

# Software Engineering in der Praxis

## Praktische Übungen

# Funktionales Testen

Florin Pinte   Marc Spisländer

Lehrstuhl für Software Engineering  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

- 1 Inhalt
- 2 Nachlese
- 3 Testen
- 4 Ablauf von Tests
- 5 Testarten
- 6 JUnit

# Nachlese

## Software-Metriken und Bugpatterns

- Allgemeine Betrachtungen zum Messen
- Zweck der Software-Messung
- Together-Metriken:
  - LOC
  - Halstead-Metriken
  - McCabe-Metrik
- Fehlersuche mit FindBugs

# Testen von Code

## Definition

Ausführung eines Programms in einer definierten Umgebung, um:

- Fehler zu finden (Programmierfehler, algorithmische Fehler, Nichterfüllung der Spezifikation, ...)
- Zuverlässigkeitskennwerte zu ermitteln

# Testen von Code

## Definition

Ausführung eines Programms in einer definierten Umgebung, um:

- Fehler zu finden (Programmierfehler, algorithmische Fehler, Nichterfüllung der Spezifikation, ...)
- Zuverlässigkeitskennwerte zu ermitteln

**Tests garantieren keine Fehlerfreiheit!**

# Ablauf von Tests

- 1 Testplanung (Testkriterien, Personal, Budget, ...)

# Ablauf von Tests

- 1 Testplanung (Testkriterien, Personal, Budget, ...)
- 2 Testerstellung: Auswahl der Eingabedaten (Testdaten) und eines Prüfungsverfahrens für die Ausgabedaten



# Ablauf von Tests

- 1 Testplanung (Testkriterien, Personal, Budget, ...)
- 2 Testerstellung: Auswahl der Eingabedaten (Testdaten) und eines Prüfungsverfahrens für die Ausgabedaten
- 3 Testdurchführung: Ausführung des Programms mit ausgewählten Eingabedaten

# Ablauf von Tests

- 1 Testplanung (Testkriterien, Personal, Budget, ...)
- 2 Testerstellung: Auswahl der Eingabedaten (Testdaten) und eines Prüfungsverfahrens für die Ausgabedaten
- 3 Testdurchführung: Ausführung des Programms mit ausgewählten Eingabedaten
- 4 Testauswertung: Vergleich der Ausgabedaten mit den erwarteten Ergebnissen

# Testarten

Tests können in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- **Black-Box-Tests**
  - Testdaten werden aus der Spezifikation abgeleitet.
  - Ziel: Übereinstimmung mit Spezifikation prüfen

# Testarten

Tests können in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Black-Box-Tests**
  - Testdaten werden aus der Spezifikation abgeleitet.
  - Ziel: Übereinstimmung mit Spezifikation prüfen
- White-Box-Tests**
  - Testdaten werden aus dem Quellcode abgeleitet.
  - Ziel: Auswirkungen aller Code-Abschnitte identifizieren

# Black-Box-Tests

- Werden auch *funktionale Tests* genannt

# Black-Box-Tests

- Werden auch *funktionale Tests* genannt
- Tests können bereits vor der Implementation definiert werden.

# Black-Box-Tests

- Werden auch *funktionale Tests* genannt
- Tests können bereits vor der Implementation definiert werden.
- Möglichkeiten, Testdaten abzuleiten:
  - Äquivalenzklassentest
  - Grenzwerttests
  - Error Guessing
  - Zufallsdaten

# Black-Box-Tests

**Äquivalenzklassentest** Teile die Eingabemenge in Klassen, so dass alle Eingaben einer Klasse »ähnliches Ausgabeverhalten hervorrufen« sollen. Wähle dann aus jeder Klasse Repräsentanten als Testdaten.



# Black-Box-Tests

**Äquivalenzklassentest** Teile die Eingabemenge in Klassen, so dass alle Eingaben einer Klasse »ähnliches Ausgabeverhalten hervorrufen« sollen. Wähle dann aus jeder Klasse Repräsentanten als Testdaten.

**Grenzwerttests** Wähle Testdaten am Rande der Äquivalenzklassen (Voraussetzung: Es ex. Ordnung auf der Menge der Eingabedaten).

# Black-Box-Tests

**Äquivalenzklassentest** Teile die Eingabemenge in Klassen, so dass alle Eingaben einer Klasse »ähnliches Ausgabeverhalten hervorrufen« sollen. Wähle dann aus jeder Klasse Repräsentanten als Testdaten.

**Grenzwerttests** Wähle Testdaten am Rande der Äquivalenzklassen (Voraussetzung: Es ex. Ordnung auf der Menge der Eingabedaten).

**Error Guessing** Spezifikationsbezogener Fehlererwartungstest (aus Erfahrung)

# Black-Box-Tests

**Äquivalenzklassentest** Teile die Eingabemenge in Klassen, so dass alle Eingaben einer Klasse »ähnliches Ausgabeverhalten hervorrufen« sollen. Wähle dann aus jeder Klasse Repräsentanten als Testdaten.

**Grenzwerttests** Wähle Testdaten am Rande der Äquivalenzklassen (Voraussetzung: Es ex. Ordnung auf der Menge der Eingabedaten).

**Error Guessing** Spezifikationsbezogener Fehlererwartungstest (aus Erfahrung)

**Zufallsdaten** Wähle Testdaten nach statistischen Verteilungen.

# White-Box-Tests

- Werden auch *strukturelle Tests* genannt

# White-Box-Tests

- Werden auch *strukturelle Tests* genannt
- Kriterien, für die Erzeugung der Testdaten:
  - Kontrollflussabdeckung (Pfadüberdeckung, Anweisungsüberdeckung, Verzweigungsüberdeckung)

# White-Box-Tests

- Werden auch *strukturelle Tests* genannt
- Kriterien, für die Erzeugung der Testdaten:
  - Kontrollflussabdeckung (Pfadüberdeckung, Anweisungsüberdeckung, Verzweigungsüberdeckung)
  - Datenflussabdeckung

# White-Box-Tests

- Werden auch *strukturelle Tests* genannt
- Kriterien, für die Erzeugung der Testdaten:
  - Kontrollflussabdeckung (Pfadüberdeckung, Anweisungsüberdeckung, Verzweigungsüberdeckung)
  - Datenflussabdeckung
- Tests können erst nach der Implementation definiert werden.

# JUnit als Framework für funktionale Tests

- Erhältlich unter [www.junit.org](http://www.junit.org)
- Ziele: Normierung der Testimplementierung, damit Vereinfachung der Testdurchführung
- Auf Java beschränkt



# JUnit

## Grobe Vorgehensweise

- 1 Annotiere Methoden, die Tests durchführen, mit *@Test*.

# JUnit

## Grobe Vorgehensweise

- 1 Annotiere Methoden, die Tests durchführen, mit *@Test*.
- 2 Formuliere innerhalb dieser Testmethoden die Bedingung für erfolgreiches Testergebnis.

# JUnit

## Grobe Vorgehensweise

- 1 Annotiere Methoden, die Tests durchführen, mit *@Test*.
- 2 Formuliere innerhalb dieser Testmethoden die Bedingung für erfolgreiches Testergebnis.
- 3 Die JUnit-Engine findet per Reflections die annotierten Testmethoden, führt sie aus und zeigt an, ob sie erfolgreich waren oder nicht.

# JUnit Beispiel

Klasse *Calculator*

- **public double** sum(**double** a, **double** b)
- **public double** diff(**double** a, **double** b)
- **public double** mult(**double** a, **double** b)
- **public double** div(**double** a, **double** b)
- **public void** setMem(**double** a)
- **public double** getMem()
- **public void** clearMem()

# JUnit Beispiel

Testklasse *CalculatorTest*

```
1  import static org.junit.Assert.*;
2  import org.junit.After;
3  import org.junit.Before;
4  import org.junit.Test;

6  public class CalculatorTest {
7      private Calculator calculator;
8
9      @Before public void setUp() {
10         calculator = new Calculator();
11     }
12
13     @Test public void testSum() {
14         double a = 5.6, b = 6.5;
15         assertEquals(12.1, calculator.sum(a, b), 0.1);
16     }
```

# JUnit Beispiel

## Testklasse *CalculatorTest* (Fortsetzung)

```
    @Test(expected = IllegalArgumentException.class)
2   public void testDiv() {
        double a = 3.0;
4       double b = 0.0;

6       calculator.div(a, b);
    }
```

# Tests starten

- Aus der Kommandozeile mit:  
`java org.junit.runner.JUnitCore CalculatorTest`
- Aus der IDE: In Eclipse, das Projekt starten mit  
»Run As.../JUnit Test«

# Weiteres Beispiel: Spezifikation testen

## Abstrakter Datentyp *Stack*

- Operationen
  - $\text{new} : \emptyset \rightarrow \text{Stack}$
  - $\text{empty} : \text{Stack} \rightarrow \text{Boolean}$
  - $\text{push} : \text{Stack} \times \text{Element} \rightarrow \text{Stack}$
  - $\text{pop} : \text{Stack} \rightarrow \text{Element} \times \text{Stack}$



# Weiteres Beispiel: Spezifikation testen

## Abstrakter Datentyp *Stack*

- Operationen
  - $\text{new} : \emptyset \rightarrow \text{Stack}$
  - $\text{empty} : \text{Stack} \rightarrow \text{Boolean}$
  - $\text{push} : \text{Stack} \times \text{Element} \rightarrow \text{Stack}$
  - $\text{pop} : \text{Stack} \rightarrow \text{Element} \times \text{Stack}$
- Axiome:  $\forall s \in \text{Stack} \forall e \in \text{Element}$ :
  - $\text{empty}(\text{new}) = \text{true}$
  - $\text{empty}(\text{push}(s, e)) = \text{false}$
  - $\text{pop}(\text{push}(s, e)) = (s, e)$

# Spezifikation mit JUnit testen

## Vorgehen

Teste Stack-Implementationen, indem getestet wird, ob die Stack-Axiome erfüllt werden.

# JUnit

## Online-Ressourcen

- Primärquelle: [www.junit.org](http://www.junit.org)
- Javadocs: [junit.sourceforge.net/javadoc\\_40/index.html](http://junit.sourceforge.net/javadoc_40/index.html)