

Testen mit JUnit

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Michael Barth, Philipp Meier und Gefei Zhang

12/04

Ziele

- Lernen Unit Tests zu schreiben
- Lernen mit Unit-Testen mit JUnit durchzuführen

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testen

Da die meisten Programme Fehler enthalten, ist es notwendig, jedes Programm zu testen und die gefundenen Fehler zu verbessern.

- Testen bedeutet, ein Programm stichprobenartig auszuführen, um Fehler zu finden.
- Ein Test ist „**erfolgreich**“, wenn ein **Fehler gefunden** wurde.
- Durch Testen kann man nicht die Korrektheit eines Programms beweisen, sondern nur seine Fehlerhaftigkeit.

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Arten von Tests

Man unterscheidet beim Testen u.a.

<i>Unit-Test</i>	Test der einzelnen Methoden einer Klasse
<i>Modul-Test</i>	Test einer Menge von Klassen mit einer bestimmten Aufgabe
<i>Integrationstest</i>	Test der Integration mehrerer Module
<i>Systemtest</i>	Test des Gesamtsystems (im Labor)
<i>Feldtest</i>	Test während des Einsatzes

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Unit-Test

Beim **Unit-Test** wird **jede Methode einer Klasse** systematisch **getestet** und zwar bzgl. der gegebenen (informellen oder formalen) Spezifikation.

Man unterscheidet

Blackbox-Test Test des Verhaltens des Programms, ohne die Implementierung zu berücksichtigen

Whitebox-Test Test des Rumpfes der Methode

- Bei beiden Techniken soll eine **möglichst repräsentative und vollständige Menge von Fällen** getestet werden.

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Whitebox-Test

Beim **Whitebox-Test** sind das z.B. alle möglichen unterschiedlichen Fälle von Abläufen eines Programms.

Beispiel:

Das Programmfragment
`while(B) {A }`
C

besitzt die unterschiedlichen Abläufe C und AC, AAC,...

Man sollte zumindest den **Abbruchfall** testen, sowie **einen Schleifendurchlauf** und dann Abbruch (als Grenzfall) sowie **mehrere Schleifendurchläufe** und dann Abbruch.

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Whitebox-Test: Beispiel Quersumme

```
int quersumme(int x)
{
    int qs = 0;
    while (x > 0)
    {
        qs = qs + x % 10;
        x = x/10;
    }
    return qs;
}
```

Wahl der Testfälle aufgrund der Codestruktur

Mögliche Testfälle: **Abbruchfall:** $x \leq 0$
1 und mehrere Schleifendurchläufe:
 $x = 1, x = 9, x = 12, x = 352$

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Blackbox-Test

- Beim Blackbox-Test werden für jede Methode Spezialfälle der Spezifikation getestet. Die Implementierung der Methoden wird NICHT und darf NICHT berücksichtigt werden.
- Für jede Methode werden nur die Parameter und deren Datentypen betrachtet. Um eine möglichst vollständige Testabdeckung zu erreichen, sollte für jeden Parameter im Kopf der Methode gewählt werden:

- Ein Standardwert in der Mitte des Datenbereichs
- Grenzwerte des Datenbereichs bzw. des Definitionsbereichs
- Bei induktiven Datentypen Werte für jeden Konstruktor.

und Kombinationen davon.

- Beispiel:** Für einen Parameter `int p` mit Def.bereich $\{0, \dots, 100\}$ testet man z.B. die Werte $-1, 0, 38, 100, 101$.

Analog testet man bei einer Reihung `int[] a` die Werte `a[0], a[length/2], a[length-1]`

M. Wirsing: Testen mit JUnit

JUnit

- JUnit ist ein „Open Source Framework“ zur Automatisierung von Unit-Tests für Java.
- Entwickelt (um 1998) von [Kent Beck](#) und Erich Gamma auf der Basis von SUnit (Beck, 1994) zum Testen von Smalltalk-Programmen.
- Zum Herunterladen unter <http://download.sourceforge.net/junit/>

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Entwicklung eines Testfalls in JUnit

Zur Entwicklung eines Testfalls geht man in folgenden Schritten vor:

- Deklariere eine Unterklasse von `TestCase`.
- Redefiniere die `setUp()` Methode, um die Testobjekte zu initialisieren.
- Redefiniere die `tearDown()` Methode, um die Testobjekte zu löschen.
- Deklariere eine oder mehrere `public testXXX()` Methoden, die die Testobjekte aufrufen und die erwarteten Resultate zusichern.
- (Optional) Definiere eine `main()` Methode, die den Testfall startet. (Nicht nötig im Rahmen von Entwicklungsumgebungen wie Eclipse)

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Beispiel: Bankkonto mit Überziehungsrahmen

```
class BankAccountL
{
    int bal;
    int limit;
    BankAccountL(int v, int l)
    void deposit(int x)
    void withdraw(int x)
    double getBal()
    int getLimit()
    boolean transferTo(
        BankAccountL o, int amount)
}
```

setzt Limit auf Wert ≤ 0 fest und Anfangskontostand auf $v \geq 0$

fügt den Betrag $x > 0$ zum Kontostand hinzu

hebt den Betrag $x > 0$ vom Konto ab, falls das Limit nicht überschritten wird.
 d.h. falls nach Ausführung gilt: $getBal() \geq getLimit()$

überweist den Betrag $amount > 0$ vom aktuellen Konto auf das Konto `o` und gibt `true` zurück, wenn das Limit dabei nicht überschritten wird.
 d.h. falls nach Ausführung gilt: $getBal() \geq getLimit()$

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Beispiel: [BankAccount](#) (1)

```
public class BankAccount
{
    private int balance;
    private int limit; //Invariante: balance >= limit
    public BankAccount(int initialBalance, int l)
    {
        balance = initialBalance; limit = l;
    }
    public void deposit(int amount)
    {
        if (!(amount > 0)) throw new IllegalArgumentException("Negativer Betrag");
        balance = balance + amount;
    }
}
```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Beispiel: [BankAccount](#) (2)

```

public void withdraw(int amount)
{
    if (!(amount > 0)) throw new IllegalArgumentException("Negativer Betrag");
    if (!(balance - amount >= limit))
        throw new IllegalArgumentException("Kontolimit ueberschritten");
    balance = balance - amount;
}

public String toString()
{
    return "BankAccount[balance = " + balance + "limit = " +limit +"]";
}

public int getBal() { return balance;}
public int getLimit() { return limit; }

```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Beispiel: [BankAccount](#) (3)

```

public boolean transferTo(BankAccount other, int amount)
{
    try
    {
        if (!(amount > 0))throw new IllegalArgumentException("Negativer Betrag")
        if (!(balance - amount >= limit))
            throw new IllegalArgumentException("Kontolimit ueberschritten");
        withdraw(amount);
        other.deposit(amount);
    } catch (IllegalArgumentException e)
    {
        return false;
    }
    return true;
}

```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Beispiel: Einfacher Testfall für [BankAccount](#)

```

public void testDeposit()
{
    BankAccount b1 = new BankAccount(100, -50);
    b1.deposit(100);
    assertEquals(200, b1.getBalance());
    assertTrue(b1.getBalance() >= b1.getLimit());
}

```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Noch ein BankAccounttestfall

```

public void testWithdraw()
{
    BankAccount b1 = new BankAccount(100,-50);

    b1.withdraw(100);
    assertEquals(0, b1.getBalance());
    assertTrue(b1.getBalance() >= b1.getLimit());
}

```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testklasse für [BankAccount](#) (1)

```

import junit.framework.*;
public class BankAccountTest extends TestCase
{
    private BankAccount b1;
    private BankAccount b2;

    public BankAccountTest(String arg0)
    {
        super(arg0);
    }
    public void setUp()
    {
        b1 = new BankAccount(100, -50);
        b2 = new BankAccount(100, -50);
    }
    public void tearDown() //ohne Effekt bei BankAccount,
    {
        b1 = null; //da immer neue Testobjekte erzeugt werden
        b2 = null;
    }
}

```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testklasse für [BankAccount](#) (2)

Fortsetzung

...

```

public static void main(String[] args)
{
    junit.swingui.TestRunner.run(BankAccountTest.class);
}

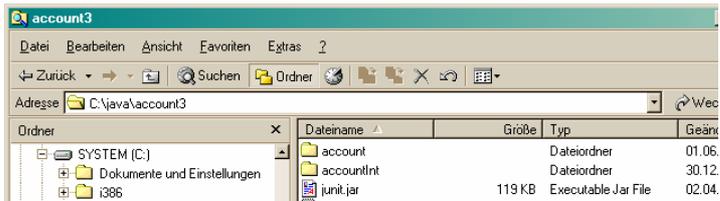
```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Übersetzen und Ausführen von Tests

▪ Installiere JUnit in einem Verzeichnis oberhalb der zu testenden Klasse:

Seien z.B. `BankAccount.java` und `BankAccountTest.java`
im Verzeichnis `accountInt` und
sei `accountInt` im Verzeichnis `account3`.
Dann wird `junit.jar` im Verzeichnis `account3` installiert.



M. Wirsing: Testen mit JUnit

Übersetzen und Ausführen von Tests

▪ Übersetzung der Testklasse:

unter Windows:

```
javac -source 1.4 -classpath .;junit.jar
accountInt\BankAccountTest.java
```

unter UNIX:

```
javac -source 1.4 -classpath .:junit.jar
accountInt/BankAccountTest.java
```

▪ Ausführen der Testklasse

unter Windows:

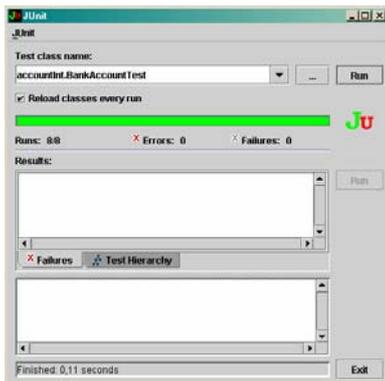
```
>java -ea -classpath .;junit.jar accountInt.BankAccTest
```

unter UNIX:

```
>java -ea -classpath .:junit.jar accountInt.BankAccTest
```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Ausgabefenster von JUnit



- Erfolgreicher Testlauf von `BankAccount`: Kein Fehlgeschlagener Test gefunden!

Schema für eine Testklasse der Klasse ZZZ (1)

```
import junit.framework.*;

public class ZZZTest extends TestCase
{
    private ZZZ z;

    public ZZZTest(String name)
    {
        super(name);
    }

    protected void setUp()
    {
        z = new ZZZ();
    }

    protected void tearDown()
    {
        z = null;
    }
}
```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Schema für eine Testklasse der Klasse ZZZ (2)

Fortsetzung:

```
public void testZZZMethod()
{
    assertTrue(<<Boole'scher Wert>);
    assertEquals(expected, actual);
}

public static void main(String args[])
{
    junit.swingui.TestRunner.run(ZZZTest.class);
}
}
```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testoperationen

Die Klasse `Assert` bietet folgende Methoden:

- | | |
|--|---|
| | Zeigt keinen Fehler an, wenn |
| ▪ <code>static void assertTrue(boolean b)</code> | <code>b</code> wahr ist |
| ▪ <code>static void assertFalse(boolean b)</code> | <code>b</code> falsch ist |
| ▪ <code>static void assertEquals(Object expected, Object actual)</code> | <code>expected</code> und <code>actual</code> gleiche Werte haben (falls <code>expected</code> , <code>actual</code> prim. Daten)
<code>expected.equals(actual) == true</code> (falls <code>expected</code> , <code>actual</code> Objekte) |
| ▪ <code>static void assertEquals(double expected, double actual, double upTo)</code> | <code> expected - actual <= upTo</code> |
| ▪ <code>static void assertNotNull(Object actual)</code> | <code>actual != null</code> |
| ▪ ... | |

M. Wirsing: Testen mit JUnit

TestFixture

- Eine **Fixture** (JUnit-Jargon) ist eine Menge von Objekten, die den gemeinsamen Ausgangszustand für die Testfälle einer Testklasse darstellt.
- Durch eine **TestFixture** vermeidet man **Codeduplikation** der gemeinsamen Testobjekte mehrerer Testmethoden einer Testklasse..
- Tests können die Objekte einer Testfixture gemeinsam benutzen, wobei jeder Test unterschiedliche Methoden aufrufen und unterschiedliche Resultate erwarten kann. **Jeder Test** einer Testklasse **verwendet seine eigene Fixture**, um die Tests von den Änderungen anderer Tests zu isolieren. Deshalb können die Tests einer Testklasse in jeder Reihenfolge ausgeführt werden.
- Eine Testfixture wird durch die **setUp() Methode** erzeugt; durch die **tearDown()** Methode werden diese Objekte wieder beseitigt. JUnit ruft die setUp-Methode automatisch vor jedem Test und die tearDown-Methode automatisch nach jedem Test auf.

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testschema für Ausnahmen

Ein Ausnahme im getesteten Code wird folgendermaßen in der Testklasse abgefangen und behandelt

```
public void testForException()
{ try
  {   YYY o = z.m();
      fail("Should raise an ZZZException");
    } catch (ZZZException success)
    { <assert über den Zustand vor dem Auslösen der Ausnahme
      in z.m()>
    }
  }
}
```

Signalisiert den Fehlschlag des Tests, d.h. dass KEINE Ausnahme ausgelöst wurde {

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Beispiel: Test auf überzogenes Kontolimit

Eine nichterfüllte Vorbedingung von `withdraw` in `BankAccount` wird in `BankAccountTest` folgendermaßen abgefangen und behandelt:

```
public void testWithdrawOverLimit()
{   int balance = b1.getBalance();
    try
    {   b1.withdraw(200);
        fail("IllegalArgumentException expected");
    } catch (IllegalArgumentException e)
    {   assertEquals(balance, b1.getBalance());
    }
}
```

Signalisiert, dass KEINE Ausnahme ausgelöst wurde, obwohl das Kontolimit überzogen ist

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testen von behandelten Ausnahmen

Tests für Ausnahmen, die im getesteten Code abgefangen werden, benötigen keine spezielle Form (siehe `BankAccountTest`):

```
public void testTransferToNegativeAmount()
{
  int balance1 = b1.getBalance();
  int balance2 = b2.getBalance();
  assertFalse(b1.transferTo(b2,-30));
  assertEquals(balance1,b1.getBalance());
  assertEquals(balance2,b2.getBalance());
}
```

Aufruf von `transferTo` führt zu Behandlung der Ausnahme in `transferTo` mit Resultat `false`.
Siehe `BankAccount`

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testsuite

- Eine Testsuite ist eine Menge von Testfällen, die gemeinsam ausgeführt und betrachtet werden.
- Typischerweise testet man in einer Testsuite mehrere Klassen oder ein gesamtes Package.
- Wichtige Operationen der Klasse `TestSuite`:

<code>TestSuite(ZZZTest.class)</code>	Konstruktor konvertiert Testklasse in Testsuite
<code>static Test suite()</code>	gibt eine Instanz von <code>TestSuite</code> oder von <code>TestCase</code> zurück
<code>addTestSuite(ZZZTest.class)</code>	fügt eine Testklasse zu einer Suite hinzu

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Testsuite für BankAccount und SavingsAccount

Die Klasse `AllTests` konstruiert eine Testsuite aus den Testklassen für `BankAccount` und `SavingsAccount` und führt alle diese Tests aus:

```
import junit.framework.*;
public class AllTests
{   public static Test suite()
    {   TestSuite suite = new TestSuite(BankAccountTest.class);
        suite.addTestSuite(SavingsAccountTest.class);
        return suite;
    }
    public static void main(String args[])
    {   junit.swingui.TestRunner.run(AllTests.class);
    }
}
```

M. Wirsing: Testen mit JUnit

Test-gesteuerter Entwurf

- Neue Software-Entwurfstechniken stellen das Testen vor das Implementieren des Programms:

Externe Programming, Test-first Programming, Agile Software Development

- Schritte des Test-gesteuerten Entwurfs:

1. Erstelle UML-Diagramm
2. Entwerfe einen Test für eine Methode
3. Schreibe möglichst einfachen Code, bis der Test nicht mehr fehlschlägt
4. Wiederhole 2. und 3. bis alle Methoden des Klassendiagramms implementiert sind.

Kurze Iterationen, in denen abwechselnd Code und Test geschrieben wird.

- Dabei wird häufig der Code (und manchmal der Test) restrukturiert („Refactoring“). Jedes Mal werden alle Tests durchgeführt, um sicher zu stellen, dass die Coderestrukturierung nicht zu Fehlern im „alten“ Code geführt hat.

Zusammenfassung

- Beim Testen unterscheidet man zwischen Unit-, Modul-, Integrations-, System- und Feldtest.
- Beim Whitebox-Test werden Tests anhand der Programmstruktur entworfen, beim Blackbox-Test zählt nur die Spezifikation.
- JUnit ist ein Framework zur automatischen Ausführung von Unit-Tests
- Beim Test-gesteuerten Entwurf werden zuerst die UML-Diagramme und die Tests entworfen und dann die Programme geschrieben.