

Sie legen die Basis für den Weg als erfolgreicher Softwareengineer durch grundlegenden Programmierkenntnissen am Beispiel von Java

company: we need you
to start new project
with java and oop

*me first hired as
a go programmer*



Programmieren I

Matthias Berg-Neels

zum Skript: <https://matthiasbergneels.github.io/md-scripts/>



Download Skript

Vorstellungsrunde

- Name
- Firma
- Guess what?

Anmerkungen zur Vorlesung

- Skript
 - PDF -> [Download Skript](#)
- **NICHT** klausurrelevante Folien sind mit "(!)" markiert (nicht zu viel Hoffnung machen!)

Anmerkung zum Inhalt

Modulplan - Software Engineering

LERNEINHEITEN UND INHALTE	LEHR- UND LERNEINHEITEN	PRÄSENZZEIT	SELBSTSTUDIUM
	Einführung in die Programmierung Prinzipien der Programmerstellung: Darstellung von Algorithmen, Erstellen von Quellcode, Programmierstil, Übersetzen, Programmausführung, Testen, Fehlersuche. Aufbau der Programmiersprache: Grundstruktur eines Programms, Variablen, einfache Datentypen, Operatoren und Ausdrücke, Anweisungen, Ablaufsteuerung, Kontrollstrukturen, strukturierte Datentypen bzw. Referenzdatentypen (Felder und Klassen). Prozedurales und modulares Programmieren: Unterprogramme, Funktionen, Methoden, Rekursion. Prinzipien der objektorientierten Programmierung: Kapselung, Klassen und Objekte, Klassenvariablen, Instanzvariablen, Klassenmethoden und Instanzmethoden, Zugriffsrechte, Vererbung, Unterklassen, Polymorphie, Pakete, Zugriffsrechte, abstrakte Klassen, Interfaces, Exceptions und Ausnahmebehandlung. Klassenbibliotheken: API-Dokumentationen und ihre Nutzung.	60	90

Anmerkung zum Inhalt - anderer Blickwinkel

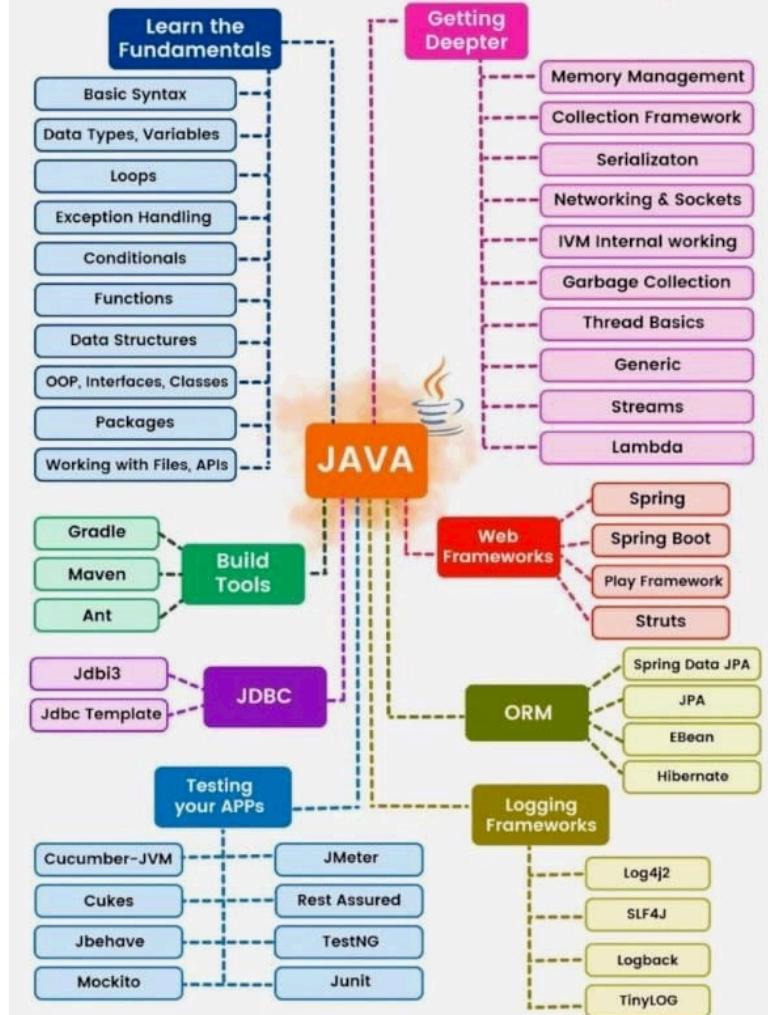
Vor dem 1. Semester



Nach dem 2. Semester

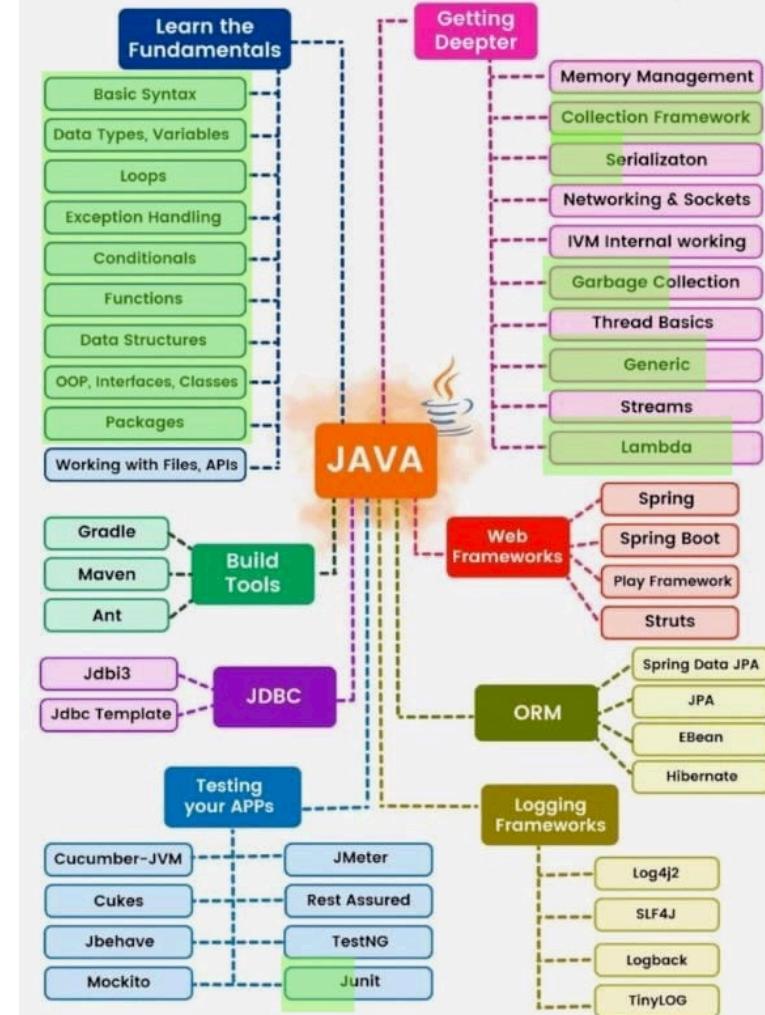
Created by :
Rocky Bhatia [in](#)

Java Developer Roadmap



Created by :
Rocky Bhatia [in](#)

Java Developer Roadmap



Quellen & Literaturverzeichnis

- RATZ / SCHULMEISTER-ZIMOLONG / SEESE / WIESENBERGER
Grundkurs Programmieren in Java. Hanser, 8. Auflage, 2018. ISBN 978-3-446-45212-1

Kapitelübersicht - Programmieren 1

1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. Datentypen
4. Ausdrücke und Anweisungen
5. Objektorientierung
6. Vererbung
7. Interfaces

Exkurse

- Naming conventions
- Implizite Typisierung mittels var
- Unit Testing

Kapitel 1

Einführung

Übersicht

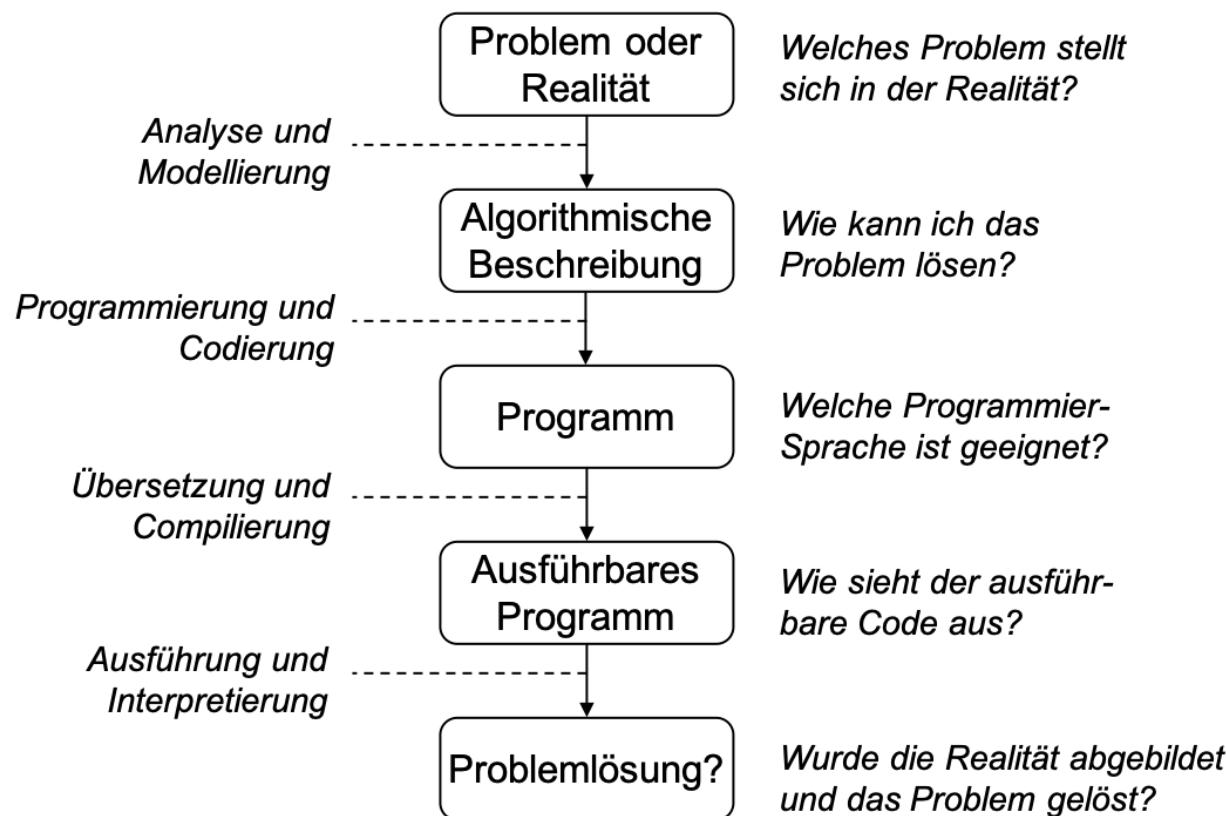
1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. Datentypen
4. Ausdrücke und Anweisungen
5. Objektorientierung
6. Vererbung
7. Interfaces

Lernziele

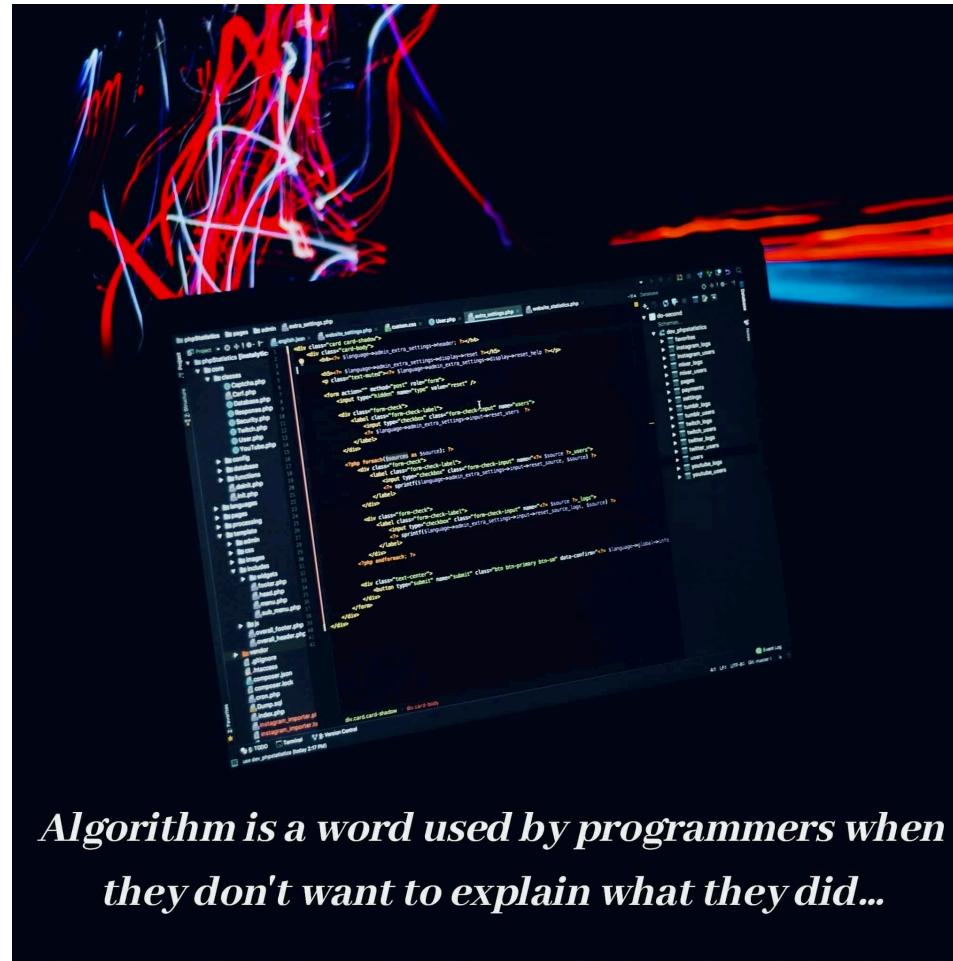
- Sie können den Begriff Algorithmus definieren
- Sie kennen die Eigenschaften und Bestandteile von Algorithmen
- Sie können die Grundbegriffe der Programmierung nennen und einsetzen
- Sie kennen unterschiedliche Darstellungsformen von Algorithmen
- Sie können einfache Algorithmen in Form von Pseudocode, Programmablaufplänen und Struktogrammen darstellen

Ziel der Programmierung

Umsetzung eines gegebenen oder selbstentwickelten Algorithmus in ein lauffähiges Computerprogramm



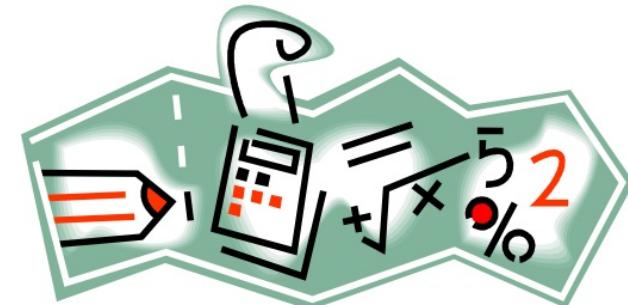
Algorithmus



*Algorithm is a word used by programmers when
they don't want to explain what they did...*

Beispiele für Algorithmen

- Bedienungsanleitungen
- Bauanleitungen
- Kochrezepte
- mathematische Problemstellungen
- Such- und Sortieralgorithmen



Beispiel: Ein Kochrezept (!)

Zutaten

- 500 g Hackfleisch vom Rind
- 2 große Zwiebeln, fein gehackt
- 4 Stangen Staudensellerie, fein gehackt
- 150 g Speck, fein gehackt
- 2 Zehen Knoblauch, fein gehackt
- 400 g geschälte Tomaten
- 300 ml Fond (Bratenfond)
- 1 Paprikaschote, rot, klein gewürfelt
- 1 Gewürznelke
- 1 Lorbeerblatt
- $\frac{1}{2}$ TL Oregano
- $\frac{1}{2}$ TL Muskat (gemahlen)
- 3 EL Öl (Oliven)
- 40 g Butter
- 150 ml Wein, rot, trocken
- 1 Chilischote, zerkleinert, getrocknet

Zubereitung

Butter und Öl in einer Pfanne (besser Bräter) erhitzen. Zwiebeln, Sellerie, Speck und Paprika gut anbraten. Die Sachen aus der Pfanne nehmen und zur Seite stellen. Den Knoblauch leicht anrösten und dann das Hackfleisch dazugeben, alles gut anbraten. Die Sachen wieder dazugeben und alles ca. 10 Min. köcheln lassen. Jetzt alle übrigen Zutaten und Gewürze dazugeben und das Ganze ca. 45 Min. (bei geschlossenem Deckel) köcheln lassen (gelegentlich abschmecken und ggf. nachwürzen). Über die fertig gegarten Spaghetti geben.

Probleme bei diesem Beispiel

- Zutaten sind bereits vorbereitet
- Spaghetti fehlen bei Zutaten
- Beschreibung für Zubereitung der Spaghetti fehlt
- ungenaue Aussagen
 - fein gehackt
 - klein gewürfelt
 - erhitzen
 - gut anbraten
 - leicht anrösten
 - ...
- Pfanne (besser Bräter)

KURZ: Die Beschreibung lässt Raum für individuelle Entscheidungen und Interpretationen.

Verbesserungsmöglichkeiten des Rezepts

- komplette Eliminierung von individuellen Interpretationsspielräumen
- vollständige Beschreibung der Arbeitsschritte inkl. Vorbereitung und der Kochanweisung für die Spaghetti
- vollständige Angabe der Zutaten präzise Angaben bei den Aussagen
 - fein gehackt \Rightarrow gewürfelt, $2 \text{ mm} \leq \text{Kantenlänge} \leq 3 \text{ mm}$ (Zwiebeln und Speck)
 - fein gehackt \Rightarrow gewürfelt, $0,8 \text{ mm} \leq \text{Kantenlänge} \leq 1 \text{ mm}$ (Knoblauch)
 - klein gewürfelt $\Rightarrow 4 \text{ mm} \leq \text{Kantenlänge} \leq 6 \text{ mm}$
 - erhitzen $\Rightarrow 120 \text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatur} < 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 - gut anbraten \Rightarrow Farbe der Zwiebeln entspricht dem RGB-Wert CC3300
 - leicht anrösten \Rightarrow Farbe des Knoblauchs entspricht dem RGB-Wert CC6600

Algorithmus: Definition

Duden

Allgo|rith|mus, der; , ...men [mlat. algorismus = Art der indischen Rechenkunst, in Anlehnung an griech. arithmós = Zahl entstellt aus dem Namen des pers.- arab. Mathematikers Al-Hwarizmi, gest. nach 846] (Math., Datenverarb.): Verfahren zur schrittweisen Umformung von Zeichenreihen; Rechenvorgang nach einem bestimmten [sich wiederholenden] Schema.

Informatik

Ein Algorithmus ist eine präzise (d.h. in einer festgelegten Sprache abgefasste) endliche Beschreibung eines allgemeinen Verfahrens unter Verwendung ausführbarer elementarer (Verarbeitungs-)Schritte.

Algorithmus: Eigenschaften

Terminierung

- bricht nach endlich vielen Schritten ab
-

Determinismus

- legt die „Wahlfreiheit“ fest
 - deterministischer Ablauf
 - legt eindeutige Vorgabe der Schrittfolge der auszuführenden Schritte fest
 - determiniertes Ergebnis
 - wird immer dann geliefert, wenn bei vorgegebener Eingabe ein eindeutiges Ergebnis geliefert wird - auch bei mehrfacher Durchführung mit denselben Eingabeparametern
-

Algorithmus: Bestandteile

- elementare Operationen (Ausdrücke und Anweisungen)
Berechne 5 plus 7
- sequenzielle Ausführung
Berechne 10 minus 3, dann multipliziere das Ergebnis mit 4
- parallele Ausführung
Du rechnest Aufgabe 1 und ich rechne Aufgabe 2
- bedingte Ausführung
Wenn Du Aufgabe 1 gelöst hast, dann beginne mit Aufgabe 2
- Schleife
Rechne Aufgabe 1, bis Du das richtige Ergebnis bekommst
- Unterprogramm
Rechne Aufgabe 1 anhand der Lösung auf Seite 106
- Variablen und Konstanten

Grundbegriffe der Programmierung

Ausdruck

- Kombination von Operanden und Operatoren als "Vorschrift" zur Berechnung eines Werts
- liefert immer einen Wert (Ergebniswert) ab
- Beispiel: $1 / x$

Anweisung

- Kombination von Ausdrücken und Methoden als "Vorschrift" zur Ausführung einer Aktion
- Beispiele:
 - $y = 1 / x$ Wertzuweisung
 - `print(x)` Ausgabeanweisung (Methodenaufruf "Drucke x")

Grundbegriffe der Programmierung

Sequenz

- bildet eine zeitliche Abfolge von Anweisungen
- einzelne Schritte werden durchnummiert oder es wird zum Abschluss der Sequenz ein Semikolon gesetzt

Bedingte Anweisung

- es werden Bedingungen auf Ihre Richtigkeit geprüft
- für wahre und falsche Aussagen in der Bedingung können unterschiedliche Anweisungen ausgeführt werden

Schleifen

- bestimmte Anweisungen werden wiederholt, bis eine definierte Endbedingung erfüllt wird
- Unterscheidung in drei Schleifenarten

Grundbegriffe der Programmierung

Unterprogramme

- beinhaltet einen Teilalgorithmus
- dieser Teilalgorithmus kann in mehreren Algorithmen wieder verwendet werden

Variablen

- „Platzhalter“ für einen konkreten Wert
- sind von einem bestimmten Datentyp können ihren Wert ändern

Konstanten

- haben einen festen Wert
- sind von einem bestimmten Datentyp
- können ihren Wert NICHT ändern

Darstellungsformen von Algorithmen

Pseudocode

- nahe an den Konstrukten verbreiteter Programmiersprachen
- Verwendung spezieller englischer Begriffe aus dem Alltag
- Begriffe haben eine festgelegte Bedeutung

Programmablaufpläne

- genormt nach DIN 66001
- Ursprung in der linearen Programmierung
- nur für kleinere Programme geeignet (Übersichtlichkeit)

Nassi-Schneiderman-Diagramme (Struktogramme)

- Entstehung 1973
- Darstellung genormt nach DIN 66261 im Jahr 1985
- überwiegender Einsatz in der prozeduralen Programmierung

Pseudocode

Sequenz

- Alternative 1: Schritte werden durchnummeriert: 1, 2, 3, ...
- Alternative 2: Abschluss der Sequenz durch Semikolon
- Vorteil Alternative 1: Verfeinerung einzelner Schritte: 2.1, 2.2, ...

Bedingte Anweisung

- es werden Bedingungen auf Ihre Richtigkeit geprüft
- Alternative 1: falls Bedingung dann Schritt
- Alternative 2: falls Bedingung dann Schritt A sonst Schritt B

Schleifen

- kopfgesteuert: solange Bedingung wahr führe aus Schritte
- fußgesteuert: wiederhole Schritte bis Bedingung wahr
- Zählschleife: wiederhole für Zahlenbereich Arbeitsschritte

Beispiel: Pseudocode

Sequenz

1. Koche Wasser
2. Gib Kaffeepulver in Tasse
3. Fülle Wasser in Tasse

Bedingte Anweisung

- falls** Ampel rot oder gelb
dann stoppe
sonst fahre weiter
- falls** Ampel ausgefallen
dann fahre vorsichtig weiter
sonst falls Ampel grün
dann fahre weiter
sonst stopp

Schleifen

solange Liste nicht erschöpft
führe aus
Gib nächste Zahl aus der Liste aus

wiederhole
Gib nächste Zahl aus der Liste aus
bis Liste erschöpft

wiederhole für 5 bis 10
Gib nächste Zahl aus der Liste aus

Struktogramme

Sequenz

Eingabe: 2 Zahlen ohne Kommastellen
Addiere die beiden Zahlen
Ausgabe: Ergebnis der Addition

Bedingte Anweisung

Eingabe: 2 Zahlen ohne Kommastellen
Zahl 1 > Zahl 2
Ausgabe: Zahl 1 ist größer als Zahl 2 Ausgabe: Zahl 2 ist größer als Zahl 1

Mehrfachverzweigung

Eingabe: 2 Zahlen und 1 Operator
Operator
+ - ist
Ergebnis = Zahl 1 + Zahl 2 Ergebnis = Zahl 1 - Zahl 2 Operation nicht möglich
Ausgabe: 2 Zahlen, Operator, Ergebnis

Kopfgesteuerte Schleife

Zähler auf 0 setzen
Solange Zähler kleiner 100 ist
 Zähler um 1 erhöhen

Fußgesteuerte Schleife

Zähler auf 0 setzen
 Zähler um 1 erhöhen
bis Zähler gleich 100 ist

Zählschleife

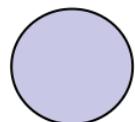
Für Zähler von 1 bis 100
 Ausgabe: Zähler

Ausgabe: „Unser Rechner kann Zählen“

Programmablaufplan



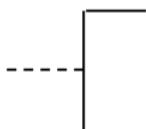
Allgemeine Verarbeitung
(einschl. Ein- und Ausgabe)



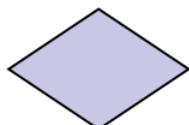
Verbindungsstelle



manuelle Verarbeitung
(einschl. Ein- und Ausgabe)



Bemerkung
(erläuternder Text)



Verzweigung

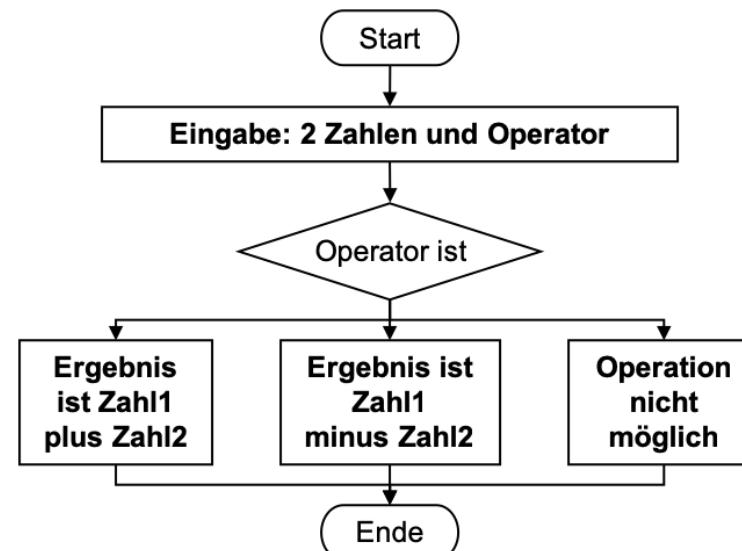
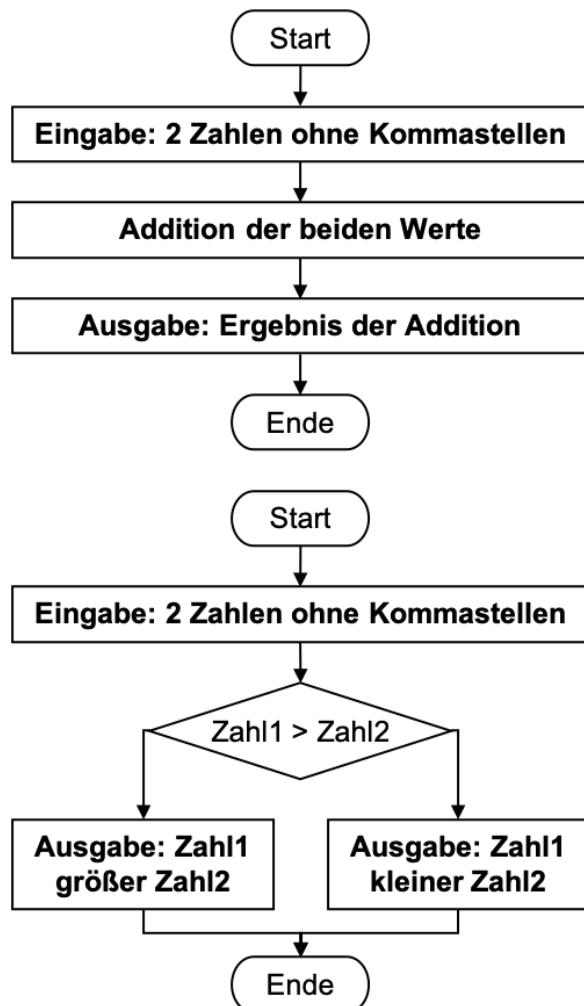


Verbindung
(Verarbeitungsfolge)



Grenzstelle (zur Umwelt)

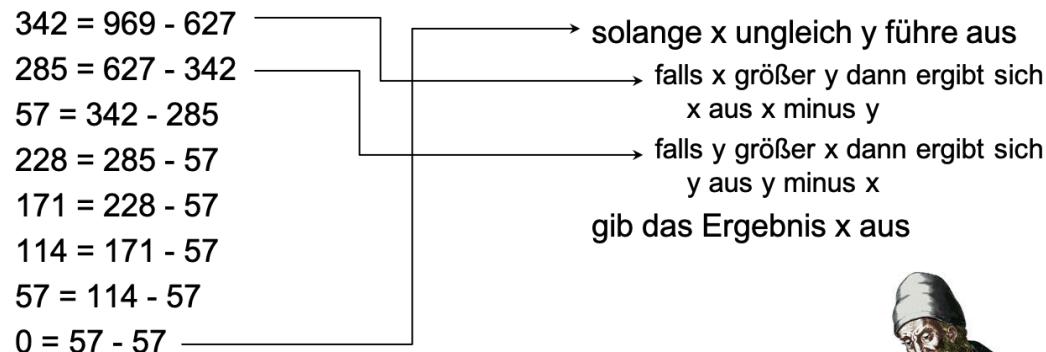
Beispiel: Programmablaufplan



Beispiel: Mathematische Problemstellung

gesucht sei $\text{ggT}(969, 627)$ durch
Anwendung des Euklidschen
Algorithmus

allgemeingültige Formulierung mit
den Variablen x und y: $\text{ggT}(x,y)$



Übung: Erstellen Sie zum beschriebenen des euklidschen Algorithmus ein Struktogramm und einen Programmablaufplan.

Kapitel 2

Grundlagen von Java

Übersicht

1. Einführung
2. **Grundlagen von Java**
3. Datentypen
4. Ausdrücke und Anweisungen
5. Objektorientierung
6. Vererbung
7. Interfaces

Lernziele

- Sie können die Eigenschaften der Programmiersprache Java beschreiben
- Sie kennen die Aufgaben von Compiler, Linker und Interpreter
- Sie können das Zusammenspiel von Bytecode und der Java Virtual Machine erläutern
- Sie können die wesentlichen Java-Tools benennen und ihre Aufgabe beschreiben
- Sie können das Paketkonzept in Java erläutern
- Sie kennen die wesentlichen Systemvariablen im Umfeld von Java
- Sie können IntelliJ als Java-Entwicklungsumgebung einsetzen

Vorbereitung

- [prüfen] Installieren Sie das Java Developer Kit, falls notwendig. [JDK Download von Oracle](#)

```
java --version  
java -version
```

- Aktivieren Sie eine Studierenden-Lizenz und installieren Sie IntelliJ [Jetbrains Free License for faculty members - DHBW-Email benötigt](#)
- Coding Beispiele in Repository >> "dhwmaawi[YYYY]se[Kurs]" auf [github.com](#)

Klassifizierung von Software

- Programme zur Steuerung der Verarbeitungsprozesse, der Übertragungsprozesse und der Speicherungsprozesse in Computern
- unterschiedliche Softwarearten
 - Systemsoftware
 - grundlegende Dienste für andere Programme
 - Steuerung des Computersystems (Hardware)
 - Ablaufsteuerung anderer Programme
 - Entwicklungsssoftware
 - Erstellung und Modifikation von Programmen
 - Übersetzungsprogramme für Programmiersprachen
 - Anwendungssoftware
 - Programme zur Verarbeitung der Daten
 - Unterhaltungssoftware
 - Spiele

Eigenschaften von Java

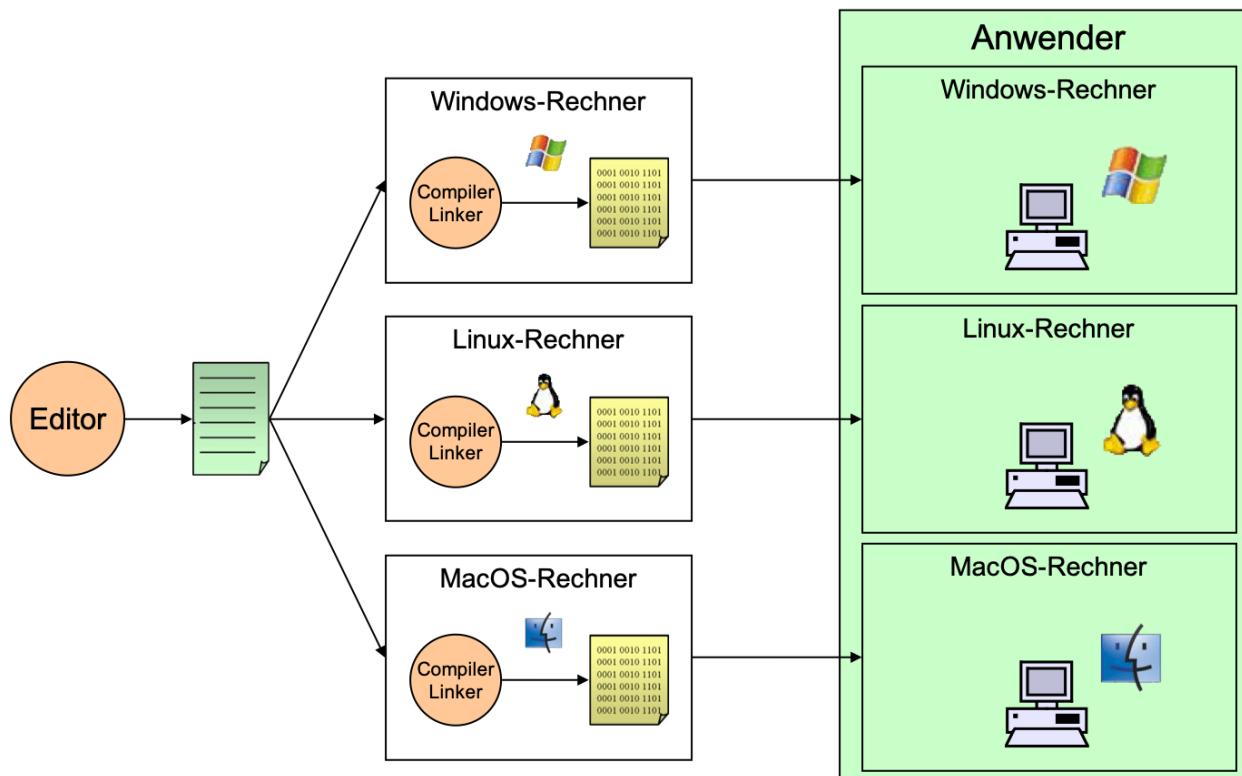
- vollständig objektorientiert
 - ohne prozedurale Altlasten
- unkompliziert - einfach und leicht erlernbar
 - Syntax ähnlich zu C, C++
 - Beschränkung auf das Notwendigste
 - keine Pointer
 - keine Header-Dateien
 - keine Präprozessor-Anweisungen
 - keine Mehrfachvererbung
- plattformunabhängig (architekturneutral)
 - übersetzte Java-Programme (Bytecode) sind auf jederjavafähigen Plattform ausführbar
 - fest definierter Wertebereich für Zahlen

Eigenschaften von Java

- sicher
 - keine direkten Speicherzugriffe mit * Pointerarithmetik
 - strenge Typüberprüfung
 - keine Programmierung mit Sprachverletzung
- robust
 - keine Rechnerabstürze durch Programmierfehler
 - Überprüfung der Speicherzugriffe
 - Ausnahmeroutinen zur Fehlerbehandlung
- multithreaded
 - parallele Ausführung von Programmteilen
- internetfähig
 - Java-Applets sind über das Internet verteilbar und können lokal auf dem Rechner ausgeführt werden

Umwandlung von Quellcode in Maschinensprache

Compiler



Funktionsweise eines Compilers

- übersetzt ein Computerprogramm aus einer Quellsprache in ein semantisch äquivalentes Programm einer Zielsprache
- Aufbau eines Compilers in 2 Phasen
 - Analysephase
 - lexikalische Analyse zerteilt Code in zusammengehörende Token
 - syntaktische Analyse überprüft auf formale Richtigkeit
 - semantische Analyse überprüft die logischen Rahmenbedingungen
 - Synthesephase
 - Zwischencodeerzeugung liefert die Basis für die Optimierung
 - Programmoptimierung auf Basis des maschinennahen Zwischencodes
 - Codegenerierung erzeugt den Programmcode der Zielsprache

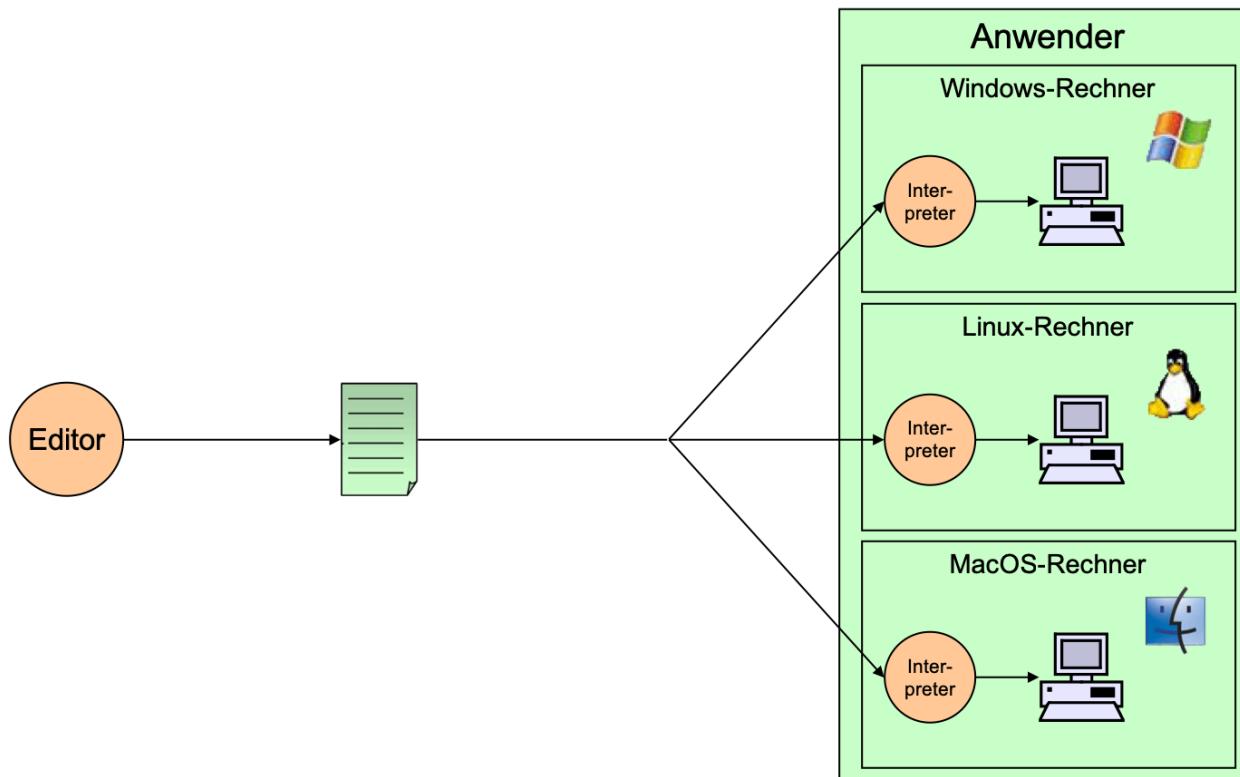
Arten von Compilern

- Native Compiler erzeugt Code für die Plattform, auf der er läuft
- Cross-Compiler erzeugt Code für andere Plattformen
- One-pass-Compiler erzeugt den Code in einem Durchlauf
- Multi-pass-Compiler erzeugt den Code in mehreren Durchläufen

Linker

- stellt einzelne Programmmodulen zu einem ausführbaren Programm zusammen
- fügt benötigten Code aus Funktionsbibliotheken zum Code des Hauptprogramms hinzu
- statisches Linken
 - beim kompilieren werden benötigte Codings aus Funktionsbibliotheken dem Coding des Hauptprogramms hinzugefügt
- dynamisches Linken
 - zur Laufzeit werden die Codings aus Funktionsbibliotheken o.ä. zum Hauptprogramm hinzugelinkt
 - DLL-Konzept von Windows
 - auch bei Java findet dynamisches Linken statt

Interpreter

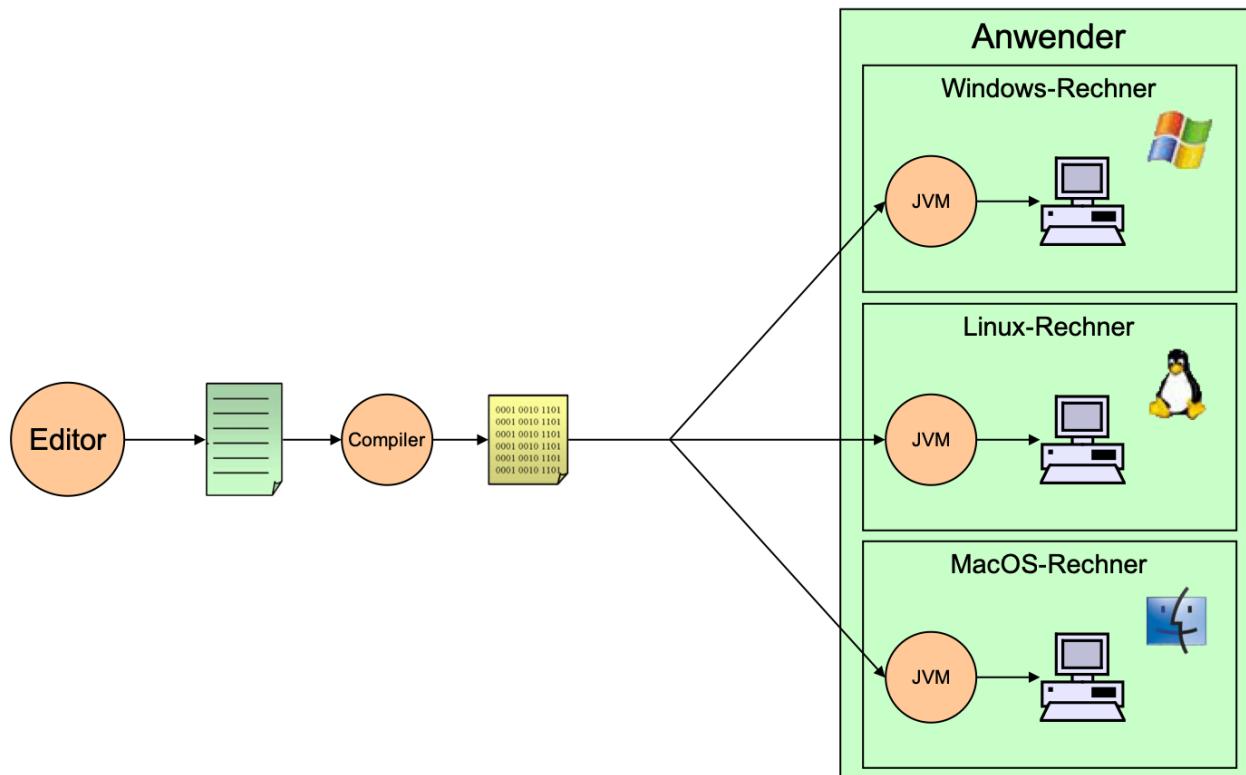


Funktionsweise eines Interpreters

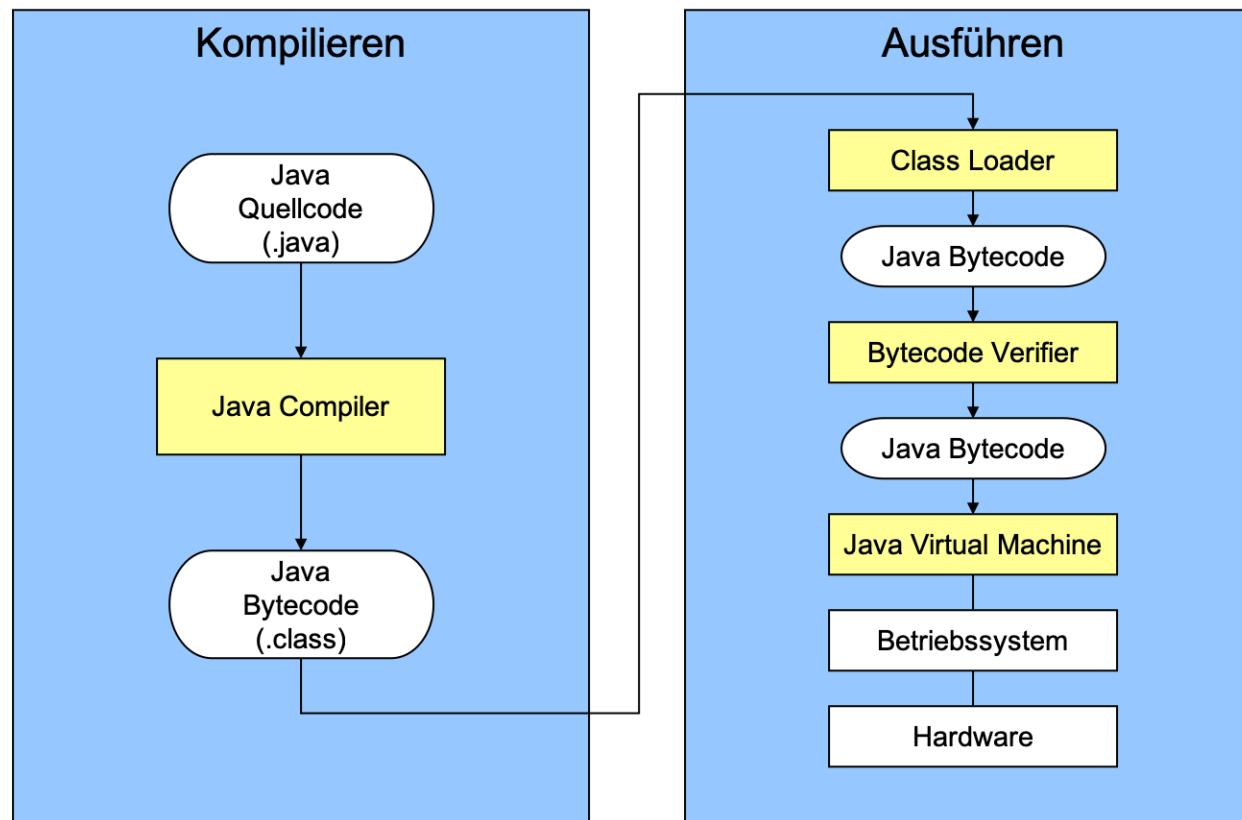
- übersetzt den Quellcode nicht in eine direkt ausführbare Datei
- liest den Quellcode ein, analysiert diesen und führt ihn dann aus
- die Analyse erfolgt also zur Laufzeit des Programms
- auf jeder Rechnerarchitektur lauffähig
- deutlich langsamer als kompilierte Programme
- Möglichkeiten zur Steigerung der Geschwindigkeit
 - Just-In-Time-Compiler
 - zur Laufzeit wird der Quellcode in einen Maschinencode übersetzt
 - Maschinencode wird direkt vom Prozessor ausgeführt
 - mehrfach durchlaufene Programmteile müssen nur ein Mal übersetzt werden
 - nur auf einer bestimmten Rechnerarchitektur lauffähig
 - Bytecode-Interpreter
 - Quellcode wird zur Laufzeit in sog. Bytecode übersetzt
 - Bytecode wird von einem Interpreter (Virtual Machine) ausgeführt
 - Bytecode kann auf verschiedenen Plattformen ausgeführt werden

Javaquellcode zu Maschinensprache

Platformunabhängigkeit durch Bytecode



Bytecode und virtual Machine



Wesentliche Java-Tools

Java-Compiler (javac.exe)

Java virtual Machine (java.exe)

Javadoc

- dient der automatischen Erstellung von Dokumentationen

Class Loader

- lädt Java-Klassen in den Arbeitsspeicher
- bereitet Ausführung von Java-Applikationen vor

Bytecode Verifier

- Prüfung auf syntaktische Korrektheit
- Überprüfung der Klassenhierarchie
- Überprüfung jeder Methode auf strukturelle Gültigkeit
- Datenflussanalyse, um u.a. Typfehler zu vermeiden

Wichtige Systemvariablen (!)

PATH

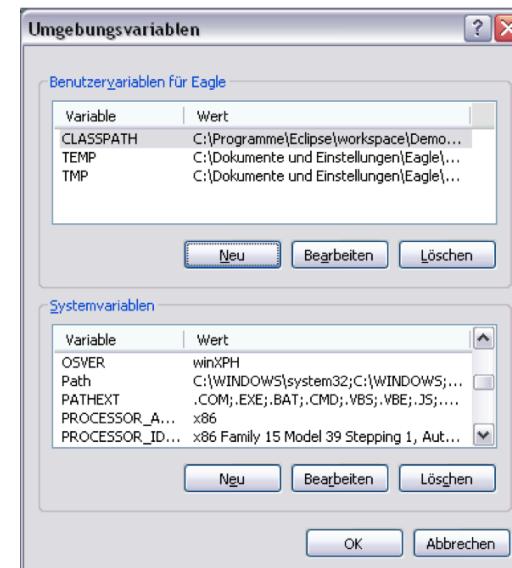
- Verzeichnis, in dem sich die JAVA-Tools befinden

CLASSPATH

- Verzeichnisse, in denen nach Klassen und Paketen gesucht werden soll

JAVA_HOME

- Verzeichnis, in dem das J2SDK installiert wurde



Beispiel: Hello World über die Konsole

1. anlegen einer Datei "HelloWorld.java" mit folgendem Quellcode

```
class HelloWorld {  
    public static void main (String[] args){  
        System.out.println("Hello to the Java World");  
    }  
}
```

2. Quellcode zu Bytecode kompilieren

```
javac HelloWorld.java
```

3. Ausführen des kompliierten Bytecode in Java Virtual Machine (JVM)

```
java HelloWorld
```

Java - Kommentare im Quellcode

Einzeiliger Kommentar

```
// single line comment -
```

Blockkommentar (Mehrzeiliger Kommentar)

```
/*
multi line comment
starting with the signs

ending with the signs
*/
```

Beispiel

```
// HelloWorld class as first small programming example
class HelloWorld {

    // main method as starting point in Code
    public static void main (String[] args){
        /*
        Implementation of main method
        prints out "Hello to the Java World"
        to the console.
        */
        System.out.println("Hello to the Java World");
    }
}
```

Exkurs: JavaDoc (!)

Generierung von Dokumentation aus Javaquellcode und Kommentaren

- Generiert Dokumentation anhand des Quellcodes
- Kommentare mit spezieller Formatierung ("/** ") werden berücksichtigt
- Resultat: Dokumentation im HTML-Format

Beispiel:

```
/** HelloWorld class as first programming example
 * @author Matthias Berg-Neels
 * @version 1.0
 * @since 1.0
 */
public class HelloWorld {

    /** main method as starting point for program start
     * @param args String array for parameters from the console
     */
    public static void main (String[] args){

        System.out.println("Hello to the Java World");
    }
}
```

Generierung der Dokumentation (!)

```
javadoc HelloWorld.java -author -version
```

Ergebnis:

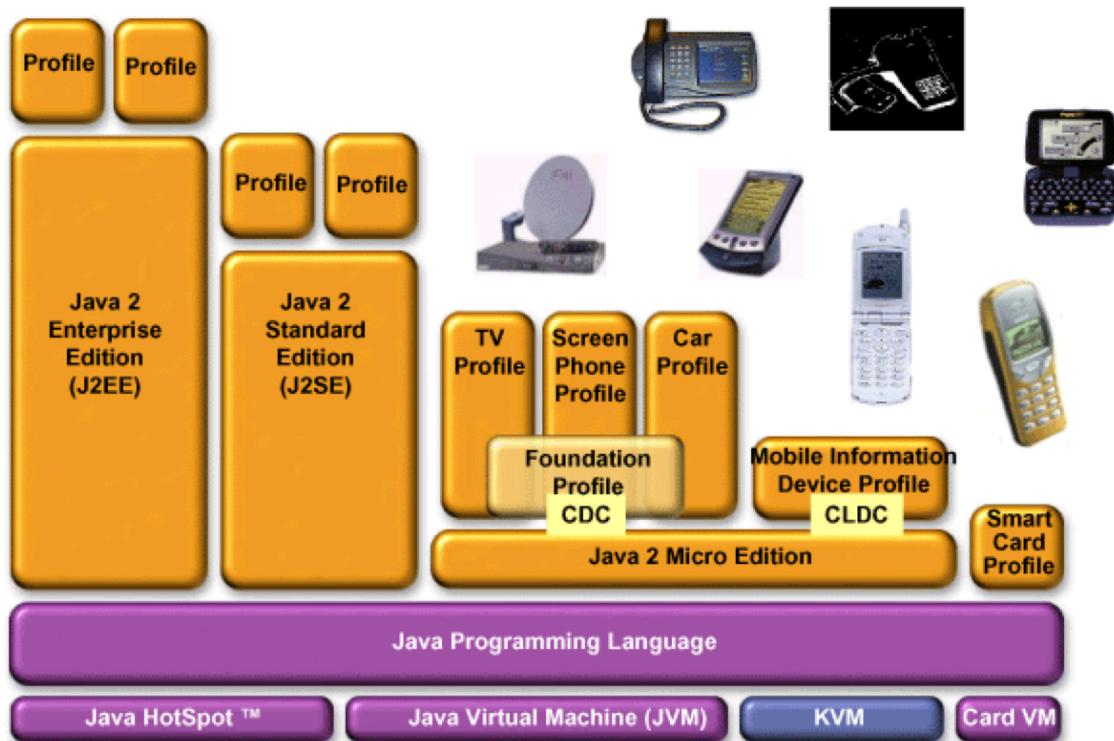
The screenshot shows the JavaDoc generated documentation for the `HelloWorld` class. The top navigation bar includes links for PACKAGE, CLASS (which is selected), TREE, DEPRECATED, INDEX, and HELP. Below the navigation is a search bar labeled "SEARCH: Search". The main content area starts with the class header `Class HelloWorld`. It lists the superclass `java.lang.Object` and the class `HelloWorld`. A detailed description follows: "HelloWorld class as first programming example". The "Since:" section indicates "1.0". The "Version:" section also lists "1.0". The "Author:" section credits "Matthias Berg-Neels". Below this, the "Constructor Summary" section shows one constructor: `HelloWorld()`. The "Method Summary" section lists the `main` method under the "All Methods" tab. The method details are: "Modifier and Type" is `static void`, "Method" is `main(java.lang.String[] args)`, and "Description" is "main method as starting point for program start".

Java Entwicklung: "Eat your own dog food!" --> [JDK Dokumentation](#)

Das Paketkonzept in Java

- Möglichkeit zur Strukturierung bzw. sinnvollen Sortierung von Klassen
- Pakete sind somit Sammlungen von Klassen
- die Klassen verfolgen einen gemeinsamen Zweck
- jede Klasse ist genau einem Paket zugeordnet
- Paketnamen können aus mehreren Teilen bestehen und hierarchisch aufgebaut sein
(vergleichbar mit der Ordnerstruktur im Windows-Explorer)
- eine Klasse kann eindeutig über das Paket und ihren Namen identifiziert werden

Funktionsumfang der Java 2™ Platform (!)



Funktionsumfang der Java 2™ Platform (!)

- Java 2 Standard Edition beinhaltet das Software Development Kit mit der Standard API zur Entwicklung von Java-Applikationen
- Java 2 Enterprise Edition umfasst neben der J2SE weitere Packages zur serverseitigen Programmierung (Enterprise Java Beans, Servlets, JSP, Java-Mail-API, etc.)
- Java 2 Micro Edition stellt eine funktional kleinere Laufzeitumgebung für mobile Endgeräte (PDAs, Handys, Navigationssysteme, etc.) dar
- Connected Device Configuration (CDC) beinhaltet die komplette JVM und ist in mobilen Systemen integriert
- Connected Limited Device Configurations (CLDC) ist eine J2ME-Bibliothek zur Abdeckung gerätespezifischer Funktionen; ermöglicht die Zusammenarbeit verschiedener Geräte der gleichen Kategorie
- KVM ist die kleinste Laufzeitumgebung und wird für den Einsatz auf Geräten mit beschränkter Speicherkapazität und CPU-Leistung verwendet
- Java Card APIs definieren eine minimale Laufzeitumgebung auf SmartCards

Entwicklungsumgebung

IntelliJ IDEA (!)

- Entwickler: [Jetbrains](#)
- Integrated Development Environment (IDE) für unterschiedliche Programmiersprachen und Umgebungen
 - Java, Javascript (Node.js), Android, Kotlin, ...
- freie Community Edition
- seit Version 9.0: kostenpflichtige Version (sehr beliebt)
- seit Version 14.0: Decompiler für Java Bytecode
- Erweiterbarkeit durch Plug-Ins
- verschiedene Ableger für weitere Programmiersprachen
 - z.B. Webstorm für PHP

Kapitel 3

Datentypen

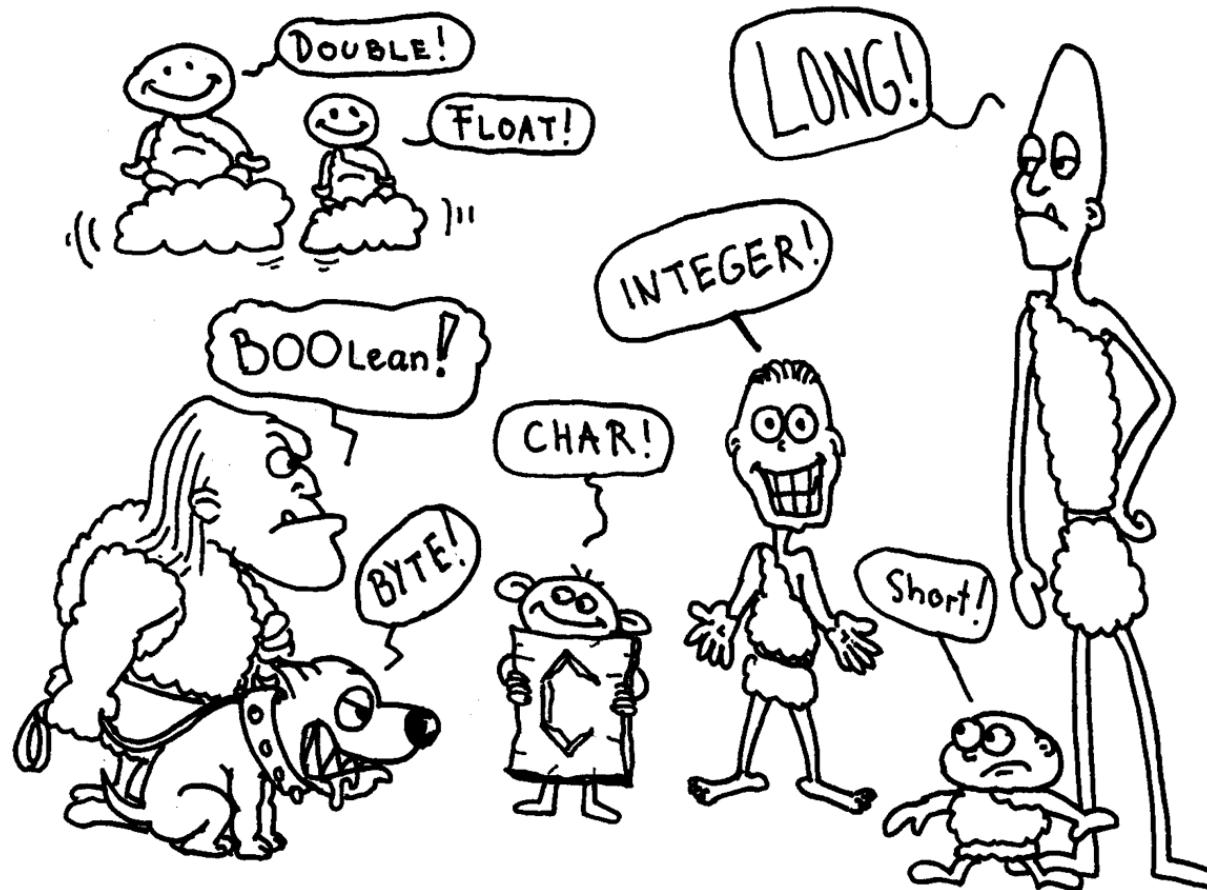
Übersicht

1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. **Datentypen**
4. Ausdrücke und Anweisungen
5. Objektorientierung
6. Vererbung
7. Interfaces

Lernziele

- Sie kennen die unterschiedlichen einfachen Datentypen in Java
- Sie kennen die Wertebereiche der jeweiligen Datentypen
- Sie können Variablen und Konstanten in Java deklarieren
- Sie kennen die unterschiedlichen Literale
- Sie kennen unterschiedliche Standard-Escape-Sequenzen und können diese einsetzen
- Sie kennen die Konvertierungsvorschriften bezüglich der einfachen Datentypen
- Sie können den Aufbau von Arrays beschreiben
- Sie können Arrays in Java deklarieren
- Sie kennen den theoretischen Umgang mit Referenzdatentypen
- Sie kennen die speziellen Referenzdatentypen Array und String

Arten von Datentypen



Arten von Datentypen

- bool'sche Typen sind Wahrheitswerte: True und False
- numerische Typen
 - Byte, Short, Integer und Long: Menge der ganzen Zahlen
 - Double und Float: Menge der reellen Zahlen
- alphanumerisch
 - Char: Menge der vereinbarten Schriftzeichen, z.B. ASCII-Zeichensatz
- komplexe Datentypen
 - String: Verkettung von Character-Werten ⇒ Zeichenketten
 - Array: Definition eines n-dimensionalen Feldes
 - Referenzdatentypen: Individuell definierte Datentypen

Wertebereiche und Speicherverbrauch

Typname	Länge in Byte	Wertebereich
boolean	1	<i>true, false</i>
char	2	Alle Unicode-Zeichen
byte	1	-2^7 bis $2^7 - 1$ (-128 bis 127)
short	2	-2^{15} bis $2^{15} - 1$ (-32.768 bis 32.767)
int	4	-2^{31} bis $2^{31} - 1$ (-2.147.483.648 bis 2.147.483.647)
long	8	-2^{63} bis $2^{63} - 1$ (-9.223.372.036.854.775.808 bis 9.223.372.036.854.775.807)
float	4	$\pm 3.40282347 \times 10^{38}$
double	8	$\pm 1.79769313486231570 \times 10^{308}$

Deklaration von Variablen

- Variablen werden durch Datentyp und Variablennamen deklariert

```
Typname Variablenname;
```

- Beispiele für Variablen-deklarationen

```
boolean müede;  
int a;
```

- Beispiele für Deklarationen mit Initialisierung

```
char buchstabe = 'a';  
long zahl = 45768;
```

Deklaration von Konstanten

- Konstanten werden ähnlich wie Variablen deklariert vor den Typnamen wird das Schlüsselwort

```
final gesetzt final Typname Konstantenname;
```

- Konstanten können nach der Deklaration einmalig mit einem Wert initialisiert werden

```
final double pi = 3.1415926535897932384626433832795;
```

Literale

*Ein Literal (lateinischen *littera* "Buchstabe") in der Programmiersprache bezeichnet fest definierte Zeichenfolgen zur Darstellung von Werten für Basis-Datentypen.*

Numerische Literale

Ganzzahlen

Literale für die Familie der Integer-Werte (byte, short, int, long) können in Dezimal-, Oktal- oder Hexadezimalform geschrieben werden

- Dezimalliterale bestehen aus den Ziffern 0 bis 9
- Oktalliterale bestehen aus dem Präfix 0 und den Ziffern 0 bis 7
- Hexadezimalliterale bestehen aus dem Präfix 0x, den Ziffern 0 bis 9 und den Buchstaben A bis F bzw. a bis f
- durch das Suffix l bzw. L wird ein Literal vom Typ long erzeugt

Numerische Literale

Fließkommazahlen

Literale für Fließkommazahlen float und double

- bestehen aus einem Vorkomma teil, dem Dezimalpunkt, einem Nachkomma teil, einem Exponenten und einem Suffix
- Unterscheidung zwischen float und double durch das Suffix f bzw. d
- Exponent wird durch ein e bzw. E eingeleitet
- Vorkomma- oder Nachkomma teil darf ausgelassen werden, der Exponent und das Suffix sind optional
- ohne Suffix sind Fließkommazahlen immer vom Typ double

Alphanumerische Literale

- besondere Literale für den Datentyp boolean

true und false

- Char-Literale werden grundsätzlich in einfache Hochkommata gesetzt
- Char-Variablen sind prinzipiell 2 Byte lang, da in char Unicode-Werte gespeichert werden können

```
'a';  
\u2764';
```

- besondere Zeichenliterale stellen die String-Literale dar
- String-Literale stehen in doppelten Hochkommata

```
"Hier ist eine Zeichenkette"
```

Text Blocks (seit Java 15)

- bisher

```
String html = "<html>\n" +  
"\t<body>\n" +  
"\t\t<p>Hello, world</p>\n" +  
"\t</body>\n" +  
"</html>";
```

- neu

```
String html = """";  
<html>  
  <body>  
    <p>Hello, world</p>  
  </body>  
</html>  
""";
```

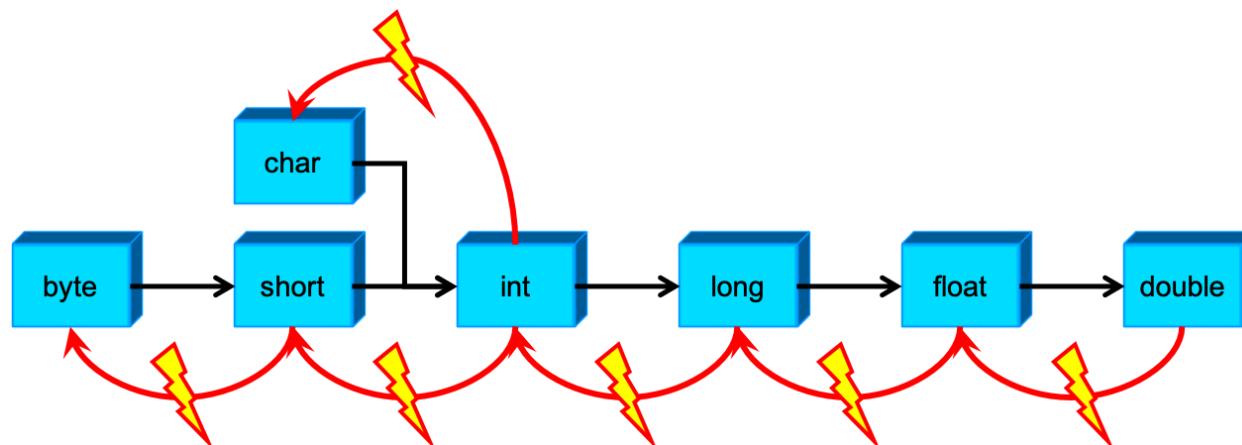
Standard-Escape-Sequenzen

- Zeichenliterale können Standard-Escape-Sequenzen zur Darstellung von Sonderzeichen beinhalten
- Beispiele:

Zeichen	Bedeutung
\t	Horizontaler Tabulator
\n	Zeilenschaltung (Newline)
\“	Doppeltes Anführungszeichen
\‘	Einfaches Anführungszeichen
\\\	Backslash
\uxxxx	Unicodezeichen (xxxx steht für den Hexadezimalwert des Unicodezeichens)

Konvertierungsregeln

- generelle Unterscheidung in erweiternde und einschränkende Konvertierung
- es existiert keine Konvertierungsvorschrift für den Datentyp boolean und für die Konvertierung zwischen einfachen und Referenzdatentypen



Arrays

- Arrays sind (mehrdimensionale) Feldvariablen, die aus mehreren Elementen bestehen
- alle Elemente eines Arrays gehören dem gleichen Datentyp an
- in Java sind Arrays semidynamisch, d.h. ihre Größe kann zur Laufzeit festgelegt, aber danach nicht mehr verändert werden
- Arrays in Java sind Objekte und bieten verschiedene Methoden
- die Elemente eines Arrays sind bei n Elementen von 0 bis n-1 durchnummeriert
- Zugriffe auf einzelne Elemente von Arrays erfolgen über den numerischen Index
- das Attribut length ist vom Typ Integer und gibt die Anzahl der Elemente eines Arrays zurück

Deklaration und Initialisierung von Arrays

- die Deklaration eines Arrays entspricht syntaktisch der einer einfachen Variablen
- Unterschied: an den Typnamen oder an den Variablennamen werden eckige Klammern angefügt
- die Initialisierung erfolgt mithilfe des new-Operators oder durch Zuweisung eines Array-Literals
- Beispiele

```
int [] zahl = {1, 2, 3, 4, 5};  
zahl[1] = 7;
```

```
int [][] matrix = new int[3][3];  
matrix[1][2] = 15;
```

```
int [][] matrix = new int[3][];  
matrix[0] = new int[4];
```

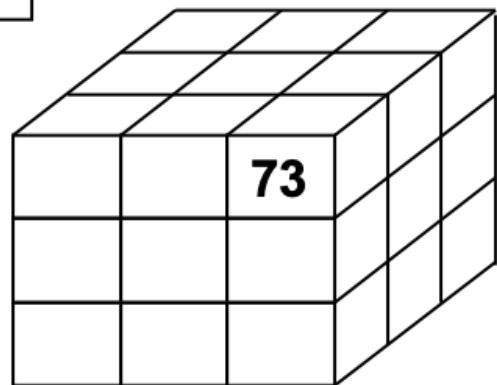
```
int [[[[] wuerfel = new int[3][3][3];  
wuerfel[2][0][0] = 73;
```

	7			

	15	

--	--	--

⋮



Umgang mit Referenzdatentypen

- im Gegensatz zu einfachen Datentypen handelt es sich bei Referenzdatentypen um komplexe Typen
- zu den Referenztypen zählen
 - Objekte (näheres im Kapitel 5: Objektorientierung)
 - Strings
 - Arrays
- Strings und Arrays sind besondere Objekte
- sowohl bei Strings als auch bei Arrays kennt der Compiler Literale, die den Aufruf des Operators new überflüssig machen
- bei einfachen Datentypen reicht die Deklaration der Variablen aus, während Referenztypen mittels des new-Operators noch erzeugt werden müssen (Ausnahmen Strings und Arrays)
- Referenztypen stellen lediglich einen Verweis auf Objekte dar

Kapitel 4

Ausdrücke &

Anweisungen

Übersicht

1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. Datentypen
- 4. Ausdrücke und Anweisungen**
5. Objektorientierung
6. Vererbung
7. Interfaces

Lernziele

- Sie kennen die Begriffe Ausdrücke und Anweisungen
- Sie kennen die unterschiedlichen Arten von Operatoren
 - arithmetisch
 - relational
 - logisch
 - Zuweisung
 - sonstige
- Sie kennen die Verzweigungsmöglichkeiten mit der IF- und der SWITCH-Anweisung
- Sie kennen die unterschiedlichen Schleifentypen
 - kopfgesteuert
 - fußgesteuert
 - zählend
- Sie kennen die break- und continue-Anweisung

Ausdrücke

- kleinste ausführbare Einheit in einem Programm
- Ausdrücke haben folgende Aufgaben
 - Variablen Werte zuzuweisen
 - numerische Berechnungen durchzuführen
 - logische Bedingungen zu formulieren
- Ausdrücke bestehen aus mindestens einem Operator und einem oder mehreren Operanden, auf die der Operator angewendet wird
- Unterscheidung der Operatoren nach dem Typ der Operanden
 - arithmetische Operatoren
 - relationale Operatoren
 - logische Operatoren
 - (bitweise Operatoren)
 - Zuweisungsoperatoren
 - sonstige Operatoren

Operatoren

Arithmetische Operatoren

Operator	Bezeichnung	Bedeutung
+	Positives Vorzeichen	+n ist gleichbedeutend mit n
-	Negatives Vorzeichen	-n kehrt das Vorzeichen von n um
+	Summe	a + b ergibt die Summe von a und b
-	Differenz	a - b ergibt die Differenz
*	Produkt	a * b ergibt das Produkt
/	Quotient	a / b ergibt den Quotienten
%	Restwert	a % b ergibt den Rest der ganzzahligen Division von a durch b
++	Präinkrement	++a erhöht a um 1 und ergibt a
++	Postinkrement	a++ ergibt a und erhöht a um 1
--	Prädekrement	--a verringert a um 1 und ergibt a
--	Postdecrement	a-- ergibt a und verringert a um 1

Relationale Operatoren

Operator	Bezeichnung	Bedeutung
<code>==</code>	Gleich	$a == b$ ergibt true, wenn a gleich b ist. Sind a und b Referenztypen, so ist der Rückgabewert true, wenn beide Werte auf dasselbe Objekt zeigen.
<code>!=</code>	Ungleich	$a != b$ ergibt true, wenn a ungleich b ist. Sind a und b Referenztypen, so ist der Rückgabewert true, wenn beide Werte auf verschiedene Objekt zeigen.
<code><</code>	Kleiner	$a < b$ ergibt true, wenn a kleiner b ist.
<code><=</code>	Kleiner gleich	$a <= b$ ergibt true, wenn a kleiner oder gleich b ist.
<code>></code>	Größer	$a > b$ ergibt true, wenn a größer b ist.
<code>>=</code>	Größer gleich	$a >= b$ ergibt true, wenn a größer oder gleich b ist.

Logische Operatoren

Operator	Bezeichnung	Bedeutung
!	Logisches NICHT	$!a$ ergibt false, wenn a wahr ist, und true, wenn a falsch ist.
&&	UND mit Short-Circuit-Evaluation	$a \&\& b$ ergibt true, wenn sowohl a als auch b wahr sind. Ist a bereits falsch, so wird false zurückgegeben und b nicht mehr ausgewertet.
	ODER mit Short-Circuit-Evaluation	$a b$ ergibt true, wenn mindestens einer der beiden Ausdrücke a oder b wahr ist. Ist a bereits wahr, so wird true zurückgegeben und b nicht mehr ausgewertet.
&	UND ohne Short-Circuit-Evaluation	$a \& b$ ergibt true, wenn sowohl a als auch b wahr sind. Beide Teilausdrücke werden ausgewertet.
	ODER ohne Short-Circuit-Evaluation	$a b$ ergibt true, wenn mindestens einer der beiden Ausdrücke a oder b wahr ist. Beide Teilausdrücke werden ausgewertet.
^	Exklusiv-ODER	$a ^ b$ ergibt true, wenn beide Ausdrücke einen unterschiedlichen Wahrheitswert haben.

Zuweisungsoperatoren

Operator	Bezeichnung	Bedeutung
=	Einfache Zuweisung	$a = b$ weist a den Wert von b zu und liefert b als Rückgabewert.
+=	Additionszuweisung	$a += b$ weist a den Wert von $a + b$ zu und liefert $a + b$ als Rückgabewert.
-=	Subtraktions-zuweisung	$a -= b$ weist a den Wert von $a - b$ zu und liefert $a - b$ als Rückgabewert.
*=	Multiplikations- zuweisung	$a *= b$ weist a den Wert von $a * b$ zu und liefert $a * b$ als Rückgabewert.
/=	Divisionszuweisung	$a /= b$ weist a den Wert von a / b zu und liefert a / b als Rückgabewert.
%=	Modulozuweisung	$a \%= b$ weist a den Wert von $a \% b$ zu und liefert $a \% b$ als Rückgabewert.

Sonstige Operatoren

- der Fragezeichenoperator ?:
 - ist der einzige dreistellige Operator in Java
 - er besteht aus einem logischen Ausdruck und zwei weiteren Ausdrücken, die entweder numerisch, boolean oder von einem Referenztyp sind.

```
a ? b : c // ==> results in b if a is true or c if a is false
```

- Type-Cast-Operator
 - dient der expliziten Typumwandlung bei einer einschränkenden Konvertierungen
 - (type) a wandelt den Ausdruck a in einen Ausdruck vom Typ type um
- String-Verkettung
 - mit dem +-Operator können nicht nur mit numerische Operanden verwendet werden, sondern auch zur Verkettung von Strings
 - a + b ergibt einen verketten String, wenn einer der Operanden a oder b ein Objekt vom Typ String ist

Anweisungen

Anweisungen sind elementare Arbeitsschritte

die leere Anweisung

```
;
```

- die einfachste Anweisung in Java
- kann dort verwendet werden, wo syntaktisch eine Anweisung erforderlich, aber von der Programmlogik nicht sinnvoll ist

der Anweisungsblock

```
{  
    Anweisung 1;  
    Anweisung 2;  
    ...  
    Anweisung n;  
}
```

- ist eine Zusammenfassung von Anweisungen
- wird als einzelne Anweisung behandelt und wird dort verwendet, wo syntaktisch nur eine Anweisung erlaubt ist

Beeinflussung des Kontrollflusses

Der Kontrollfluss (oder Programmablauf) bezeichnet in der Informatik die zeitliche Abfolge der einzelnen Befehle eines Computerprogramms. Der Kontrollfluss ist gewöhnlich durch die Reihenfolge der Befehle innerhalb des Programms festgelegt. Durch Kontrollstrukturen kann von der sequenziellen Abarbeitung abgewichen werden. Hierzu zählen beispielsweise Verzweigungen und Schleifen.

Verzweigungen

Verzweigungen - if-Anweisung

die einfache if-Anweisung

```
if (ausdruck)
    anweisung;
```

- ausdruck kann aus einem relationalen Operator oder aus mehreren relationalen Operatoren bestehen, die mit logischen Operatoren verknüpft sind
 - anweisung wird genau dann ausgeführt, wenn ausdruck true ist
-

die if-else-Anweisung

```
if (ausdruck)
    anweisung1;
else
    anweisung2;
```

- anweisung1 wird ausgeführt, wenn ausdruck true ist
- ist ausdruck false, wird anweisung2 ausgeführt

Verzweigungen mit der if-Anweisung

die if-else if-Anweisung

```
if (ausdruck1)
    anweisung1;
else if (ausdruck2)
    anweisung2;
else
    anweisung3;
```

- *anweisung1* wird ausgeführt, wenn *ausdruck1* true ist
- ist *ausdruck1* false, wird *ausdruck2* ausgewertet
- ist *ausdruck2* true, wird *anweisung2* ausgeführt
- ist auch *ausdruck2* false, wird *anweisung3* ausgeführt

Verzweigungen mit der switch-Anweisung

```
switch (ausdruck) {  
    case constant1:  
        anweisung1;  
    case constant2:  
        anweisung2;  
    // ...  
    default:  
        default_anweisung;}
```

- bietet die Möglichkeit der Mehrfachverzweigung
- Ablauf
 - der *ausdruck* wird zunächst ausgewertet
 - das Ergebnis wird mit den Konstanten der case-Label verglichen und bei Gleichheit die Anweisung und alle nachstehenden Anweisungen ausgeführt (Fall-Through-Logik)
 - dies kann durch Einsatz einer break-Anweisung verhindert werden
 - jede Konstante darf nur einmal auftauchen
 - gibt es keine passende Konstante, wird das optionale default-Label am Ende der switch-Anweisung angesprungen

Switch Expression (Seit Java 14)

- Unterstützung von Rückgabe-Logik bei Zuweisung
- keine Fall-Through-Logik
- Einzelne Anweisung ODER Anweisungsblock pro Fall
- Rückgabewert aus Anweisungsblock mit `yield` Anweisung

```
int numLetters = switch (day) {  
    case MONDAY, FRIDAY, SUNDAY -> 6;  
    case TUESDAY -> 7;  
    default -> {  
        String s = day.toString();  
        int result = s.length();  
        yield result;  
    }  
};
```

Schleifen

Unterschiedliche Schleifenarten

- kopfgesteuerte Schleifen
 - die Abbruchbedingung steht im Schleifenkopf
 - wird auch als abweisende Schleife bezeichnet
 - wird 0, 1 oder n Mal durchlaufen
- fußgesteuerte Schleifen
 - die Abbruchbedingung steht im Schleifenfuß
 - wird auch als offene oder nicht abweisende Schleife bezeichnet
 - wird mind. 1 Mal durchlaufen
- zählende Schleifen
 - besitzt einen Zähler
 - hat i.d.R. eine feste Anzahl an Durchläufen
 - die Abbruchbedingung kann sich in Java nicht nur auf den Zähler beziehen

Kopfgesteuerte Schleifen

```
while (ausdruck)
    anweisung;
```

- in Java realisiert durch die while-Schleife
- die Abbruchbedingung ausdruck muss als Ergebnis einen Wert vom Typ boolean zurückliefern
- ist das Ergebnis von ausdruck true, wird die Anweisung anweisung; ausgeführt
- liefert ausdruck als Ergebnis false, wird mit der ersten Anweisung nach der Schleife fortgefahren
- ist das Ergebnis von ausdruck gleich zu Beginn false, werden die Anweisungen in der Schleife nie ausgeführt ⇒ daher der Begriff: abweisende Schleife

Fußgesteuerte Schleifen

```
do  
    anweisung1;  
while (ausdruck);
```

- in Java realisiert durch die do-while-Schleife
- zunächst wird *anweisung1* ausgeführt
- erst danach wird das Ergebnis der Abbruchbedingung *ausdruck* geprüft
- ist das Ergebnis von *ausdruck* true, wird die Schleife ein weiteres Mal durchlaufen
- ist das Ergebnis von *ausdruck* false, wird die Schleifenverarbeitung beendet
- da die Bedingung erst nach dem ersten Durchlauf geprüft wird, muss die Schleife mindestens einmal durchlaufen werden ⇒ daher der Begriff: nicht abweisende Schleife

Zählende Schleifen

```
for (init; test; update)  
    anweisung1;
```

- in Java realisiert durch die for-Schleife
- der Schleifenkopf besteht aus drei optionalen Ausdrücken
 - der init-Teil wird i.d.R. zur Initialisierung von einem oder mehreren Schleifenzählern verwendet, die nur lokal innerhalb der Schleife bekannt sind
 - der test-Teil bildet die Abbruchbedingung der Schleife
 - anweisung1 wird nur dann ausgeführt, wenn test als Ergebnis true liefert
 - fehlt der test-Teil, setzt der Compiler an diese Stelle die Konstante true
 - im update-Teil werden die Schleifenzähler verändert
- besondere for-Schleife zum Durchlaufen von Feldern (Arrays)

```
for ( Typ Bezeicher : Feld )
```

Die break- und continue-Anweisung

- beide Anweisungen dienen der Änderung des Ablaufs innerhalb von Schleifen
- die break-Anweisung
 - eine break-Anweisung innerhalb einer Schleife führt zum Verlassen der Schleife
 - das Programm wird mit der ersten Anweisung nach der Schleife fortgesetzt
- die continue-Anweisung
 - der aktuelle Schleifendurchlauf wird beendet und das Programm springt zum Ende der Schleife
 - ein neuer Durchlauf der Schleife mit Prüfung der Abbruchbedingung beginnt

Lesbarer Code durch Einrückung und Coding- Blocks

korrekter Code

- schlecht lesbar (gar nicht eingerückt)

```
ausdruck0; if(ausdruck1) anweisung1; else ausdruck2; ausdruck3;
```

- besser lesbar (eingerückt)

```
ausdruck0;  
if(ausdruck1)  
    anweisung1;  
else  
    ausdruck2;  
ausdruck3;
```

korrekter Code

- schlecht lesbar (falsch eingerückt)

(dangaling-else)

```
if(ausdruck1)
    if(ausdruck2)
        anweisung1;
else
    anweisung2;
```

- besser lesbar (korrekt eingerückt)

```
if(ausdruck1)
    if(ausdruck2)
        anweisung1;
else
    anweisung2;
```

- besser lesbar (Verzweigungen mit Coding-Blöcken separiert)

```
if(ausdruck1){
    if(ausdruck2){
        anweisung1;
    } else {
        anweisung2;
    }
}
```

korrekter Code

*schlecht lesbar (falsch eingerückt)

```
while (ausdruck)
    anweisung1;
    anweisung2;
    anweisung3;
    anweisung4;
```

besser lesbar (korrekt eingerückt)

```
while (ausdruck)
    anweisung1;

    anweisung2;
    anweisung3;
    anweisung4;
```

besser lesbar (korrekt eingerückt & separiert mit Coding-Block)

```
while (ausdruck){
    anweisung1;
}

anweisung2;
anweisung3;
anweisung4;
```

Kapitel 5

Objektorientierung

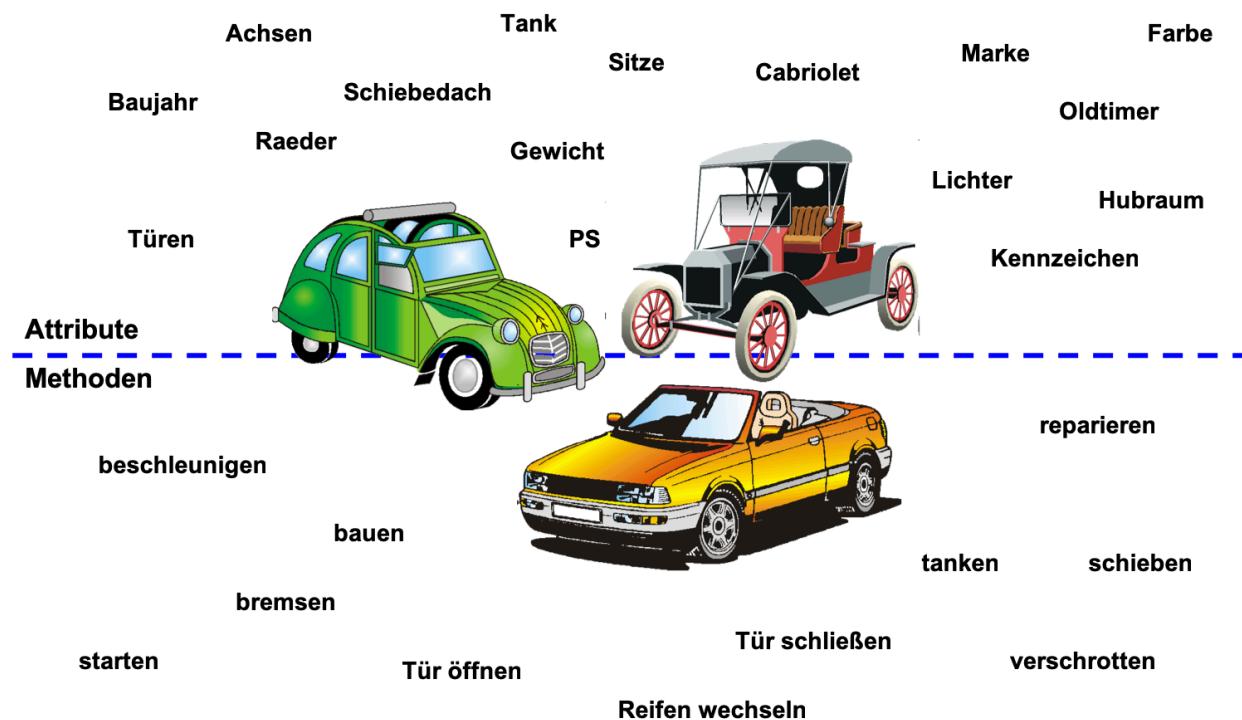
Übersicht

1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. Datentypen
4. Ausdrücke und Anweisungen
- 5. Objektorientierung**
6. Vererbung
7. Interfaces

Lernziele

- Sie kennen die Begriffe Klasse, Objekt, Attribut und Methode..
- Sie kennen die Eigenschaften von Attributen und Methoden.
- Sie können Klassen, Attribute und Methoden in der Unified Modelling Language (UML) darstellen.
- Sie können Objekte mithilfe von Konstruktoren erzeugen.
- Sie können das Prinzip der Kapselung im Zusammenhang mit Getter- und Setter-Methoden erläutern.
- Sie kennen die unterschiedlichen Sichtbarkeiten von Attributen und Methoden.
- Sie können Methoden überladen.
- Sie kennen die Begriffe der Klassenattribute und -methoden.
- Sie können Objekte mit dem Garbage Collector zerstören.
- Sie kennen die Begriffe Assoziation, Aggregation und Komposition

Einführung in die Objektorientierung



Einführung in die Objektorientierung

Klassen

- Klassen bilden den Bauplan (die Schablone) für Objekte
- nach dem Bauplan können mehrere Objekte erzeugt werden

Objekte

- stellen die sog. Instanz einer Klasse dar
- können erzeugt, verändert und zerstört werden
- haben eine Identität und einen Zustand

Attribute

- beschreiben die Eigenschaften von Objekten
- beschreiben den Zustand eines Objektes

Methoden

- beschreiben das Verhalten von Objekten
- stellen die Funktionalität von Objekten dar

Attribute und Methoden

- Attribute sind Variable oder Konstanten innerhalb eines Objektes
- Attribute werden wie Variablen oder Konstanten deklariert
- in den Methoden werden die Algorithmen zu einem Objekt implementiert
- Methoden können einen Rückgabewert haben
- der Rückgabewert einer Methode kann von einem einfachen oder einem Referenzdatentyp oder vom Typ void sein
- Methoden vom Rückgabewerttyp void haben keinen Rückgabewert
- die Deklaration von Methoden erfolgt nach folgender Syntax

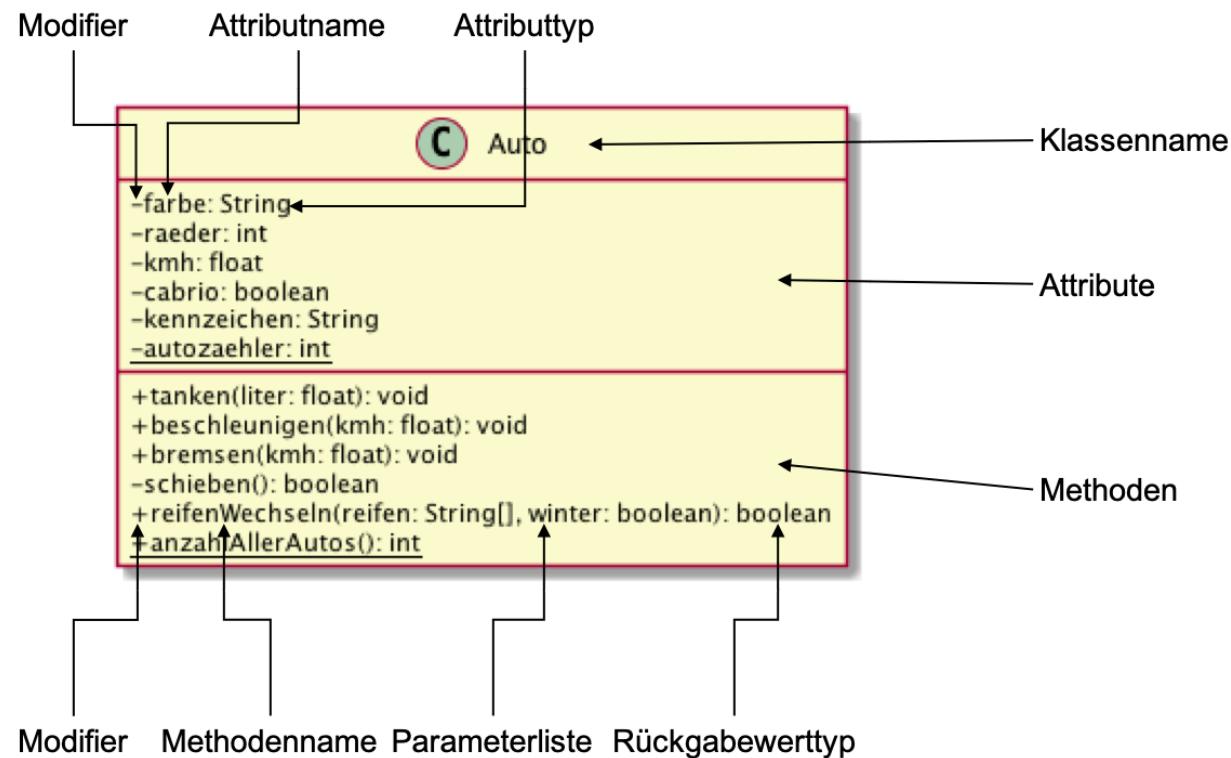
```
[Modifier] Typ Name ([Übergabeparameter]) {  
    Anweisungen;  
}
```

- sowohl Attribute und Methoden haben einen Modifier, der die Sichtbarkeit außerhalb der Klassen festlegt

Darstellung von Klassen in der UML

- UML steht für Unified Modelling Language
- wird im Rahmen der objektorientierten Analyse und im objektorientierten Design eingesetzt
- beschreibt eine standardisierte Sammlung von Diagrammen
- die Diagramme werden unterschieden in
 - statische Diagramme
 - dynamische Diagramme
- Klassen werden durch Klassendiagramme dargestellt
- Klassendiagramme zählen zu den statischen Diagrammen
- in den Klassendiagrammen werden festgelegt
 - der Name der Klasse
 - die Namen und Datentypen der Attribute
 - die Namen und Rückgabewerte der Methoden
 - die Sichtbarkeit von Attributen und Methoden

Darstellung der Klassen in der UML



Objekte erzeugen

- Objekte sind Instanzen einer Klasse
- zum Erzeugen von Objekten muss zunächst eine Klasse definiert werden
 - die Definition einer Klasse beginnt mit dem Schlüsselwort `class`
 - innerhalb der Klasse werden die entsprechenden Attribute und Methoden zu der Klasse deklariert und implementiert
 - die Definition einer Klasse beschreibt also den Aufbau und das Verhalten einer Klasse
- Objekte werden wie folgt erzeugt
 - zunächst wird eine Variable vom Typ der Klasse deklariert
 - mit Hilfe des `new`-Operators wird ein neues Objekt der Klasse instanziert und muss der Variable zugewiesen werden
 - durch Verwendung des `new`-Operators wird gleichzeitig für das neue Objekt Speicher allokiert
 - mit dem `new`-Operator wird eine spezielle Methode der Klasse implizit aufgerufen, der Konstruktor

Konstruktoren

- sind spezielle Methoden zum Erzeugen von neuen Objekten einer Klasse
- Konstruktoren tragen den gleichen Namen wie die Klasse
- werden ausschließlich über den new-Operator aufgerufen
- liefern als Ergebnis die Referenz auf das neu geschaffene Objekt zurück
- es existiert ein Standardkonstruktor
 - dieser wird automatisch vom Compiler zur Verfügung gestellt, wenn in der Klassendefinition kein Konstruktor implementiert wurde
 - besitzt keine Übergabeparameter
 - sobald ein Konstruktor in der Klasse implementiert wurde, erzeugt der Compiler keinen Standardkonstruktor mehr
- Konstruktoren können dazu verwendet werden, um die Attribute zu initialisieren

Beispiel für die Implementierung einer Klasse

```
package prog1.demos.objekt;
class Auto {

    // Deklaration der Attribute
    int ps;
    float kmh;
    String kfzKZ;
    String marke;

    // Implementierung des Konstruktors
    Auto(){
        ps = 75;
        kmh = 0;
        kfzKZ = "XX-XX 0000";
        marke = "Eigenbau";
    }

    // Implementierung der Methoden
    void beschleunigen(float pluskmh){
        kmh += pluskmh;
    }
    void bremsen(float minuskmh){
        if (kmh - minuskmh >= 0){
            kmh -= minuskmh;
        }
    }
}
```

Prinzip der Kapselung

- die Kapselung ist ein Programmiergrundsatz in der objektorientierten Programmierung
- es handelt sich dabei um keine Eigenschaft der Programmiersprache Java
- Idee: auf die Attribute eines Objektes wird nicht direkt, sondern über spezielle Methoden zugegriffen
- dazu müssen die Attribute vor der Außenwelt verborgen und vor unerlaubtem Zugriff geschützt werden
- dies geschieht durch die Sichtbarkeitsmodifier
- Ziel: die Werte der Attribute dürfen nur im Sinne des Entwicklers sinnvoll verändert werden -> Plausibilitätsprüfung
- die speziellen Änderungsmethoden werden als Getter- und Setter-Methoden bezeichnet
 - Getter-Methoden dienen zum Auslesen der Attribute
 - Setter-Methoden werden zum Verändern der Attribute verwendet

Sichtbarkeit von Attributen und Methoden

private

- nur innerhalb der Klasse sichtbar
- stärkste Form der Kapselung, da auf die Attribute und Methoden nur innerhalb der Klasse zugegriffen werden kann

protected

- nur innerhalb eines Paketes und in Subklassen (siehe Kapitel 6: Vererbung) sichtbar

default

- nur innerhalb des Paketes sichtbar

public

- von überall sichtbar
- normalerweise sind die Getter- und Setter-Methoden öffentlich, um auf private Attribute zuzugreifen

Beispiel für Getter- und Setter-Methoden

```
package prog1.demos.objekt;
class Auto {

    // Deklaration der gekapselten Attribute
    private int ps;
    private float kmh;
    private String kfzKZ;
    private String marke;

    // Getter- und Setter-Methoden
    public String getKfzKZ() {
        return kfzKZ;
    }

    public void setKfzKZ(String kfzKZ) {
        this.kfzKZ = kfzKZ;
    }

    public float getKmh() {
        return kmh;
    }

    public void setKmh(float kmh) {
        this.kmh = kmh;
    }
}
```

Zugriff auf Attribute und Methoden

- auf Methoden und Attribute wird in der Punktnotation zugegriffen

```
objektname.methode(Übergabeparameter);  
objektname.attribut;
```

- Voraussetzung: die Sichtbarkeit der Methoden und Attribute lässt den direkten Zugriff zu
- call by value
 - alle Parameter werden in Java mit call by value übergeben
 - Änderungen der Werte innerhalb der Methoden haben keinen Einfluss auf den Übergabeparameter
- call by reference
 - werden Referenzdatentypen (Objekte) übergeben, steht in der Methode die Referenz auf das Orginalobjekt zur Verfügung
 - alle Methoden und Attribute zum Orginalobjekt stehen in der Methode zur Verfügung
 - Änderungen der Attribute finden somit innerhalb des Orginalobjektes statt

Beispiel für Methoden- und Attributzugriffe

```
package prog1.demos.objekt;
class Auto {

    // Deklaration der Attribute
    private int ps;
    private float kmh;
    private String kfzKZ;
    private String marke;
    public int tueren;

    // Getter- und Setter-Methoden
    public String getKfzKZ() {
        return kfzKZ;
    }

    public void setKfzKZ(String kfzKZ) {
        this.kfzKZ = kfzKZ;
    }

    public float getKmh() {
        return kmh;
    }

    public void setKmh(float kmh) {
        this.kmh = kmh;
    }
}
```

Beispiel für Methoden- und Attributzugriffe II

```
package prog1.demos.objekt;
class AutoTest {
    public static void main(String[] args) {

        Auto bmw = new Auto();
        Auto audi = new Auto();

        bmw.tueren = 5;
        audi.tueren = 3;

        bmw.setKfzKZ("HD-XX 321");
        audi.setKmh(135.7f);

        System.out.println("Der BMW hat das
                           Kennzeichen: " + bmw.getKfzKZ());

        System.out.println("Der Audi fährt: " +
                           audi.getKmh());
    }
}
```

Überladene Methoden

- Methoden mit dem gleichen Namen werden innerhalb einer Klasse mehrmals definiert
- die Methoden unterscheiden sich dabei in der Anzahl und/oder in der Typisierung der Übergabeparameter
- die Modifier können dabei unterschiedliche Sichtbarkeiten zulassen
- Ziel: gleichnamige Operationen können mit unterschiedlichen Datentypen als Parameter versorgt werden
- gleichnamige Operationen können unterschiedliche Funktionalität zur Verfügung stellen
- auch Konstruktoren können überladen werden

Beispiel für überladene Methoden

```
package prog1.demos.objekt;
class Auto {

    // Deklaration der gekapselten Attribute
    private int ps;
    private float kmh;
    private String kfzKZ;
    private String marke;

    // überladene Konstruktoren und Methoden
    Auto(){
        ps = 75; kmh = 0;
        kfzKZ = "XX-XX 0000"; marke = "Eigenbau";
    }

    public Auto(int ps, float kmh, String kfzKZ, String marke){
        this.ps = ps; this.kmh = kmh;
        this.kfzKZ = kfzKZ; this.marke = marke;
    }

    void beschleunigen(float pluskmh){
        kmh += pluskmh;
    }
    protected void beschleunigen(){
        kmh+= 10;
    }
}
```

Variable Argumente - varargs

- können eine beliebige Anzahl von Werten als Argumente übergeben, einschließlich gar keiner.
- intern behandelt Java die varargs-Parameter als Array des angegebenen Typs. Daher können Sie die Methoden auf Arrays anwenden (wie Schleifen oder Längenüberprüfung).
- definition über datentyp... name in der Methodensignatur
- müssen am Ende der Übergabeparameter stehen
- nur ein variables Argument pro Methode

```
public class VarargsExample {  
    public void sumOfNumbers(int... numbers) {  
        int sum = 0;  
        for (int number : numbers) {  
            sum += number;  
        }  
        System.out.println("Summe: " + sum);  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        VarargsExample sumUp = new VarargsExample();  
  
        sumUp.sumOfNumbers(1);          // Gibt: "Summe: 1"  
        sumUp.sumOfNumbers(1, 2, 3);    // Gibt: "Summe: 6"  
        sumUp.sumOfNumbers();         // Gibt: "Summe: 0"  
    }  
}
```

Klassenattribute und –methoden

- Klassenattribute und –methoden existieren unabhängig von einer Instanz einer Klasse
- ohne das ein Objekt existiert können diese verwendet werden
- sie werden durch den Modifier static als Klassenattribut bzw. –methode definiert
- ZU beachten: static-Methoden können nur auf static-Attribute zugreifen, und nicht auf Instanzattribute und -methoden
- auf Klassenattribute und –methoden wird ebenfalls in der Punktnotation über den Klassennamen zugegriffen
- Darstellung in UML: Klassenattribute und -methoden werden in UML durch Unterstreichung kenntlich gemacht

Beispiel für Klassenattribute und -methoden

```
package prog1.demos.objekt;
class Auto {

    // Deklaration der gekapselten Attribute
    private int ps;
    private float kmh;
    private String kfzKZ;
    private String marke;
    private static int autoZaehler = 0;

    // Getter- und Setter-Methoden
    Auto(){
        autoZaehler++;
        ps = 75;
        kmh = 0;
        kfzKZ = "XX-XX 0000";
        marke = "Eigenbau";
    }

    public static int getAutoZaehler() {
        return autoZaehler;
    }

    public static void setAutoZaehler(int autoZaehler) {
        Auto.autoZaehler = autoZaehler;
    }
}
```

Beispiel für Klassenattribute und -methoden II

```
package prog1.demos.objekt;
class AutoTest {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println(Auto.getAutoZaehler());
        Auto bmw = new Auto();
        Auto audi = new Auto();
        System.out.println(Auto.getAutoZaehler());
        bmw.tueren = 5;
        audi.tueren = 3;
        bmw.setKfzKZ("HD-XX 321");
        audi.setKmh(135.7f);
        System.out.println("Der BMW hat das
            Kennzeichen: " + bmw.getKfzKZ());
        System.out.println("Der Audi fährt: " +
            audi.getKmh());
    }
}
```

Mini-Exkurs: Enumerations (Enum)

- Spezielle Klasse (erbt von `java.lang.Enum`)
- definiert eine Menge an gültigen Werten
- bietet Prüfung auf gültige Werte zur Kompilierungs- und Laufzeit
- Naming Convention: Enum-Klassenname UpperCamelCase, Werte UPPER_CASE

```
public enum CarBrand {  
    MERCEDES,  
    BMW,  
    FORD,  
    TESLA  
}
```

Mini-Exkurs: Enum als Klasse

- kann Konstruktor, Attribute und Methoden haben
- Konstanten werden als Objekt der Enum(-Klasse) instanziert (Singleton)

```
public enum CarBrand {  
    MERCEDES("$$$"),  
    BMW("$$$"),  
    FORD("$"),  
    TESLA("$$");  
  
    private String priceClass;  
  
    public CarBrand(String priceClass){  
        this.priceClass = priceClass;  
    }  
  
    public String getPriceClass(){  
        return priceClass;  
    }  
}
```

Initialisierungs-Codeblöcke (!)

- stehen im Kontext einer Klasse
- werden als spezielle ("namenlose") Methoden kompiliert
- Objekt- und Klassen-Initialisierungs-Codeblöcke
 - Objekt: laufen vor jedem Konstruktorauftrag
 - Klasse: laufen einmalig vor dem ersten Zugriff auf die Klasse (kennzeichnung durch `static`)
- können für komplexe Initialisierungen genutzt werden

```
public class Car {  
    // ...  
  
    private static int carCount;  
    private static String nextDefaultColor;  
  
    // Klassen-Initialisierungs-Codeblock  
    static{  
        carCount = DataBaseService.getCurrentNumber0fCars();  
    }  
  
    // Objekt-Initialisierungs-Codeblock  
    {  
        nextDefaultColor = CarStatisticService.getLessUsedColor();  
    }  
}
```

Objekte löschen mit dem Garbage-Collector

- nicht mehr benötigte Objekte belasten den Speicher und müssen daher „eingesammelt“ werden
- diese Aufgabe übernimmt der Garbage Collector
- benötigte Objekte sind dadurch gekennzeichnet, dass sie noch referenziert sind (reachable)
- sobald keine Referenzvariable mehr auf das Objekt verweist, wird das Objekt vom Garbage Collector zerstört (unreachable)
- Java verfügt über eine automatische Garbage Collection
- der Garbage Collector in Java startet, wenn die Virtual Machine für neue Objekte Speicherplatz benötigt
- explizit kann der Garbage Collector auch über den Befehl System.gc(); gestartet werden
- der Garbage Collector ruft den Destruktor eines Objektes
- (**Deprecated**) Destruktoren sind parameterlose Methoden mit dem Namen

```
protected void finalize();
```

Beziehungen zwischen Objekten

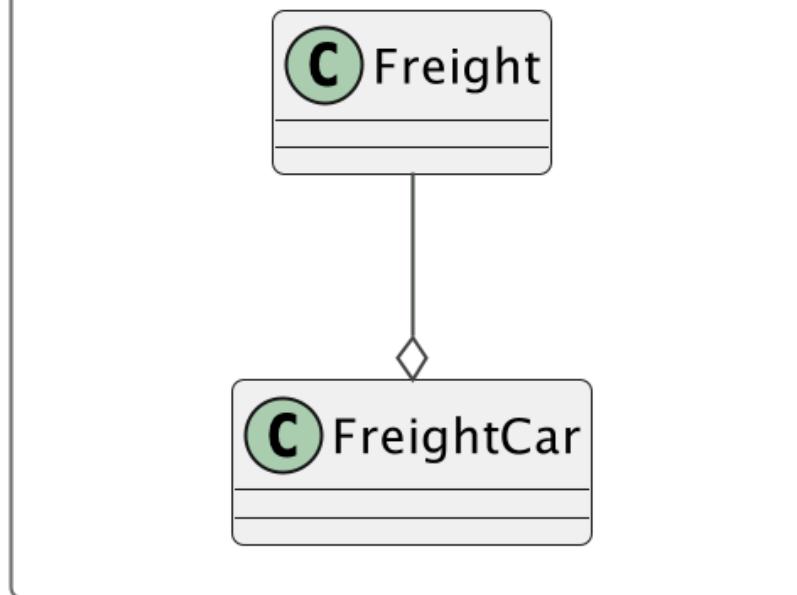
Assoziation

- beschreibt die Struktur einer Menge von Beziehungen zwischen Objekten
- binäre Assoziationen beschreiben die Beziehung zwischen je zwei Klassen
- Assoziationen können benannt werden, durch eine verbale Beschreibung der Beziehung
- die Darstellung in der UML erfolgt durch eine einfache Verbindungsline zwischen den Klassen

Aggregation

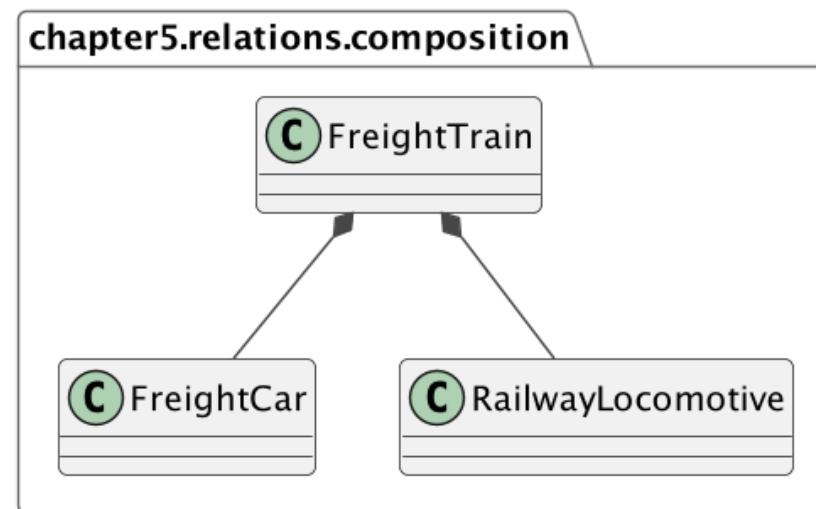
- Aggregationen stellen eine spezielle Form der Assoziation dar
- Aggregationen stellen eine „Teile-Ganzes-Beziehung“ oder „Besteht-aus-Beziehung“ dar
- Aggregationen beschreiben keine existentielle Abhängigkeiten
- Beispiel: die Beziehung zwischen einem Güterwagen und der Fracht; der Wagon existiert auch ohne Fracht
- die Notation in der UML erfolgt durch eine Linie mit einer Raute am Ende, wobei die Raute bei der Aggregatsklasse (dem Ganzen) angesiedelt ist

chapter5.relations.aggregation



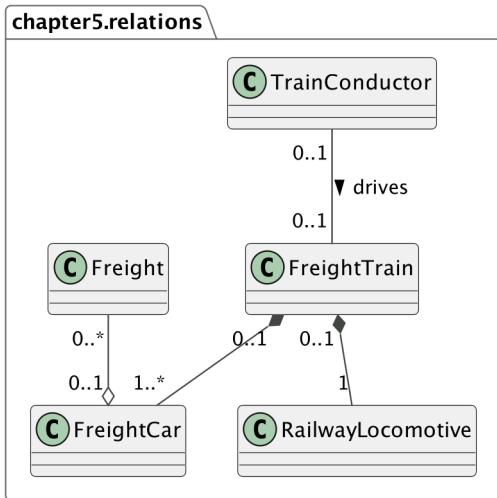
Komposition

- die Komposition ist eine spezielle Form der Aggregation
- Kompositionen sind „strenger“ als Aggregationen
- es handelt sich ebenfalls um eine „Teile-Ganzes-Beziehung“
- die Existenz des Ganzen ist im Unterschied zur Aggregation von der Existenz des einzelnen Teils abhängig
- Beispiel: ein Güterzug kann nur dann existieren, wenn mind. eine Zuglokomotive und mind. ein Güterwagen existiert
- die Darstellung erfolgt analog der Aggregation nur mit einer ausgefüllten Raute



Kardinalität (Multiplizität)

- Beschreibt die mengen- / zahlenmässige Ausprägung einer Beziehung (Assoziation)
- Werden an der Assoziation eingetragen



Kardinalität	Beschreibung
1	Ein Objekt muss genau einem anderen Objekt zugeordnet sein (MUSS-Beziehung, siehe Komposition)
0..1	Es kann ein oder kein Objekt dem anderen zugeordnet sein (Kann-Beziehung)
0..n	Es können beliebig viele Objekte einem anderen Objekt zugeordnet sein (Kann-Beziehung)
1..n	Es muss mindestens ein Objekt bis beliebig viele Objekte einem anderen Objekt zugeordnet sein (MUSS-Beziehung, siehe Komposition)

Kapitel 6

Vererbung

Übersicht

1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. Datentypen
4. Ausdrücke und Anweisungen
5. Objektorientierung
6. **Vererbung**
7. Interfaces

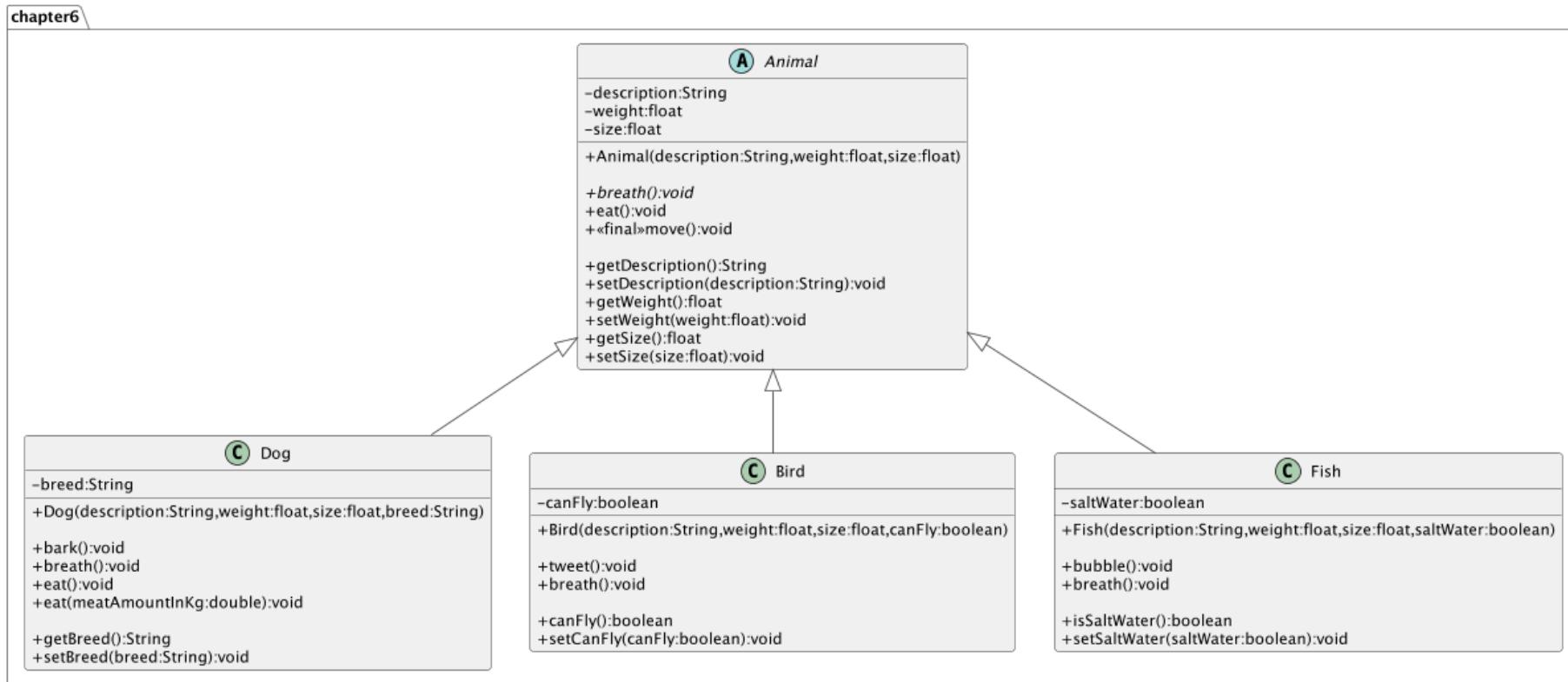
Lernziele

- Sie können die Eigenschaften der Vererbung beschreiben.
- Sie können den Unterschied von Super- und Subklassen beschreiben und den Begriff der Vererbungshierarchie erläutern.
- Sie können die Begriffe Generalisierung und Spezialisierung im Zusammenhang mit der Vererbung erklären.
- Sie können Vererbungsbeziehungen in der UML darstellen.
- Sie können das Vererbungskonzept in Java beschreiben.
- Sie kennen die Eigenschaften der Klasse Object.
- Sie können Methoden überschreiben.
- Sie kennen die Bedeutung der Modifier abstract und final.
- Sie können die Bedeutung von this und super erklären.
- Sie kennen die Konzepte des narrowing und widening casts.
- Sie können den Begriff der Polymorphie erklären.

Eigenschaften der Vererbung

- eine Unterkelas (Subklasse) erbt die Attribute und Methoden einer Oberklasse (Superklasse)
- statt Vererbung spricht man auch vom Ableiten von Klassen? eine Subklasse leitet sich aus einer oder mehreren Superklassen ab
- es entsteht eine Vererbungshierarchie, die theoretisch beliebig tief geschachtelt werden kann
- i.d.R. besitzt die Subklasse noch zusätzliche Attribute und Methoden
- Ziel und Vorteil: bestehender Programmcode kann wieder verwendet werden (Reuse)
- Mehrfachvererbung besagt, dass eine Subklasse von mehreren Superklassen erbt
- Superklassen stellen eine Generalisierung ihrer Subklassen dar
- umgekehrt sind Subklassen Spezialisierungen ihrer Superklassen

Darstellung der Vererbung in UML



Vererbung in Java

Übersicht

- Java unterstützt nur die Einfach- und nicht die Mehrfachvererbung
- über Interfaces (Kapitel 7) kann auf mehrere Klassen Bezug genommen werden
- die Vererbung ist durch folgende Syntax definiert:

```
class Subklasse extends Superklasse { }
```

- mit `extends` verweist die Subklasse auf ihre Superklasse
- nach `extends` darf lediglich eine Superklasse angegeben werden
- alle Attribute und Methoden mit Ausnahme der Konstruktoren der Superklasse werden an die Subklasse vererbt
- in der Subklasse kann die Funktionalität der abgeleiteten Klasse erweitert und verändert werden
 - Hinzufügen von Methoden und Attributen
 - Überladen von Methoden
 - Überschreiben von Methoden

Die Superklasse **Object**

- ist die Wurzel der Klassenhierarchie in Java
- liegt im Paket `java.lang`
- von ihr sind alle Klassen explizit oder implizit abgeleitet, d.h. jede eigene Klasse ist immer eine Subklasse von `Object`
- damit stehen alle Methoden der Klasse `Object` in allen abgeleiteten Klassen zur Verfügung
 - `Object()` – parameterloser Konstruktor
 - `toString()` – Konvertierung eines Objekts in einen String ausgeführt
 - `equals()` – vergleicht zwei Objekte miteinander
 - `hashCode()` – berechnet den Hashwert eines Objektes
 - `clone()` – kopiert zwei Objekte
 - `finalize()` – ist der Destruktor
- in Referenzvariablen vom Typ `Object` können alle beliebigen Objektreferenzen gespeichert werden (vgl. Narrowing cast)

Sichtbarkeit von Methoden und Attributen

private

- nur innerhalb der Klasse sichtbar
- stärkste Form der Kapselung, da auf die Attribute und Methoden nur innerhalb der Klasse zugegriffen werden kann

protected

- nur innerhalb eines Paketes und in Subklassen (siehe Kapitel 6: Vererbung) sichtbar

default

- nur innerhalb des Paketes sichtbar

public

- von überall sichtbar
- normalerweise sind die Getter- und Setter-Methoden öffentlich, um auf private Attribute zuzugreifen

Methoden überschreiben

- Methoden, die bereits in der Superklasse implementiert sind, können in Subklassen neu definiert werden (Überschreiben)
- zur Laufzeit wird entschieden, welche Methode konkret ausgeführt wird (dynamisches Binden)
- dabei sucht die JVM zunächst in der Klasse des Referenzdatentyps nach einer passenden Methode
- wird dort keine passende Methode gefunden, wird die Vererbungshierarchie von unten nach oben nach einer passenden Methode durchsucht
- dies erfordert zusätzliche Rechnerkapazität und wirkt sich daher negativ auf die Performance aus
- das Überschreiben kann durch zwei Modifier vermieden werden
 - `private` ⇒ Methode ist in Subklasse nicht sichtbar
 - `final` ⇒ verhindert explizit das Überschreiben
- die Sichtbarkeit bei überschriebenen Methoden darf erhöht aber nicht eingeschränkt werden

Mini-Exkurs: Enum als vererbte Klasse

- Enums Erben von `java.lang.Enum`
- `toString()`-Methode von `Objekt` überschrieben
 - geben den Namen des Konstanten-Wertes zurück
 - kann weiter auf Klassen- und Objekt-Ebene überschrieben werden

```
public enum CarBrand {  
    MERCEDES("$$$"),  
    BMW("$$"),  
    FORD("$"),  
    TESLA("$") {  
        @Override  
        public String toString() {  
            return super.toString() + " voll elektrisch";  
        }  
    };  
  
    // ...  
  
    @Override  
    public String toString() {  
        return switch(this){  
            case TESLA -> "Tesla";  
            case FIAT -> "Fiat";  
            case MERCEDES -> "Mercedes";  
            case BMW -> "BMW";  
            } + "(" + priceClass + ")";  
    }  
}
```

Weitere Modifier

abstract

- abstrakte Klassen sind i.d.R. noch nicht ausreichend spezialisiert und dienen nur als grobe Vorlage für Subklassen
- von abstrakten Klassen können keine Objekte erzeugt werden
- beinhaltet eine Klasse mind. eine abstrakte Methode, so muss die Klasse abstrakt werden
- abstrakte Methoden beinhalten nur den Methodenkopf, aber keine Implementierung im Methodenrumpf
- Subklassen von abstrakten Superklassen müssen alle abstrakten Methoden der Superklasse implementieren (konkrete Klasse) oder selbst abstrakt werden
- UML: Abstrakte-Klassen und -Methoden werden in UML durch kursiv-Schreibweise kenntlich gemacht

final

- Klassen, die mit dem Modifier final versehen sind, dürfen nicht weiter abgeleitet werden
- Methoden mit dem Modifier final dürfen nicht überschrieben werden final-Attribute sind Konstanten, deren Wert sich nicht verändern darf

Bedeutung von this und super

- mit dem Ausdruck `super` kann aus einer abgeleiteten Klasse mithilfe der Punktnotation auf Attribute und Methoden der Superklasse zugegriffen werden
- ein kaskadierender Aufruf `super.super.x()` ist nicht möglich
- `this` ist eine Referenzvariable, die beim Anlegen des Objekts automatisch erzeugt wird und auf das aktuelle Objekt zeigt
- über die `this`-Referenz können eigene Methoden, Instanz- und Klassenattribute angesprochen werden
- mithilfe von `this(Übergabeparamter)` oder `super(Übergabeparameter)` können Konstruktoren verkettet werden
- `this()` und `super()` müssen bei verketteten Konstruktoraaufrufen immer die als erste Anweisung im Konstruktor stehen
- `this()` verweist auf Konstruktoren der aktuellen und `super()` auf Konstruktoren der Superklasse

Casting von Referenztypen

Narrowing Cast

- Objekte von Subklassen können in Referenzvariablen gespeichert werden, die vom Typ ihrer Superklasse sind
- dabei wird nur die Sicht auf die Objekte beschränkt, d.h. es sind nur noch die Attribute und Methoden sichtbar, die in der Superklasse deklariert sind
- die subklassen-spezifischen Attribute und Methoden sind noch vorhanden, aber vorübergehend ausgeblendet
- der narrowing cast beschreibt also den Wechsel von einer Sicht mit mehr auf eine Sicht mit weniger Details bei einem Objekt
- der narrowing cast ist ein wesentliches Prinzip im Vererbungskonzept von Java
- der narrowing cast ist eine wesentliche Voraussetzung für die Polymorphie

Widening Cast

- stellt die Umkehrung des narrowing cast dar
- Referenzen auf Objekte, die in einer Referenzvariable vom Typ der Superklasse gespeichert sind, sollen in einer Referenzvariable vom Typ der Subklasse gespeichert werden
- es handelt sich dabei um eine unsichere Konvertierung
 - es muss sichergestellt werden, dass es sich bei den Referenzen um Referenzen auf Objekte der Subklasse handelt
 - vor der Umwandlung muss der Typ der Referenz mit dem Operator instanceof überprüft werden ⇒ referenzvariable instanceof Subklasse muss true ergeben
 - bei der Durchführung muss ein expliziter Cast auf den Typ der Subklasse durchgeführt werden

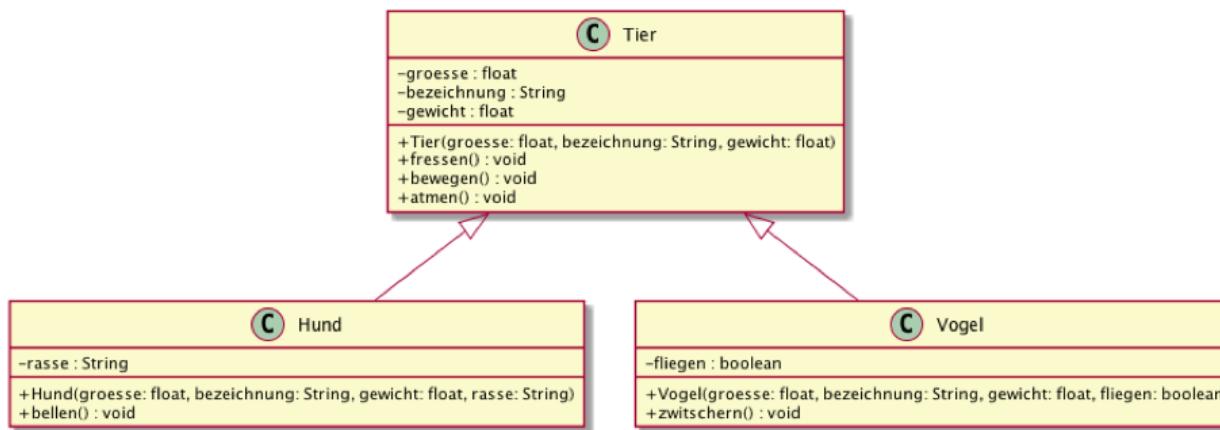
```
refSubklasse = (Subklasse)referenzdatentyp;
```

- der widening cast wechselt von einer Sicht mit weniger auf eine Sicht mit mehr Details und blendet die subklassen-spezifischen Attribute und Methoden wieder ein

Polymorphie

Übersicht

- neben der Kapselung und der Vererbung ein weiteres Grundkonzept in der objektorientierten Programmierung
- bedeutet die Vielgestaltigkeit von Objekten
- basiert auf dem Konzept des dynamischen Bindens
- gleiche Methodenaufrufe rufen unterschiedliche Verhaltensweisen der Objekte hervor
- Beispiel:



Beispiel Quellcode

```
package prog1.demos.objekt;

class AutoTest {
    public static void main(String[] args) {

        Tier[] x = new Tier[2];

        x[0] = new Hund(25.5f, "Bello", 15.8f, "Schäferhund"); //Narrowing Cast
        x[1] = new Vogel(10.4f, "Tweety", 0.4f, true);           //Narrowing Cast

        x[0].atmen();
        x[1].atmen();
    }
}
```

Kapitel 7

Interfaces

Übersicht

1. Einführung
2. Grundlagen von Java
3. Datentypen
4. Ausdrücke und Anweisungen
5. Objektorientierung
6. Vererbung
7. Interfaces

Lernziele

- Sie können die wesentlichen Eigenschaften von Interfaces beschreiben.
- Sie können Interfaces deklarieren und implementieren.
- Sie können Interfaces vererben.
- Sie können Interfaces in der UML darstellen.
- Sie kennen die besondere Bedeutung von Interfaces in Bezug auf Mehrfachvererbung.
- Sie können Polymorphie mit Hilfe von Interfaces realisieren.
- Sie können Objekte kopieren

Grundlagen: Interfaces

Eigenschaften von Interfaces

- Interfaces stellen eine besondere Form der Klassen dar
- sie definieren lediglich den Aufbau der Schnittstelle
 - Name & Signaturen der Methoden
 - konstante Attribute (**MÜSSEN** im Interface mit einem Wert initialisiert werden)
- Interfaces beinhalten keine eigene Funktionalität (Standard-Implementierungen seit Java 8 möglich)
- die Funktionalität wird in Klassen implementiert, die das Interface nutzen wollen
- sie beinhalten ausschließlich abstrakte, öffentliche Methoden (`public abstract`)
- alle Attribute sind als öffentliche, statische Konstanten festgelegt (`public static final`)
- Deklaration von Interfaces mit dem Schlüsselwort `interface`
- Interfaces können von anderen Interfaces mit `extends` abgeleitet (vererbt) werden
- Interfaces können genau wie Klassen als Datentyp für Referenzvariablen genutzt werden
- Häufig genutzte Namenskonvention `<Verb>able`
 - Beispiel: `Bookable, Compareable, Serializable, Cloneable, ...`

Beispiel Interface Bookable

```
public interface Bookable {  
  
    // implicit: public static final  
    int MAX_BOOKING_COUNT = 20;  
  
    // implicit: public abstract  
    int freeSlots();  
    boolean book(int slots);  
}
```

Implementierung von Interfaces in Klassen

- um zu einem Interface die Funktionalität zur Verfügung zu stellen, muss eine Klasse das Interface implementieren
- dies erfolgt durch den Zusatz `implements` zur `class`-Anweisung z.B.

```
class Xyz implements Aable { }
```

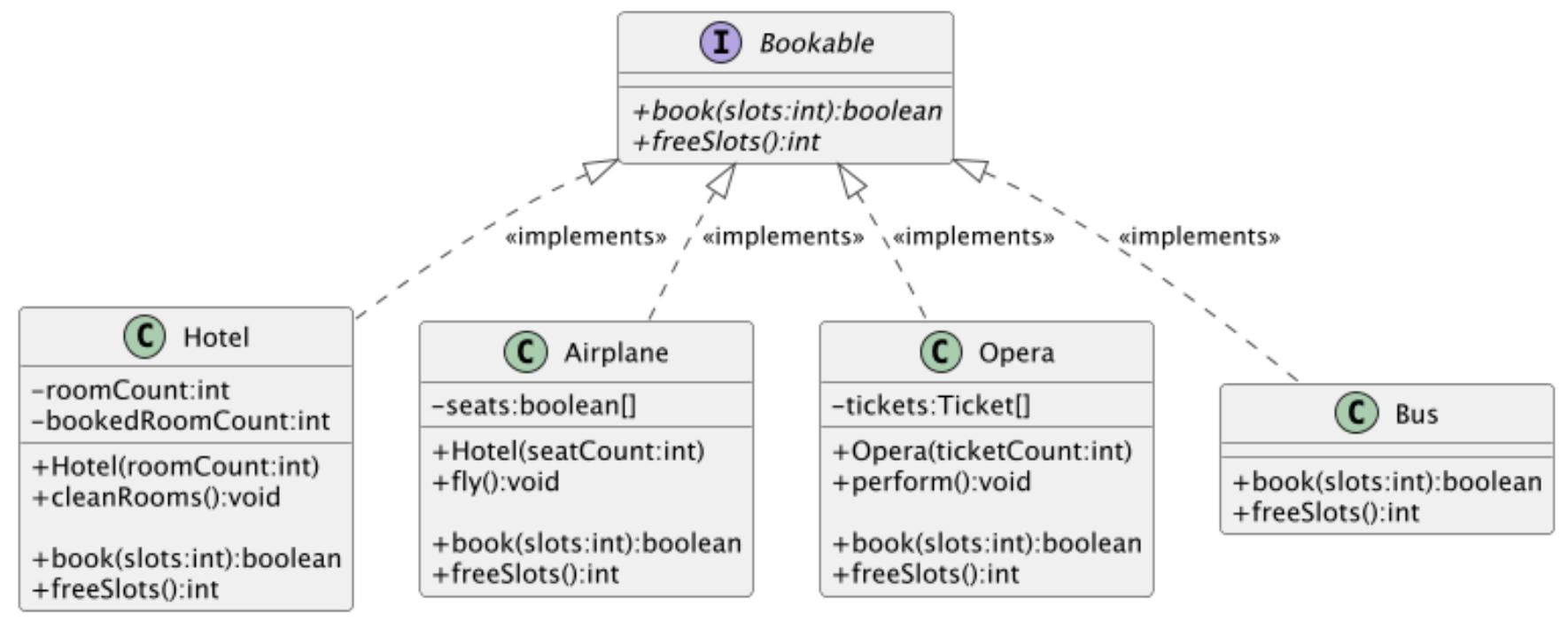
- die Klasse muss alle Methoden des Interfaces implementieren oder als abstrakte Klasse deklariert werden
- Klassen können im Gegensatz zur Vererbung mehrere Interfaces implementieren z.B.

```
class Xyz implements Aable, Bable { }
```

- durch die Implementierung mehrerer Interfaces wird eine Art von Mehrfachvererbung realisiert
- Objekte einer Klasse sind zu allen Interface-Datentypen kompatibel, sobald die Klasse das Interface implementiert z.B. alle Objekte der Klasse Xyz könnten in Referenzvariablen vom Typ Aable oder Bable gespeichert werden

Darstellung von Interfaces in UML

chapter7



Polymorphie über Interfaces

- analog der Polymorphie durch Vererbung
- Unterschied
 - Polymorphie durch Vererbung: Objekte einer Subklasse werden in Referenzvariablen vom Typ der Superklasse gespeichert
 - Polymorphie durch Interfaces: Objekte der implementierenden Klasse werden in Referenzvariablen vom Typ des implementierten Interfaces gespeichert
- Beispiel:

```
void main(){  
    Bookable[] travelAgencyBooking = new Bookable[2];  
  
    travelAgencyBooking[0] = new Hotel(150);      //Narrowing Cast  
    travelAgencyBooking[1] = new Airplane(245);    //Narrowing Cast  
  
    for(Bookable currentBookingEntity : travelAgencyBooking){  
        currentBookingEntity.book(10);  
        IO.println("Verbleibende freie Plätze: " + currentBookingEntity.freeSlots());  
    }  
}
```

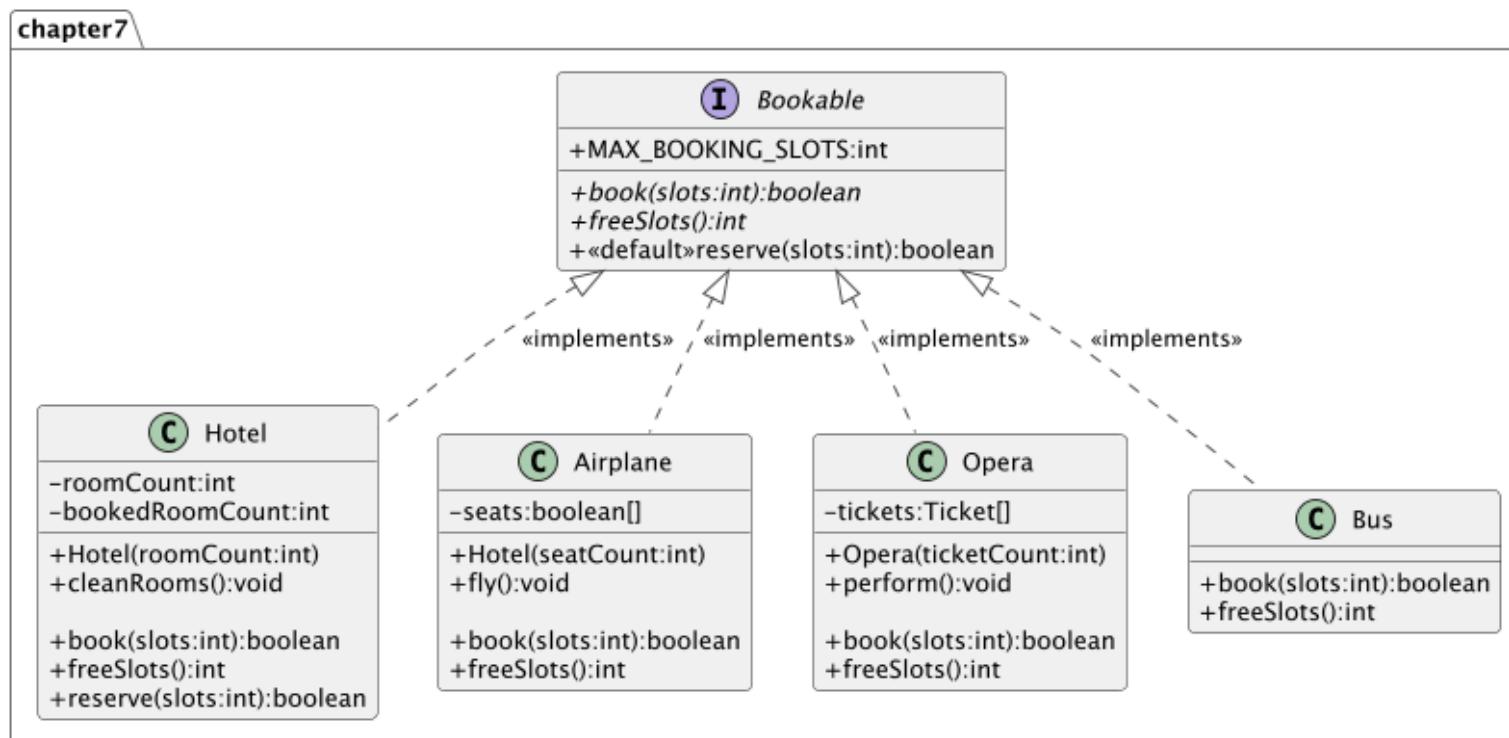
default-Implementierung von Methoden in Interfaces

- seit Java 8 sind Implementierungen von Methoden in Interfaces erlaubt
- Schlüsselwort zum Implementierung um `abstract` aufzuheben ist `default`
- **ACHTUNG:** implementierte Methoden in Interfaces widerspricht dem Sinn des Interface Konzept
 - Innerhalb eines Interfaces besteht kein Zugriff auf Instanz-Attribute bzw. Instanz-Methoden welche die nicht im Interface definiert wurden --> sinnvolle Implementierungen für Methoden sind sehr eingeschränkt
- Nutzen der `default`-Implementierung:
 - Abwärtskompatibilität: Nutzer des Interfaces werden durch die `default`-Implementierung nicht sofort zur Anpassung an die Änderungen gezwungen --> Dummy-Implementierung ohne richtige Funktionalität
 - Unter der Voraussetzung, dass die `default`-Implementierung sich nur auf bekannte Methoden aus dem Interface oder anderen bekannten Funktionalitäten aus den Projektressourcen bezieht kann eine sinnvolle Implementierung möglich sein - Beispiel: Filtern von Ergebnissen aus einer anderen Interface-Methode

```
public interface Bookable {  
    int MAX_BOOKABLE_SLOTS = 20;  
  
    int freeSlots();  
    boolean book(int slots);  
  
    default boolean reserve(int slots){  
        return false;  
    }  
}
```

default-Implementierung am Beispiel

- Hotel, Airplane, Bus und Opera implementieren Bookable
- die Klassen müssen die Methode nicht selbst implementieren, das die default-Implementierung weitergegeben wird (siehe zur Vererbung)
- die Klassen können die neue Methode mit spezifischer Funktionalität überschreiben
- die default-Implementierung im Interface ist inversiv für Klassen die diese Methode noch nicht überschrieben haben (Im Beispiel: return false; gibt immer an, dass nichts reserviert werden konnte)



Namenskonflikte durch default-Implementierungen

- durch die default-Implementierung können Implementierungskonflikte in Klassen auftreten
- eine Klasse implementiert mehrere Interfaces die identische default-Methoden implementiert haben
 - die Klasse **MUSS** die betreffende Methode überschreiben
- Namenskonflikte bei Konstanten
 - auf die Konstante kann nur über das jeweilige Interface zugegriffen werden
 - greift man über die implementierende Klasse oder ein Objekt der Klasse auf die Konstante zu gibt es einen Syntaxfehler
 - Namenskonflikte bei Konstanten können durch eine erneute Deklaration in der Klasse aufgelöst werden

```
// **** Aable-Interface
public interface Aable {
    String STUPID_CONSTANT = "Very Stupid";

    default void printStupidThings(){
        IO.println("Aable stupid stuff: " + STUPID_CONSTANT);
    }
}
// **** Bable-Interface
public interface Bable {
    String STUPID_CONSTANT = "Very very Stupid";

    default void printStupidThings(){
        IO.println("Bable stupid stuff: " + STUPID_CONSTANT);
    }
}
// ***** Implementing Class
public class ConflictingClass implements Aable, Bable{

    public static void main(String[] args) {
        ConflictingClass conflictingClass = new ConflictingClass();

        IO.println("Aable Konstante: " + Aable.STUPID_CONSTANT);
        IO.println("Bable Konstante: " + Bable.STUPID_CONSTANT);
        //IO.println("ConflictingClass Konstante: " + conflictingClass.STUPID_CONSTANT); --> Syntax Error because of naming conflict

        conflictingClass.printStupidThings();
    }

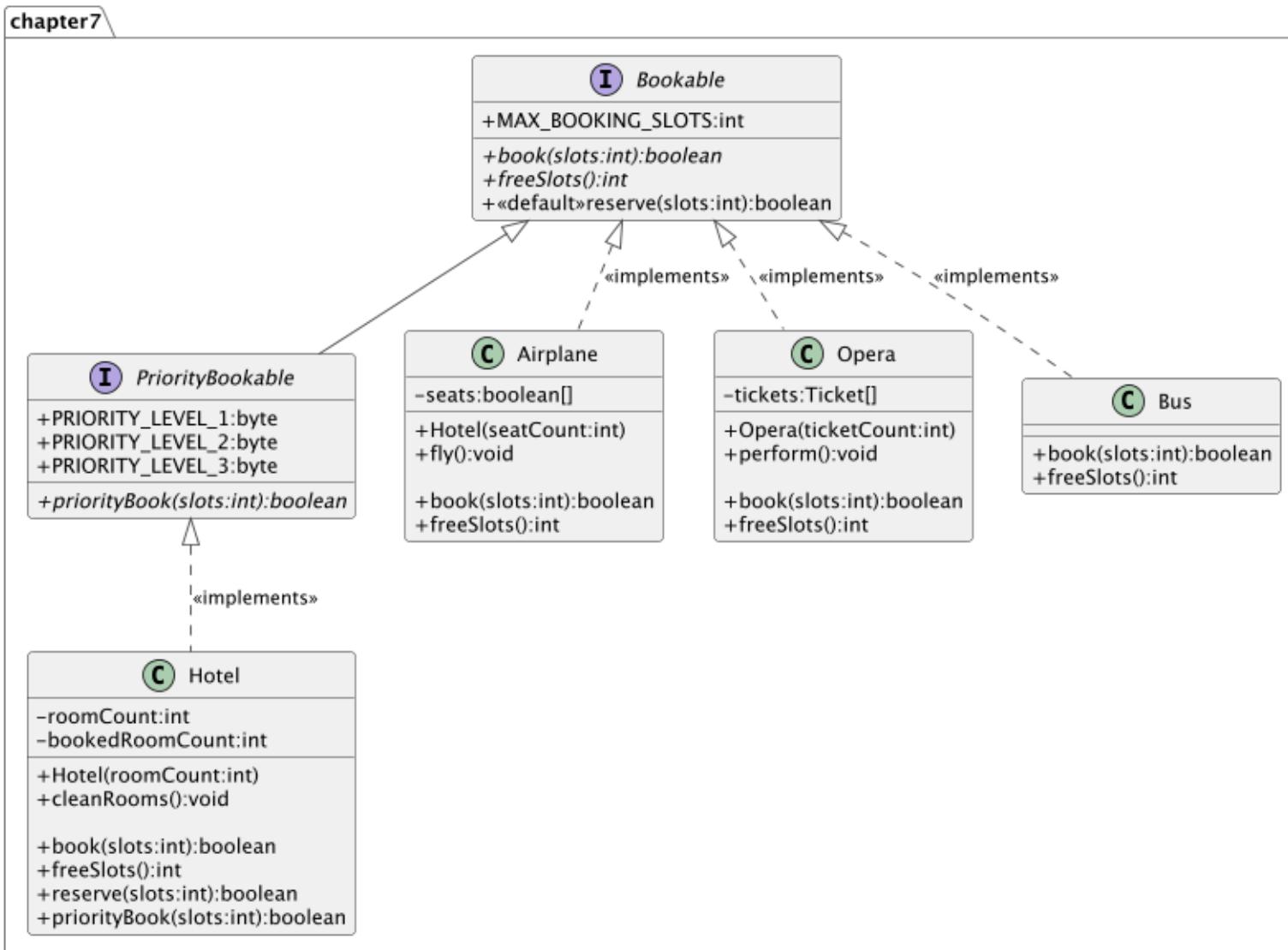
    // Must be implemented to resolve default method conflict between Aable and Bable
    @Override
    public void printStupidThings() {
        Aable.super.printStupidThings();
        Bable.super.printStupidThings();
    }
}
```

Vererbung von Interfaces

- Interfaces können, wie Klassen, durch `extends` von einander Erben
- das Sub-Interface bekommt alle Konstanten und Methoden aus dem Super-Interface vererbt
- das Sub-Interface kann erweitert (spezialisiert) werden
 - zusätzliche Konstanten
 - zusätzliche abstrakte Methoden
- Klassen, die das Sub-Interface implementieren, entsprechen auf immer dem Super-Interface
- **Anmerkung:** Bessere Variante zum Erweitern von Interfaces ohne inkompatible Änderungen zu verursachen

```
public interface PriorityBookable extends Bookable {  
  
    byte PRIORITY_LEVEL_1 = 1;  
    byte PRIORITY_LEVEL_2 = 2;  
    byte PRIORITY_LEVEL_3 = 3;  
  
    boolean priorityBooking(int slots);  
}
```

Darstellung der Vererbung von Interfaces in UML



Polymorphie & Widening-Cast mit Interfaces

- Objekte können entsprechend der Vererbungshierarchie der Interfaces auch gecastet werden
- der Cast eines konkreten Objektes zu einer Interface Referenz ist immer ein narrowing Cast (Sichtbarkeit auf das tatsächliche Objekt wird eingeschränkt)
- wird aus einer Interfacereferenz in eine Referenz einer konkreten Klasse oder in eine Referenz eines Subinterfaces gecastet handelt es sich um einen widening Cast (Sichtbarkeit auf das tatsächliche Objekt wird erweitert)
- der widening Cast ist unsicher und sollte abgesichert werden (zum Beispiel über instanceof)
- Beispiel:

```
void main(){

    Bookable[] travelAgencyBooking = new Bookable[2];

    travelAgencyBooking[0] = new Hotel(150);      //Narrowing Cast
    travelAgencyBooking[1] = new Airplane(245);     //Narrowing Cast

    for(Bookable currentBookingEntity : travelAgencyBooking){
        boolean successfullBooking = currentBookingEntity.book(10);
        // instanceof-Check and widening cast
        if(!successfullBooking && currentBookingEntity instanceof PriorityBookable currentPriorityBookingEntity){
            currentPriorityBookingEntity.priorityBook(10);
        }
        IO.println("Verbleibende freie Plätze: " + currentBookingEntity.freeSlots());
    }
}
```

Exkurs: kopieren von Objekten (!)

1. "Möglichkeit"

- mit dem `=`-Operator
- es wird lediglich die Referenz auf das Objekt kopiert
- nach der Zuweisung verweisen beide Referenzvariablen auf dasselbe Objekt (keine wirkliche Kopie!)

2. Möglichkeit

- mit der `clone()`-Methode
- es wird eine identische Kopie des Objektes erzeugt und unter einer anderen Referenz im Speicher hinterlegt
- die Attributwerte der beiden Objekte sind gleich

Exkurs

Naming Conventions

siehe "Exkurs" Skript