Programmiermethodik 1
Programmiertechnik

Testen

Wiederholung

- Beziehungen zwischen Klassen
- Basisklasse Object
- Rekursion

Ausblick

Worum gehts?

```
int ergebnis = multipliziere(7, 8);

int erwartungswert = 56;
```

??

```
ergebnis == erwartungswert
```

Agenda

- Einführung: Fehler + Testen
- Testen mit JUnit
- Fehlertypen
- Platzhalterobjekte

Einführung: Fehler + Testen

Sicherung der Software-Qualität

- selbstverständliche Erwartung
    - Software muss fehlerfrei arbeiten
    - hohe Qualität aufweisen
- Hohe Qualität? ⇔ Anforderungen werden erfüllt!

Software-Qualitätssicherung

- Validierung
    - Überprüfen, ob die Anforderungen erfüllt werden
    - Test: dynamische Analyse
    - Formale Verifikation: statische Analyse
- Beseitigen von Abweichungen ("Fehlern"), falls Anforderungen nicht erfüllt sind
    - z.B. Debugging

Testen

- Ziel: Auffinden von Fehlern durch systematisches Ausprobieren (Stichproben)
- Ausführen des Programms in ausgewählten Situationen = Testfälle
    - Erwartete Ergebnisse für Testfälle bekannt
    - Vergleich von tatsächlichen („Ist“) mit erwarteten Ergebnissen („Soll“)
    - Entscheidend: „gute“ Auswahl von Testfällen
- Erhöht das Vertrauen in die Korrektheit, liefert aber keinen endgültigen Nachweis
- Praxis: oft einzig gangbarer Weg

Was testet man?

- funktionale Anforderungen
  - Korrektheit – rechnet die SW richtig
  - Angemessenheit - löst die SW das gegebene Problem
  - Interoperabilität
  - Datensicherheit
  - Ordnungsmäßigkeit (Standardkonformität)
  - ….
- nicht-funktionale Anforderungen – viele Kategorien
  - z.B. Performance (Speicher, Laufzeit)
  - z.B. Ausfallsicherheit
  - z.B. Bedienbarkeit
  - …

Testmethode: Blackbox-Tests

- Auswahl der Testfälle alleine aufgrund der Schnittstellen-Spezifikation
- anwendbar ohne Quellcode
    - ohne Kenntnis der Implementierungssprache
- Konstruktion von Tests vor der Implementierung sind möglich
- anwendbar für unterschiedliche Implementierungen (z.B. konkurrierende Produkte)
- unabhängig von Änderungen im Quellcode (z.B. Programmversionen und -varianten)

Testmethode: Whitebox-Tests

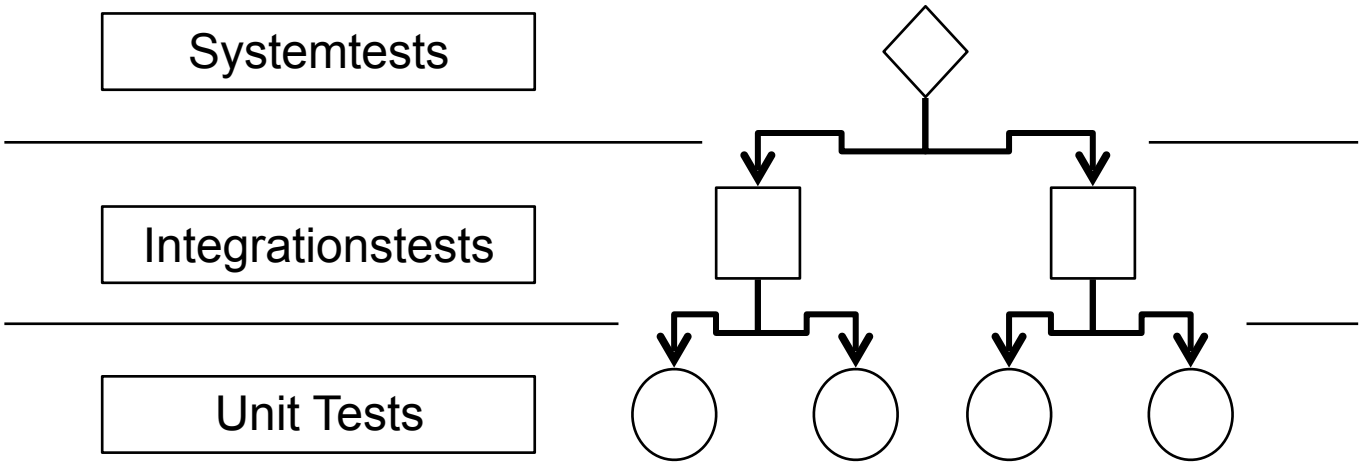
- Konstruktion von Testfällen an Hand des Quellcodes
- systematische Erstellung von Testfällen aus der (Programm-) Struktur
- Überprüfung aller Codeabschnitte
- Abdeckung des Prozentsatz des Quellcodes
    - z. B. 100% „Anweisungsüberdeckung"
- beide Vorgehensweisen auf allen Stufen möglich – aber unterschiedlich sinnvoll

Übung: Black- vs. Whitebox Test

- Gegeben ist folgendes Codefragment. Wie könnte
  - ein Blackbox-Test aussehen
  - ein Whitebox-Test aussehen

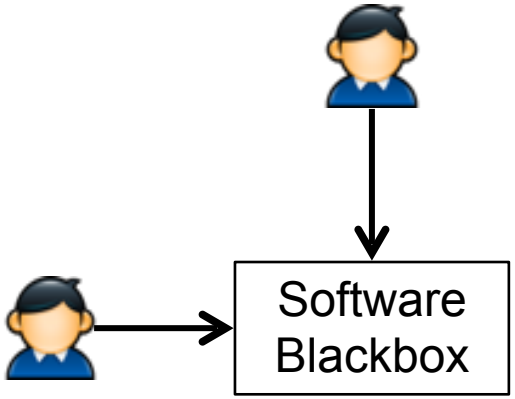
```
private int berechneGgt(int zahl1, int zahl2) {
   zahl1 = Math.abs(zahl1);
   zahl2 = Math.abs(zahl2);
   int ergebnis = 0;
   if (zahl1 == 0) {
      ergebnis = zahl2;
   } else {
      while (zahl2 != 0) {
         if (zahl1 > zahl2) {
            zahl1 = zahl1 - zahl2;
         } else {
            zahl2 = zahl2 - zahl1;
         }
      }
      ergebnis = zahl1;
   }
   return ergebnis;
}
```

Arten von Softwaretests



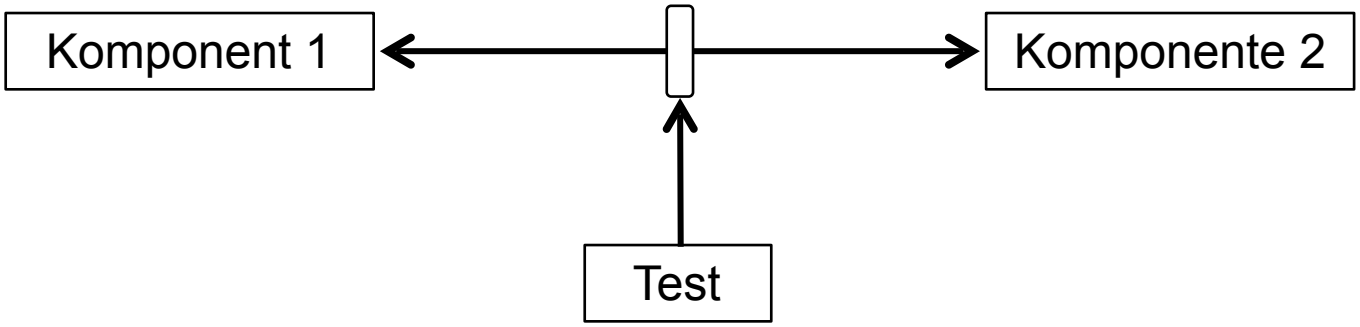
Systemtest

- Test der finalen Software
- nicht mehr am Code orientiert (Blackbox)
- Basis für den erfolgreichen Projektabschluss



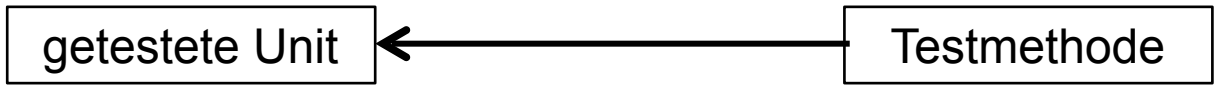
Integrationstest

- Kollaboration zwischen unabhängigen Komponenten
- Fokus auf der Schnittstelle
- Überprüfung ganzer Abläufe
- kann manuelle Anteile beinhalten



Komponententest, Unit Test, Modultest

- ist ein Block Quellcode
- ruft anderen Block Quellcode auf
- prüft die Korrektheit von Annahmen
- eine Unit ist normalerweise eine Methode oder Klasse
- bei uns
    - Unit = Klasse
    - je ein Test pro (testbare) Methode



Testen von Software

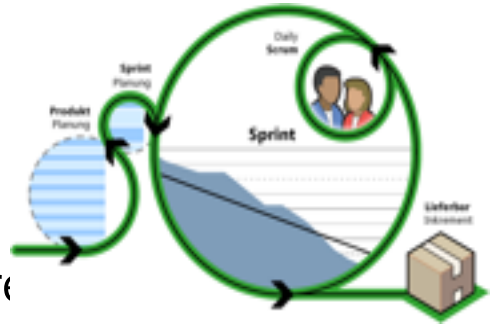
- Zu welchem Zeitpunkt teste ich meine Software?

- traditioneller Ansatz
  - am Ende des Entwicklungsprozesses
  - nachdem alle Funktionalität implementiert ist
  - unmittelbar bevor die Software ausgeliefert wird
  - Durchführung durch Tester (nicht Programmierer)

- hat häufig zum Ergebnis:
  - Testphase wird als Projektpuffer verwendet
  - Tests entfallen weil andere Aufgaben "wichtiger" sind

Testen von Software

- Moderner Ansatz
  - Tests parallel zum Entwicklungsprozess
  - oft in Form agiler Softwareentwicklung



- Vorgehen
  - kleine Änderung am Quellcode durchführ
  - alle Tests laufen lassen
  - alle Tests müssen positiv ausfallen
  - Sicherstellen, dass die Änderungen keine unvorhergesehen Probleme verursachen

- Ultimative Umsetzung
  - Testgetriebene Softwareentwicklung (Test-Driven-Development, TDD)

Wie findet man Testfälle?

- "There is one timeless rule every programmer - regardless of language or medium - should follow, before code is even ready for someone else to test. When you've coded up something new, ask yourself these five questions, and test for them!

- What happens if something is null?
- What happens if there are zero of something?
- What happens if there is one of something?
- What happens if there are three of something?
- What happens if there are a lot of something?

- Consider all of these cases, all of the time."

siehe: http://www.getdonedone.com/five-test-cases-for-fewer-bugs/, abgerufen am 10.12.2015

Testen mit JUnit

JUnit-Tests

- Java-Framework zum Testen (Unit-Tests)
- nicht Teil des JDK aber meist mit installiert
    - ansonsten: www.junit.org
    - aktuelle Version 4.x
- unterstützt sehr gut testgetriebene Softwareentwicklung
- Verwendung
    - Paket junit.jar muss im CLASSPATH der Anwendung zu finden sein
    - unter Eclipse: JUnit muss im Buildpath eingetragen sein
        - Projekt – Eigenschaften – Java Build Path

Vorgehen

- Anlegen einer Testklasse
  - üblicherweise eine Testklasse pro Klasse, die getestet wird
  - Beispiel: BruchTest für die Klasse Bruch
- Testklasse beinhaltet Testmethoden
  - erforderlicher Import:
  - import org.junit.Test;
  - Syntax von Testmethoden

```
@Test
public void <Bezeichner>(){ ... }
```

- Bezeichner der Methoden sollte mit test beginnen
- Beispiel:

```
public void testIrgendeineFunktionalitaet()
```

Einschub: Annotationen

- @Test ist eine Annotation
- Annotationen sind
    - Mittel zur Strukturierung von Quellcode
    - zur automatisierten Erzeugung von Programmcode
- werden beispielsweise eingesetzt in Java, C# und VB.NET
- Syntax in Java
    - @-Zeichen gefolgt vom Namen der Annotation
- Die @Test-Annotation wird von der JUnit-Bibliothek verarbeitet

JUnit-Tests

- an der Annotation @Test wird erkannt, dass es sich um einen Test handelt
- die Annotation muss vor jeder Testmethode stehen
- in der Testmethode wird ein Testergebnis mir einem erwarteten Ergebnis vergleichen
- Vergleich findet mit einem Assert statt

Assertion (Zusicherung)

- Aussage oder Behauptung über den Zustand eines Programms
- Ziel: Erkennen von
    - logischen Fehlern im Programm
    - Defekten in der umgebenden Hard- oder Software
- im Fehlerfall: kontrolliertes Beenden des Programms
- beim Unit-Test: Abbruch des Testfalls (Fehlschlag)

JUnit-Tests

- Importieren der Assert-Funktionalität

```
import static org.junit.Assert.*;
```

- Erinnerung: statischer Import = Zugriff auf statische Member ohne Angabe des Klassennamens
- einfacher Testfall mit Assertion:

```
assertEquals(String nachricht, Object erwartet, Object
   tatsaechlich)
```

- damit assertEquals() funktionieren kann, muss equals() für erwartet und tatsächlich implementiert sein (kommt später)
- es gibt sehr viele verschiedene Assertions in JUnit

```
assertEquals(String nachricht, double erwartet,
   double tatsaechlich, double delta)
assertTrue(String nachricht, boolean bedingung)
...
```

JUnit-Tests

- Beispiel:
  - zu testender Code in der Klasse Bruch

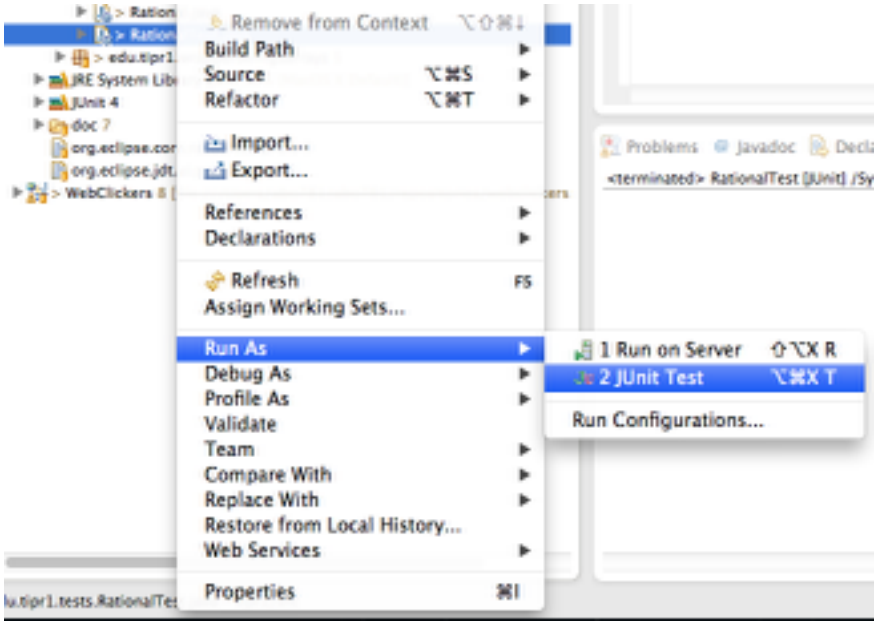
```
public Bruch mult(double faktor) {
   return new Bruch(zaehler * faktor, nenner * faktor);
}
```

  - Testmethode in der Klasse BruchTest

```
@Test
public void testMult() {
      Bruch bruch1 = new Bruch(1, 3);
      Bruch ergebnis = bruch1.mult(2);
      int zaehlerErwartet = 2;
      assertEquals("Fehler bei mult()", ergebnis.getZaehler(),
                   zaehlerErwartet);
}
```

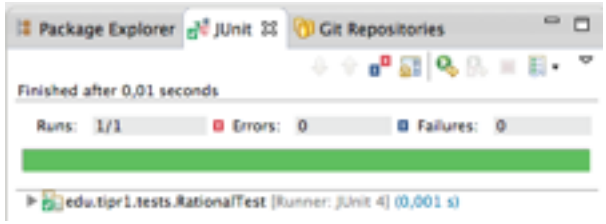
JUnit-Tests

- Ausführen des Tests

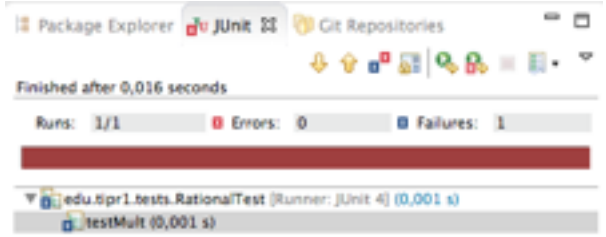


JUnit-Tests

- Auswertung
  - neues Fenster neben dem Package Explorer
  - Erfolg



  - Fehlschlag



Übung: JUnit-Test

- Schreiben Sie eine JUnit-Testklasse BruchTest in der Sie die Bruch-Methode testen:

```
public static int berechneGgt(int zahl1, int zahl2);
```

Vorgriff: Testen mit Exceptions

- Use Case: Eine Methode soll unten bestimmten Umständen eine Exception werfen
- Test schlägt fehl, wenn die Exception nicht geworfen wird
- Beispiel:

```
public class KlasseMitException {
   public void machwas( ) {
      throw new IllegalArgumentException( );
   }
}
```

Vorgriff: Möglichkeit 1: Mit Trick

- Idee: Assert wird an einer Stelle im Code gesetzt, das nur erreicht wird, wenn die Exception nicht geworfen wird

```
@Test
public void testMitTrick() {
   KlasseMitException kme = new KlasseMitException();
   try {
      kme.machwas();
      // Die folgende Zeile wird nur erreicht wenn keine Exception
      // geworfenwurde, sollte also nicht passieren
      Assert.assertTrue("Fehler: Es wurde keine Exception
         geworfen!", false);
   } catch (IllegalArgumentException e) {
      // Alles ok, Exception wurde geworfen
   }
}
```

Vorgriff: Möglichkeit 2: Mit Annotation

- Idee: Eine JUnit-Annotation gibt an, welche Exception erwartet wird
- Fehler, falls sie nicht kommt.

```
@Test(expected = IllegalArgumentException.class)
public void testMitAnnotation() {
   KlasseMitException kme = new KlasseMitException();
   kme.machwas();
}
```

Fehlertypen

Fehlertypen

- Vorkommen verschiedener Fehlertypen
    - Syntaxfehler, statische Semantikfehler
    - dynamische Semantikfehler
    - Logik-Fehler

Syntaxfehler, statische Semantikfehler

- werden vom Compiler bei der Analyse des Sourcecodes entdeckt
- Ort des Fehlers wird i.d.R. recht genau ausgewiesen
- Korrektur kann im Rahmen der programmiersprachlichen Ausdrucksmittel leicht erfolgen
- Beispiel Syntaxfehler (unzulässige Konstrukte):

```
public class {}   // <identifier> expected
```

- Beispiel statische Semantik (unzulässige Kombination isoliert korrekter Konstrukte):

```
public class Test {
   int x;
   x = true; // incompatible types; found: boolean required: int
}
```

Dynamische Semantikfehler

- nicht behandelte Laufzeitfehler, äußern sich in Exceptions - das Programm „stürzt ab“
- Beispiel: Euklid-Algorithmus des GGT mit n = 0

  Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException: / by zero
- Keine Werkzeuge zum automatischen, erschöpfenden Erkennen der Fehlersituationen "von außen" vorhanden
- Lokalisieren des Fehlers über Stacktrace
- Behandlung des Fehlers ggf. durch das Programm selbst
    - siehe später: Umgang mit Exceptions

Logik-Fehler

- Programm stürzt nicht ab, liefert aber falsche Ergebnisse
- Können vom Compiler nicht entdeckt werden
- Beispiel:
    - falscher relationaler Operator < statt <= bei for-Schleife
- Lokalisieren des Fehlers oft schwierig
- heikel:
    - Endlosschleifen (Programm „hängt“, liefert überhaupt kein Ergebnis),
    - unregelmäßig auftretende Fehler (race conditions in parallel laufenden Programmteilen)
    - nicht wiederholbare Fehler (Datei, Datenbank, Festplatte gelöscht)

Vermeiden von Fehlern

- Syntaxfehler, statische Semantikfehler
    - Compiler hilft
    - auch hilfreich: Code-Konventionen
- dynamische Semantikfehler
- Logik-Fehler
- Testen
- guter Softwareentwurf
- übersichtlicher Quellcode → Code-Konventionen

Übung: Fehlertypen

- In jeder der folgenden Anweisungen steckt je ein Fehler. Nennen Sie den zugehörigen Fehlertyp

a. int y = 23.42;

b. for (int i = 0; i < 5; i--){ ... }

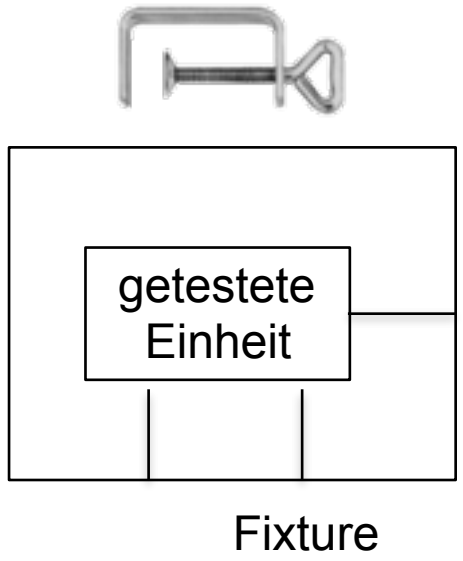
c. int z = 3 / (4 – 4);

d. int x = 23

Platzhalterobjekte

Testen von Software

- Fixture
  - konsistenter Test von Software
  - fester, unveränderlicher Zustand
  - bekannte Umgebung
  - macht den Test wiederholbar
  - auch Kontext genannt



Fixture

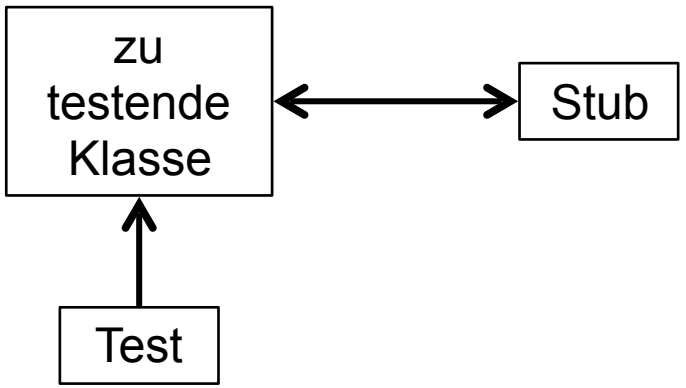
- Beispiele
  - Datenbank mit bekannten Daten laden
  - Löschen der Festplatte, frisches Betriebssystem
  - Kopieren von bekannten Dateien
  - Vorbereitung der Eingabedaten
  - Mocks und Stubs (kommt später)

Platzhalterobjekte

- Auflösen von Abhängigkeiten
- Lösung: Platzhalterobjekte, die Abhängigkeiten ersetzen
    - "dumme" Objekte
    - werden nicht getestet
    - testen nicht selber
    - machen einfache, nachvollziehbare Dinge
    - beinhalten keine Logik

Platzhalterobjekte: Stub

- Definition
  - kontrollierbarer Ersatz für eine Abhängigkeit
  - Testen des Quellcodes, ohne direkt mit der Abhängigkeit zu interagieren
- Zustandsbasiertes Testen
  - auch: state-based testing, state verification
  - testet, ob eine Methode korrekt arbeitet
  - testet den Zustand des zu testenden Systems
  - Überprüfung, nachdem Methode ausgeführt wurde

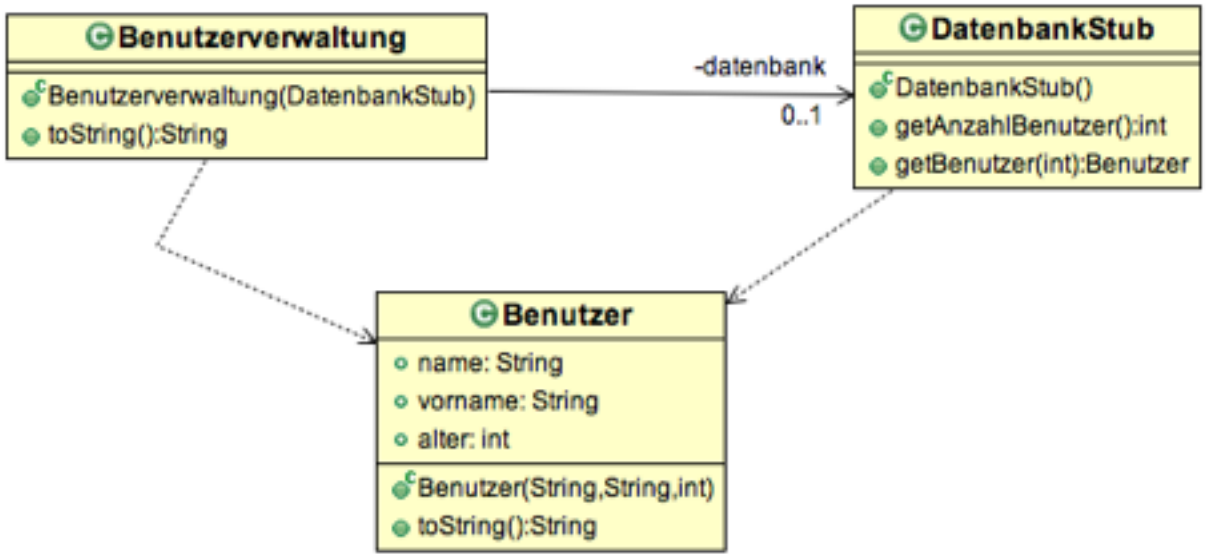


Beispiel: Benutzerverwaltung

- eine einfach Benutzerverwaltung
- Benutzerinformationen (Name, Vorname, Alter) liegen in einer Datenbank
- Benutzerverwaltung erzeugt Text aus allen Benutzern
    - gibt Text auf Konsole aus (Methode toString)
- Testen: Abhängigkeit von Datenbank
    - Lösung: Datenbankzugriff durch Platzhalterobjekt ersetzen

Beispiel: Benutzerverwaltung

- Klassendiagramm



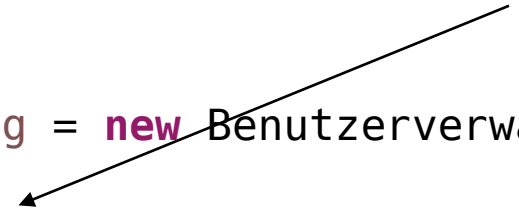
Beispiel: Benutzerverwaltung

- DatenbankStub
  - beinhaltet einige Dummy-Datensätze
  - hier 3 Testbenutzer
  - Vorteile:
    - keine Änderung der Fixture
    - Inhalt immer bekannt

Beispiel: Benutzerverwaltung

- Testklasse:

Test "weiß", dass genau diese Benutzer im Platzhalter sind



```
public class BenutzerverwaltungTest {
   @Test
   public void testGetAnzahl() {
      Benutzerverwaltung verwaltung = new Benutzerverwaltung(new
         DatenbankStub());
      Benutzer scholl = new Benutzer("Scholl", "Mehmet", 42);
      Benutzer haessler = new Benutzer("Häßler", "Ikke", 51);
      Benutzer walter = new Benutzer("Walter", "Fritz", 88);
      String erwarteteBeschreibung = "Anzahl Benutzer: 3\n" +
         scholl.toString() + haessler.toString() +
         walter.toString();
      assertEquals("Beschreibung passt nicht",
         erwarteteBeschreibung,verwaltung.toString());
   }
}
```

Hinweis

- je nach Literatur:
    - verschiedene Typen von Platzhalterobjekten: Stubs, Mocks, ...

Übung: Platzhalterobjekte

- Gegeben ist eine Klasse Simulation, die zur Berechnung des Simulationsergebnisses eine komplexe Berechnung durchführen muss.
- Entwickeln Sie eine geeignete Platzhalterklasse für die Berechnung und schreiben Sie einen JUnit-Test, der den Platzhalter verwendet.

```
public class Simulation {
   private final Simulationsberechnung berechnung;

   public Simulation(Simulationsberechnung berechnung) {
      this.berechnung = berechnung;
   }

   public double berechneSimulationsErgebnis() {
      return berechnung.berechneWert();
   }
}
```

Zusammenfassung

- Einführung: Fehler + Testen
- Testen mit JUnit
- Fehlertypen
- Platzhalterobjekte