(l < r) {
480            exchange(l, r);
481         }
482      }
```

```
483         middle = r;
484         exchange (left, middle);
485         return middle;
486       }
487
488       /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
489        */
490       void exchange(int i, int j) {
491         MonatsChartWert m = (MonatsChartWert)vec.elementAt(i);
492         vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
493         vec.setElementAt(m,j);
494       }
495
496       /* Ruft Quicksort auf
497        */
498       void sortiere() {
499         qsort(0, vec.size()-1);
500       }
501
502       /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
503        */
504       void schliesseFenster() {
505         this.dispose();
506       }
507
508       /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
509        */
510       void beendeProgramm() {
511         System.exit(0);
512       }
513
514       /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
515          Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
516          anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
517       */
518       public boolean action(Event event, Object target) {
519         if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
520           if(event.target == schliessen) {
521             schliesseFenster();
522             return true;
523           }
524           else if(event.target == beenden) {
525             beendeProgramm();
526             return true;
527           } else {
528             return myaction(event, target);
529           }
530         } else {
531           return false;
532         }
533       }
534
535       /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
536          Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
537          aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
538          und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
539        */
540       boolean myaction(Event ev, Object target){
541         if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
542           wkn = t.getText();
543           wkn.trim();
544           p2.removeAll();
545           leseDaten(dateiname);
546           p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
```

```
547             pack();
548             show();
549             return true;
550         }
551         return false;
552     }
553
554     void stelleDar(){
555         p2.add("North",l);
556         p2.add("Center",t);
557         p2.add("South",ok);
558         pack();
559         show();
560     }
561
562     Canvas zeigeCanvasAn() {
563         return new MonatsChartAnzeiger(vec, xChartSize, yChartSize);
564     }
565 }
566
567 /*Klasse MonatsChartWert
568     ist ein Objekttyp, der aus einem Datum und einem Kassakurswert besteht,
569     Daten, die man zum Anzeigen eines Monatschart braucht. Die Klasse hat
570     eine vergleiche-Methode, so dass man einen Vector mit diesem Typ mit
571     der sortier()-Methode sortieren kann.
572
573     Methoden:
574         MonatsChartAnzeiger(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
575                                     und der Kurs enthalten sind.
576         vergleiche(MonatsChartWert m) vergleicht das Datum
577                                     a.vergleiche(b) liefert 'a kleiner-oder-gleich b'
578 */
579
580 class MonatsChartWert {
581     Kurs kassakurs;
582     Datum datum;
583
584     MonatsChartWert(String s){
585         kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6, s.length()));
586         datum = new Datum(s.substring(0,9));
587     }
588
589     public boolean vergleiche(MonatsChartWert m){
590         return ((this.datum).kleinergleich(m.datum));
591     }
592 }
593
594 /* Klasse TagesTabelle
595
596     Implementiert ein Fenster, in dem eine tabellarische
597     Darstellung aller Kurse eines Tages angezeigt wird.
598     Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
599     des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
600     Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
601     Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
602     Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
603     erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
604     selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
605     Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
606     Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
607     werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
608
609     Methoden:
610     TagesTabelle(String) Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
```

```
611                             einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
612                             mit den Daten angibt.
613     leseDaten(String)    liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
614                             der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
615     selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
616                             soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
617                             und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
618     qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
619                             sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
620                             Verfuegung stellen.
621     schliesseFenster()   kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
622     beendeProgramm()     beendet das Programm komplett
623     action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
624     myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
625 */
626
627 class TagesTabelle extends Frame implements Konstanten {
628     Panel p1 = new Panel();
629     Panel p2 = new Panel();
630     Panel p3 = new Panel();
631     Button schliessen = new Button("Schliessen");
632     Button beenden = new Button("Beenden");
633     float kosten;
634     String dateiname;
635     Label sponsor;
636     Vector vec = new Vector();
637     TextArea textarea;
638
639     /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
640        bestimmt das Layout.
641        Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
642        Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
643        Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
644                 des Programms.
645        Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
646     */
647
648     TagesTabelle(String titel) {
649       super(titel);
650       this.setLayout(new BorderLayout());
651       p1.setLayout(new FlowLayout());
652       add("North",p1);
653       p2.setLayout(new BorderLayout());
654       add("Center",p2);
655       p3.setLayout(new FlowLayout());
656       add("South",p3);
657       p3.add(schliessen);
658       p3.add(beenden);
659       sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
660       p1.add(sponsor);
661       kosten = 0.0f;
662       setzeDateiname();
663     }
664
665     void setzeDateiname(String s) {
666       dateiname = s;
667     }
668
669     void setzeDateiname() {
670       dateiname = kurse;
671     }
672
673     /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
674        Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
```

```
675         relevanten Daten gespeichert werden.
676       */
677     void leseDaten(String dateiname) {
678       try{
679         BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
680         String s;
681         try{
682           while((s = br.readLine())≠null) {
683             if(!s.startsWith("#")) {
684               erzeugeDatenvector(s);
685             }
686           }
687         } catch (IOException e) {
688           System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
689         }
690       } catch (FileNotFoundException e) {
691         System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
692       }
693     }
694
695     /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
696        gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
697       */
698     void erzeugeDatenvector(String s) {
699       if(selektiere(s) == true) {
700         Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
701         Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
702         Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
703         String wkn = s.substring(14,24);
704         String name = s.substring(25, s.length()-7);
705         Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
706         vec.addElement(tagesdaten);
707       }
708     }
709
710     boolean selektiere(String s) {
711       Datum d = new Datum();
712       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
713       return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
714     }
715
716     /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
717       */
718     void qsort(int left, int right) {
719       int middle;
720       if(left < right){
721         middle = partition(left, right);
722         qsort(left,middle-1);
723         qsort(middle+1, right);
724       }
725     }
726
727     /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
728       */
729     int partition(int left, int right) {
730       Tagesdaten pivot = (Tagesdaten)vec.elementAt(left);
731       int l = left;
732       int r = right;
733       int middle;
734       while(l < r) {
735         while((l ≤ right) && (((Tagesdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
736           l = l+1;
737         }
738         while((r ≥ left) && (!((Tagesdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
```

```
739             r = r-1;
740           }
741           if(l < r) {
742             exchange(l, r);
743           }
744         }
745         middle = r;
746         exchange (left, middle);
747         return middle;
748       }
749
750       /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
751        */
752       void exchange(int i, int j) {
753         Tagesdaten t = (Tagesdaten)vec.elementAt(i);
754         vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
755         vec.setElementAt(t,j);
756       }
757
758       /* Ruft Quicksort auf
759        */
760       void sortiere() {
761         qsort(0, vec.size()-1);
762       }
763
764       /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
765        */
766       void schliesseFenster() {
767         this.dispose();
768       }
769
770       /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
771        */
772       void beendeProgramm() {
773         System.exit(0);
774       }
775
776       /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
777          Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
778          anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
779       */
780       public boolean action(Event event, Object target) {
781         if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
782           if(event.target == schliessen) {
783             schliesseFenster();
784             return true;
785           }
786           else if(event.target == beenden) {
787             beendeProgramm();
788             return true;
789           } else {
790             return myaction(event, target);
791           }
792         } else {
793           return false;
794         }
795       }
796
797       /* Wird von "action" aufgerufen.
798       */
799       boolean myaction(Event ev, Object target){
800         return true;
801       }
802
```

```
803     /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
804        zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
805        noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
806        "stelleDar" aufgerufen.
807      */
808     void stelleDar(){
809        leseDaten(dateiname);
810        zeigeTabelleAn();
811     }
812
813     void zeigeTabelleAn(){
814        textarea = new TextArea(20,40);
815        p2.add("Center",textarea);
816        sortiere();
817        for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
818           textarea.append((((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).uhrzeit).stunde + ":" +
819                           (((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).uhrzeit).minute + "  " +
820                           ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
821                           ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
822                           ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).kurs.kurs + "\n");
823        }
824        if(vec.size() == 0) {
825           textarea.append("Fuer das heutige Datum, " + heute.tag + "." +
826                           heute.monat + "." + heute.jahr +
827                           ", existieren keine Daten\n");
828        }
829        this.pack();
830        this.show();
831     }
832  }
833
834
835  /* Klasse zur Repraesentation eines einzelnen Kursinformations-Datensatzes
836     a.vergleiche(b) liefert 'a kleiner-oder-gleich b'
837  */
838  class Tagesdaten {
839     Datum datum;
840     Uhrzeit uhrzeit;
841     String wertpapierkennnummer;
842     String name;
843     Kurs kurs;
844
845     Tagesdaten(Datum d, Uhrzeit u, String wkn, String n, Kurs k) {
846        datum = d;
847        uhrzeit = u;
848        wertpapierkennnummer = wkn;
849        name = n;
850        kurs = k;
851     }
852
853     public boolean vergleiche(Tagesdaten t) {
854        return (this.uhrzeit).kleinergleich(t.uhrzeit);
855     }
856  }
857
858  /* Klasse zur Repraesentation eines einzelnen Kassakursinformations-Datensatzes
859     a.vergleiche(b) liefert 'a kleiner-oder-gleich b'
860  */
861
862  class Zeitraumdaten {
863     Datum datum;
864     String wertpapierkennnummer;
865     String name;
866     Kurs kassakurs;
```

```
867
868     Zeitraumdaten(Datum d, String wkn, String n, Kurs k) {
869         datum = d;
870         wertpapierkennnummer = wkn;
871         name = n;
872         kassakurs = k;
873     }
874
875     public boolean vergleiche(Zeitraumdaten z) {
876         return (this.datum).kleinergleich(z.datum);
877     }
878 }
879
880
881 /* Klasse zur Repraesentation eines Datums, incl. Berechnung des
882      Datums 'vor einer Woche' und 'vor einem Monat'.
883      (Anmerkung zum Experiment:
884        Diese Routinen sind vereinfacht, um den Code zu verkuerzen.
885        Sie funktionieren nicht wirklich korrekt. Das soll uns hier aber mal
886        gerade nicht stoeren...)
887 */
888
889 class Datum {
890     int tag;
891     int monat;
892     int jahr;
893
894     Datum() {
895         tag = 0;
896         monat = 0;
897         jahr = 0;
898     }
899
900     Datum(String s){
901         tag = new Integer(s.substring(0,2)).intValue();
902         monat = new Integer(s.substring(3,5)).intValue();
903         jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();
904     }
905
906     Datum(int t, int m, int j){
907         tag = t;
908         monat = m;
909         jahr = j;
910     }
911
912     void setzeDatum(String s) {
913         tag = new Integer(s.substring(0,2)).intValue();
914         monat = new Integer(s.substring(3,5)).intValue();
915         jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();
916     }
917
918     void setzeDatum(int t, int m, int j) {
919         tag = t;
920         monat = m;
921         jahr = j;
922     }
923
924     boolean kleinergleich(Datum d) {
925         if(this.jahr < d.jahr) {
926             return true;
927         } else if(this.jahr == d.jahr){
928             if(this.monat < d.monat) {
929                 return true;
930             } else if(this.monat == d.monat){
```

```
931             if(this.tag ≤ d.tag) {
932                 return true;
933             }
934         }
935     }
936     return false;
937   }
938
939   Datum monatzurueck() {
940     Datum d = new Datum();
941     d.tag = tag;
942     d.jahr = jahr;
943     if(monat == 1) {
944       d.monat = 12;
945       d.jahr = jahr - 1;
946     } else {
947       d.monat = monat - 1;
948     }
949     return d;
950   }
951
952   /* vereinfachte Berechnung: Alle Monate haben 30 Tage
953    */
954   Datum wochezurueck() {
955     Datum d = new Datum();
956     d.tag = tag - 7;
957     d.monat = monat;
958     d.jahr = jahr;
959     if(d.tag < 1) {
960       d.tag = d.tag + 30;
961       d.monat = monat - 1;
962       if(d.monat < 1) {
963         d.monat = d.monat + 12;
964         d.jahr = jahr - 1;
965       }
966     }
967     return d;
968   }
969
970   void print() {
971     System.out.println(" Datum = " + tag + "." + monat + "." + jahr);
972   }
973 }
974
975 /* Klasse zur Repraesentation einer Uhrzeit
976 */
977
978 class Uhrzeit {
979   int stunde;
980   int minute;
981
982   Uhrzeit(String s) {
983     stunde = (new Integer(s.substring(0,2))).intValue();
984     minute = (new Integer(s.substring(3,5))).intValue();
985   }
986
987   boolean kleinergleich(Uhrzeit u) {
988     if(this.stunde < u.stunde) {
989       return true;
990     } else if(this.stunde == u.stunde) {
991       if(this.minute ≤ u.minute) {
992         return true;
993       }
994     }
```

```
995         return false;
996       }
997     }
998
999
1000  /* Klasse zur Repraesentation eines Kurses oder Kassakurses
1001  */
1002
1003  class Kurs {
1004    float kurs;
1005
1006    Kurs(String s){
1007      kurs = (new Float(s)).floatValue();
1008    }
1009  }
1010
1011
1012  /* Klasse Tagesgewinne
1013
1014     Implementiert ein Fenster, in dem eine tabellarische Darstellung der
1015     prozentualen Unterschiede zwischen dem ersten und letzten Kurs
1016     jeder Aktie am heutigen Datum angezeigt wird.
1017     Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1018     des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
1019     Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
1020     Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
1021     Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
1022     erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
1023     selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
1024     Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
1025     Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
1026     werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
1027
1028     Methoden:
1029     Tagesgewinne(String) Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
1030                          einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
1031                          mit den Daten angibt.
1032     leseDaten(String)    liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
1033                          der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
1034     selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
1035                          soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
1036                          und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
1037     qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
1038                          sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
1039                          Verfuegung stellen.
1040     schliesseFenster()   kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
1041     beendeProgramm()     beendet das Programm komplett
1042     action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
1043     myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1044  */
1045
1046  class Tagesgewinne extends Frame implements Konstanten {
1047    Panel p1 = new Panel();
1048    Panel p2 = new Panel();
1049    Panel p3 = new Panel();
1050    Button schliessen = new Button("Schliessen");
1051    Button beenden = new Button("Beenden");
1052    float kosten;
1053    String dateiname;
1054    Label sponsor;
1055    Vector vec = new Vector();
1056    TextArea textarea;
1057    Vector v = new Vector();
1058
```

```
1059  /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
1060     bestimmt das Layout.
1061     Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
1062     Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
1063     Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1064           des Programms.
1065     Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
1066  */
1067
1068  Tagesgewinne(String titel) {
1069    super(titel);
1070    this.setLayout(new BorderLayout());
1071    p1.setLayout(new FlowLayout());
1072    add("North",p1);
1073    p2.setLayout(new BorderLayout());
1074    add("Center",p2);
1075    p3.setLayout(new FlowLayout());
1076    add("South",p3);
1077    p3.add(schliessen);
1078    p3.add(beenden);
1079    sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
1080    p1.add(sponsor);
1081    kosten = 0.0f;
1082    setzeDateiname();
1083  }
1084
1085  void setzeDateiname(String s) {
1086    dateiname = s;
1087  }
1088
1089  void setzeDateiname() {
1090    dateiname = kurse;
1091  }
1092
1093  /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
1094     Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
1095     relevanten Daten gespeichert werden.
1096   */
1097  void leseDaten(String dateiname) {
1098    try{
1099      BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
1100      String s;
1101      try{
1102        while((s = br.readLine())≠null) {
1103          if(!s.startsWith("#")) {
1104            erzeugeDatenvector(s);
1105          }
1106        }
1107      } catch (IOException e) {
1108        System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
1109      }
1110    } catch (FileNotFoundException e) {
1111      System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
1112    }
1113  }
1114
1115  /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
1116     gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
1117   */
1118  void erzeugeDatenvector(String s) {
1119    if(selektiere(s) == true) {
1120      Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
1121      Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
1122      Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
```

```
1123            String wkn = s.substring(14,24);
1124            String name = s.substring(25, s.length()-7);
1125            Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
1126            vec.addElement(tagesdaten);
1127        }
1128    }
1129
1130    boolean selektiere(String s) {
1131        Datum d = new Datum();
1132        d.setzeDatum(s.substring(0,8));
1133        return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
1134    }
1135
1136    /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
1137     */
1138    void qsort(int left, int right) {
1139        int middle;
1140        if(left < right){
1141            middle = partition(left, right);
1142            qsort(left,middle-1);
1143            qsort(middle+1, right);
1144        }
1145    }
1146
1147    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1148     */
1149    int partition(int left, int right) {
1150        Tagesdaten pivot = (Tagesdaten)vec.elementAt(left);
1151        int l = left;
1152        int r = right;
1153        int middle;
1154        while(l < r) {
1155            while((l ≤ right) && (((Tagesdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
1156                l = l+1;
1157            }
1158            while((r ≥ left) && (!((Tagesdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
1159                r = r-1;
1160            }
1161            if(l < r) {
1162                exchange(l, r);
1163            }
1164        }
1165        middle = r;
1166        exchange (left, middle);
1167        return middle;
1168    }
1169
1170    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1171     */
1172    void exchange(int i, int j) {
1173        Tagesdaten t = (Tagesdaten)vec.elementAt(i);
1174        vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
1175        vec.setElementAt(t,j);
1176    }
1177
1178    /* Ruft Quicksort auf
1179     */
1180    void sortiere() {
1181        qsort(0, vec.size()-1);
1182    }
1183
1184    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
1185     */
1186    void schliesseFenster() {
```

```
1187      this.dispose();
1188    }
1189
1190    /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
1191     */
1192    void beendeProgramm() {
1193      System.exit(0);
1194    }
1195
1196    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
1197       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
1198       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
1199    */
1200    public boolean action(Event event, Object target) {
1201      if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
1202        if(event.target == schliessen) {
1203          schliesseFenster();
1204          return true;
1205        }
1206        else if(event.target == beenden) {
1207          beendeProgramm();
1208          return true;
1209        } else {
1210          return myaction(event, target);
1211        }
1212      } else {
1213        return false;
1214      }
1215    }
1216
1217    /* Wird von "action" aufgerufen.
1218    */
1219    boolean myaction(Event ev, Object target){
1220      return true;
1221    }
1222
1223    /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
1224       zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
1225       noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
1226       "stelleDar" aufgerufen.
1227     */
1228    void stelleDar(){
1229      leseDaten(dateiname);
1230      zeigeTabelleAn();
1231    }
1232
1233    boolean schonAbgearbeitet(String s) {
1234      int i = 0;
1235      while(i < v.size()) {
1236        if(((String)v.elementAt(i)).compareTo(s)==0) {
1237          i = v.size();
1238          return true;
1239        } else {
1240          i++;
1241        }
1242      }
1243      v.addElement(s);
1244      return false;
1245    }
1246
1247    float tagesgewinn(String wertpapierkennnummer, int start) {
1248      float min = 0.0f;
1249      float max = 0.0f;
1250      int i = start;
```

```
1251        while((wertpapierkennnummer.compareTo(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) ≠ 0) && (i <
vec.size())) {
1252            i = i+1;
1253        }
1254        min = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
1255        while(i < vec.size()) {
1256            if(wertpapierkennnummer.compareTo(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) == 0) {
1257                max = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
1258            }
1259            i = i+1;
1260        }
1261        //      System.out.println("Min = " + min + "       Max = " + max);
1262        if(min == 0.0f) {
1263            return 0;
1264        } else {
1265            return ((max - min)/min);
1266        }
1267    }
1268
1269    void zeigeTabelleAn() {
1270        textarea = new TextArea(20,40);
1271        p2.add("Center",textarea);
1272        boolean keineDaten = true;
1273        sortiere();
1274        for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
1275            if(! schonAbgearbeitet(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer)) {
1276                textarea.append(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).name + "  " +
1277                                ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer + "  "
1278                                + tagesgewinn(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer, i) +
1279                                "\n");
1280                keineDaten = false;
1281            }
1282        }
1283        if(keineDaten == true) {
1284            textarea.append("Fuer das heutige Datum, " + heute.tag + "." +
1285                            heute.monat + "." + heute.jahr +
1286                            ", existieren keine Daten\n");
1287        }
1288        this.pack();
1289        this.show();
1290    }
1291 }
1292
1293
1294 /* Klasse LetzteTageskurse
1295
1296    Implementiert ein Fenster, in dem eine tabellarische Darstellung der
1297    letzten vorhandenen heutigen Kurse fuer alle Aktientitel angezeigt wird.
1298    Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1299    des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
1300    Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
1301    Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
1302    Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
1303    erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
1304    selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
1305    Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
1306    Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
1307    werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
1308
1309    Methoden:
1310    LetzteTageskurse(String) Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
1311                             einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
1312                             mit den Daten angibt.
1313    leseDaten(String)    liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
```

```
1314                              der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
1315    selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
1316                              soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
1317                              und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
1318    qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
1319                              sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
1320                              Verfuegung stellen.
1321    schliesseFenster()  kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
1322    beendeProgramm()    beendet das Programm komplett
1323    action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
1324    myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1325 */
1326
1327
1328 class LetzteTageskurse extends Frame implements Konstanten {
1329   Panel p1 = new Panel();
1330   Panel p2 = new Panel();
1331   Panel p3 = new Panel();
1332   Button schliessen = new Button("Schliessen");
1333   Button beenden = new Button("Beenden");
1334   float kosten;
1335   String dateiname;
1336   Label sponsor;
1337   Vector vec = new Vector();
1338   TextArea textarea;
1339   Vector v = new Vector();
1340
1341   /*  Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
1342       bestimmt das Layout.
1343       Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
1344       Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
1345       Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1346             des Programms.
1347       Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
1348   */
1349
1350   LetzteTageskurse(String titel) {
1351     super(titel);
1352     this.setLayout(new BorderLayout());
1353     p1.setLayout(new FlowLayout());
1354     add("North",p1);
1355     p2.setLayout(new BorderLayout());
1356     add("Center",p2);
1357     p3.setLayout(new FlowLayout());
1358     add("South",p3);
1359     p3.add(schliessen);
1360     p3.add(beenden);
1361     sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
1362     p1.add(sponsor);
1363     kosten = 0.0f;
1364     setzeDateiname();
1365   }
1366
1367   void setzeDateiname(String s) {
1368     dateiname = s;
1369   }
1370
1371   void setzeDateiname() {
1372     dateiname = kurse;
1373   }
1374
1375   /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
1376       Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
1377       relevanten Daten gespeichert werden.
```

```
1378     */
1379   void leseDaten(String dateiname) {
1380     try{
1381       BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
1382       String s;
1383       try{
1384         while((s = br.readLine())≠null) {
1385           if(!s.startsWith("#")) {
1386             erzeugeDatenvector(s);
1387           }
1388         }
1389       } catch (IOException e) {
1390         System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
1391       }
1392     } catch (FileNotFoundException e) {
1393       System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
1394     }
1395   }
1396
1397   /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
1398      gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
1399    */
1400   void erzeugeDatenvector(String s) {
1401     if(selektiere(s) == true) {
1402       Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
1403       Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
1404       Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
1405       String wkn = s.substring(14,24);
1406       String name = s.substring(25, s.length()-7);
1407       Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
1408       vec.addElement(tagesdaten);
1409     }
1410   }
1411
1412   boolean selektiere(String s) {
1413     Datum d = new Datum();
1414     d.setzeDatum(s.substring(0,8));
1415     return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
1416   }
1417
1418   /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
1419    */
1420   void qsort(int left, int right) {
1421     int middle;
1422     if(left < right){
1423       middle = partition(left, right);
1424       qsort(left,middle-1);
1425       qsort(middle+1, right);
1426     }
1427   }
1428
1429   /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1430    */
1431   int partition(int left, int right) {
1432     Tagesdaten pivot = (Tagesdaten)vec.elementAt(left);
1433     int l = left;
1434     int r = right;
1435     int middle;
1436     while(l < r) {
1437       while((l ≤ right) && (((Tagesdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
1438         l = l+1;
1439       }
1440       while((r ≥ left) && (!((Tagesdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
1441         r = r-1;
```

```
1442          }
1443          if(l < r) {
1444             exchange(l, r);
1445          }
1446       }
1447       middle = r;
1448       exchange (left, middle);
1449       return middle;
1450    }
1451
1452    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1453     */
1454    void exchange(int i, int j) {
1455       Tagesdaten t = (Tagesdaten)vec.elementAt(i);
1456       vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
1457       vec.setElementAt(t,j);
1458    }
1459
1460    /* Ruft Quicksort auf
1461     */
1462    void sortiere() {
1463       qsort(0, vec.size()-1);
1464    }
1465
1466    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
1467     */
1468    void schliesseFenster() {
1469       this.dispose();
1470    }
1471
1472    /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
1473     */
1474    void beendeProgramm() {
1475       System.exit(0);
1476    }
1477
1478    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
1479       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
1480       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
1481    */
1482    public boolean action(Event event, Object target) {
1483       if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
1484          if(event.target == schliessen) {
1485             schliesseFenster();
1486             return true;
1487          }
1488          else if(event.target == beenden) {
1489             beendeProgramm();
1490             return true;
1491          } else {
1492             return myaction(event, target);
1493          }
1494       } else {
1495          return false;
1496       }
1497    }
1498
1499    /* Wird von "action" aufgerufen.
1500    */
1501    boolean myaction(Event ev, Object target){
1502       return true;
1503    }
1504
1505    /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
```

```
1506        zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
1507        noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
1508        "stelleDar" aufgerufen.
1509     */
1510    void stelleDar(){
1511       leseDaten(dateiname);
1512       zeigeTabelleAn();
1513    }
1514
1515    boolean schonAbgearbeitet(String s) {
1516       int i = 0;
1517       while(i < v.size()) {
1518          if(((String)v.elementAt(i)).compareTo(s)==0) {
1519             i = v.size();
1520             return true;
1521          } else {
1522             i++;
1523          }
1524       }
1525       v.addElement(s);
1526       return false;
1527    }
1528
1529    float letztetageskurse(String wertpapierkennnummer, int start) {
1530       float letzter = 0.0f;
1531       int i = start;
1532       while(i < vec.size()) {
1533          if(wertpapierkennnummer.compareTo(
1534                ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) == 0) {
1535             letzter = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
1536          }
1537          i = i+1;
1538       }
1539       return letzter;
1540    }
1541
1542    void zeigeTabelleAn() {
1543       textarea = new TextArea(20,40);
1544       p2.add("Center",textarea);
1545       sortiere();
1546       for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
1547          if(!schonAbgearbeitet(
1548                ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer)) {
1549             textarea.append(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).name + "  " +
1550                             ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer + "  " +
1551                             letztetageskurse(
1552                             ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer, i) +
1553                             "\n");
1554          }
1555       }
1556       if(vec.size() == 0) {
1557          textarea.append("Fuer das heutige Datum, " +
1558                          heute.tag + "." + heute.monat + "." +
1559                          heute.jahr + ", existieren keine Daten\n");
1560       }
1561       this.pack();
1562       this.show();
1563    }
1564 }
1565
1566
1567 /* Klasse WochenTabelle
1568
1569    Implementiert ein Fenster, in dem eine tabellarische Darstellung der
```

```
1570    Kassakurse aller Aktientitel fuer die letzten 7 Tage angezeigt wird.
1571    Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1572    des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
1573    Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
1574    Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
1575    Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
1576    erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
1577    selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
1578    Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
1579    Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
1580    werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
1581
1582    Methoden:
1583    WochenTabelle(String) Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
1584                          einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
1585                          mit den Daten angibt.
1586    leseDaten(String)     liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
1587                          der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
1588    selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
1589                          soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
1590                          und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
1591    qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
1592                          sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
1593                          Verfuegung stellen.
1594    schliesseFenster()    kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
1595    beendeProgramm()      beendet das Programm komplett
1596    action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
1597    myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1598 */
1599
1600 class WochenTabelle extends Frame implements Konstanten {
1601   Panel p1 = new Panel();
1602   Panel p2 = new Panel();
1603   Panel p3 = new Panel();
1604   Button schliessen = new Button("Schliessen");
1605   Button beenden = new Button("Beenden");
1606   float kosten;
1607   String dateiname;
1608   Label sponsor;
1609   Vector vec = new Vector();
1610   Datum vonDatum;
1611   TextArea textarea;
1612
1613   /*  Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
1614       bestimmt das Layout.
1615       Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
1616       Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
1617       Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1618                des Programms.
1619       Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
1620   */
1621
1622   WochenTabelle(String titel) {
1623     super(titel);
1624     vonDatum = heute.wochezurueck();
1625     this.setLayout(new BorderLayout());
1626     p1.setLayout(new FlowLayout());
1627     add("North",p1);
1628     p2.setLayout(new BorderLayout());
1629     add("Center",p2);
1630     p3.setLayout(new FlowLayout());
1631     add("South",p3);
1632     p3.add(schliessen);
1633     p3.add(beenden);
```

```
1634      sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
1635      p1.add(sponsor);
1636      kosten = 0.0f;
1637      setzeDateiname();
1638    }
1639
1640    void setzeDateiname(String s) {
1641      dateiname = s;
1642    }
1643
1644    void setzeDateiname() {
1645      dateiname = kassakurse;
1646    }
1647
1648    /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
1649       Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
1650       relevanten Daten gespeichert werden.
1651     */
1652    void leseDaten(String dateiname) {
1653      try{
1654        BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
1655        String s;
1656        try{
1657          while((s = br.readLine())≠null) {
1658            if(!s.startsWith("#")) {
1659              erzeugeDatenvector(s);
1660            }
1661          }
1662        } catch (IOException e) {
1663          System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
1664        }
1665      } catch (FileNotFoundException e) {
1666        System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden"
1667 );
1668      }
1669    }
1670
1671    /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
1672       gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
1673     */
1674    void erzeugeDatenvector(String s){
1675      if(selektiere(s) == true) {
1676        Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
1677        String wkn = s.substring(9,18);
1678        String name = s.substring(19, s.length()-7);
1679        Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
1680        Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
1681        vec.addElement(zrd);
1682      }
1683    }
1684
1685    boolean selektiere(String s) {
1686      Datum d = new Datum();
1687      d.setzeDatum(s.substring(0,8));
1688      return (!d.kleinergleich(vonDatum));
1689    }
1690
1691    /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
1692     */
1693    void qsort(int left, int right) {
1694      int middle;
1695      if(left < right){
1696        middle = partition(left, right);
1697        qsort(left,middle-1);
```

```
1698        qsort(middle+1, right);
1699      }
1700    }
1701
1702    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1703     */
1704    int partition(int left, int right) {
1705      Zeitraumdaten pivot = (Zeitraumdaten)vec.elementAt(left);
1706      int l = left;
1707      int r = right;
1708      int middle;
1709      while(l < r) {
1710        while((l ≤ right) && (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
1711          l = l+1;
1712        }
1713        while((r ≥ left) && (!((Zeitraumdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
1714          r = r-1;
1715        }
1716        if(l < r) {
1717          exchange(l, r);
1718        }
1719      }
1720      middle = r;
1721      exchange (left, middle);
1722      return middle;
1723    }
1724
1725    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1726     */
1727    void exchange(int i, int j) {
1728      Zeitraumdaten z = (Zeitraumdaten)vec.elementAt(i);
1729      vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
1730      vec.setElementAt(z,j);
1731    }
1732
1733    /* Ruft Quicksort auf
1734     */
1735    void sortiere() {
1736      qsort(0, vec.size()-1);
1737    }
1738
1739    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
1740     */
1741    void schliesseFenster() {
1742      this.dispose();
1743    }
1744
1745    /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
1746     */
1747    void beendeProgramm() {
1748      System.exit(0);
1749    }
1750
1751    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
1752       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
1753       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
1754    */
1755    public boolean action(Event event, Object target) {
1756      if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
1757        if(event.target == schliessen) {
1758          schliesseFenster();
1759          return true;
1760        }
1761        else if(event.target == beenden) {
```

```
1762            beendeProgramm();
1763            return true;
1764          } else {
1765            return myaction(event, target);
1766          }
1767        } else {
1768          return false;
1769        }
1770    }
1771
1772    /* Wird von "action" aufgerufen.
1773     */
1774    boolean myaction(Event ev, Object target) {
1775      return true;
1776    }
1777
1778    /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
1779       zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
1780       noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
1781       "stelleDar" aufgerufen.
1782     */
1783    void stelleDar(){
1784      leseDaten(dateiname);
1785      zeigeTabelleAn();
1786    }
1787
1788    void zeigeTabelleAn(){
1789      textarea = new TextArea(20,40);
1790      p2.add("Center",textarea);
1791      sortiere();
1792      for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
1793        textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
1794                        (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
1795                        (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
1796                        ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
1797                        ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
1798                        ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs.kurs + "\n");
1799      }
1800      if(vec.size() == 0) {
1801        textarea.append("Fuer der gewuenschten Zeitraum existieren keine Daten\n");
1802      }
1803      this.pack();
1804      this.show();
1805    }
1806 }
1807
1808
1809 /* Klasse MonatsTabelle
1810
1811    Implementiert ein Fenster, in dem eine tabellarische Darstellung der
1812    Kassakurse aller Aktientitel fuer die letzten 30 Tage (genauer gesagt:
1813    seit dem gleichen Tag im Vormonat) angezeigt wird.
1814    Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1815    des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
1816    Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
1817    Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
1818    Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
1819    erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
1820    selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
1821    Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
1822    Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
1823    werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
1824
1825    Methoden:
```

```
1826    MonatsTabelle(String) Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
1827                          einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
1828                          mit den Daten angibt.
1829    leseDaten(String)     liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
1830                          der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
1831    selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
1832                          soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
1833                          und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
1834    qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
1835                          sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
1836                          Verfuegung stellen.
1837    schliesseFenster()    kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
1838    beendeProgramm()      beendet das Programm komplett
1839    action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
1840    myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1841 */
1842
1843 class MonatsTabelle extends Frame implements Konstanten {
1844   Panel p1 = new Panel();
1845   Panel p2 = new Panel();
1846   Panel p3 = new Panel();
1847   Button schliessen = new Button("Schliessen");
1848   Button beenden = new Button("Beenden");
1849   float kosten;
1850   String dateiname;
1851   Label sponsor;
1852   Vector vec = new Vector();
1853   Datum vonDatum;
1854   TextArea textarea;
1855
1856   /*  Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
1857       bestimmt das Layout.
1858       Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
1859       Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
1860       Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
1861                des Programms.
1862       Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
1863   */
1864
1865   MonatsTabelle(String titel) {
1866     super(titel);
1867     vonDatum = heute.monatzurueck();
1868     this.setLayout(new BorderLayout());
1869     p1.setLayout(new FlowLayout());
1870     add("North",p1);
1871     p2.setLayout(new BorderLayout());
1872     add("Center",p2);
1873     p3.setLayout(new FlowLayout());
1874     add("South",p3);
1875     p3.add(schliessen);
1876     p3.add(beenden);
1877     sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
1878     p1.add(sponsor);
1879     kosten = 0.0f;
1880     setzeDateiname();
1881   }
1882
1883   void setzeDateiname(String s) {
1884     dateiname = s;
1885   }
1886
1887   void setzeDateiname() {
1888     dateiname = kassakurse;
1889   }
```

```
1890
1891  /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
1892       Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
1893       relevanten Daten gespeichert werden.
1894    */
1895  void leseDaten(String dateiname) {
1896     try{
1897        BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
1898        String s;
1899        try{
1900           while((s = br.readLine())≠null) {
1901              if(!s.startsWith("#")) {
1902                 erzeugeDatenvector(s);
1903              }
1904           }
1905        } catch (IOException e) {
1906           System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
1907        }
1908     } catch (FileNotFoundException e) {
1909        System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
1910     }
1911  }
1912
1913  /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
1914       gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
1915    */
1916  void erzeugeDatenvector(String s){
1917     if(selektiere(s) == true) {
1918        Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
1919        String wkn = s.substring(9,18);
1920        String name = s.substring(19, s.length()-7);
1921        Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
1922        Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
1923        vec.addElement(zrd);
1924     }
1925  }
1926
1927  boolean selektiere(String s) {
1928     Datum d = new Datum();
1929     d.setzeDatum(s.substring(0,8));
1930     return (!d.kleinergleich(vonDatum));
1931  }
1932
1933  /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
1934    */
1935  void qsort(int left, int right) {
1936     int middle;
1937     if(left < right){
1938        middle = partition(left, right);
1939        qsort(left,middle-1);
1940        qsort(middle+1, right);
1941     }
1942  }
1943
1944  /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1945    */
1946  int partition(int left, int right) {
1947     Zeitraumdaten pivot = (Zeitraumdaten)vec.elementAt(left);
1948     int l = left;
1949     int r = right;
1950     int middle;
1951     while(l < r) {
1952        while((l ≤ right) && (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
1953           l = l+1;
```

```
1954          }
1955          while((r ≥ left) && (!((Zeitraumdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
1956             r = r-1;
1957          }
1958          if(l < r) {
1959             exchange(l, r);
1960          }
1961       }
1962       middle = r;
1963       exchange (left, middle);
1964       return middle;
1965    }
1966
1967    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
1968     */
1969    void exchange(int i, int j) {
1970       Zeitraumdaten z = (Zeitraumdaten)vec.elementAt(i);
1971       vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
1972       vec.setElementAt(z,j);
1973    }
1974
1975    /* Ruft Quicksort auf
1976     */
1977    void sortiere() {
1978       qsort(0, vec.size()-1);
1979    }
1980
1981    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
1982     */
1983    void schliesseFenster() {
1984       this.dispose();
1985    }
1986
1987    /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
1988     */
1989    void beendeProgramm() {
1990       System.exit(0);
1991    }
1992
1993    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
1994        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
1995        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
1996    */
1997    public boolean action(Event event, Object target) {
1998       if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
1999          if(event.target == schliessen) {
2000             schliesseFenster();
2001             return true;
2002          }
2003          else if(event.target == beenden) {
2004             beendeProgramm();
2005             return true;
2006          } else {
2007             return myaction(event, target);
2008          }
2009       } else {
2010          return false;
2011       }
2012    }
2013
2014    /* Wird von "action" aufgerufen.
2015    */
2016    boolean myaction(Event ev, Object target) {
2017       return true;
```

```
2018    }
2019
2020    /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
2021       zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
2022       noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
2023       "stelleDar" aufgerufen.
2024     */
2025    void stelleDar(){
2026       leseDaten(dateiname);
2027       zeigeTabelleAn();
2028    }
2029
2030    void zeigeTabelleAn(){
2031       textarea = new TextArea(20,40);
2032       p2.add("Center",textarea);
2033       sortiere();
2034       for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
2035          textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
2036                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
2037                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
2038                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
2039                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
2040                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs.kurs + "\n");
2041       }
2042       if(vec.size() == 0) {
2043          textarea.append("Fuer der gewuenschten Zeitraum existieren keine Daten\n");
2044       }
2045       this.pack();
2046       this.show();
2047    }
2048 }
2049
2050
2051 /* Klasse MonatsDynamikTabelle
2052
2053    Implementiert ein Fenster, in dem eine tabellarische Darstellung
2054    der prozentualen Unterschiede zwischen aufeinanderfolgenden
2055    Kassakursen aller Aktientitel fuer den letzten Monat angezeigt wird.
2056    Die Klasse enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
2057    des Programmes, berechnet fuer das Abrufen von Informationen keine
2058    Kosten (Kosten werden von einem Sponsor getragen).
2059    Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen bereit. Welche
2060    Daten jedoch daraus erzeugt werden, wird durch die Methode
2061    erzeugeDatenvector() entschieden. Diese entscheidet durch eine
2062    selektiere()-Methode, welche Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
2063    Diese Klasse enthaelt darueberhinaus Methoden zur Darstellung des Charts.
2064    Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
2065    werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
2066
2067    Methoden:
2068    MonatsDynamikTabelle(String) Konstruktor, der den Titel setzt, einen Sponsor
2069                                 einfuegt, die Kosten auf 0.00 setzt und die Datei
2070                                 mit den Daten angibt.
2071    leseDaten(String)    liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
2072                                 der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
2073    selektiere(String s) entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
2074                                 soll, konkret: ob er von dem angegebenen Datum ist
2075                                 und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
2076    qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
2077                                 sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus zur
2078                                 Verfuegung stellen.
2079    schliesseFenster()   kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
2080    beendeProgramm()     beendet das Programm komplett
2081    action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
```

```
2082     myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
2083 */
2084
2085 class MonatsDynamikTabelle extends Frame implements Konstanten {
2086   Panel p1 = new Panel();
2087   Panel p2 = new Panel();
2088   Panel p3 = new Panel();
2089   Button schliessen = new Button("Schliessen");
2090   Button beenden = new Button("Beenden");
2091   float kosten;
2092   String dateiname;
2093   Label sponsor;
2094   Vector vec = new Vector();
2095   Vector dyn = new Vector();
2096   Datum vonDatum;
2097   TextArea textarea;
2098
2099   /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und
2100      bestimmt das Layout.
2101      Panel p1 enthaelt die Sponsorinformation
2102      Panel p2 enthaelt eine Auswahlmoeglichkeit des gewuenschten Wertpapiers
2103      Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden
2104            des Programms.
2105      Die Kosten werden auf 0.00 gesetzt.
2106   */
2107
2108   MonatsDynamikTabelle(String titel) {
2109     super(titel);
2110     vonDatum = heute.monatzurueck();
2111     this.setLayout(new BorderLayout());
2112     p1.setLayout(new FlowLayout());
2113     add("North",p1);
2114     p2.setLayout(new BorderLayout());
2115     add("Center",p2);
2116     p3.setLayout(new FlowLayout());
2117     add("South",p3);
2118     p3.add(schliessen);
2119     p3.add(beenden);
2120     sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
2121     p1.add(sponsor);
2122     kosten = 0.0f;
2123     setzeDateiname();
2124   }
2125
2126   void setzeDateiname(String s) {
2127     dateiname = s;
2128   }
2129
2130   void setzeDateiname() {
2131     dateiname = kassakurse;
2132   }
2133
2134   /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
2135      Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
2136      relevanten Daten gespeichert werden.
2137    */
2138   void leseDaten(String dateiname) {
2139     try{
2140       BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
2141       String s;
2142       try{
2143         while((s = br.readLine())≠null) {
2144           if(!s.startsWith("#")) {
2145             erzeugeDatenvector(s);
```

```
2146                }
2147             }
2148          } catch (IOException e) {
2149             System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
2150          }
2151       } catch (FileNotFoundException e) {
2152          System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
2153       }
2154    }
2155
2156    /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
2157       gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
2158     */
2159    void erzeugeDatenvector(String s){
2160       if(selektiere(s) == true) {
2161          Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
2162          String wkn = s.substring(9,18);
2163          String name = s.substring(19, s.length()-7);
2164          Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
2165          Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
2166          vec.addElement(zrd);
2167       }
2168    }
2169
2170    boolean selektiere(String s) {
2171       Datum d = new Datum();
2172       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
2173       return (!d.kleinergleich(vonDatum));
2174    }
2175
2176    /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
2177     */
2178    void qsort(int left, int right) {
2179       int middle;
2180       if(left < right){
2181          middle = partition(left, right);
2182          qsort(left,middle-1);
2183          qsort(middle+1, right);
2184       }
2185    }
2186
2187    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
2188     */
2189    int partition(int left, int right) {
2190       Zeitraumdaten pivot = (Zeitraumdaten)vec.elementAt(left);
2191       int l = left;
2192       int r = right;
2193       int middle;
2194       while(l < r) {
2195          while((l ≤ right) && (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
2196             l = l+1;
2197          }
2198          while((r ≥ left) && (!((Zeitraumdaten)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
2199             r = r-1;
2200          }
2201          if(l < r) {
2202             exchange(l, r);
2203          }
2204       }
2205       middle = r;
2206       exchange (left, middle);
2207       return middle;
2208    }
2209
```

```
2210  /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
2211    */
2212  void exchange(int i, int j) {
2213     Zeitraumdaten z = (Zeitraumdaten)vec.elementAt(i);
2214     vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
2215     vec.setElementAt(z,j);
2216  }
2217
2218  /* Ruft Quicksort auf
2219    */
2220  void sortiere() {
2221     qsort(0, vec.size()-1);
2222  }
2223
2224  /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
2225    */
2226  void schliesseFenster() {
2227     this.dispose();
2228  }
2229
2230  /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
2231    */
2232  void beendeProgramm() {
2233     System.exit(0);
2234  }
2235
2236  /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
2237       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
2238       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
2239  */
2240  public boolean action(Event event, Object target) {
2241     if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
2242        if(event.target == schliessen) {
2243           schliesseFenster();
2244           return true;
2245        }
2246        else if(event.target == beenden) {
2247           beendeProgramm();
2248           return true;
2249        } else {
2250           return myaction(event, target);
2251        }
2252     } else {
2253        return false;
2254     }
2255  }
2256
2257  /* Wird von "action" aufgerufen.
2258  */
2259  boolean myaction(Event ev, Object target) {
2260     return true;
2261  }
2262
2263  /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
2264       zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
2265       noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
2266       "stelleDar" aufgerufen.
2267    */
2268  void stelleDar(){
2269     leseDaten(dateiname);
2270     zeigeTabelleAn();
2271  }
2272
2273  float berechneDynamik(int i) {
```

```
2274      //suche den letzen Wert des gleichen Wertpapiers, um die prozentuale
2275      //Abweichung des neuen Wertes vom alten zu bestimmen.
2276      int j = i-1;
2277      boolean gefunden = false;
2278      while ((j ≥ 0) && !gefunden) {
2279         if ((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer).compareTo(
2280               ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).wertpapierkennnummer) == 0) {
2281            gefunden = true;
2282            return ((((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs).kurs -
2283                        (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).kassakurs).kurs)/
2284                         (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).kassakurs).kurs)∗100);
2285         }
2286         j--;
2287      }
2288      return 0.0f;
2289   }
2290
2291   void zeigeTabelleAn(){
2292      textarea = new TextArea(20,40);
2293      p2.add("Center",textarea);
2294      sortiere();
2295      for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
2296         textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
2297                         (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
2298                         (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
2299                         ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
2300                         ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
2301                         berechneDynamik(i) + "%\n");
2302      }
2303      if(vec.size() == 0) {
2304         textarea.append("Fuer diesen Zeitraum existieren keine Daten\n");
2305      }
2306      this.pack();
2307      this.show();
2308   }
2309
2310 }
2311
2312
2313 /∗ graphische Darstellung aller Kurse eines Aktientitels fuer den heutigen
2314    Tag.
2315 ∗/
2316 class TagesChartAnzeiger extends Canvas {
2317   Vector v;
2318   int xSize;
2319   int ySize;
2320   int abstand;
2321
2322   TagesChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
2323      v = vec;
2324      this.xSize = xSize;
2325      this.ySize = ySize;
2326      if(vec.size() ≠ 0) {
2327         abstand = xSize/vec.size();
2328      }
2329      setSize(xSize, ySize);
2330   }
2331
2332   public void paint(Graphics g) {
2333      g.drawRect(0, 0, xSize-1, ySize-1);
2334      for(int i = 0; i < v.size()-1; i++) {
2335         drawLine(g, i);
2336      }
2337   }
```

```
2338
2339    void drawLine(Graphics g, int i){
2340       g.drawLine(i*abstand,
2341                        ySize - (int)((((TagesChartWert)(v.elementAt(i))).kurs).kurs),
2342                        (i+1)*abstand,
2343                        ySize - (int)((((TagesChartWert)(v.elementAt(i+1))).kurs).kurs));
2344    }
2345 }
2346
2347
2348 /* graphische Darstellung aller Kassakurse eines Aktientitels fuer die
2349     letzten 30 Tage.
2350 */
2351 class MonatsChartAnzeiger extends Canvas {
2352    Vector v;
2353    int xSize;
2354    int ySize;
2355    int abstand;
2356
2357    MonatsChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
2358       v = vec;
2359       this.xSize = xSize;
2360       this.ySize = ySize;
2361       if(vec.size() ≠ 0) {
2362          abstand = xSize/vec.size();
2363       }
2364       setSize(xSize, ySize);
2365    }
2366
2367    public void paint(Graphics g) {
2368       g.drawRect(0, 0, xSize-1, ySize-1);
2369       for(int i = 0; i < v.size()-1; i++) {
2370          drawLine(g, i);
2371       }
2372    }
2373
2374    void drawLine(Graphics g, int i){
2375       g.drawLine(i*abstand,
2376                        ySize - (int)((((MonatsChartWert)(v.elementAt(i))).kassakurs).kurs),
2377                        (i+1)*abstand,
2378                        ySize - (int)((((MonatsChartWert)(v.elementAt(i+1))).kassakurs).kurs));
2379    }
2380 }
2381
2382
2383 /* Kern des Hauptprogramms: Auswahlmenue der einzelnen Darstellungsformen.
2384 */
2385 class Auswahl extends Frame {
2386    Button beenden = new Button("Beenden");
2387    Button ok = new Button("OK");
2388    Panel p = new Panel();
2389    CheckboxGroup cbg = new CheckboxGroup();
2390    Checkbox cbtt = new Checkbox("Tagestabelle", cbg, true);
2391    Checkbox cbwt = new Checkbox("Wochentabelle", cbg, false);
2392    Checkbox cbmt = new Checkbox("Monatstabelle", cbg, false);
2393    Checkbox cbdt = new Checkbox("Dynamiktabelle", cbg, false);
2394    Checkbox cbtg = new Checkbox("Tagesgewinne", cbg, false);
2395    Checkbox cbltk = new Checkbox("letzte Tageskurse", cbg, false);
2396    Checkbox cbtc = new Checkbox("Tages-Chart", cbg, false);
2397    Checkbox cbmc = new Checkbox("Monats-Chart", cbg, false);
2398
2399    Auswahl(String titel) {
2400       super(titel);
2401       setLayout(new BorderLayout());
```

```
2402        p.setLayout(new GridLayout(6,1));
2403        p.add(cbtt);
2404        p.add(cbwt);
2405        p.add(cbmt);
2406        p.add(cbdt);
2407        p.add(cbtg);
2408        p.add(cbltk);
2409        p.add(cbtc);
2410        p.add(cbmc);
2411        add("Center",p);
2412        add("East",ok);
2413        add("South",beenden);
2414        pack();
2415        show();
2416    }
2417
2418    public boolean action(Event ev, Object target){
2419        if(ev.id == Event.ACTION_EVENT) {
2420            if(ev.target == ok) {
2421                if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
2422                    TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
2423                    tt.stelleDar();
2424                    return true;
2425                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
2426                    WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
2427                    wt.stelleDar();
2428                    return true;
2429                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
2430                    MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
2431                    mt.stelleDar();
2432                    return true;
2433                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
2434                    MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
2435                    dt.stelleDar();
2436                    return true;
2437                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
2438                    Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
2439                    tg.stelleDar();
2440                    return true;
2441                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
2442                    LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
2443                    ltg.stelleDar();
2444                    return true;
2445                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
2446                    TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
2447                    tc.stelleDar();
2448                    return true;
2449                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
2450                    MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
2451                    mc.stelleDar();
2452                    return true;
2453                }
2454            } else if(ev.target == beenden) {
2455                System.exit(0);
2456                return true;
2457            }
2458        }
2459        return false;
2460    }
2461 }
2462
2463
2464 /* Programmeinstiegspunkt
2465 */
```

```
2466 class Boerse {
2467     public static void main(String args[]) {
2468         Auswahl a = new Auswahl("Boersen-Information");
2469     }
2470 }
2471
2472
2473
```

B.1.2 Boerse.java (3 levels of inheritance)

```
1   /*************************************************************************/
2   /*Programmautor: Barbara Unger                                           */
3   /*Datum:         1997-06-03                                              */
4   /*Gruppe:        Boerse3                                                 */
5   /*************************************************************************/
6
7   import java.awt.*;
8   import java.util.Vector;
9   import java.util.Enumeration;
10  import java.util.Date;
11  import java.io.*;
12
13  /* Programm zum Betrachten von Boersenkursen.
14      Abfolge der Klassen in dieser Datei:
15
16      interface Konstanten
17      abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten
18      abstract class KostenloseInfos extends BoersenInfo
19      abstract class KostenplichtigeInfos extends BoersenInfo
20      abstract class Chart extends KostenloseInfos
21      class TagesChart extends Chart
22      class TagesChartWert implements Comparable
23      class MonatsChart extends Chart
24      class MonatsChartWert implements Comparable
25      abstract class Tabelle extends KostenloseInfos
26      class TagesTabelle extends Tabelle
27      class Tagesdaten implements Comparable
28      class Zeitraumdaten implements Comparable
29      class Datum
30      class Uhrzeit
31      class Kurs
32      class Tagesgewinne extends Tabelle
33      class LetzteTageskurse extends Tabelle
34      class WochenTabelle extends Tabelle
35      class MonatsTabelle extends Tabelle
36      class MonatsDynamikTabelle extends Tabelle
37      interface Comparable
38      abstract class ChartAnzeiger extends Canvas
39      class TagesChartAnzeiger extends ChartAnzeiger
40      class MonatsChartAnzeiger extends ChartAnzeiger
41      class Auswahl extends Frame
42      class Boerse
43  */
44
45  interface Konstanten {
46  //  static Date date = new Date();
47  //  static Datum heute = new Datum(date.getDay(), date.getMonth(), date.getYear());
48     static Datum heute = new Datum(27, 5, 97);
49     static String kurse = "KURSE";
50     static String kassakurse = "KASSAKURSE";
51  }
52
53
54  /* abstrakte Klasse BoersenInfo Implementiert Fenster, in denen
55      Boersen-Informationen angezeigt werden.  Stellt sicher, dass in
56      jeder der daraus abgeleiteten Klassen Knoepfe zum Schliessen des
```

```
57      Fensters und zum Beenden des Programmes existieren.
58
59      Methoden:
60        BoersenInfo(String)       erzeugt das Fenster und setzt den Titel
61        schliesseFenster()        kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
62        beendeProgramm()          beendet das Programm komplett
63        action(Event, Object)     verarbeitet Interaktionsereignisse
64        abstract myaction(Event, Object)
65                                  wird in "action" aufgerufen; Unterklassen
66                                  koennen hier durch ueberschreiben
67                                  spezielle Ereignisbehandlung
68                                  implementieren
69  */
70
71  abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten{
72    Panel p1 = new Panel();
73    Panel p2 = new Panel();
74    Panel p3 = new Panel();
75    Button schliessen = new Button("Schliessen");
76    Button beenden = new Button("Beenden");
77    float kosten;
78
79    /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und bestimmt das Layout.
80       Panel p1 dient zum Darstellen von Sponsor- oder Kosteninformationen,
81       Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
82       Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden des Programms.
83    */
84    BoersenInfo(String titel) {
85      super(titel);
86      this.setLayout(new BorderLayout());
87      p1.setLayout(new FlowLayout());
88      add("North",p1);
89      p2.setLayout(new BorderLayout());
90      add("Center",p2);
91      p3.setLayout(new FlowLayout());
92      add("South",p3);
93      p3.add(schliessen);
94      p3.add(beenden);
95    }
96
97    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
98     */
99    void schliesseFenster() {
100     this.dispose();
101   }
102
103   /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
104    */
105   void beendeProgramm() {
106     System.exit(0);
107   }
108
109   /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
110      Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
111      anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
112   */
113   public boolean action(Event event, Object target) {
114     if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
115       if(event.target == schliessen) {
116         schliesseFenster();
117         return true;
118       }
119       else if(event.target == beenden) {
120         beendeProgramm();
```

```
121             return true;
122           } else {
123             return myaction(event, target);
124           }
125         } else {
126           return false;
127         }
128       }
129
130       /* Wird von "action" aufgerufen. Kann in Unterklassen ueberschrieben
131          werden, um eine spezielle Ereignisbehandlung zu
132          implementieren. (Diese Konstruktion verhindert, dass die Behandlung
133          der Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" jedesmal neu implementiert
134          werden muss.
135       */
136       abstract boolean myaction(Event ev, Object target);
137   }
138
139
140   /* abstrakte Klasse KostenloseInfos
141        Stellt sicher, dass fuer das Abrufen von Informationen durch alle
142        aus ihr abgeleiteten Klassen keine Kosten anfallen. (Kosten werden
143        von einem Sponsor getragen).
144        Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen
145        bereit. Welche Daten jedoch daraus erzeugt werden ist zu diesem
146        Zeitpunkt unklar und wird erst in einer Unterklasse entschieden
147        durch die Methode erzeugeDatenvector(). Ausserdem wird nun schon
148        ein Sponsorlabel fuer alle kostenlosen Infos gesetzt.
149
150        Methoden:
151        KostenloseInfos(String) Konstruktor, setzt Fenstertitel, fuegt einen Sponsor ein
152                                und setzt die Kosten auf 0.00.
153        leseDaten(String)  liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
154                                der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
155        qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
156                                sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus fuer alle
157                                Unterklassen zur Verfuegung stellen. Da in jeder
158                                Unterklasse unterschiedliche Datentypen zu sortieren
159                                sind, wurde Schablonenmethode angewandt, die
160                                vergleiche()-Methode ist nur abstrakt realisiert
161                                und wird vom jeweiligen Datentyp erst implementiert.
162   */
163
164   abstract class KostenloseInfos extends BoersenInfo {
165     String dateiname;
166     Label sponsor;
167     Vector vec = new Vector();
168
169     /* Konstruktor, setzt den Titel des Fensters, fuegt einen Sponsor in das
170        Fenster ein (in p1) und setzt die Kosten auf 0.00
171      */
172     KostenloseInfos(String titel) {
173       super(titel);
174       sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
175       p1.add(sponsor);
176       kosten = 0.0f;
177     }
178
179     /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
180        abstrakte Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
181        relevanten Daten gespeichert werden.
182      */
183     void leseDaten(String dateiname) {
184       try{
```

```
185         BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
186         String s;
187         try{
188            while((s = br.readLine())≠null) {
189               if(!s.startsWith("#")) {
190                  erzeugeDatenvector(s);
191               }
192            }
193         } catch (IOException e) {
194            System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
195         }
196      } catch (FileNotFoundException e) {
197         System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
198      }
199   }
200
201   /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
202      gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
203    */
204   abstract void erzeugeDatenvector(String s);
205
206   /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
207    */
208   void qsort(int left, int right) {
209      int middle;
210      if(left < right){
211         middle = partition(left, right);
212         qsort(left,middle-1);
213         qsort(middle+1, right);
214      }
215   }
216
217   /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
218    */
219   int partition(int left, int right) {
220      Comparable pivot = (Comparable)vec.elementAt(left);
221      int l = left;
222      int r = right;
223      int middle;
224      while(l < r) {
225         while((l ≤ right) && (((Comparable)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
226            l = l+1;
227         }
228         while((r ≥ left) && (!((Comparable)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
229            r = r-1;
230         }
231         if(l < r) {
232            exchange(l, r);
233         }
234      }
235      middle = r;
236      exchange (left, middle);
237      return middle;
238   }
239
240   /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
241    */
242   void exchange(int i, int j) {
243      Comparable c = (Comparable)vec.elementAt(i);
244      vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
245      vec.setElementAt(c,j);
246   }
247
248   /* Ruft Quicksort auf
```

```
249       */
250     void sortiere() {
251       qsort(0, vec.size()-1);
252     }
253   }
254
255
256   /* Klasse KostenpflichtigeInfos
257      enthaelt einen Rahmen fuer Informationen, die vom Kunden bezahlt werden
258      muessen, wie beispielsweise Prognosen, etc.
259    */
260   /*Wird nicht ausprogrammiert.*/
261   abstract class KostenplichtigeInfos extends BoersenInfo {
262
263     KostenplichtigeInfos(String titel) {
264       super(titel);
265       kosten = 1.0f;
266     }
267   }
268
269
270   /* abstrakte Klasse Chart
271      Diese Klasse enthaelt allgemeine Methoden zur Darstellung eines Charts.
272      Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
273      werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
274
275      Methoden:
276      Chart(String)          Konstruktor, setzt den Fenstertitel
277      void stelleDar()       stellt eine Dialogbox dar.
278      myaction()             erweitert die action-Methode der Oberklasse.
279      abstract zeigeCanvasAn()   liefert ein Canvas zurueck.
280   */
281
282   abstract class Chart extends KostenloseInfos {
283     int xChartSize = 200;
284     int yChartSize = 200;
285     String wkn;
286     Label l = new Label();
287     TextField t = new TextField("700045634",9);
288     Button ok = new Button("ok");
289
290     /* Konstruktor, ruft den Konstruktor von KostenloseInfos auf, und fuegt in den
291        freien Rahmen p2 eine Auswahlmoeglichkeit des gewuenschten Wertpapiers ein
292      */
293     Chart(String titel) {
294       super(titel);
295     }
296
297     void stelleDar(){
298       p2.add("North",l);
299       p2.add("Center",t);
300       p2.add("South",ok);
301       pack();
302       show();
303     }
304
305
306     /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
307        Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
308        aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
309        und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
310      */
311     boolean myaction(Event ev, Object target){
312       if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
```

```
313           wkn = t.getText();
314           wkn.trim();
315           p2.removeAll();
316           leseDaten(dateiname);
317           p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
318           pack();
319           show();
320           return true;
321         }
322         return false;
323       }
324
325   /*  liefert ein Canvas zurueck. Was das Canvas enthaelt, wird erst in der Unterklasse
326       bestimmt.
327    */
328     abstract Canvas zeigeCanvasAn();
329   }
330
331
332   /* Klasse TagesChart
333       In dieser Klasse wird das Erzeugen des Datenvektors implementiert.
334       Diese entscheidet durch eine selektiere()-Methode, welche
335       Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
336
337       Methoden:
338         TagesChart(String)            Konstruktor, der den Titel setzt und die Datei
339                                           mit den Daten angibt.
340         erzeugeDatenvector(String)  bekommt eine Datensatz in Stringform und
341                                           entscheidet mit Hilfe von selektiere(), ob der
342                                           Datensatz in den Datenvektor eingefuegt
343                                           werden soll.
344         selektiere(String s)          entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
345                                           soll, konkret: ob er von dem angegebenen
346                                           Datum ist und die entsprechende
347                                           Wertpapierkennnummer hat
348         zeigeCanvasAn()                     erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der
349                                           Chart aus den selektierten Daten, die im Datenvektor stehen,
350                                           angezeigt wird.
351   */
352
353   class TagesChart extends Chart {
354     TagesChartWert tcw;
355
356   /* Konstruktor, der den Titel setzt und die Datei mit den Daten angibt
357    */
358     TagesChart(String titel) {
359       super(titel);
360       dateiname = kurse;
361       l.setText("Bitte geben Sie die Wertpapierkennnummer fuer den Tageschart an");
362     }
363
364   /* bekommt eine Datensatz in Stringform und entscheidet mit Hilfe von selektiere(),
365       ob der Datensatz in den Datenvektor eingefuegt werden soll.
366    */
367     void erzeugeDatenvector(String s){
368       if(selektiere(s) == true) {
369         tcw = new TagesChartWert(s);
370         vec.addElement(tcw);
371       }
372     }
373
374   /* entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden soll, konkret: ob er von dem angegebenen
375       Datum ist und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
376    */
```

```
377     boolean selektiere(String s) {
378       Datum d = new Datum();
379       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
380       if((heute.tag == d.tag) && (heute.monat ==d.monat) && (heute.jahr == d.jahr)) {
381         return (wkn.compareTo(s.substring(15,24))==0);
382       }
383       return false;
384     }
385
386  /* erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der Chart aus den selektierten Daten, die im
387      Datenvektor stehen, angezeigt wird.
388   */
389     Canvas zeigeCanvasAn() {
390       return new TagesChartAnzeiger(vec, xChartSize, yChartSize);
391     }
392  }
393
394
395
396  /*Klasse TagesChartWert
397     ist ein Objekttyp, der aus einer Uhrzeit und einem Kurswert besteht.
398     Das sind genau die Daten, die man zum Anzeigen eines Tagescharts braucht. Die Klasse hat
399     eine vergleiche-Methode, so dass man einen Vector mit Objekten dieses Typs mit
400     der sortier()-Methode aus der Klasse KostenloseInfos sortieren kann.
401
402     Methoden:
403       TagesChartWert(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
404                                   und der Kurs enthalten sind.
405       vergleiche(Comparable c) vergleicht die Uhrzeiten
406  */
407
408  class TagesChartWert implements Comparable {
409     Uhrzeit uhrzeit;
410     Kurs kurs;
411
412  /* bekommt einen String, in dem die Uhrzeit und der Kurs enthalten sind.
413   */
414     TagesChartWert(String s) {
415       uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,15));
416       kurs = new Kurs(s.substring(s.length()-7, s.length()));
417     }
418
419  /* vergleicht die Uhrzeiten zweier TagesChartWert-Objekte
420   */
421     public boolean vergleiche(Comparable c) {
422       return ((this.uhrzeit).kleinergleich(((TagesChartWert)c).uhrzeit));
423     }
424  }
425
426
427  /* Klasse MonatsChart
428       In dieser Klasse wird das Erzeugen des Datenvectors implementiert.
429       Diese entscheidet durch eine selektiere()-Methode, welche
430       Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
431
432       Methoden:
433         MonatsChart(String)          Konstruktor, der den Titel setzt und die Datei
434                                         mit den Daten angibt.
435         erzeugeDatenvector(String)  bekommt eine Datensatz in Stringform und
436                                         entscheidet mit Hilfe von slektiere(), ob der
437                                         Datensatz in den Datenvector eingefuegt
438                                         werden soll.
439         selektiere(String s)          entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
440                                         soll, konkret: ob er von dem angegebenen
```

```
441                                   Datum ist und die entsprechende
442                                   Wertpapierkennnummer hat
443       zeigeCanvasAn()                 erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der
444                                   Chart angezeigt wird.
445 */
446
447 class MonatsChart extends Chart {
448   MonatsChartWert mcw;
449   Datum letzterMonat = new Datum();
450
451   MonatsChart(String titel) {
452     super(titel);
453     l.setText("Bitte geben Sie die Wertpapierkennnummer fuer den Monatschart an");
454     dateiname = kassakurse;
455     letzterMonat = heute.monatzurueck();
456   }
457
458   void erzeugeDatenvector(String s){
459     if(selektiere(s) == true) {
460       mcw = new MonatsChartWert(s);
461       vec.addElement(mcw);
462     }
463   }
464
465   boolean selektiere(String s) {
466     Datum d = new Datum();
467     d.setzeDatum(s.substring(0,8));
468     if(!d.kleinergleich(letzterMonat)) {
469       return (wkn.compareTo(s.substring(9,18))==0);
470     }
471     return false;
472   }
473
474   Canvas zeigeCanvasAn() {
475     return new MonatsChartAnzeiger(vec, xChartSize, yChartSize);
476   }
477 }
478
479
480 /*Klasse MonatsChartWert
481   ist ein Objekttyp, der aus einem Datum und einem Kassakurswert besteht,
482   Daten, die man zum Anzeigen eines Monatschart braucht. Die Klasse hat
483   eine vergleiche-Methode, so dass man einen Vector mit diesem Typ mit
484   der sortier()-Methode aus der Klasse KostenloseInfos sortieren kann.
485
486   Methoden:
487     MonatsChartAnzeiger(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
488                                   und der Kurs enthalten sind.
489     vergleiche(Comparable c)      vergleicht das Datum
490 */
491
492 class MonatsChartWert implements Comparable {
493   Kurs kassakurs;
494   Datum datum;
495
496   MonatsChartWert(String s){
497     kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6, s.length()));
498     datum = new Datum(s.substring(0,9));
499   }
500
501   public boolean vergleiche(Comparable c){
502     return ((this.datum).kleinergleich(((MonatsChartWert)c).datum));
503   }
504 }
```

```
505
506
507 /* abstrakte Klasse Tabelle.
508    Gemeinsame Oberklasse fuer alle tabellarischen Darstellungen von
509    Kursen oder Kassakursen.
510 */
511
512 abstract class Tabelle extends KostenloseInfos {
513   String dateiname;
514
515   Tabelle(String titel) {
516     super(titel);
517     setzeDateiname();
518   }
519
520   /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
521      zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
522      noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
523      "stelleDar" aufgerufen.
524    */
525   void stelleDar(){
526     leseDaten(dateiname);
527     zeigeTabelleAn();
528   }
529
530   abstract void setzeDateiname();
531   abstract void zeigeTabelleAn();
532 }
533
534 /* Klasse zur tabellarischen Darstellung aller Kurse eines Tages
535 */
536
537 class TagesTabelle extends Tabelle {
538   TextArea textarea;
539
540   TagesTabelle(String titel) {
541     super(titel);
542   }
543
544   void setzeDateiname(String s) {
545     dateiname = s;
546   }
547
548   void setzeDateiname() {
549     dateiname = kurse;
550   }
551
552   boolean selektiere(String s) {
553     Datum d = new Datum();
554     d.setzeDatum(s.substring(0,8));
555     return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
556   }
557
558
559   void erzeugeDatenvector(String s) {
560     if(selektiere(s) == true) {
561       Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
562       Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
563       Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
564       String wkn = s.substring(14,24);
565       String name = s.substring(25, s.length()-7);
566       Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
567       vec.addElement(tagesdaten);
568     }
```

```
569     }
570
571     boolean myaction(Event ev, Object target){
572       return true;
573     }
574
575     void zeigeTabelleAn(){
576       textarea = new TextArea(20,40);
577       p2.add("Center",textarea);
578       sortiere();
579       for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
580         textarea.append((((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).uhrzeit).stunde + ":" +
581                         (((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).uhrzeit).minute + "  " +
582                         ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
583                         ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
584                         ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).kurs.kurs + "\n");
585       }
586       if(vec.size() == 0) {
587         textarea.append("Fuer das heutige Datum, " + heute.tag + "." +
588                         heute.monat + "." + heute.jahr +
589                         ", existieren keine Daten\n");
590       }
591       this.pack();
592       this.show();
593     }
594   }
595
596
597   /* Klasse zur Repraesentation eines einzelnen Kursinformations-Datensatzes
598   */
599
600   class Tagesdaten implements Comparable {
601     Datum datum;
602     Uhrzeit uhrzeit;
603     String wertpapierkennnummer;
604     String name;
605     Kurs kurs;
606
607     Tagesdaten(Datum d, Uhrzeit u, String wkn, String n, Kurs k) {
608       datum = d;
609       uhrzeit = u;
610       wertpapierkennnummer = wkn;
611       name = n;
612       kurs = k;
613     }
614
615     public boolean vergleiche(Comparable c) {
616       return (this.uhrzeit).kleinergleich(((Tagesdaten)c).uhrzeit);
617     }
618   }
619
620
621   /* Klasse zur Repraesentation eines einzelnen Kassakursinformations-Datensatzes
622   */
623
624   class Zeitraumdaten implements Comparable {
625     Datum datum;
626     String wertpapierkennnummer;
627     String name;
628     Kurs kassakurs;
629
630     Zeitraumdaten(Datum d, String wkn, String n, Kurs k) {
631       datum = d;
632       wertpapierkennnummer = wkn;
```

```
633         name = n;
634         kassakurs = k;
635     }
636
637     public boolean vergleiche(Comparable c) {
638         return (this.datum).kleinergleich(((Zeitraumdaten)c).datum);
639     }
640 }
641
642
643 /* Klasse zur Repraesentation eines Datums, incl. Berechnung des
644    Datums 'vor einer Woche' und 'vor einem Monat'.
645    (Anmerkung zum Experiment:
646     Diese Routinen sind vereinfacht, um den Code zu verkuerzen.
647     Sie funktionieren nicht wirklich korrekt. Das soll uns hier aber mal
648     gerade nicht stoeren...)
649 */
650
651 class Datum {
652     int tag;
653     int monat;
654     int jahr;
655
656     Datum() {
657         tag = 0;
658         monat = 0;
659         jahr = 0;
660     }
661
662     Datum(String s){
663         tag = new Integer(s.substring(0,2)).intValue();
664         monat = new Integer(s.substring(3,5)).intValue();
665         jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();
666     }
667
668     Datum(int t, int m, int j){
669         tag = t;
670         monat = m;
671         jahr = j;
672     }
673
674     void setzeDatum(String s) {
675         tag = new Integer(s.substring(0,2)).intValue();
676         monat = new Integer(s.substring(3,5)).intValue();
677         jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();
678     }
679
680     void setzeDatum(int t, int m, int j) {
681         tag = t;
682         monat = m;
683         jahr = j;
684     }
685
686     boolean kleinergleich(Datum d) {
687         if(this.jahr < d.jahr) {
688             return true;
689         } else if(this.jahr == d.jahr){
690             if(this.monat < d.monat) {
691                 return true;
692             } else if(this.monat == d.monat){
693                 if(this.tag ≤ d.tag) {
694                     return true;
695                 }
696             }
```

```
697         }
698         return false;
699     }
700
701     Datum monatzurueck() {
702         Datum d = new Datum();
703         d.tag = tag;
704         d.jahr = jahr;
705         if(monat == 1) {
706             d.monat = 12;
707             d.jahr = jahr - 1;
708         } else {
709             d.monat = monat - 1;
710         }
711         return d;
712     }
713
714     /* vereinfachte Berechnung: Alle Monate haben 30 Tage
715       */
716     Datum wochezurueck() {
717         Datum d = new Datum();
718         d.tag = tag - 7;
719         d.monat = monat;
720         d.jahr = jahr;
721         if(d.tag < 1) {
722             d.tag = d.tag + 30;
723             d.monat = monat - 1;
724             if(d.monat < 1) {
725                 d.monat = d.monat + 12;
726                 d.jahr = jahr - 1;
727             }
728         }
729         return d;
730     }
731
732     void print() {
733         System.out.println(" Datum = " + tag + "." + monat + "." + jahr);
734     }
735 }
736
737 /* Klasse zur Repraesentation einer Uhrzeit
738 */
739
740 class Uhrzeit {
741     int stunde;
742     int minute;
743
744     Uhrzeit(String s) {
745         stunde = (new Integer(s.substring(0,2))).intValue();
746         minute = (new Integer(s.substring(3,5))).intValue();
747     }
748
749     boolean kleinergleich(Uhrzeit u) {
750         if(this.stunde < u.stunde) {
751             return true;
752         } else if(this.stunde == u.stunde) {
753             if(this.minute ≤ u.minute) {
754                 return true;
755             }
756         }
757         return false;
758     }
759 }
760
```

```
761 /* Klasse zur Repraesentation eines Kurses oder Kassakurses
762 */
763
764 class Kurs {
765     float kurs;
766
767     Kurs(String s){
768         kurs = (new Float(s)).floatValue();
769     }
770 }
771
772
773 /* Tabellarische Darstellung der prozentualen Unterschiede zwischen dem
774      ersten und letzten Kurs jeder Aktie am heutigen Datum.
775 */
776
777 class Tagesgewinne extends Tabelle {
778     TextArea textarea;
779     Vector v = new Vector();
780
781     Tagesgewinne(String titel) {
782         super(titel);
783     }
784
785     void setzeDateiname(String s) {
786         dateiname = s;
787     }
788
789     void setzeDateiname() {
790         dateiname = kurse;
791     }
792
793     boolean selektiere(String s) {
794         Datum d = new Datum();
795         d.setzeDatum(s.substring(0,8));
796         return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
797     }
798
799     void erzeugeDatenvector(String s) {
800         if(selektiere(s) == true) {
801             Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
802             Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
803             Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
804             String wkn = s.substring(14,24);
805             String name = s.substring(25, s.length()-7);
806             Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
807             vec.addElement(tagesdaten);
808         }
809     }
810
811     boolean myaction(Event ev, Object target){
812         return true;
813     }
814
815     boolean schonAbgearbeitet(String s) {
816         int i = 0;
817         while(i < v.size()) {
818             if(((String)v.elementAt(i)).compareTo(s)==0) {
819                 i = v.size();
820                 return true;
821             } else {
822                 i++;
823             }
824         }
```

```
825         v.addElement(s);
826         return false;
827       }
828
829       float tagesgewinn(String wertpapierkennnummer, int start) {
830         float min = 0.0f;
831         float max = 0.0f;
832         int i = start;
833         while((wertpapierkennnummer.compareTo(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) ≠ 0) && (i <
vec.size())) {
834           i = i+1;
835         }
836         min = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
837         while(i < vec.size()) {
838           if(wertpapierkennnummer.compareTo(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) == 0) {
839             max = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
840           }
841           i = i+1;
842         }
843         //      System.out.println("Min = " + min + "      Max = " + max);
844         if(min == 0.0f) {
845           return 0;
846         } else {
847           return ((max - min)/min);
848         }
849       }
850
851       void zeigeTabelleAn() {
852         textarea = new TextArea(20,40);
853         p2.add("Center",textarea);
854         boolean keineDaten = true;
855         sortiere();
856         for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
857           if(! schonAbgearbeitet(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer)) {
858             textarea.append(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).name + "  " +
859                             ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer + "  "
860                             + tagesgewinn(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer, i) +
861                             "\n");
862             keineDaten = false;
863           }
864         }
865         if(keineDaten == true) {
866           textarea.append("Fuer das heutige Datum, " + heute.tag + "." +
867                           heute.monat + "." + heute.jahr +
868                           ", existieren keine Daten\n");
869         }
870         this.pack();
871         this.show();
872       }
873     }
874
875     /* tabellarische Darstellung der letzten vorhandenen heutigen Kurse fuer alle
876        Aktientitel.
877     */
878
879     class LetzteTageskurse extends Tabelle {
880       TextArea textarea;
881       Vector v = new Vector();
882
883       LetzteTageskurse(String titel) {
884         super(titel);
885       }
886
887       void setzeDateiname(String s) {
```

```
888         dateiname = s;
889     }
890
891     void setzeDateiname() {
892         dateiname = kurse;
893     }
894
895     boolean selektiere(String s) {
896         Datum d = new Datum();
897         d.setzeDatum(s.substring(0,8));
898         return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
899     }
900
901     void erzeugeDatenvector(String s) {
902         if(selektiere(s) == true) {
903             Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
904             Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
905             Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
906             String wkn = s.substring(14,24);
907             String name = s.substring(25, s.length()-7);
908             Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
909             vec.addElement(tagesdaten);
910         }
911     }
912
913     boolean myaction(Event ev, Object target){
914         return true;
915     }
916
917     boolean schonAbgearbeitet(String s) {
918         int i = 0;
919         while(i < v.size()) {
920             if(((String)v.elementAt(i)).compareTo(s)==0) {
921                 i = v.size();
922                 return true;
923             } else {
924                 i++;
925             }
926         }
927         v.addElement(s);
928         return false;
929     }
930
931     float letztetageskurse(String wertpapierkennnummer, int start) {
932         float letzter = 0.0f;
933         int i = start;
934         while(i < vec.size()) {
935             if(wertpapierkennnummer.compareTo(
936                     ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) == 0) {
937                 letzter = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
938             }
939             i = i+1;
940         }
941         return letzter;
942     }
943
944     void zeigeTabelleAn() {
945         textarea = new TextArea(20,40);
946         p2.add("Center",textarea);
947         sortiere();
948         for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
949             if(!schonAbgearbeitet(
950                     ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer)) {
951                 textarea.append(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).name + "  " +
```

```
952                                 ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer + "  " +
953                                 letztetageskurse(
954                                 ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer, i) +
955                                 "\n");
956           }
957        }
958        if(vec.size() == 0) {
959           textarea.append("Fuer das heutige Datum, " +
960                           heute.tag + "." + heute.monat + "." +
961                           heute.jahr + ", existieren keine Daten\n");
962        }
963        this.pack();
964        this.show();
965     }
966  }
967
968
969  /* tabellarische Darstellung der Kassakurse aller Aktientitel fuer die
970     letzten 7 Tage. Benutzt die Kassakurse.
971  */
972
973  class WochenTabelle extends Tabelle {
974     Datum vonDatum;
975     TextArea textarea;
976
977     WochenTabelle(String titel) {
978        super(titel);
979        vonDatum = heute.wochezurueck();
980     }
981
982     void setzeDateiname(String s) {
983        dateiname = s;
984     }
985
986     void setzeDateiname() {
987        dateiname = kassakurse;
988     }
989
990     boolean selektiere(String s) {
991        Datum d = new Datum();
992        d.setzeDatum(s.substring(0,8));
993        return (!d.kleinergleich(vonDatum));
994     }
995
996     void erzeugeDatenvector(String s){
997        if(selektiere(s) == true) {
998           Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
999           String wkn = s.substring(9,18);
1000          String name = s.substring(19, s.length()-7);
1001          Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
1002          Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
1003          vec.addElement(zrd);
1004       }
1005    }
1006
1007    boolean myaction(Event ev, Object target) {
1008       return true;
1009    }
1010
1011    void zeigeTabelleAn(){
1012       textarea = new TextArea(20,40);
1013       p2.add("Center",textarea);
1014       sortiere();
1015       for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
```

```
1016          textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
1017                                (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
1018                                (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
1019                                ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
1020                                ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
1021                                ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs.kurs + "\n");
1022       }
1023       if(vec.size() == 0) {
1024          textarea.append("Fuer der gewuenschten Zeitraum existieren keine Daten\n");
1025       }
1026       this.pack();
1027       this.show();
1028    }
1029 }
1030
1031
1032 /* tabellarische Darstellung der Kassakurse aller Aktientitel fuer die
1033    letzten 30 Tage (genauer gesagt: seit dem gleichen Tag im Vormonat).
1034    Benutzt die Kassakurse.
1035 */
1036
1037 class MonatsTabelle extends Tabelle {
1038    Datum vonDatum;
1039    TextArea textarea;
1040
1041    MonatsTabelle(String titel) {
1042       super(titel);
1043       vonDatum = heute.monatzurueck();
1044    }
1045
1046    void setzeDateiname(String s) {
1047       dateiname = s;
1048    }
1049
1050    void setzeDateiname() {
1051       dateiname = kassakurse;
1052    }
1053
1054    boolean selektiere(String s) {
1055       Datum d = new Datum();
1056       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
1057       return (!d.kleinergleich(vonDatum));
1058    }
1059
1060    void erzeugeDatenvector(String s){
1061       if(selektiere(s) == true) {
1062          Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
1063          String wkn = s.substring(9,18);
1064          String name = s.substring(19, s.length()-7);
1065          Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
1066          Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
1067          vec.addElement(zrd);
1068       }
1069    }
1070
1071    boolean myaction(Event ev, Object target) {
1072       return true;
1073    }
1074
1075    void zeigeTabelleAn(){
1076       textarea = new TextArea(20,40);
1077       p2.add("Center",textarea);
1078       sortiere();
1079       for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
```

```
1080          textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
1081                                  (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
1082                                  (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
1083                                  ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
1084                                  ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
1085                                  ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs.kurs + "\n");
1086       }
1087       if(vec.size() == 0) {
1088          textarea.append("Fuer der gewuenschten Zeitraum existieren keine Daten\n");
1089       }
1090       this.pack();
1091       this.show();
1092    }
1093 }
1094
1095
1096 /* tabellarische Darstellung der prozentualen Unterschiede zwischen
1097     aufeinanderfolgenden Kassakursen aller Aktientitel fuer den
1098     letzten Monat. Benutzt die Kassakurse.
1099 */
1100
1101 class MonatsDynamikTabelle extends Tabelle {
1102    Vector dyn = new Vector();
1103    Datum vonDatum;
1104    TextArea textarea;
1105
1106
1107    MonatsDynamikTabelle(String titel) {
1108       super(titel);
1109       vonDatum = heute.monatzurueck();
1110    }
1111
1112    void setzeDateiname(String s) {
1113       dateiname = s;
1114    }
1115
1116    void setzeDateiname() {
1117       dateiname = kassakurse;
1118    }
1119
1120    boolean selektiere(String s) {
1121       Datum d = new Datum();
1122       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
1123       return (!d.kleinergleich(vonDatum));
1124    }
1125
1126    void erzeugeDatenvector(String s){
1127       if(selektiere(s) == true) {
1128          Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
1129          String wkn = s.substring(9,18);
1130          String name = s.substring(19, s.length()-7);
1131          Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
1132          Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
1133          vec.addElement(zrd);
1134       }
1135    }
1136
1137    boolean myaction(Event ev, Object target) {
1138       return true;
1139    }
1140
1141    float berechneDynamik(int i) {
1142       //suche den letzen Wert des gleichen Wertpapiers, um die prozentuale
1143       //Abweichung des neuen Wertes vom alten zu bestimmen.
```

```
1144        int j = i-1;
1145        boolean gefunden = false;
1146        while ((j ≥ 0) && !gefunden) {
1147          if ((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer).compareTo(
1148                ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).wertpapierkennnummer) == 0) {
1149            gefunden = true;
1150            return ((((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs).kurs -
1151                        (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).kassakurs).kurs)/
1152                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).kassakurs).kurs)*100);
1153          }
1154          j--;
1155        }
1156        return 0.0f;
1157      }
1158
1159      void zeigeTabelleAn(){
1160        textarea = new TextArea(20,40);
1161        p2.add("Center",textarea);
1162        sortiere();
1163        for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
1164          textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
1165                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
1166                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
1167                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
1168                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
1169                          berechneDynamik(i) + "%\n");
1170        }
1171        if(vec.size() == 0) {
1172          textarea.append("Fuer diesen Zeitraum existieren keine Daten\n");
1173        }
1174        this.pack();
1175        this.show();
1176      }
1177  }
1178
1179
1180  /* Schnittstelle fuer 'vergleichbare' Datentypen (zum Sortieren).
1181     a.vergleiche(b) liefert 'a kleiner-oder-gleich b'
1182  */
1183
1184  interface Comparable {
1185    public boolean vergleiche(Comparable c);
1186  }
1187
1188  /* Oberklasse aller graphischen Anzeigeklassen
1189  */
1190
1191  abstract class ChartAnzeiger extends Canvas {
1192    Vector v;
1193    int xSize;
1194    int ySize;
1195    int abstand;
1196
1197    ChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
1198      v = vec;
1199      this.xSize = xSize;
1200      this.ySize = ySize;
1201      if(vec.size() ≠ 0) {
1202        abstand = xSize/vec.size();
1203      }
1204      setSize(xSize, ySize);
1205    }
1206
1207    public void paint(Graphics g) {
```

```
1208        g.drawRect(0, 0, xSize-1, ySize-1);
1209        for(int i = 0; i < v.size()-1; i++) {
1210           drawLine(g, i);
1211        }
1212     }
1213
1214     abstract void drawLine(Graphics g, int i);
1215  }
1216
1217
1218  /* graphische Darstellung aller Kurse eines Aktientitels fuer den heutigen
1219     Tag.
1220  */
1221
1222  class TagesChartAnzeiger extends ChartAnzeiger {
1223
1224     TagesChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
1225        super(vec, xSize, ySize);
1226     }
1227
1228     void drawLine(Graphics g, int i){
1229        g.drawLine(i*abstand,
1230                   ySize - (int)((((TagesChartWert)(v.elementAt(i))).kurs).kurs),
1231                   (i+1)*abstand,
1232                   ySize - (int)((((TagesChartWert)(v.elementAt(i+1))).kurs).kurs));
1233     }
1234  }
1235
1236
1237  /* graphische Darstellung aller Kassakurse eines Aktientitels fuer die
1238     letzten 30 Tage.
1239  */
1240
1241  class MonatsChartAnzeiger extends ChartAnzeiger {
1242
1243     MonatsChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
1244        super(vec, xSize, ySize);
1245     }
1246
1247     void drawLine(Graphics g, int i){
1248        g.drawLine(i*abstand,
1249                   ySize - (int)((((MonatsChartWert)(v.elementAt(i))).kassakurs).kurs),
1250                   (i+1)*abstand,
1251                   ySize - (int)((((MonatsChartWert)(v.elementAt(i+1))).kassakurs).kurs));
1252     }
1253  }
1254
1255  /* Kern des Hauptprogramms: Auswahlmenue der einzelnen Darstellungsformen.
1256  */
1257
1258  class Auswahl extends Frame {
1259     Button beenden = new Button("Beenden");
1260     Button ok = new Button("OK");
1261     Panel p = new Panel();
1262     CheckboxGroup cbg = new CheckboxGroup();
1263     Checkbox cbtt = new Checkbox("Tagestabelle", cbg, true);
1264     Checkbox cbwt = new Checkbox("Wochentabelle", cbg, false);
1265     Checkbox cbmt = new Checkbox("Monatstabelle", cbg, false);
1266     Checkbox cbdt = new Checkbox("Dynamiktabelle", cbg, false);
1267     Checkbox cbtg = new Checkbox("Tagesgewinne", cbg, false);
1268     Checkbox cbltk = new Checkbox("letzte Tageskurse", cbg, false);
1269     Checkbox cbtc = new Checkbox("Tages-Chart", cbg, false);
1270     Checkbox cbmc = new Checkbox("Monats-Chart", cbg, false);
1271
```

```
1272   Auswahl(String titel) {
1273     super(titel);
1274     setLayout(new BorderLayout());
1275     p.setLayout(new GridLayout(6,1));
1276     p.add(cbtt);
1277     p.add(cbwt);
1278     p.add(cbmt);
1279     p.add(cbdt);
1280     p.add(cbtg);
1281     p.add(cbltk);
1282     p.add(cbtc);
1283     p.add(cbmc);
1284     add("Center",p);
1285     add("East",ok);
1286     add("South",beenden);
1287     pack();
1288     show();
1289   }
1290
1291   public boolean action(Event ev, Object target){
1292     if(ev.id == Event.ACTION_EVENT) {
1293       if(ev.target == ok) {
1294         if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
1295           TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
1296           tt.stelleDar();
1297           return true;
1298         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
1299           WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
1300           wt.stelleDar();
1301           return true;
1302         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
1303           MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
1304           mt.stelleDar();
1305           return true;
1306         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
1307           MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
1308           dt.stelleDar();
1309           return true;
1310         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
1311           Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
1312           tg.stelleDar();
1313           return true;
1314         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
1315           LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
1316           ltg.stelleDar();
1317           return true;
1318         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
1319           TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
1320           tc.stelleDar();
1321           return true;
1322         } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
1323           MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
1324           mc.stelleDar();
1325           return true;
1326         }
1327       } else if(ev.target == beenden) {
1328         System.exit(0);
1329         return true;
1330       }
1331     }
1332     return false;
1333   }
1334 }
1335
```

```
1336
1337 /* Programmeinstiegspunkt
1338 */
1339
1340 class Boerse {
1341     public static void main(String args[]) {
1342         Auswahl a = new Auswahl("Boersen-Information");
1343     }
1344 }
1345
1346
```

B.1.3 Boerse.java (5 levels of inheritance)

```
1   /*************************************************************************/
2   /*Programmautor: Barbara Unger                                           */
3   /*Datum:         1997-06-03                                              */
4   /*Gruppe:        Boerse5                                                 */
5   /*************************************************************************/
6
7   import java.awt.*;
8   import java.util.Vector;
9   import java.util.Enumeration;
10  import java.util.Date;
11  import java.io.*;
12
13  /* Programm zum Betrachten von Boersenkursen.
14      Abfolge der Klassen in dieser Datei:
15
16      interface Konstanten
17      abstract class BoersenInfo extends Frame impelements Konstanten
18      abstract class KostenloseInfos extends BoersenInfo
19      abstract class KostenplichtigeInfos extends BoersenInfo
20      abstract class Chart extends KostenloseInfos
21      class TagesChart extends Chart
22      class TagesChartWert implements Comparable
23      class MonatsChart extends Chart
24      class MonatsChartWert implements Comparable
25      abstract class Tabelle extends KostenloseInfos
26      class TagesTabelle extends Tabelle
27      class Tagesdaten implements Comparable
28      class Zeitraumdaten implements Comparable
29      class Datum
30      class Uhrzeit
31      class Kurs
32      abstract class ZeitraumTabelle extends Tabelle
33      class Tagesgewinne extends LetzteTageskurse
34      class LetzteTageskurse extends TagesTabelle
35      class WochenTabelle extends ZeitraumTabelle
36      class MonatsTabelle extends ZeitraumTabelle
37      class MonatsDynamikTabelle extends MonatsTabelle
38      interface Comparable
39      abstract class ChartAnzeiger extends Canvas
40      class TagesChartAnzeiger extends ChartAnzeiger
41      class MonatsChartAnzeiger extends ChartAnzeiger
42      class Auswahl extends Frame
43      class Boerse
44  */
45
46  interface Konstanten {
47  //  static Date date = new Date();
48  //  static Datum heute = new Datum(date.getDay(), date.getMonth(), date.getYear());
49     static Datum heute = new Datum(27, 5, 97);
50     static String kurse = "KURSE";
51     static String kassakurse = "KASSAKURSE";
52  }
53
54
55  /* abstrakte Klasse BoersenInfo Implementiert Fenster, in denen
56      Boersen-Informationen angezeigt werden.  Stellt sicher, dass in
```

```
57      jeder der daraus abgeleiteten Klassen Knoepfe zum Schliessen des
58      Fensters und zum Beenden des Programmes existieren.
59
60      Methoden:
61        BoersenInfo(String)       erzeugt das Fenster und setzt den Titel
62        schliesseFenster()        kehrt zum aufrufenden Fenster zurueck
63        beendeProgramm()          beendet das Programm komplett
64        action(Event, Object)     verarbeitet Interaktionsereignisse
65        abstract myaction(Event, Object)
66                                  wird in "action" aufgerufen; Unterklassen
67                                  koennen hier durch ueberschreiben
68                                  spezielle Ereignisbehandlung
69                                  implementieren
70  */
71
72  abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten{
73    Panel p1 = new Panel();
74    Panel p2 = new Panel();
75    Panel p3 = new Panel();
76    Button schliessen = new Button("Schliessen");
77    Button beenden = new Button("Beenden");
78    float kosten;
79
80    /* Konstruktor. Setzt den Titel des Fensters, fuegt drei Panels ein und bestimmt das Layout.
81       Panel p1 dient zum Darstellen von Sponsor- oder Kosteninformationen,
82       Panel p2 dient zum Anzeigen der angeforderten Informationen,
83       Panel p3 enthaelt Knoepfe zum Schliessen des Fensters und zum Beenden des Programms.
84    */
85    BoersenInfo(String titel) {
86      super(titel);
87      this.setLayout(new BorderLayout());
88      p1.setLayout(new FlowLayout());
89      add("North",p1);
90      p2.setLayout(new BorderLayout());
91      add("Center",p2);
92      p3.setLayout(new FlowLayout());
93      add("South",p3);
94      p3.add(schliessen);
95      p3.add(beenden);
96    }
97
98    /* Schliesst das Fenster und gibt seine Ressourcen frei.
99     */
100   void schliesseFenster() {
101     this.dispose();
102   }
103
104   /* Beendet das Programm komplett: alle Fenster werden geschlossen.
105    */
106   void beendeProgramm() {
107     System.exit(0);
108   }
109
110   /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
111      Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
112      anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
113   */
114   public boolean action(Event event, Object target) {
115     if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
116       if(event.target == schliessen) {
117         schliesseFenster();
118         return true;
119       }
120       else if(event.target == beenden) {
```

```
121             beendeProgramm();
122             return true;
123           } else {
124             return myaction(event, target);
125           }
126       } else {
127         return false;
128       }
129     }
130
131     /* Wird von "action" aufgerufen. Kann in Unterklassen ueberschrieben
132        werden, um eine spezielle Ereignisbehandlung zu
133        implementieren. (Diese Konstruktion verhindert, dass die Behandlung
134        der Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" jedesmal neu implementiert
135        werden muss.
136     */
137     abstract boolean myaction(Event ev, Object target);
138   }
139
140
141   /* abstrakte Klasse KostenloseInfos
142      Stellt sicher, dass fuer das Abrufen von Informationen durch alle
143      aus ihr abgeleiteten Klassen keine Kosten anfallen. (Kosten werden
144      von einem Sponsor getragen).
145      Des weiteren stellt sie eine Methode zum Dateneinlesen
146      bereit. Welche Daten jedoch daraus erzeugt werden ist zu diesem
147      Zeitpunkt unklar und wird erst in einer Unterklasse entschieden
148      durch die Methode erzeugeDatenvector(). Ausserdem wird nun schon
149      ein Sponsorlabel fuer alle kostenlosen Infos gesetzt.
150
151      Methoden:
152      KostenloseInfos(String) Konstruktor, setzt Fenstertitel, fuegt einen Sponsor ein
153                              und setzt die Kosten auf 0.00.
154      leseDaten(String)   liest Daten aus einer Datei und schreibt sie mit Hilfe
155                              der Methode erzeugeDatenvector() in den Vector vec
156      qsort(int, int), partition(int, int), exchange(int, int), sortiere()
157                              sind Methoden, die einen Sortieralgorithmus fuer alle
158                              Unterklassen zur Verfuegung stellen. Da in jeder
159                              Unterklasse unterschiedliche Datentypen zu sortieren
160                              sind, wurde Schablonenmethode angewandt, die
161                              vergleiche()-Methode ist nur abstrakt realisiert
162                              und wird vom jeweiligen Datentyp erst implementiert.
163   */
164
165   abstract class KostenloseInfos extends BoersenInfo {
166     String dateiname;
167     Label sponsor;
168     Vector vec = new Vector();
169
170     /* Konstruktor, setzt den Titel des Fensters, fuegt einen Sponsor in das
171        Fenster ein (in p1) und setzt die Kosten auf 0.00
172      */
173     KostenloseInfos(String titel) {
174       super(titel);
175       sponsor = new Label("Diese Seiten werden gesponsort von xxy");
176       p1.add(sponsor);
177       kosten = 0.0f;
178     }
179
180     /* Liest die gewuenschten Daten aus einer Datei und erzeugt durch die
181        abstrakte Methode erzeugeDatenvector eine Datenstruktur, in der die
182        relevanten Daten gespeichert werden.
183      */
184     void leseDaten(String dateiname) {
```

```
185       try{
186          BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(dateiname));
187          String s;
188          try{
189             while((s = br.readLine())≠null) {
190                if(!s.startsWith("#")) {
191                   erzeugeDatenvector(s);
192                }
193             }
194          } catch (IOException e) {
195             System.err.println("Lesefehler bei Datei " + dateiname);
196          }
197       } catch (FileNotFoundException e) {
198          System.err.println("Die Datei " + dateiname + " konnte nicht geoeffnet werden");
199       }
200    }
201
202    /* Erzeugt aus einem String ein Objekt in dem die relevanten Daten
203       gespeichert sind. Dieses Objekt wird im Vektor vec gepeichert
204     */
205    abstract void erzeugeDatenvector(String s);
206
207    /* Beschreibung des Quicksort siehe oben
208     */
209    void qsort(int left, int right) {
210       int middle;
211       if(left < right){
212          middle = partition(left, right);
213          qsort(left,middle-1);
214          qsort(middle+1, right);
215       }
216    }
217
218    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
219     */
220    int partition(int left, int right) {
221       Comparable pivot = (Comparable)vec.elementAt(left);
222       int l = left;
223       int r = right;
224       int middle;
225       while(l < r) {
226          while((l ≤ right) && (((Comparable)vec.elementAt(l)).vergleiche(pivot))){
227             l = l+1;
228          }
229          while((r ≥ left) && (!((Comparable)vec.elementAt(r)).vergleiche(pivot))){
230             r = r-1;
231          }
232          if(l < r) {
233             exchange(l, r);
234          }
235       }
236       middle = r;
237       exchange (left, middle);
238       return middle;
239    }
240
241    /* Hilfsprozedur fuer den Quicksort
242     */
243    void exchange(int i, int j) {
244       Comparable c = (Comparable)vec.elementAt(i);
245       vec.setElementAt(vec.elementAt(j),i);
246       vec.setElementAt(c,j);
247    }
248
```

```
249     /* Ruft Quicksort auf
250       */
251     void sortiere() {
252        qsort(0, vec.size()-1);
253     }
254  }
255
256
257  /* Klasse KostenpflichtigeInfos
258       enthaelt einen Rahmen fuer Informationen, die vom Kunden bezahlt werden
259       muessen, wie beispielsweise Prognosen, etc.
260    */
261  /*Wird nicht ausprogrammiert.*/
262  abstract class KostenplichtigeInfos extends BoersenInfo {
263
264     KostenplichtigeInfos(String titel) {
265        super(titel);
266        kosten = 1.0f;
267     }
268  }
269
270
271  /* abstrakte Klasse Chart
272       Diese Klasse enthaelt allgemeine Methoden zur Darstellung eines Charts.
273       Dazu muss erst einmal ein Wertpapier ausgewaehlt werden, das angezeigt
274       werden soll, und nach der Auswahl sollte der Chart angezeigt werden.
275
276       Methoden:
277       Chart(String)          Konstruktor, setzt den Fenstertitel
278       void stelleDar()       stellt eine Dialogbox dar.
279       myaction()             erweitert die action-Methode der Oberklasse.
280       abstract zeigeCanvasAn()   liefert ein Canvas zurueck.
281  */
282
283  abstract class Chart extends KostenloseInfos {
284     int xChartSize = 200;
285     int yChartSize = 200;
286     String wkn;
287     Label l = new Label();
288     TextField t = new TextField("700045634",9);
289     Button ok = new Button("ok");
290
291     /* Konstruktor, ruft den Konstruktor von KostenloseInfos auf, und fuegt in den
292          freien Rahmen p2 eine Auswahlmoeglichkeit des gewuenschten Wertpapiers ein
293       */
294     Chart(String titel) {
295        super(titel);
296     }
297
298     void stelleDar(){
299        p2.add("North",l);
300        p2.add("Center",t);
301        p2.add("South",ok);
302        pack();
303        show();
304     }
305
306
307     /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
308          Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
309          aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
310          und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
311       */
312     boolean myaction(Event ev, Object target){
```

```
313       if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
314          wkn = t.getText();
315          wkn.trim();
316          p2.removeAll();
317          leseDaten(dateiname);
318          p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
319          pack();
320          show();
321          return true;
322       }
323       return false;
324    }
325
326 /*  liefert ein Canvas zurueck. Was das Canvas enthaelt, wird erst in der Unterklasse
327     bestimmt.
328  */
329    abstract Canvas zeigeCanvasAn();
330 }
331
332
333 /* Klasse TagesChart
334    In dieser Klasse wird das Erzeugen des Datenvektors implementiert.
335    Diese entscheidet durch eine selektiere()-Methode, welche
336    Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
337
338    Methoden:
339       TagesChart(String)          Konstruktor, der den Titel setzt und die Datei
340                                   mit den Daten angibt.
341       erzeugeDatenvector(String)  bekommt eine Datensatz in Stringform und
342                                   entscheidet mit Hilfe von selektiere(), ob der
343                                   Datensatz in den Datenvektor eingefuegt
344                                   werden soll.
345       selektiere(String s)        entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
346                                   soll, konkret: ob er von dem angegebenen
347                                   Datum ist und die entsprechende
348                                   Wertpapierkennnummer hat
349       zeigeCanvasAn()             erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der
350                                   Chart aus den selektierten Daten, die im Datenvektor stehen,
351                                   angezeigt wird.
352 */
353
354 class TagesChart extends Chart {
355    TagesChartWert tcw;
356
357 /* Konstruktor, der den Titel setzt und die Datei mit den Daten angibt
358  */
359    TagesChart(String titel) {
360       super(titel);
361       dateiname = kurse;
362       l.setText("Bitte geben Sie die Wertpapierkennnummer fuer den Tageschart an");
363    }
364
365 /* bekommt eine Datensatz in Stringform und entscheidet mit Hilfe von selektiere(),
366     ob der Datensatz in den Datenvektor eingefuegt werden soll.
367  */
368    void erzeugeDatenvector(String s){
369       if(selektiere(s) == true) {
370          tcw = new TagesChartWert(s);
371          vec.addElement(tcw);
372       }
373    }
374
375 /* entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden soll, konkret: ob er von dem angegebenen
376     Datum ist und die entsprechende Wertpapierkennnummer hat
```

```
377    */
378    boolean selektiere(String s) {
379       Datum d = new Datum();
380       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
381       if((heute.tag == d.tag) && (heute.monat ==d.monat) && (heute.jahr == d.jahr)) {
382          return (wkn.compareTo(s.substring(15,24))==0);
383       }
384       return false;
385    }
386
387 /* erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der Chart aus den selektierten Daten, die im
388     Datenvektor stehen, angezeigt wird.
389  */
390    Canvas zeigeCanvasAn() {
391       return new TagesChartAnzeiger(vec, xChartSize, yChartSize);
392    }
393 }
394
395
396
397 /*Klasse TagesChartWert
398    ist ein Objekttyp, der aus einer Uhrzeit und einem Kurswert besteht.
399    Das sind genau die Daten, die man zum Anzeigen eines Tagescharts braucht. Die Klasse hat
400    eine vergleiche-Methode, so dass man einen Vector mit Objekten dieses Typs mit
401    der sortier()-Methode aus der Klasse KostenloseInfos sortieren kann.
402
403    Methoden:
404       TagesChartWert(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
405                                    und der Kurs enthalten sind.
406       vergleiche(Comparable c) vergleicht die Uhrzeiten
407 */
408
409 class TagesChartWert implements Comparable {
410    Uhrzeit uhrzeit;
411    Kurs kurs;
412
413 /* bekommt einen String, in dem die Uhrzeit und der Kurs enthalten sind.
414  */
415    TagesChartWert(String s) {
416       uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,15));
417       kurs = new Kurs(s.substring(s.length()-7, s.length()));
418    }
419
420 /* vergleicht die Uhrzeiten zweier TagesChartWert-Objekte
421  */
422    public boolean vergleiche(Comparable c) {
423       return ((this.uhrzeit).kleinergleich(((TagesChartWert)c).uhrzeit));
424    }
425 }
426
427
428 /* Klasse MonatsChart
429     In dieser Klasse wird das Erzeugen des Datenvectors implementiert.
430     Diese entscheidet durch eine selektiere()-Methode, welche
431     Datensaetze ueberhaupt ausgewaehlt werden sollen.
432
433     Methoden:
434        MonatsChart(String)          Konstruktor, der den Titel setzt und die Datei
435                                        mit den Daten angibt.
436        erzeugeDatenvector(String) bekommt eine Datensatz in Stringform und
437                                        entscheidet mit Hilfe von slektiere(), ob der
438                                        Datensatz in den Datenvector eingefuegt
439                                        werden soll.
440        selektiere(String s)         entscheidet, ob der String ausgewaehlt werden
```

```
                                    soll, konkret: ob er von dem angegebenen
                                    Datum ist und die entsprechende
                                    Wertpapierkennnummer hat
      zeigeCanvasAn()               erzeugt ein Objekt der Canvas-Klasse, in der der
                                    Chart angezeigt wird.
*/

class MonatsChart extends Chart {
   MonatsChartWert mcw;
   Datum letzterMonat = new Datum();

   MonatsChart(String titel) {
      super(titel);
      l.setText("Bitte geben Sie die Wertpapierkennnummer fuer den Monatschart an");
      dateiname = kassakurse;
      letzterMonat = heute.monatzurueck();
   }

   void erzeugeDatenvector(String s){
      if(selektiere(s) == true) {
         mcw = new MonatsChartWert(s);
         vec.addElement(mcw);
      }
   }

   boolean selektiere(String s) {
      Datum d = new Datum();
      d.setzeDatum(s.substring(0,8));
      if(!d.kleinergleich(letzterMonat)) {
         return (wkn.compareTo(s.substring(9,18))==0);
      }
      return false;
   }

   Canvas zeigeCanvasAn() {
      return new MonatsChartAnzeiger(vec, xChartSize, yChartSize);
   }
}


/*Klasse MonatsChartWert
   ist ein Objekttyp, der aus einem Datum und einem Kassakurswert besteht,
   Daten, die man zum Anzeigen eines Monatschart braucht. Die Klasse hat
   eine vergleiche-Methode, so dass man einen Vector mit diesem Typ mit
   der sortier()-Methode aus der Klasse KostenloseInfos sortieren kann.

   Methoden:
      MonatsChartAnzeiger(String)  bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
                                   und der Kurs enthalten sind.
      vergleiche(Comparable c)     vergleicht das Datum
*/

class MonatsChartWert implements Comparable {
   Kurs kassakurs;
   Datum datum;

   MonatsChartWert(String s){
      kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6, s.length()));
      datum = new Datum(s.substring(0,9));
   }

   public boolean vergleiche(Comparable c){
      return ((this.datum).kleinergleich(((MonatsChartWert)c).datum));
   }
```

```
505 }
506
507
508 /* abstrakte Klasse Tabelle.
509    Gemeinsame Oberklasse fuer alle tabellarischen Darstellungen von
510    Kursen oder Kassakursen.
511 */
512
513 abstract class Tabelle extends KostenloseInfos {
514
515    Tabelle(String titel) {
516       super(titel);
517       setzeDateiname();
518    }
519
520    /* Diese Methoden koennen nicht im Konstruktor aufgerufen werden, da
521       zum Zeitpunkt der Ausfuehrung des Konstruktors manche Variablen
522       noch nicht gesetzt wurden. Daher werden sie in eine eigene Methode
523       "stelleDar" aufgerufen.
524     */
525    void stelleDar(){
526       leseDaten(dateiname);
527       zeigeTabelleAn();
528    }
529
530    abstract void setzeDateiname();
531    abstract void zeigeTabelleAn();
532 }
533
534 /* Klasse zur tabellarischen Darstellung aller Kurse eines Tages
535 */
536
537 class TagesTabelle extends Tabelle {
538    TextArea textarea;
539
540    TagesTabelle(String titel) {
541       super(titel);
542    }
543
544    void setzeDateiname(String s) {
545       dateiname = s;
546    }
547
548    void setzeDateiname() {
549       dateiname = kurse;
550    }
551
552    boolean myaction(Event ev, Object target){
553       return true;
554    }
555
556    boolean selektiere(String s) {
557       Datum d = new Datum();
558       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
559       return ((heute.tag == d.tag) && (heute.monat == d.monat) && (heute.jahr == d.jahr));
560    }
561
562
563    void erzeugeDatenvector(String s) {
564       if(selektiere(s) == true) {
565          Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
566          Uhrzeit uhrzeit = new Uhrzeit(s.substring(9,14));
567          Kurs kurs = new Kurs(s.substring(s.length() - 7, s.length()));
568          String wkn = s.substring(14,24);
```

```
569             String name = s.substring(25, s.length()-7);
570             Tagesdaten tagesdaten = new Tagesdaten(datum, uhrzeit, wkn, name, kurs);
571             vec.addElement(tagesdaten);
572          }
573       }
574
575       void zeigeTabelleAn(){
576          textarea = new TextArea(20,40);
577          p2.add("Center",textarea);
578          sortiere();
579          for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
580             textarea.append((((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).uhrzeit).stunde + ":" +
581                                 (((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).uhrzeit).minute + "  " +
582                                 ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
583                                 ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
584                                 ((Tagesdaten)vec.elementAt(i)).kurs.kurs + "\n");
585          }
586          if(vec.size() == 0) {
587             textarea.append("Fuer das heutige Datum, " + heute.tag + "." +
588                                 heute.monat + "." + heute.jahr +
589                                 ", existieren keine Daten\n");
590          }
591          this.pack();
592          this.show();
593       }
594    }
595
596
597    /* Klasse zur Repraesentation eines einzelnen Kursinformations-Datensatzes
598    */
599
600    class Tagesdaten implements Comparable {
601       Datum datum;
602       Uhrzeit uhrzeit;
603       String wertpapierkennnummer;
604       String name;
605       Kurs kurs;
606
607       Tagesdaten(Datum d, Uhrzeit u, String wkn, String n, Kurs k) {
608          datum = d;
609          uhrzeit = u;
610          wertpapierkennnummer = wkn;
611          name = n;
612          kurs = k;
613       }
614
615       public boolean vergleiche(Comparable c) {
616          return (this.uhrzeit).kleinergleich(((Tagesdaten)c).uhrzeit);
617       }
618    }
619
620
621    /* Klasse zur Repraesentation eines einzelnen Kassakursinformations-Datensatzes
622    */
623
624    class Zeitraumdaten implements Comparable {
625       Datum datum;
626       String wertpapierkennnummer;
627       String name;
628       Kurs kassakurs;
629
630       Zeitraumdaten(Datum d, String wkn, String n, Kurs k) {
631          datum = d;
632          wertpapierkennnummer = wkn;
```

```
633         name = n;
634         kassakurs = k;
635     }
636
637     public boolean vergleiche(Comparable c) {
638         return (this.datum).kleinergleich(((Zeitraumdaten)c).datum);
639     }
640 }
641
642
643 /* Klasse zur Repraesentation eines Datums, incl. Berechnung des
644    Datums 'vor einer Woche' und 'vor einem Monat'.
645    (Anmerkung zum Experiment:
646     Diese Routinen sind vereinfacht, um den Code zu verkuerzen.
647     Sie funktionieren nicht wirklich korrekt. Das soll uns hier aber mal
648     gerade nicht stoeren...)
649 */
650
651 class Datum {
652     int tag;
653     int monat;
654     int jahr;
655
656     Datum() {
657         tag = 0;
658         monat = 0;
659         jahr = 0;
660     }
661
662     Datum(String s){
663         tag = new Integer(s.substring(0,2)).intValue();
664         monat = new Integer(s.substring(3,5)).intValue();
665         jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();
666     }
667
668     Datum(int t, int m, int j){
669         tag = t;
670         monat = m;
671         jahr = j;
672     }
673
674     void setzeDatum(String s) {
675         tag = new Integer(s.substring(0,2)).intValue();
676         monat = new Integer(s.substring(3,5)).intValue();
677         jahr = new Integer(s.substring(6,8)).intValue();
678     }
679
680     void setzeDatum(int t, int m, int j) {
681         tag = t;
682         monat = m;
683         jahr = j;
684     }
685
686     boolean kleinergleich(Datum d) {
687         if(this.jahr < d.jahr) {
688             return true;
689         } else if(this.jahr == d.jahr){
690             if(this.monat < d.monat) {
691                 return true;
692             } else if(this.monat == d.monat){
693                 if(this.tag ≤ d.tag) {
694                     return true;
695                 }
696             }
```

```
697         }
698         return false;
699     }
700
701     Datum monatzurueck() {
702         Datum d = new Datum();
703         d.tag = tag;
704         d.jahr = jahr;
705         if(monat == 1) {
706             d.monat = 12;
707             d.jahr = jahr - 1;
708         } else {
709             d.monat = monat - 1;
710         }
711         return d;
712     }
713
714     /* vereinfachte Berechnung: Alle Monate haben 30 Tage
715       */
716     Datum wochezurueck() {
717         Datum d = new Datum();
718         d.tag = tag - 7;
719         d.monat = monat;
720         d.jahr = jahr;
721         if(d.tag < 1) {
722             d.tag = d.tag + 30;
723             d.monat = monat - 1;
724             if(d.monat < 1) {
725                 d.monat = d.monat + 12;
726                 d.jahr = jahr - 1;
727             }
728         }
729         return d;
730     }
731
732     void print() {
733         System.out.println(" Datum = " + tag + "." + monat + "." + jahr);
734     }
735 }
736
737 /* Klasse zur Repraesentation einer Uhrzeit
738 */
739
740 class Uhrzeit {
741     int stunde;
742     int minute;
743
744     Uhrzeit(String s) {
745         stunde = (new Integer(s.substring(0,2))).intValue();
746         minute = (new Integer(s.substring(3,5))).intValue();
747     }
748
749     boolean kleinergleich(Uhrzeit u) {
750         if(this.stunde < u.stunde) {
751             return true;
752         } else if(this.stunde == u.stunde) {
753             if(this.minute ≤ u.minute) {
754                 return true;
755             }
756         }
757         return false;
758     }
759 }
760
```

```
761 /* Klasse zur Repraesentation eines Kurses oder Kassakurses
762 */
763
764 class Kurs {
765    float kurs;
766
767    Kurs(String s){
768       kurs = (new Float(s)).floatValue();
769    }
770 }
771
772
773 /* abstrakte Klasse ZeitraumTabelle.
774     Gemeinsame Oberklasse fuer alle tabellarischen Darstellungen, die
775     ueber mehrere Tage gehen. Benutzt die Kassakurse.
776 */
777
778 abstract class ZeitraumTabelle extends Tabelle {
779    Datum vonDatum;
780    TextArea textarea;
781
782    ZeitraumTabelle(String titel) {
783       super(titel);
784    }
785
786    void setzeDateiname(String s) {
787       dateiname = s;
788    }
789
790    void setzeDateiname() {
791       dateiname = kassakurse;
792    }
793
794    boolean selektiere(String s) {
795       Datum d = new Datum();
796       d.setzeDatum(s.substring(0,8));
797       return (!d.kleinergleich(vonDatum));
798    }
799
800    void erzeugeDatenvector(String s){
801       if(selektiere(s) == true) {
802          Datum datum = new Datum(s.substring(0,8));
803          String wkn = s.substring(9,18);
804          String name = s.substring(19, s.length()-7);
805          Kurs kassakurs = new Kurs(s.substring(s.length()-6,s.length()));
806          Zeitraumdaten zrd = new Zeitraumdaten(datum, wkn, name, kassakurs);
807          vec.addElement(zrd);
808       }
809    }
810
811    void zeigeTabelleAn(){
812       textarea = new TextArea(20,40);
813       p2.add("Center",textarea);
814       sortiere();
815       for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
816          textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
817                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
818                          (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
819                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
820                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
821                          ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs.kurs + "\n");
822       }
823       if(vec.size() == 0) {
824          textarea.append("Fuer der gewuenschten Zeitraum existieren keine Daten\n");
```

```
825         }
826         this.pack();
827         this.show();
828       }
829   }
830
831
832   /* Tabellarische Darstellung der prozentualen Unterschiede zwischen dem
833       ersten und letzten Kurs jeder Aktie am heutigen Datum.
834   */
835
836   class Tagesgewinne extends LetzteTageskurse {
837
838       Tagesgewinne(String titel) {
839         super(titel);
840       }
841
842       float tagesgewinn(String wertpapierkennnummer, int start) {
843         float min = 0.0f;
844         float max = 0.0f;
845         int i = start;
846         while((wertpapierkennnummer.compareTo(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) ≠ 0) && (i <
vec.size())) {
847           i = i+1;
848         }
849         min = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
850         while(i < vec.size()) {
851           if(wertpapierkennnummer.compareTo(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) == 0) {
852             max = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
853           }
854           i = i+1;
855         }
856         //      System.out.println("Min = " + min + "       Max = " + max);
857         if(min == 0.0f) {
858           return 0;
859         } else {
860           return ((max - min)/min);
861         }
862       }
863
864       void zeigeTabelleAn() {
865         textarea = new TextArea(20,40);
866         p2.add("Center",textarea);
867         boolean keineDaten = true;
868         sortiere();
869         for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
870           if(! schonAbgearbeitet(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer)) {
871             textarea.append(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).name + "  " +
872                             ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer + "  "
873                             + tagesgewinn(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer, i) +
874                             "\n");
875             keineDaten = false;
876           }
877         }
878         if(keineDaten == true) {
879           textarea.append("Fuer das heutige Datum, " + heute.tag + "." +
880                           heute.monat + "." + heute.jahr +
881                           ", existieren keine Daten\n");
882         }
883         this.pack();
884         this.show();
885       }
886   }
887
```

```
/* tabellarische Darstellung der letzten vorhandenen heutigen Kurse fuer alle
    Aktientitel.
*/

class LetzteTageskurse extends TagesTabelle {
   Vector v = new Vector();

   LetzteTageskurse(String titel) {
      super(titel);
   }

   boolean schonAbgearbeitet(String s) {
      int i = 0;
      while(i < v.size()) {
         if(((String)v.elementAt(i)).compareTo(s)==0) {
            i = v.size();
            return true;
         } else {
            i++;
         }
      }
      v.addElement(s);
      return false;
   }

   float letztetageskurse(String wertpapierkennnummer, int start) {
      float letzter = 0.0f;
      int i = start;
      while(i < vec.size()) {
         if(wertpapierkennnummer.compareTo(
               ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer) == 0) {
            letzter = ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).kurs.kurs;
         }
         i = i+1;
      }
      return letzter;
   }

   void zeigeTabelleAn() {
      textarea = new TextArea(20,40);
      p2.add("Center",textarea);
      sortiere();
      for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
         if(!schonAbgearbeitet(
                  ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer)) {
            textarea.append(((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).name + "  " +
                                 ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer + "  " +
                                 letztetageskurse(
                                 ((Tagesdaten)(vec.elementAt(i))).wertpapierkennnummer, i) +
                                 "\n");
         }
      }
      if(vec.size() == 0) {
         textarea.append("Fuer das heutige Datum, " +
                              heute.tag + "." + heute.monat + "." +
                              heute.jahr + ", existieren keine Daten\n");
      }
      this.pack();
      this.show();
   }
}


/* tabellarische Darstellung der Kassakurse aller Aktientitel fuer die
```

```
952       letzten 7 Tage.
953   */
954
955   class WochenTabelle extends ZeitraumTabelle {
956
957     WochenTabelle(String titel) {
958       super(titel);
959       vonDatum = heute.wochezurueck();
960     }
961
962     boolean myaction(Event ev, Object target) {
963       return true;
964     }
965   }
966
967
968   /* tabellarische Darstellung der Kassakurse aller Aktientitel fuer die
969       letzten 30 Tage (genauer gesagt: seit dem gleichen Tag im Vormonat).
970   */
971
972   class MonatsTabelle extends ZeitraumTabelle {
973
974     MonatsTabelle(String titel) {
975       super(titel);
976       vonDatum = heute.monatzurueck();
977     }
978
979     boolean myaction(Event ev, Object target) {
980       return true;
981     }
982   }
983
984
985   /* tabellarische Darstellung der prozentualen Unterschiede zwischen
986       aufeinanderfolgenden Kassakursen aller Aktientitel fuer den
987       letzten Monat.
988   */
989
990   class MonatsDynamikTabelle extends MonatsTabelle {
991     Vector dyn = new Vector();
992
993     MonatsDynamikTabelle(String titel) {
994       super(titel);
995     }
996
997     float berechneDynamik(int i) {
998       //suche den letzen Wert des gleichen Wertpapiers, um die prozentuale
999       //Abweichung des neuen Wertes vom alten zu bestimmen.
1000      int j = i-1;
1001      boolean gefunden = false;
1002      while ((j ≥ 0) && !gefunden) {
1003        if ((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer).compareTo(
1004              ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).wertpapierkennnummer) == 0) {
1005          gefunden = true;
1006          return ((((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).kassakurs).kurs -
1007                      (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).kassakurs).kurs)/
1008                       (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(j)).kassakurs).kurs)*100);
1009        }
1010        j--;
1011      }
1012      return 0.0f;
1013    }
1014
1015    void zeigeTabelleAn(){
```

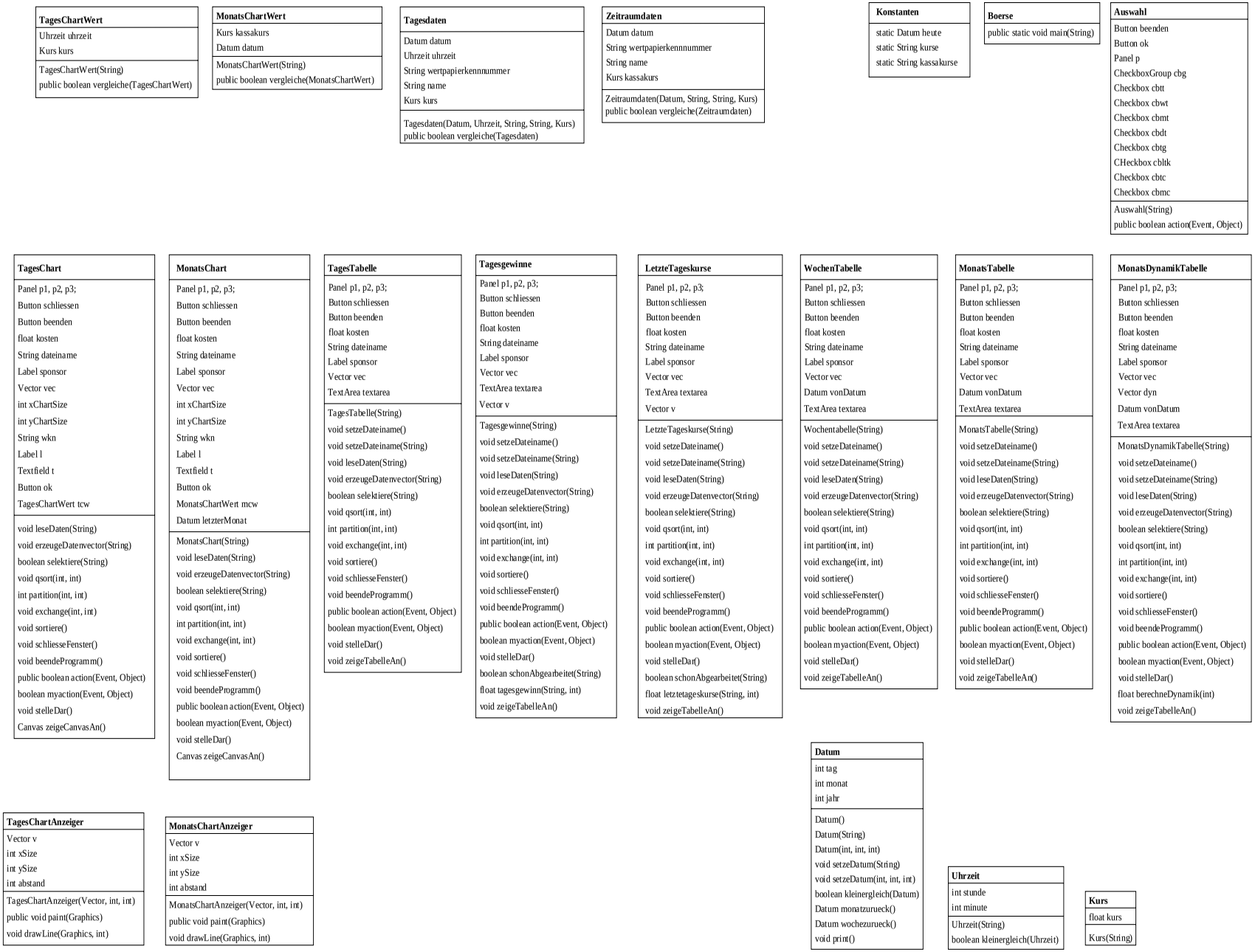
```
1016        textarea = new TextArea(20,40);
1017        p2.add("Center",textarea);
1018        sortiere();
1019        for(int i = 0; i < vec.size(); i++) {
1020           textarea.append((((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).tag + "." +
1021                                 (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).monat + "." +
1022                                 (((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).datum).jahr + "  " +
1023                                 ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).wertpapierkennnummer + "  " +
1024                                 ((Zeitraumdaten)vec.elementAt(i)).name + "  " +
1025                                 berechneDynamik(i) + "%\n");
1026        }
1027        if(vec.size() == 0) {
1028           textarea.append("Fuer diesen Zeitraum existieren keine Daten\n");
1029        }
1030        this.pack();
1031        this.show();
1032     }
1033  }
1034
1035
1036  /* Schnittstelle fuer 'vergleichbare' Datentypen (zum Sortieren).
1037      a.vergleiche(b) liefert 'a kleiner-oder-gleich b'
1038  */
1039
1040  interface Comparable {
1041     public boolean vergleiche(Comparable c);
1042  }
1043
1044  /* Oberklasse aller graphischen Anzeigeklassen
1045  */
1046
1047  abstract class ChartAnzeiger extends Canvas {
1048     Vector v;
1049     int xSize;
1050     int ySize;
1051     int abstand;
1052
1053     ChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
1054        v = vec;
1055        this.xSize = xSize;
1056        this.ySize = ySize;
1057        if(vec.size() ≠ 0) {
1058           abstand = xSize/vec.size();
1059        }
1060        setSize(xSize, ySize);
1061     }
1062
1063     public void paint(Graphics g) {
1064        g.drawRect(0, 0, xSize-1, ySize-1);
1065        for(int i = 0; i < v.size()-1; i++) {
1066           drawLine(g, i);
1067        }
1068     }
1069
1070     abstract void drawLine(Graphics g, int i);
1071  }
1072
1073
1074  /* graphische Darstellung aller Kurse eines Aktientitels fuer den heutigen
1075      Tag.
1076  */
1077
1078  class TagesChartAnzeiger extends ChartAnzeiger {
1079
```

```
1080    TagesChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
1081       super(vec, xSize, ySize);
1082    }
1083
1084    void drawLine(Graphics g, int i){
1085       g.drawLine(i*abstand,
1086                        ySize - (int)((((TagesChartWert)(v.elementAt(i))).kurs).kurs),
1087                        (i+1)*abstand,
1088                        ySize - (int)((((TagesChartWert)(v.elementAt(i+1))).kurs).kurs));
1089    }
1090 }
1091
1092
1093 /* graphische Darstellung aller Kassakurse eines Aktientitels fuer die
1094     letzten 30 Tage.
1095 */
1096
1097 class MonatsChartAnzeiger extends ChartAnzeiger {
1098
1099    MonatsChartAnzeiger(Vector vec, int xSize, int ySize) {
1100       super(vec, xSize, ySize);
1101    }
1102
1103    void drawLine(Graphics g, int i){
1104       g.drawLine(i*abstand,
1105                        ySize - (int)((((MonatsChartWert)(v.elementAt(i))).kassakurs).kurs),
1106                        (i+1)*abstand,
1107                        ySize - (int)((((MonatsChartWert)(v.elementAt(i+1))).kassakurs).kurs));
1108    }
1109 }
1110
1111 /* Kern des Hauptprogramms: Auswahlmenue der einzelnen Darstellungsformen.
1112 */
1113
1114 class Auswahl extends Frame {
1115    Button beenden = new Button("Beenden");
1116    Button ok = new Button("OK");
1117    Panel p = new Panel();
1118    CheckboxGroup cbg = new CheckboxGroup();
1119    Checkbox cbtt = new Checkbox("Tagestabelle", cbg, true);
1120    Checkbox cbwt = new Checkbox("Wochentabelle", cbg, false);
1121    Checkbox cbmt = new Checkbox("Monatstabelle", cbg, false);
1122    Checkbox cbdt = new Checkbox("Dynamiktabelle", cbg, false);
1123    Checkbox cbtg = new Checkbox("Tagesgewinne", cbg, false);
1124    Checkbox cbltk = new Checkbox("letzte Tageskurse", cbg, false);
1125    Checkbox cbtc = new Checkbox("Tages-Chart", cbg, false);
1126    Checkbox cbmc = new Checkbox("Monats-Chart", cbg, false);
1127
1128    Auswahl(String titel) {
1129       super(titel);
1130       setLayout(new BorderLayout());
1131       p.setLayout(new GridLayout(6,1));
1132       p.add(cbtt);
1133       p.add(cbwt);
1134       p.add(cbmt);
1135       p.add(cbdt);
1136       p.add(cbtg);
1137       p.add(cbltk);
1138       p.add(cbtc);
1139       p.add(cbmc);
1140       add("Center",p);
1141       add("East",ok);
1142       add("South",beenden);
1143       pack();
```

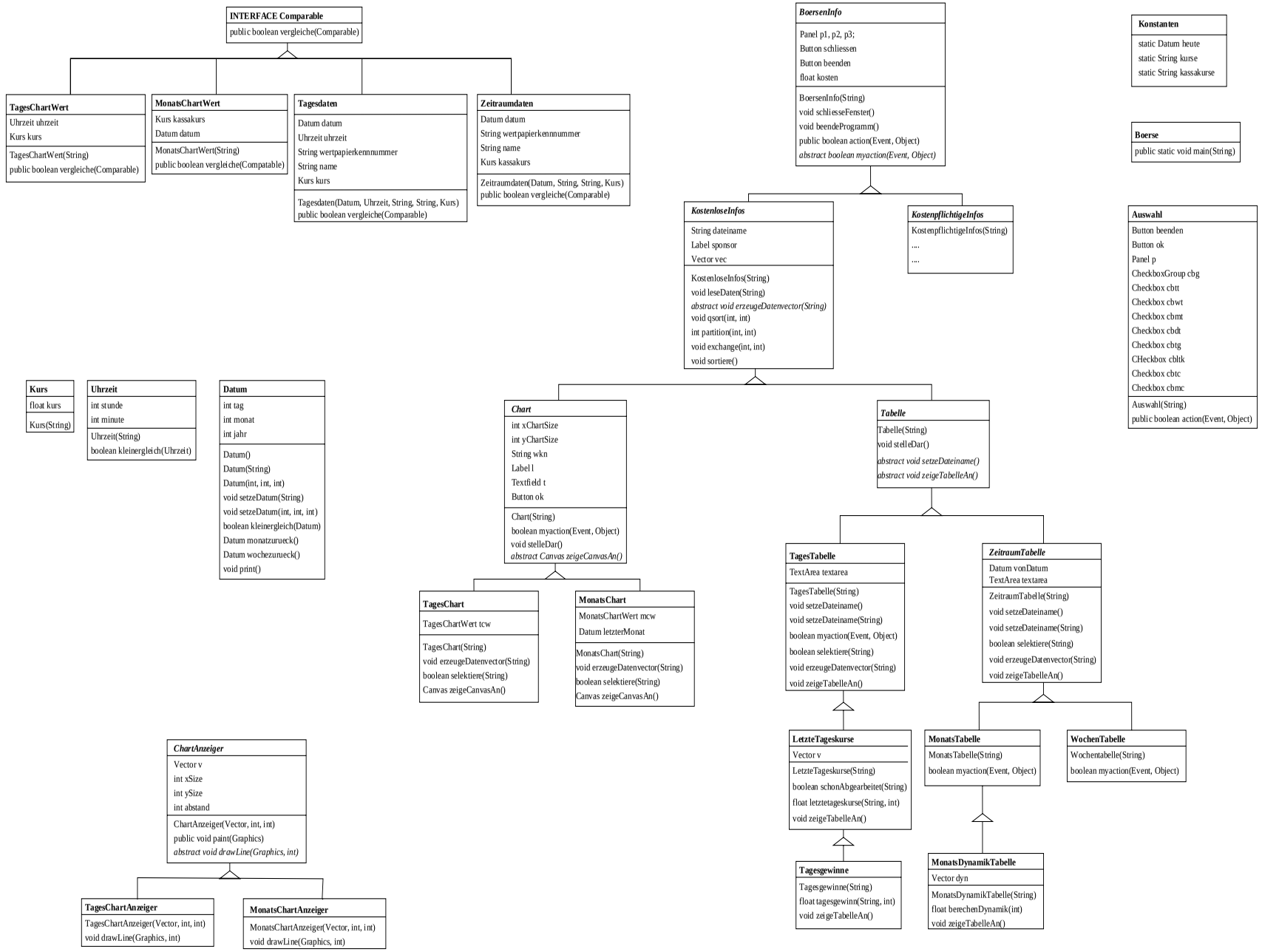
```
1144        show();
1145    }
1146
1147    public boolean action(Event ev, Object target){
1148        if(ev.id == Event.ACTION_EVENT) {
1149            if(ev.target == ok) {
1150                if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
1151                    TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
1152                    tt.stelleDar();
1153                    return true;
1154                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
1155                    WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
1156                    wt.stelleDar();
1157                    return true;
1158                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
1159                    MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
1160                    mt.stelleDar();
1161                    return true;
1162                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
1163                    MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
1164                    dt.stelleDar();
1165                    return true;
1166                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
1167                    Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
1168                    tg.stelleDar();
1169                    return true;
1170                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
1171                    LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
1172                    ltg.stelleDar();
1173                    return true;
1174                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
1175                    TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
1176                    tc.stelleDar();
1177                    return true;
1178                } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
1179                    MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
1180                    mc.stelleDar();
1181                    return true;
1182                }
1183            } else if(ev.target == beenden) {
1184                System.exit(0);
1185                return true;
1186            }
1187        }
1188        return false;
1189    }
1190 }
1191
1192
1193 /* Programmeinstiegspunkt
1194 */
1195
1196 class Boerse {
1197    public static void main(String args[]) {
1198        Auswahl a = new Auswahl("Boersen-Information");
1199    }
1200 }
1201
1202
```

B.2 OMT diagrams – JAKK

On the following three pages you find the depictions of the inheritance hierarchy that were given to the subjects working the 0-level, 3-level, or 5-level program version, respectively.


TagesChartWert
Uhrzeit uhrzeit
Kurs kurs
TagesChartWert(String)
public boolean vergleiche(TagesChartWert)
MonatsChartWert
Kurs kassakurs
Datum datum
MonatsChartWert(String)
public boolean vergleiche(MonatsChartWert)
Tagesdaten
Datum datum
Uhrzeit uhrzeit
String wertpapierkennnummer
String name
Kurs kurs
Tagesdaten(Datum, Uhrzeit, String, String, Kurs)
public boolean vergleiche(Tagesdaten)
Zeitraumdaten
Datum datum
String wertpapierkennnummer
String name
Kurs kassakurs
Zeitraumdaten(Datum, String, String, Kurs)
public boolean vergleiche(Zeitraumdaten)
Konstanten
static Datum heute
static String kurse
static String kassakurse
Boerse
public static void main(String)
Auswahl
Button beenden
Button ok
Panel p
CheckboxGroup cbg
Checkbox cbtt
Checkbox cbwt
Checkbox cbmt
Checkbox cbdt
Checkbox cbtg
CHeckbox cbltk
Checkbox cbtc
Checkbox cbmc
Auswahl(String)
public boolean action(Event, Object)
TagesChart
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
int xChartSize
int yChartSize
String wkn
Label l
Textfield t
Button ok
TagesChartWert tcw
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
Canvas zeigeCanvasAn()
MonatsChart
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
int xChartSize
int yChartSize
String wkn
Label l
Textfield t
Button ok
MonatsChartWert mcw
Datum letzterMonat
MonatsChart(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
Canvas zeigeCanvasAn()
TagesTabelle
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
TextArea textarea
TagesTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
void zeigeTabelleAn()
Tagesgewinne
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
TextArea textarea
Vector v
Tagesgewinne(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
boolean schonAbgearbeitet(String)
float tagesgewinn(String, int)
void zeigeTabelleAn()
LetzteTageskurse
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
TextArea textarea
Vector v
LetzteTageskurse(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
boolean schonAbgearbeitet(String)
float letztetageskurse(String, int)
void zeigeTabelleAn()
WochenTabelle
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
Datum vonDatum
TextArea textarea
Wochentabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
void zeigeTabelleAn()
MonatsTabelle
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
Datum vonDatum
TextArea textarea
MonatsTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
void zeigeTabelleAn()
MonatsDynamikTabelle
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
Vector dyn
Datum vonDatum
TextArea textarea
MonatsDynamikTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
void leseDaten(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
float berechneDynamik(int)
void zeigeTabelleAn()
Datum
int tag
int monat
int jahr
Datum()
Datum(String)
Datum(int, int, int)
void setzeDatum(String)
void setzeDatum(int, int, int)
boolean kleinergleich(Datum)
Datum monatzurueck()
Datum wochezurueck()
void print()
Uhrzeit
int stunde
int minute
Uhrzeit(String)
boolean kleinergleich(Uhrzeit)
Kurs
float kurs
Kurs(String)
TagesChartAnzeiger
Vector v
int xSize
int ySize
int abstand
TagesChartAnzeiger(Vector, int, int)
public void paint(Graphics)
void drawLine(Graphics, int)
MonatsChartAnzeiger
Vector v
int xSize
int ySize
int abstand
MonatsChartAnzeiger(Vector, int, int)
public void paint(Graphics)
void drawLine(Graphics, int)

Kurs
float kurs
Kurs(String)
Uhrzeit
int stunde
int minute
Uhrzeit(String)
boolean kleinergleich(Uhrzeit)
Datum
int tag
int monat
int jahr
Datum()
Datum(String)
Datum(int, int, int)
void setzeDatum(String)
void setzeDatum(int, int, int)
boolean kleinergleich(Datum)
Datum monatszurueck()
Datum wochezurueck()
void print()
BoersenInfo
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
BoersenInfo(String)
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
abstract boolean myaction(Event, Object)
KostenloseInfos
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
KostenloseInfos(String)
void leseDaten(String)
abstract void erzeugeDatenvector(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
KostenpflichtigeInfos
Kostenpflichtigeinfos(String)
...
...
Konstanten
static Datum heute
static String kurse
static String kaeskurse
Boerse
public static void main(String)
Auswahl
Button beenden
Button ok
Panel p
CheckboxGroup cbg
Checkbox cbt
Checkbox cbvt
Checkbox cbmt
Checkbox cblt
Checkbox cbtg
CHeckbox cblik
Checkbox cbtc
Checkbox cbmc
Auswahl(String)
public boolean action(Event, Object)
Tabelle
Tabelle(String)
void stelleDar()
abstract void setzeDateiname()
abstract void zeigeTabelleAn()
TagesTabelle
TextArea textarea
TagesTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean myaction(Event, Object)
void zeigeTabelleAn()
LetzteTagskurse
Vector v
TextArea textarea
LetzteTagskurse(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean myaction(Event, Object)
boolean schonAbgearbeitet(String)
float letzteTageskurse(String, int)
void zeigeTabelleAn()
Tagesgewinne
TextArea textarea
Vector v
Tagesgewinne(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean myaction(Event, Object)
boolean schonAbgearbeitet(String)
float tagesgewinn(String, int)
void zeigeTabelleAn()
WochenTabelle
Datum vonDatum
TextArea textarea
Wochentabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean myaction(Event, Object)
void zeigeTabelleAn()
MonatsTabelle
Datum vonDatum
TextArea textarea
MonatsTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean myaction(Event, Object)
void zeigeTabelleAn()
MonatsDynamikTabelle
Vector dyn
Datum vonDatum
TextArea textarea
MonatsDynamikTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean myaction(Event, Object)
float berechneDynamik(int)
void zeigeTabelleAn()
Chart
int xChartSize
int yChartSize
String wkn
Label l
Textfield t
Button ok
Chart(String)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
abstract Canvas zeigeCanvasAn()
MonatsChart
MonatsChartWert mcw
Datum letzterMonat
MonatsChart(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
Canvas zeigeCanvasAn()
TagesChart
TagesChartWert tcw
TagesChart(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
Canvas zeigeCanvasAn()
INTERFACE Comparable
public boolean vergleiche(Comparable)
Tagesdaten
Datum datum
Uhrzeit uhrzeit
String wertpapierkennnummer
String name
Kurs kurs
Tagesdaten(Datum, Uhrzeit, String, String, Kurs)
public boolean vergleiche(Comparable)
MonatsChartWert
Kurs kaeskurs
Datum datum
MonatsChartWert(String)
public boolean vergleiche(Comparable)
Zeitraumdaten
Datum datum
String wertpapierkennnummer
String name
Kurs kaeskurs
Zeitraumdaten(Datum, String, String, Kurs)
public boolean vergleiche(Comparable)
TagesChartWert
Uhrzeit uhrzeit
Kurs kurs
TagesChartWert(String)
public boolean vergleiche(Comparable)
ChartAnzeiger
Vector v
int xSize
int ySize
int abstand
ChartAnzeiger(Vector, int, int)
public void paint(Graphics)
abstract void drawLine(Graphics, int)
TagesChartAnzeiger
TagesChartAnzeiger(Vector, int, int)
void drawLine(Graphics, int)
MonatsChartAnzeiger
MonatsChartAnzeiger(Vector, int, int)
void drawLine(Graphics, int)


INTERFACE Comparable
public boolean vergleiche(Comparable)
TagesChartWert
Uhrzeit uhrzeit
Kurs kurs
TagesChartWert(String)
public boolean vergleiche(Comparable)
MonatsChartWert
Kurs kassakurs
Datum datum
MonatsChartWert(String)
public boolean vergleiche(Compatable)
Tagesdaten
Datum datum
Uhrzeit uhrzeit
String wertpapierkennnummer
String name
Kurs kurs
Tagesdaten(Datum, Uhrzeit, String, String, Kurs)
public boolean vergleiche(Comparable)
Zeitraumdaten
Datum datum
String wertpapierkennnummer
String name
Kurs kassakurs
Zeitraumdaten(Datum, String, String, Kurs)
public boolean vergleiche(Comparable)
BoersenInfo
Panel p1, p2, p3;
Button schliessen
Button beenden
float kosten
BoersenInfo(String)
void schliesseFenster()
void beendeProgramm()
public boolean action(Event, Object)
abstract boolean myaction(Event, Object)
Konstanten
static Datum heute
static String kurse
static String kassakurse
Boerse
public static void main(String)
KostenloseInfos
String dateiname
Label sponsor
Vector vec
KostenloseInfos(String)
void leseDaten(String)
abstract void erzeugeDatenvector(String)
void qsort(int, int)
int partition(int, int)
void exchange(int, int)
void sortiere()
KostenpflichtigeInfos
KostenpflichtigeInfos(String)
....
....
Auswahl
Button beenden
Button ok
Panel p
CheckboxGroup cbg
Checkbox cbtt
Checkbox cbwt
Checkbox cbmt
Checkbox cbdt
Checkbox cbtg
CHeckbox cbltk
Checkbox cbtc
Checkbox cbmc
Auswahl(String)
public boolean action(Event, Object)
Kurs
float kurs
Kurs(String)
Uhrzeit
int stunde
int minute
Uhrzeit(String)
boolean kleinergleich(Uhrzeit)
Datum
int tag
int monat
int jahr
Datum()
Datum(String)
Datum(int, int, int)
void setzeDatum(String)
void setzeDatum(int, int, int)
boolean kleinergleich(Datum)
Datum monatzurueck()
Datum wochezurueck()
void print()
Chart
int xChartSize
int yChartSize
String wkn
Label l
Textfield t
Button ok
Chart(String)
boolean myaction(Event, Object)
void stelleDar()
abstract Canvas zeigeCanvasAn()
Tabelle
Tabelle(String)
void stelleDar()
abstract void setzeDateiname()
abstract void zeigeTabelleAn()
TagesChart
TagesChartWert tcw
TagesChart(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
Canvas zeigeCanvasAn()
MonatsChart
MonatsChartWert mcw
Datum letzterMonat
MonatsChart(String)
void erzeugeDatenvector(String)
boolean selektiere(String)
Canvas zeigeCanvasAn()
TagesTabelle
TextArea textarea
TagesTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean myaction(Event, Object)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
void zeigeTabelleAn()
ZeitraumTabelle
Datum vonDatum
TextArea textarea
ZeitraumTabelle(String)
void setzeDateiname()
void setzeDateiname(String)
boolean selektiere(String)
void erzeugeDatenvector(String)
void zeigeTabelleAn()
LetzteTageskurse
Vector v
LetzteTageskurse(String)
boolean schonAbgearbeitet(String)
float letztetageskurse(String, int)
void zeigeTabelleAn()
MonatsTabelle
MonatsTabelle(String)
boolean myaction(Event, Object)
WochenTabelle
Wochentabelle(String)
boolean myaction(Event, Object)
Tagesgewinne
Tagesgewinne(String)
float tagesgewinn(String, int)
void zeigeTabelleAn()
MonatsDynamikTabelle
Vector dyn
MonatsDynamikTabelle(String)
float berechenDynamik(int)
void zeigeTabelleAn()
ChartAnzeiger
Vector v
int xSize
int ySize
int abstand
ChartAnzeiger(Vector, int, int)
public void paint(Graphics)
abstract void drawLine(Graphics, int)
TagesChartAnzeiger
TagesChartAnzeiger(Vector, int, int)
void drawLine(Graphics, int)
MonatsChartAnzeiger
MonatsChartAnzeiger(Vector, int, int)
void drawLine(Graphics, int)

B.3 Program differences between JAKK and Informatik II experiments

The Informatik II versions of the Boerse.java program are given here in the form of deltas to the corresponding JAKK versions. These deltas were produced by the Unix utility *diff*.

As one can see, the differences are rather uniform and are restricted to the action() and myaction() methods only.

B.3.1 Boerse.java (no inheritance)

```
7a8
> import java.awt.event.*;
79,80d79
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction() erweitert die action-Methode.
124a124,136
> schliessen.addActionListener(
>                                          //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                          //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                          //(in diesem Fall der schliessen-Knopf) spezialisierte
>                                          //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                          //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
125a138,150
> beenden.addActionListener(
>                                          //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                          //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf) spezialisierte
>                                          //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                          //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
238,277d262
<                                          /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<    */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
```

```
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                    /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
<       Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
<       aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
<       und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
< wkn = t.getText();
< wkn.trim();
< p2.removeAll();
< leseDaten(dateiname);
< p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
< pack();
< show();
< return true;
< }
< return false;
< }
<
281a267,285
> ok.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                        //(in diesem Fall der ok-Knopf)  spezialisierte
>                                                  //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> wkn = t.getText();
> wkn.trim();
> p2.removeAll();
> leseDaten(dateiname);
> p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
> pack();
> show();
> }
> }
> );
357,358d360
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction() erweitert die action-Methode.
403a406,418
> schliessen.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                        //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                  //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
```

```
> }
> );
404a420,432
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                              //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                          //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
514,553d541
<                                                                  /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<    */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                          /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
<       Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
<       aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
<       und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
< wkn = t.getText();
< wkn.trim();
< p2.removeAll();
< leseDaten(dateiname);
< p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
< pack();
< show();
< return true;
< }
< return false;
< }
<
557a546,564
> ok.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                              //(in diesem Fall der ok-Knopf)  spezialisierte
>                                                          //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
```

```
>                                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> wkn = t.getText();
> wkn.trim();
> p2.removeAll();
> leseDaten(dateiname);
> p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
> pack();
> show();
> }
> }
> );
574c581
< MonatsChartAnzeiger(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
---
> MonatsChartWert(String) bekommt einen String, in dem das Datum
623,624d629
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
657a663,675
> schliessen.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                        //(in diesem Fall der schliessen-Knopf) spezialisierte
>                                                     //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
658a677,689
> beenden.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                        //(in diesem Fall der beenden-Knopf) spezialisierte
>                                                     //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
776,802d806
<                                                    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<     */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
```

```
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                                    /* Wird von "action" aufgerufen.
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< return true;
< }
<
1042,1043d1045
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1077a1080,1092
> schliessen.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                        //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                     //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                  //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
1078a1094,1106
> beenden.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                        //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                     //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                  //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
1196,1222d1223
<                                                          /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<     */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
```

```
<
<                                                          /* Wird von "action" aufgerufen.
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< return true;
< }
<
1323,1324d1323
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1359a1359,1371
> schliessen.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                         //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                     //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                        //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
1360a1373,1385
> beenden.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                         //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                     //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                        //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
1478,1504d1502
<                                                  /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<     */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                          /* Wird von "action" aufgerufen.
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< return true;
```

```
< }
<
1596,1597d1593
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1632a1629,1641
> schliessen.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
1633a1643,1655
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
1639c1661
<
---
>
1751,1777d1772
<                                                    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<     */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                    /* Wird von "action" aufgerufen.
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
```

```
<
1839,1840d1833
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
1875a1869,1881
> schliessen.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
1876a1883,1895
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
1993,2019d2011
<                                                    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<    */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                    /* Wird von "action" aufgerufen.
<    */
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
<
2081,2082d2072
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< myaction(Event, Object) wird in "action" aufgerufen
2118a2109,2121
```

```
> schliessen.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                        //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
2119a2123,2135
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                        //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
2236,2262d2251
<                                                    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<    */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                    /* Wird von "action" aufgerufen.
<    */
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
<
2412a2402,2439
> ok.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der ok-Knopf)  spezialisierte
>                                                        //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
```

```
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
> TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
> tt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
> WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
> wt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
> MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
> mt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
> MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
> dt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
> Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
> tg.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
> LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
> ltg.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
> TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
> tc.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
> MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
> mc.stelleDar();
> }
>
> }
> }
> );
2414c2441,2454
< pack();
---
> beenden.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                  //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                  //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                  //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                  //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                  //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> System.exit(0);
> }
> }
> );
> pack();
2417,2460d2456
<
< public boolean action(Event ev, Object target){
< if(ev.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(ev.target == ok) {
< if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
< TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
< tt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
< WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
< wt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
< MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
< mt.stelleDar();
< return true;
```

```
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
< MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
< dt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
< Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
< tg.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
< LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
< ltg.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
< TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
< tc.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
< MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
< mc.stelleDar();
< return true;
< }
< } else if(ev.target == beenden) {
< System.exit(0);
< return true;
< }
< }
< return false;
< }
2462d2457
<
```

B.3.2 Boerse.java (3 levels of inheritance)

```
7a8
> import java.awt.event.*;
63,68d63
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< abstract myaction(Event, Object)
< wird in "action" aufgerufen; Unterklassen
< koennen hier durch ueberschreiben
< spezielle Ereignisbehandlung
< implementieren
71c66
< abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten{
---
> abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten {
93a89,102
> schliessen.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
>
94a104,116
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
108,136d129
<
<                                                          /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<       Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<       anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<    */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
```

```
< return true;
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                    /* Wird von "action" aufgerufen. Kann in Unterklassen ueberschrieben
<       werden, um eine spezielle Ereignisbehandlung zu
<       implementieren. (Diese Konstruktion verhindert, dass die Behandlung
<       der Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" jedesmal neu implementiert
<       werden muss.
<    */
< abstract boolean myaction(Event ev, Object target);
278,279d270
< myaction() erweitert die action-Methode der Oberklasse.
< abstract zeigeCanvasAn() liefert ein Canvas zurueck.
300a292,310
> ok.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                         //(in diesem Fall der ok-Knopf)  spezialisierte
>                                                      //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                   //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                  //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> wkn = t.getText();
> wkn.trim();
> p2.removeAll();
> leseDaten(dateiname);
> p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
> pack();
> show();
> }
> }
> );
306,324d315
<                                                    /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
<       Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
<       aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
<       und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
<     */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
< wkn = t.getText();
< wkn.trim();
< p2.removeAll();
< leseDaten(dateiname);
< p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
< pack();
< show();
< return true;
< }
< return false;
< }
<
487c478
< MonatsChartAnzeiger(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
---
> MonatsChartWert(String) bekommt einen String, in dem das Datum
571,574d561
```

```
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< return true;
< }
<
811,814d797
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< return true;
< }
<
913,916d895
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< return true;
< }
<
1007,1010d985
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
<
1071,1074d1045
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
<
1137,1140d1107
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
<
1285a1253,1289
> ok.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                    //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                    //(in diesem Fall der ok-Knopf) spezialisierte
>                                                    //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                    //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
> TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
> tt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
> WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
> wt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
> MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
> mt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
> MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
> dt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
> Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
> tg.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
> LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
> ltg.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
> TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
> tc.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
> MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
> mc.stelleDar();
> }
```

```
> }
> }
> );
1286a1291,1303
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                    //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                    //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                    //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                    //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                    //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> System.exit(0);
> }
> }
> );
1289,1332d1305
< }
<
< public boolean action(Event ev, Object target){
< if(ev.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(ev.target == ok) {
< if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
< TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
< tt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
< WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
< wt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
< MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
< mt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
< MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
< dt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
< Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
< tg.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
< LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
< ltg.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
< TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
< tc.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
< MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
< mc.stelleDar();
< return true;
< }
< } else if(ev.target == beenden) {
< System.exit(0);
< return true;
< }
< }
< return false;
```

B.3.3 Boerse.java (5 levels of inheritance)

```
7a8
> import java.awt.event.*;
64,69d64
< action(Event, Object) verarbeitet Interaktionsereignisse
< abstract myaction(Event, Object)
< wird in "action" aufgerufen; Unterklassen
< koennen hier durch ueberschreiben
< spezielle Ereignisbehandlung
< implementieren
72c67
< abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten{
---
> abstract class BoersenInfo extends Frame implements Konstanten {
94a90,102
> schliessen.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der schliessen-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> schliesseFenster();
> }
> }
> );
95a104,116
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> beendeProgramm();
> }
> }
> );
109,137d129
<
<                                                    /* Wird bei Interaktions-Ereignissen aufgerufen. Druecken der
<        Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" wird ausgewertet, fuer alle
<        anderen Ereignisse wird "myaction" aufgerufen.
<    */
< public boolean action(Event event, Object target) {
< if(event.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(event.target == schliessen) {
< schliesseFenster();
< return true;
< }
< else if(event.target == beenden) {
< beendeProgramm();
< return true;
```

```
< } else {
< return myaction(event, target);
< }
< } else {
< return false;
< }
< }
<
<                                                    /* Wird von "action" aufgerufen. Kann in Unterklassen ueberschrieben
<       werden, um eine spezielle Ereignisbehandlung zu
<       implementieren. (Diese Konstruktion verhindert, dass die Behandlung
<       der Knoepfe "Schliessen" und "Beenden" jedesmal neu implementiert
<       werden muss.
<    */
< abstract boolean myaction(Event ev, Object target);
279d270
< myaction() erweitert die action-Methode der Oberklasse.
301a293,311
> ok.addActionListener(
>                                                  //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                   //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                         //(in diesem Fall der ok-Knopf)  spezialisierte
>                                                    //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                  //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                 //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> wkn = t.getText();
> wkn.trim();
> p2.removeAll();
> leseDaten(dateiname);
> p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
> pack();
> show();
> }
> }
> );
306,325d315
<
<                                                    /* myaction erweitert die action-Methode, so dass nun beim Druck des
<       Knopfes "ok" die ausgesuchte Wertpapierkennnummer gesetzt, Daten
<       aus der jeweiligen Datei mit erzeugeDatenvector eingelesen,
<       und eine Grafik (Canvas) mit der Methode zeigeCanvasAn() angezeigt wird
<    */
< boolean myaction(Event ev, Object target){
< if((ev.id == Event.ACTION_EVENT) && (ev.target == ok)) {
< wkn = t.getText();
< wkn.trim();
< p2.removeAll();
< leseDaten(dateiname);
< p2.add("Center",zeigeCanvasAn());
< pack();
< show();
< return true;
< }
< return false;
< }
<
488c478
< MonatsChartAnzeiger(String) bekommt einen String, in dem die Uhrzeit
---
> MonatsChartWert(String) bekommt einen String, in dem das Datum
552,555d541
< boolean myaction(Event ev, Object target){
```

```
< return true;
< }
<
962,964d947
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
979,981d961
< boolean myaction(Event ev, Object target) {
< return true;
< }
1141a1122,1158
> ok.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der ok-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
> TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
> tt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
> WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
> wt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
> MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
> mt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
> MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
> dt.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
> Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
> tg.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
> LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
> ltg.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
> TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
> tc.stelleDar();
> } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
> MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
> mc.stelleDar();
> }
> }
> }
> );
1142a1160,1172
> beenden.addActionListener(
>                                                    //Die folgende Konstruktion bedeutet, dass eine unbenannte innere
>                                                     //Klasse erzeugt wird. Diese stellt eine fuer das aeussere Objekt
>                                                          //(in diesem Fall der beenden-Knopf)  spezialisierte
>                                                       //actionPerformed()-Methode zur Verfuegung. Sie wird immer
>                                                     //dann ausgefuehrt, sobald eine Aktion auf dem aeusseren Objekt
>                                                                                          //ausgefuehrt wird.
> new ActionListener(){
> public void actionPerformed(ActionEvent e){
> System.exit(0);
> }
> }
> );
1147,1189d1176
```

```
< public boolean action(Event ev, Object target){
< if(ev.id == Event.ACTION_EVENT) {
< if(ev.target == ok) {
< if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtt) {
< TagesTabelle tt = new TagesTabelle("Tagestabelle");
< tt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbwt) {
< WochenTabelle wt = new WochenTabelle("Wochentabelle");
< wt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmt) {
< MonatsTabelle mt = new MonatsTabelle("Monatstabelle");
< mt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbdt) {
< MonatsDynamikTabelle dt = new MonatsDynamikTabelle("Dynamiktabelle");
< dt.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtg) {
< Tagesgewinne tg = new Tagesgewinne("Tagesgewinne");
< tg.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbltk) {
< LetzteTageskurse ltg = new LetzteTageskurse("letzte Tageskurse");
< ltg.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbtc) {
< TagesChart tc = new TagesChart("Tageschart");
< tc.stelleDar();
< return true;
< } else if(cbg.getSelectedCheckbox() == cbmc) {
< MonatsChart mc = new MonatsChart("Monatschart");
< mc.stelleDar();
< return true;
< }
< } else if(ev.target == beenden) {
< System.exit(0);
< return true;
< }
< }
< return false;
< }
```

Appendix C

Translations of German terms

The following translations are given in order to help the reader understand the German Java source code.

abstand	distance
Auswahl	selection
beendeProgramm	terminateProgram
beenden, Beenden	terminate
berechneDynamik	calculateDynamics
Bitte	please
Boerse	stock exchange
Boersen-Information	stock information
BoersenInfo	stock info
ChartAnzeiger	chartDisplay
Datei	file
dateiname	file name
Daten	data
Datum, datum	date
Dynamiktabelle	DynamicsTable
erzeugeDatenvector	generateDataVector
gefunden	found
geoeffnet	opened
gesponsort	sponsored
gewuenschten	desired
heute, heutige	today, today’s
jahr	year
KASSAKURSE, kassakurse, kassakurs	spot rates
keine	no, none
keineDaten	noData
kleinergleich	lessThan
kosten	costs
KURSE, Kurs, kurs, kurse	price, prices
Konstanten	constants

KostenloseInfos	FreeInfos
KostenpflichtigeInfos	InfoWithCosts
leseDaten	readData
Lesefehler	ReadError
letzte, letzter	last
letzterMonat	lastMonth
letztetageskurse, LetzteTageskurse	lastDayPrice
monat	month
MonatsChart, Monatschart	MonthChart
MonatsChartAnzeiger	MonthChartDisplay
MonatsChartWert	MonthChartValue
Monatsdaten	data for month
MonatsDynamikTabelle	MonthDynamicTable
MonatsTabelle, Monatstabelle	MonthTable
monatzurueck	month back
nicht	not
schliesseFenster	closeWindow
schliessen, Schliessen	close
schonAbgearbeitet	alreadyDone
Seiten	pages
selektiere	select
setzeDateiname	setFileName
setzeDatum	setDate
sortiere	sort
stelleDar	display, present
stunde	hour
Tabelle	table
tag	day
Tages-Chart, TagesChart, Tageschart	DayChart
TagesChartAnzeiger	DayChartDisplay
TagesChartWert	DayChartValue
Tagesdaten, tagesdaten	data for day
TagesTabelle	DayTable
tagesgewinn, Tagesgewinne	DayGains
Tageskurse	DayPrices
Tagestabelle	DayTable
titel	title
Uhrzeit, uhrzeit	time of day
vergleiche	compare
vonDatum	fromDate
Wertpapierkennummer	stock ID number
WochenTabelle	WeekTable
wochezurueck	week back
zeigeCanvasAn	presentCanvas
zeigeTabelleAn	presentTable
Zeitraum	time interval
ZeitraumTabelle	IntervalTable
Zeitraumdaten	IntervalData

Bibliography

[1] Larry B. Christensen. *Experimental Methodology*. Allyn and Bacon, Needham Heights, MA, 6th edition, 1994.

[2] J. Daly, J. Miller, J. Brooks, M. Roper, and M. Wood. Issues on the object-oriented paradigm: A questionnaire survey. Technical report, University of Strathclyde, EFoCS-8-95, 1995.

[3] J. Daly, M. Wood, J. Brooks, J. Miller, and M. Roper. Structured interviews object-oriented paradigm. Technical report, University of Strathclyde, EFoCS-7-95, 1995.

[4] John W. Daly, Andrew Brooks, James Miller, Marc Roper, and Murray Wood. An empirical study evaluating depth of inheritance on the maintainability of object-oriented software. *Empirical Software Engineering, An international Journal*, 1(2):109–132, 1996.

[5] Al Davis. Eras of software technology transfer. *IEEE Software*, 13(2):4–7, March 1996.

[6] Norman E. Fenton. *Software Metrics: A Rigorous Approach*. Chapman & Hall, 1991.

[7] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides. *Design Patterns: Elements of reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, 1995.

[8] Lutz Prechelt, Barbara Unger, and Douglas Schmidt. Replication of the first controlled experiment on the usefulness of design patterns: Detailed description and evaluation. Technical report, Washington University, St. Louis, Dept. of CS, 1997.

[9] Helmut Roderus and Dieter Krißgau. Erfahrungen mit dem Einsatz objektorientierter Methoden. *OBJEKTspektrum*, 1(1):43–47, 94.