JUnit 5 Workshop

Mehr Spass und weniger Bauchschmerzen beim Entwickeln durch clevere Tests

Michael Inden

Freiberuflicher Consultant und Trainer

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

Speaker Intro

- Michael Inden, Jahrgang 1971
- Diplom-Informatiker, C.v.O. Uni Oldenburg

- ~8 ¼ Jahre **SSE** bei Heidelberger Druckmaschinen AG in Kiel
- ~6 ¾ Jahre **TPL, SA** bei IVU Traffic Technologies AG in Aachen
- ~4 ¼ Jahre **LSA / Trainer** bei Zühlke Engineering AG in Zürich
- ~3 Jahre **TL / CTO** bei Direct Mail Informatics / ASMIQ in Zürich
- **Freiberuflicher Consultant, Trainer und Konferenz-Speaker**
- Autor und Gutachter beim dpunkt.verlag

E-Mail: michael.inden@hotmail.ch
Blog: https://jaxenter.de/author/minden

Kurse: Bitte sprecht mich an!

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

Agenda

Workshop Contents

- **PART 1: Einführung Testing**
  - Warum testen?
  - Gute Angewohnheiten

- **PART 2: JUnit 5 Intro**
  - Architektur
  - First Test
  - Tests mit mehreren Asserts
  - Testing Exceptions
  - Tests mit Timeouts

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

Workshop Contents

- **PART 3: JUnit 5 Advanced**
  - Parameterized Tests
  - Repeated Tests
  - Simple Extensions
- **PART 4: Tipps zur Migration JUnit 4 => JUnit 5**
  - Migration oder / und Parallelbetrieb
  - AssertJ
- **PART 5: Testweisen und Abhängigkeiten**
  - Zustandsbasiertes vs. Verhaltensbasiertes Testen
  - Stellvertreterobjekte

Workshop Contents

- **PART 6: Design For Testability**
  - Sollbruchstellen
  - Extract and Override
  - Mockito
- **PART 7: Test Smells**
- **PART 8: Test Coverage**

PART 1:
Warum testen und gute Angewohnheiten

Was ist Testen?

- Unter *Testen* versteht man den Vorgang, das tatsächliche Verhalten eines Programms oder eines Teils davon (*Ist*) mit dem geforderten Verhalten (*Soll*) zu vergleichen.
- Demnach entspricht Testen **nicht** dem **einmaligen** Start eines Programms mit ein paar **willkürlichen** Bedienhandlungen.
- Verhalten der Software unter verschiedenen Bedingungen zu prüfen.
- ein wenig »bösartig« agieren, um versteckte Probleme aufdecken oder Fehlverhalten provozieren zu können.
- Etwa bewusste Fehlbedienung, etwa die Eingabe ungültiger Werte sowie von Extrem- oder Randwerten.

Warum testen wir?

- Gewünschtes Verhalten beschreiben
- Funktionalität prüfen (auch Randfälle)
- Sicherheitsnetz aufbauen
- Qualitätssicherung
- Kundenzufriedenheit
- weniger Ärger, Nerven und mehr Spass

External Quality

External Quality entspricht Benutzersicht

- Arbeitet wie erwartet
- Stellt alle benötigte Funktionalität bereit
- Korrektheit
  - Nahezu keine (beobachtbaren) Bugs
  - Gut getestet
- Benutzbar
- Verlässlich
- …

Internal Quality

Internal Quality ~ Entwicklersicht (Code, Build, Testing):

- Lesbarkeit
- Verständlichkeit
- Keine Fallstricke und Hindernisse
- Erweiterbar, pflegbar
- Gut/sinnvoll dokumentiert
- Gute Test/Code Coverage
- …

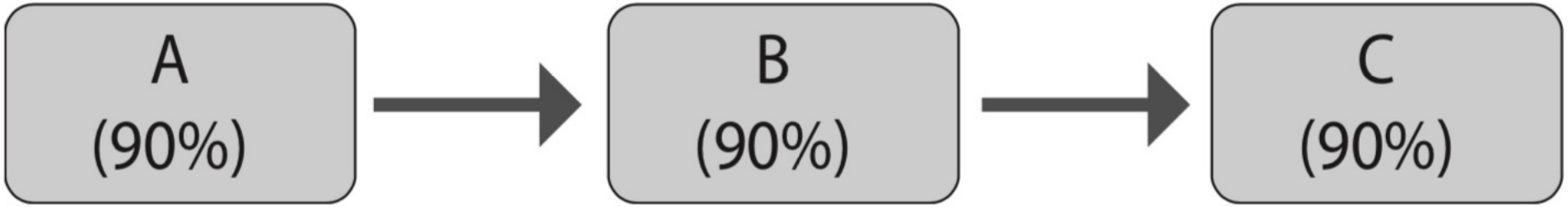
Warum testen wir? Was ist Qualität?

- Unter **Qualität** versteht jeder leicht etwas anderes:
  - gute Benutzbarkeit oder
  - umfangreiche Funktionalität.
  - Immer jedoch hohes Maß an **Erwartungskonformität** und **Zuverlässigkeit** gewünscht
  - Im richtigen Leben erwarten wir fast immer eine Qualität von **nahezu 95 – 100 %**.

- **Wieso geben wir uns bei Software oftmals mit weniger zufrieden**? Was könnten die Ursachen nicht optimaler Qualität sein?
  - Komplexität ist in Software häufig recht hoch
  - Einzelteile sind zum Teil nicht gut getestet
  - Informatik hat noch nicht den Ingenieursgrad wie Autoindustrie oder Maschinenbau

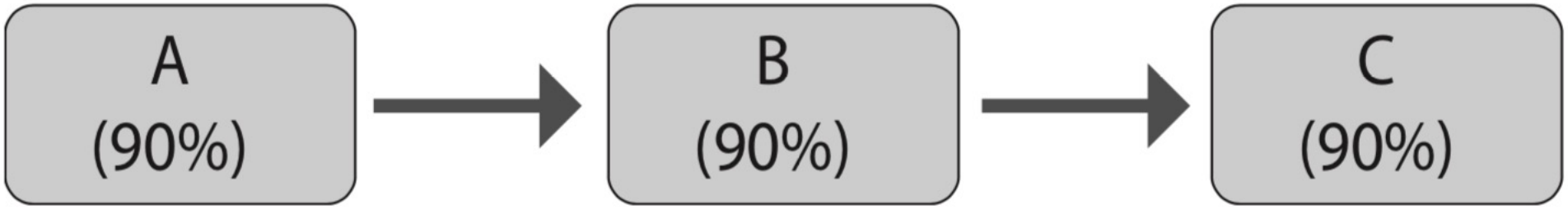
Einfluss der Qualität der Einzelteile

- Die Industrie besitzt **Normen** und **Standards**. Qualität sowie Interoperabilität ist gegeben.
- Je höher die Qualität der Einzelteile, desto höher ist auch die Qualität des Gesamtprodukts. Schauen wir auf ein einfaches System mit drei Bausteinen:



- Wie hoch ist die Gesamtqualität?

Einfluss der Qualität der Einzelteile



- Laut **Systemtheorie**: Produkt der Einzelqualitäten

$$0.9 * 0.9 * 0.9 = 0.73 \Rightarrow 73\ \%$$

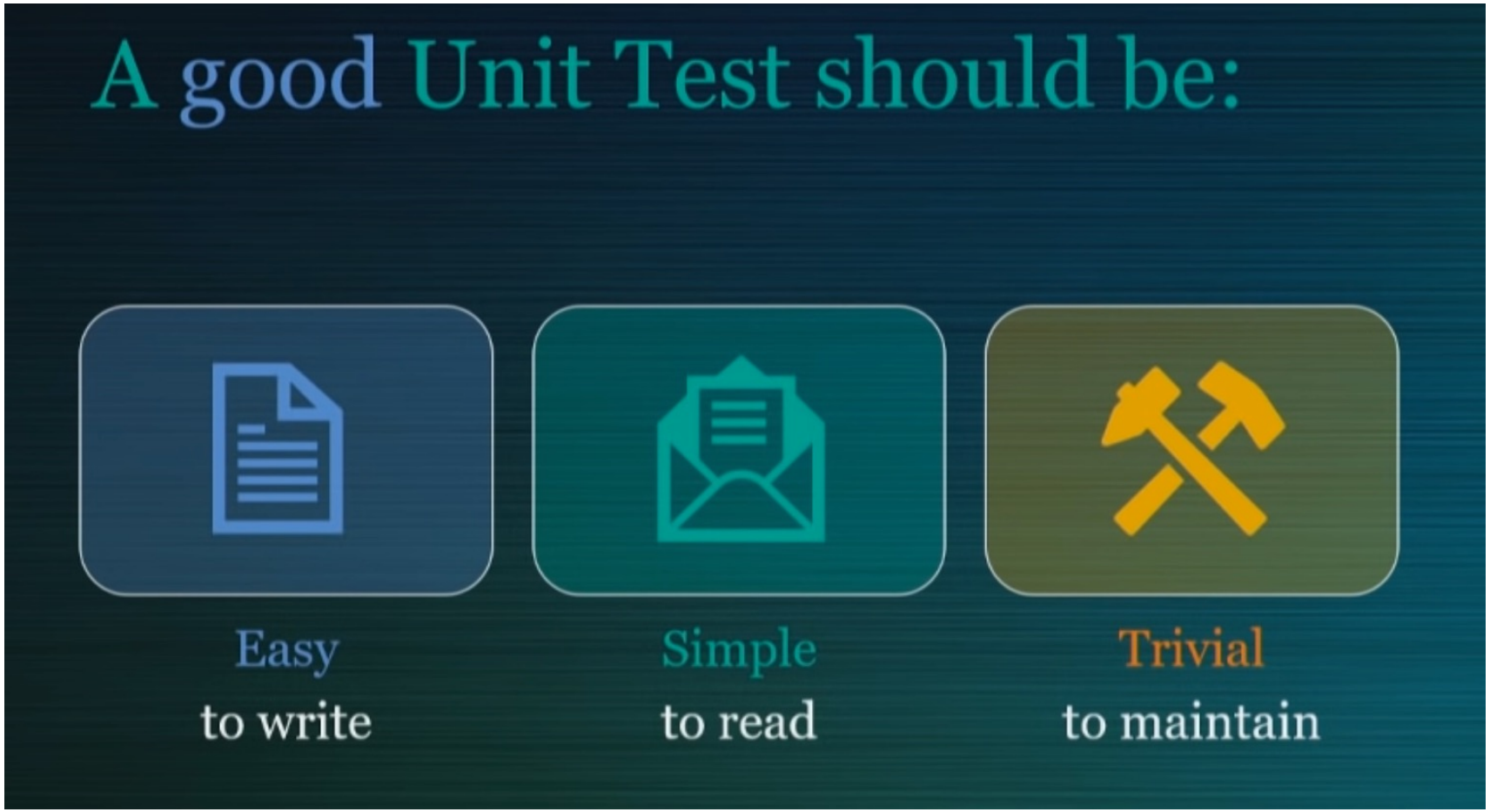
- Auf Software übertragen, haben wir dabei folgende Probleme:
  - Wer hat schon einmal Systeme mit nur 3 Klassen oder Bestandteilen gebaut?
  - Normale Anwendungen bestehen nicht nur aus einer Vielzahl an Klassen und Objekten, sondern diese besitzen insbesondere auch komplizierte, teils verzwickte Abhängigkeiten.

Wieso erstellen wir Unit Tests?

- Wir betreiben damit **Qualitätssicherung auf Kleinteilebene**.
- Enge Integration in den Entwicklungsprozess => **schnelles Feedback**
- Meistens lassen sich die Fehler auch leicht korrigieren.

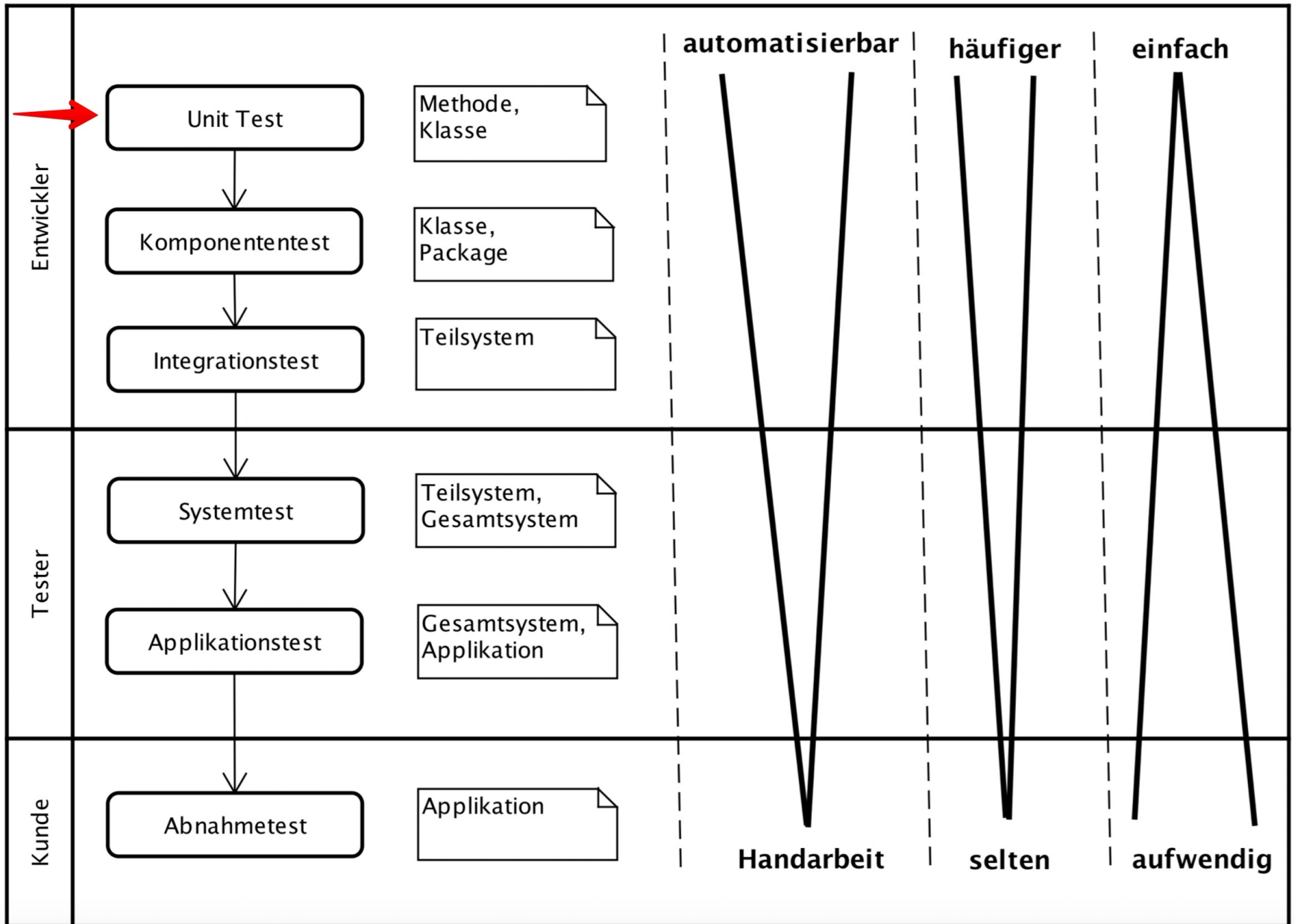
- **Kommen wir nochmal aus Standardisierung und Qualität zurück: Jeder Einzelne von uns kann ein wenig zur Verbesserung beitragen, indem man sich an Coding Conventions hält, gute Unit Tests schreibt und auf ein sauberes Design achtet.**

Was macht einen guten Unit Test aus?

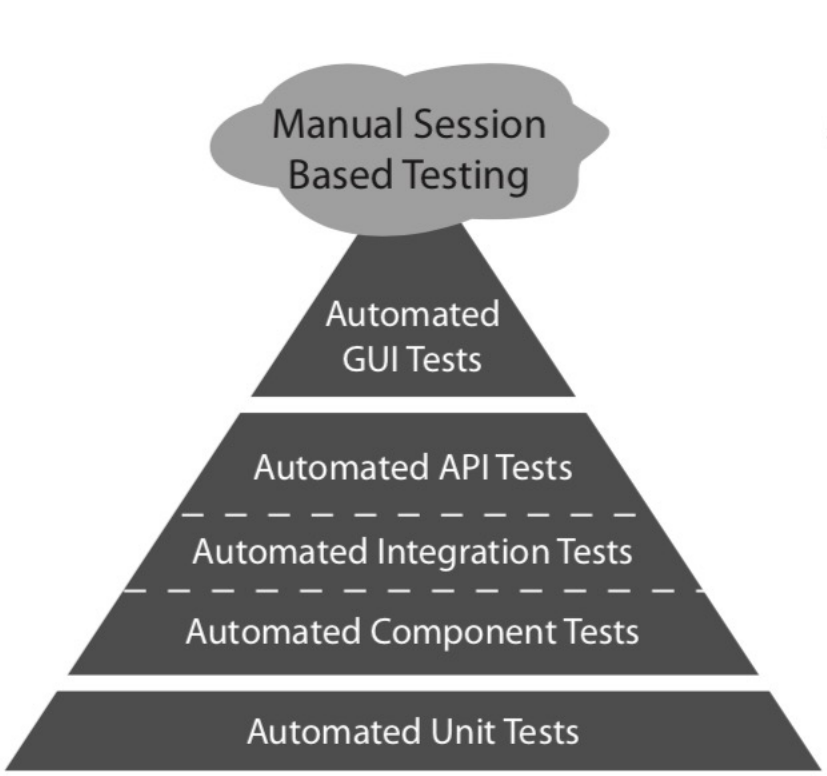


https://www.youtube.com/watch?v=V6MzzmJ9IPs -- The secret unit testing tools no one ever told you about - Dror Helper

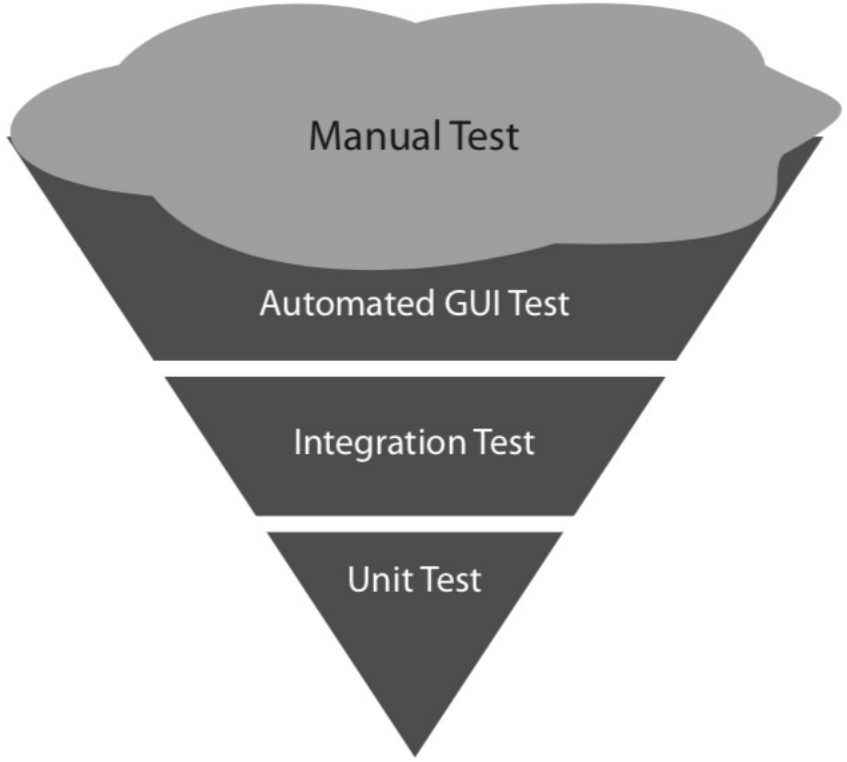
Arten von Tests



Testpyramide



The Ideal Testing
Automation Pyramid



The Non-Ideal Testing
Automation Inverted Pyramid

Was erschwert uns, Tests zu schreiben?

Schwierigkeiten beim Unit Testen

- Was erschwert es uns, gute Unit Tests zu schreiben? – Es sind es fast dieselben Sachen, die schon das Entwickeln erschweren können.
  - Man sollte **VORAB** wissen, was zu realisieren ist und wie es funktionieren soll.
  - Wenn man zu den Anforderungen die passende Software entwickelt, dann sind eine gelungene **Namensgebung** und ein **problemangepasstes Design**, insbesondere **klare Zuständigkeiten**.
  - Oftmals sieht die Realität anders aus und Klassen bieten zu viel Funktionalität. Dadurch existieren meistens zu viele Abhängigkeiten auf andere Klassen.
  - Das wiederum führt zu Fragilität, ändert man an einer Stelle, so zerbricht etwas an anderer.

Schwierigkeiten beim Unit Testen

- Für Unit Tests helfen uns Informationen zur gewünschten Funktionalität, um adäquate Testfälle erstellen zu können und nicht nur Pseudotests für triviale `get()/set()`-Methoden zu schreiben.

- gelungene, **aussagekräftige Namen** der Testmethoden helfen das Wesentliche des Testfalls erkennen zu können

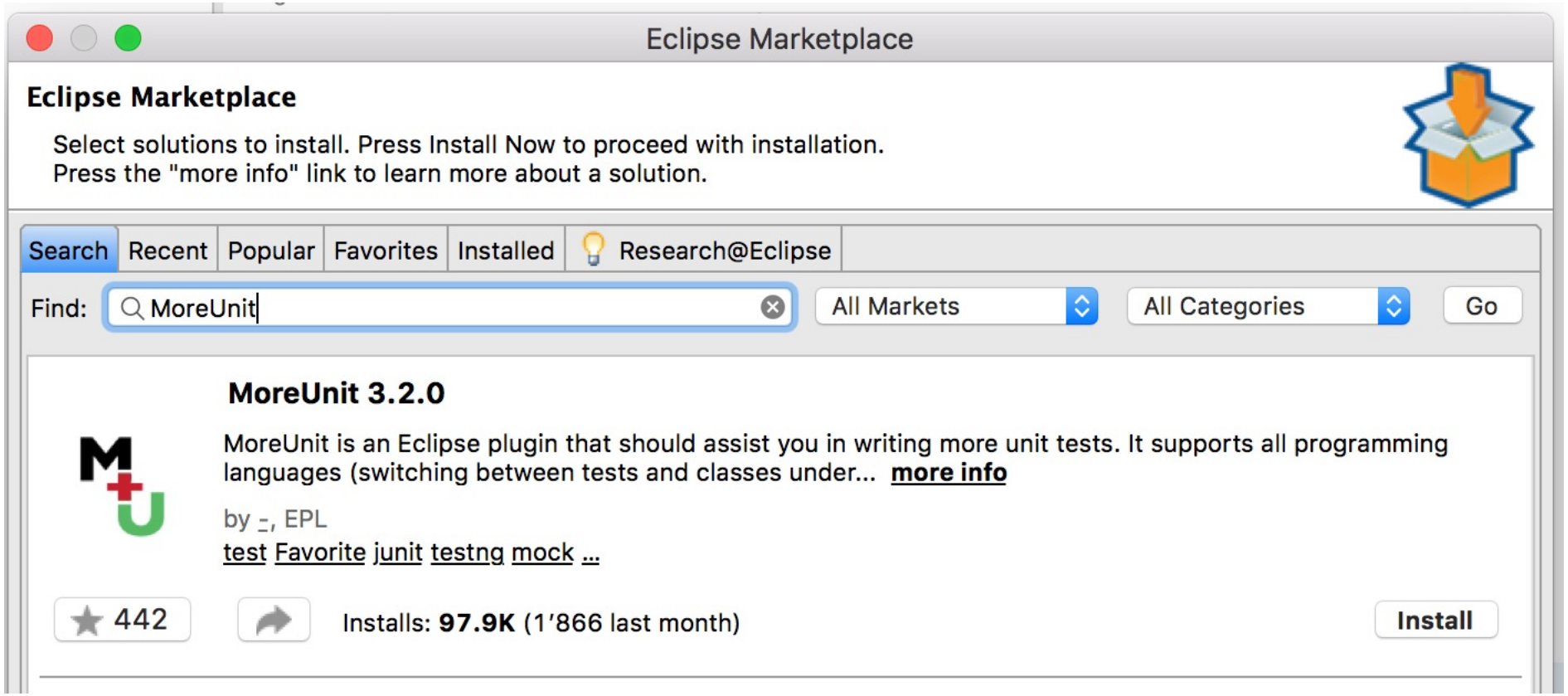
- Um jeden Testfall möglichst knackig formulieren zu können, sollten **nicht zu viele Abhängigkeiten** von anderen Klassen existieren.

- Abhilfe bieten die im später vorgestellten **Test Doubles**. Der Name ist plakativ und ähnelt dem **Stunt Double** aus Filmen: Ein Test Double ist ein Stellvertreter für ein Anwendungsobjekt, um Abhängigkeiten aufzulösen und eine Unit besser testbar zu machen.

Gute Angewohnheiten

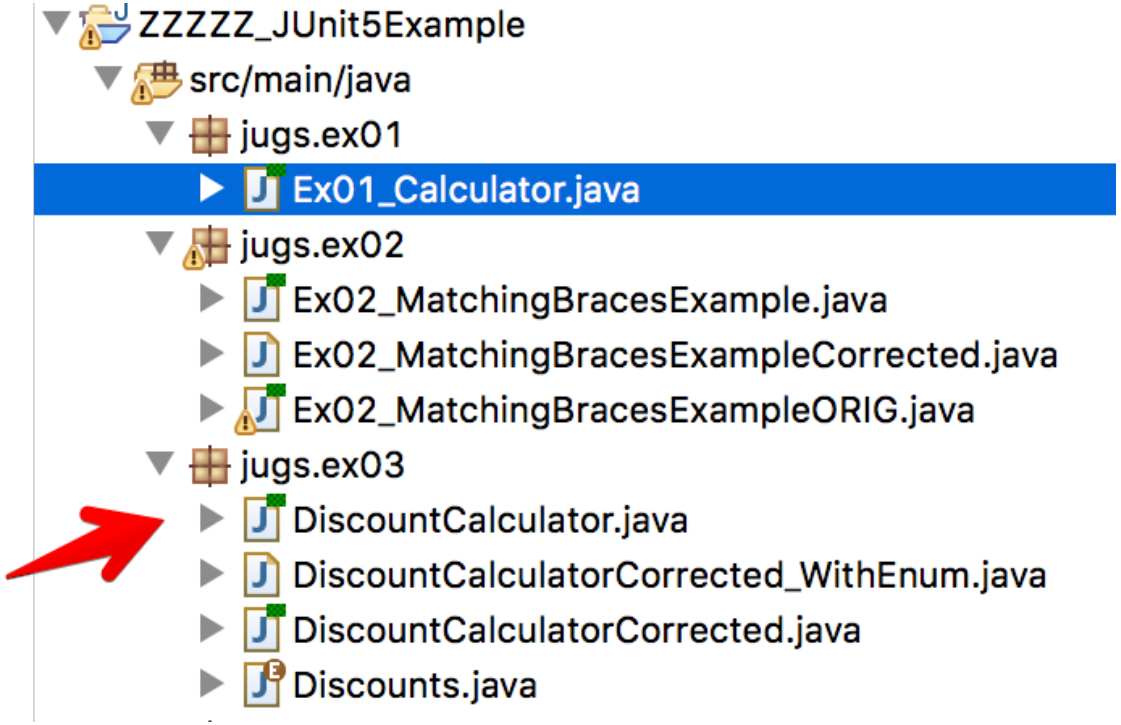
(Eclipse) Plugin MoreUnit

- http://moreunit.sourceforge.net/
- http://moreunit.sourceforge.net/update-site/



(Eclipse) Plugin MoreUnit

- Tastaturkürzel zum Ausführen (CTRL+R) und zum Wechseln zwischen Klasse und Test (CTRL+J).
- Icon-Dekoration im Package Explorer: grünen Punkt zeigt, ob zu einer Klasse ein Test existiert.
- Refactorings: Klassen und korrespondierende Testklassen werden synchron zueinander verschoben oder umbenannt.



(Eclipse) Plugin MoreUnit

New JUnit Test Case

JUnit Test Case

Select the name of the new JUnit test case. You have the options to specify the class under test and on the next page, to select methods to be tested.

JUnit 3 | JUnit 4 | JUnit 5 | Spock | TestNG

Source folder: ZZZZZ_JUnit5Refresher/src/test/java — Browse...

Package: newinrefresher.parameterized — Browse...

Name: Ex01_LeapYearTest

Superclass: — Browse...

Which method stubs would you like to create?

- setUpBeforeClass()
- tearDownAfterClass()
- setUp()
- tearDown()
- constructor

Do you want to add comments? (Configure templates and default value here)

- Generate comments

Class under test: newinrefresher.parameterized.Ex01_LeapYear — Browse...

< Back | Next > | Cancel | Finish

New JUnit Test Case

Test Methods

Select methods for which test method stubs should be created.

Available methods:

- Ex01_LeapYear
  - main(String[])
  - isLeap(int)
- Object
  - Object()
  - getClass()
  - hashCode()
  - equals(Object)
  - clone()
  - toString()
  - notify()
  - notifyAll()
  - wait()
  - wait(long)
  - wait(long, int)
  - finalize()

Select All | Deselect All

1 method selected.

- Create final method stubs
- Create tasks for generated test methods

< Back | Next > | Cancel | Finish

Maven-Projektstruktur

```
.
├── build.gradle
├── libs
│   └── assertj-core-3.17.1.jar
├── pom.xml
└── src
    ├── main
    │   └── java
    │       ├── a_first_slides
    │       └── utils
    │           ├── FibonacciCalculator.java
    │           ├── PalindromeChecker.java
    │           └── PrimeNumberChecker.java
    └── test
        └── java
            ├── a_first_slides
            │   ├── FibonacciTest.java
            │   ├── PrimeNumberCheckerTestJUni5.java
            │   ├── PrimeNumberCheckerTestJUnit4.java
```

Namensgebung

- Klasse `Abc` => zugehörige Testklasse `AbcTest`

- Methoden:
  - Optional: Kürzel `test` als Start
  - Sinnvolle Beschreibung des Testfalls:
  - Methodenname, Bedingungen und Ergebnis im Namen kodieren => **CamelCase wird oft unleserlich**
  - Testing Guru Roy Osherove schlägt Folgendes vor

```
MethodName_StateUnderTest_ExpectedBehavior
MethodName_ExpectedBehavior_WhenTheseConditions
```

```
calcSum_WithValidInputs_ShouldSumUpAllValues()
calcSum_ThrowsException_WhenNullInput()
```

Testfälle definieren

- Unit Tests **prüfen kleine Bausteine**, meistens Klassen oder Methoden
- **Möglichst isoliert** und ohne Interaktion mit anderen Komponenten
- Tests werden **in Form von Methoden** implementiert
- Im Idealfall: Für jede ***relevante*** **Applikationsmethode** mindestens **eine Testmethode**
- Eine Testmethode **prüft genau eine Funktionalität** (oder nur einen Teil davon) , **idealerweise nur 1 ASSERT !**
- Testmethoden **kurz, klar und verständlich** halten
- **ABER: Wie erreicht man das?**

Testfälle definieren

- **JUnit** ist ein in Java geschriebenes Framework, das beim Schreiben und bei der Automatisierung von Testfällen auf Klassenebene unterstützt.
- Zum Testen einer Applikationsklasse wird normalerweise eine korrespondierende **Testklasse** geschrieben, in Methoden werden Testbehauptungen aufgestellt und ausgewertet
- Häufig beginnt man zur **Absicherung wichtiger Funktionalität** eigener Klassen damit, **zunächst einige zentrale Methoden durch Tests zu überprüfen**.
- Dies kann anschließend **schrittweise ausgeweitet** werden.

Beispiel: Ein erster Unit Test mit JUnit 5

- Testfälle in Form spezieller Testmethoden erstellt, die mit der Annotation `@Test` markiert

```
import static org.junit.jupiter.api.Assertions.*;
import org.junit.jupiter.api.Test;

public class A_FirstTestWithJUnit5
{
    @Test
    void assertMethodsInAction()
    {
        String expected = "Tim";
        String actual = "Tim";

        assertEquals(expected, actual);
        assertEquals(expected, "XYZ", "Message if comaprison fails");
    }
}
```

AAA-Stil

- **ARRANGE** - **ACT** – **ASSERT** (Auch GWT genannt für GIVEN – WHEN – THEN)
- **ARRANGE**: Vorbedingungen und Initialisierungen (***Testfixture***)
- **ACT**: danach wird eine Aktion ausgeführt
- **ASSERT**: Prüfen, ob der erwartete Zustand eingetreten ist

```
@Test
void listAdd_AAAStyle()
{
   // GIVEN: An empty list
   final List<String> names = new ArrayList<>();

   // WHEN: adding 2 elements
   names.add("Tim");
   names.add("Mike");

   // THEN: list should contain 2 elements
   assertEquals(2, names.size(), "list should contain 2 elements");
}
```

FAIR - Gewünschte Eigenschaften von Unit Tests

F – Fast, Focussed

A - Automated

I - Isolated

R – Reliable, Repeatable

Eigenschaften von Unit Tests

- Qualität der Einzelbausteine hat einen großen Einfluss auf die Qualität¨t des Gesamtsystems.
- Unit Tests = Qualitätssicherung auf Kleinteilebene und erhöht die innere Qualität.

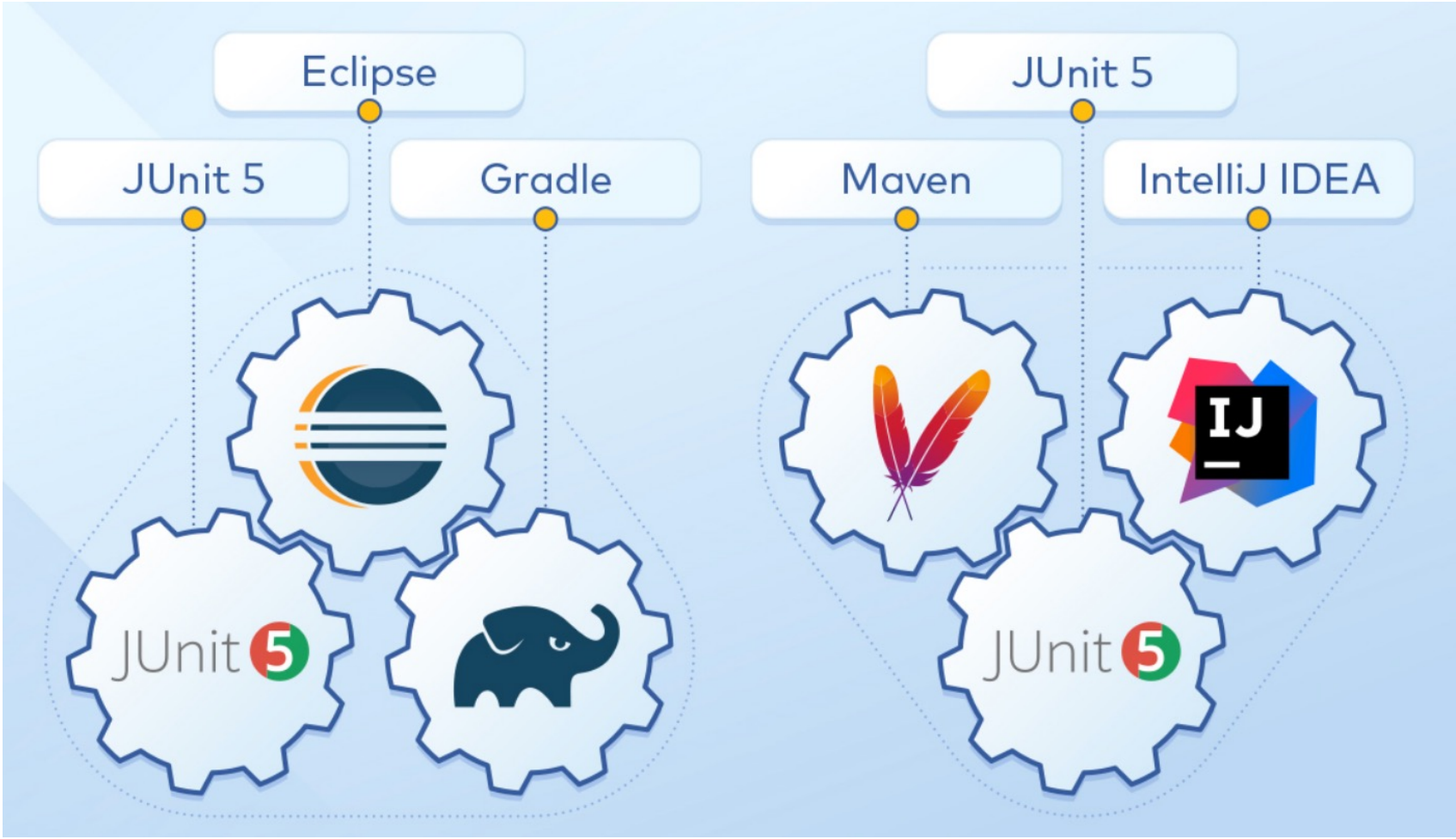
- Dabei helfen folgende Eigenschaften von Unit Tests:

  - **Klares Ergebnis** – bestanden (Grün) oder Fehler (Rot).
  - **Messbar** – Die Anzahl der Testfälle und die damit geprüften Programmteile (Testabdeckung) lassen sich leicht auswerten.
  - **Implementierungsnah und fokussiert** – Wenn man Unit Tests parallel zur Implementierung erstellt und ausführt, erhält man schnell Feedback und oftmals lassen sich Fehler auch leicht korrigieren.
  - **Know-how-Gewinn** – Man beschäftigt sich automatisch intensiver mit den Anforderungen und den bereits bestehenden Implementierungen. Es baut sich dadurch kontinuierlich ein gutes Verständnis auf.
  - **Wiederholbar** – Nach Änderungen im Sourcecode können Tests erneut ausgeführt werden. Bei positiver Ausführung erhöht dies die Sicherheit[8], keine Defekte eingefügt zu haben.

- Die obigen Punkte verdeutlichen: Von gut formulierten Unit Tests profitiert man am meisten, wenn man diese regelmässig ausführt.

Tests (regelmässig) ausführen

- mvn clean test
- gradle clean test
- Eclipse (MoreUnit): Ctrl + R
- IntelliJ: Ctrl + Shift + R



https://www.toptal.com/java/getting-started-with-junit

Eigenschaften von Unit Tests: API-Design & Dokumentation

- Beim Schreiben von **Unit Tests** spielen auch **Entwurfsentscheidungen**, etwa solche zu **Kohäsion**, **Kopplung** und zum **Design des APIs** eine Rolle.
- Durch das Implementieren von Testfällen nutzt man das API der eigenen Klassen, wodurch die Beurteilung leichter fällt, ob die **angebotenen Schnittstellen sinnvoll und handhabbar** sind.
- ***Unit Tests*** *können also* ***mögliche Schwächen*** *in den von den Tests angesprochenen APIs vor einer Nutzung in anderen Komponenten* ***aufdecken*** *und* ***für gelungenere APIs sorgen***.
- Unit Tests als **Dokumentation des erwarteten Programmverhaltens**
- **Dokumentation** ist automatisch **immer aktuell**, da die Testfälle ansonsten fehlschlagen würden.

Exercises Part 1

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

PART 2:
JUnit 5 Intro

JUnit 5

JUnit 5

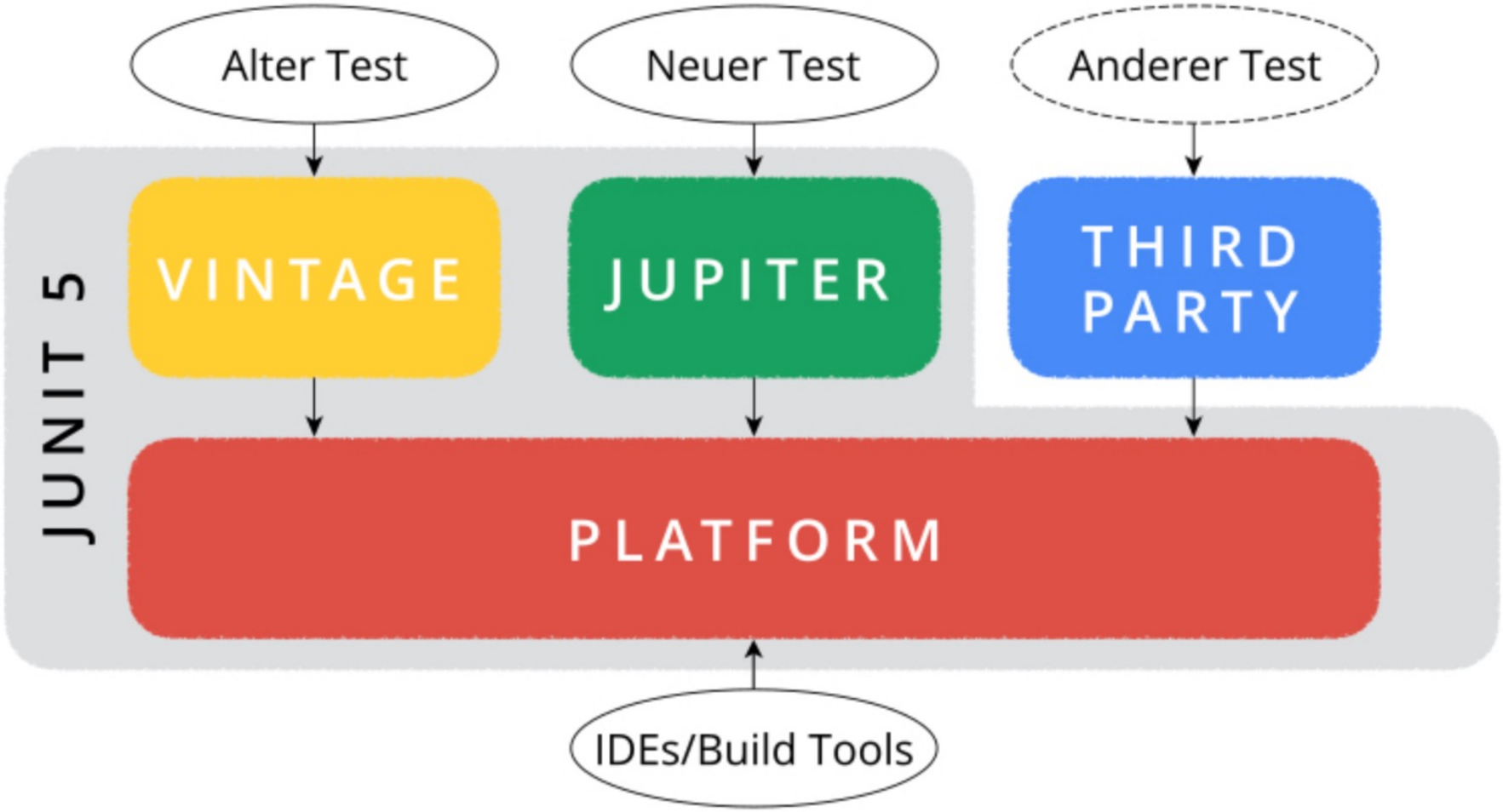
JUnit 4

The new major version of the programmer-friendly testing framework for Java

User Guide | Javadoc | Code & Issues | Q & A | Support JUnit

Architektur

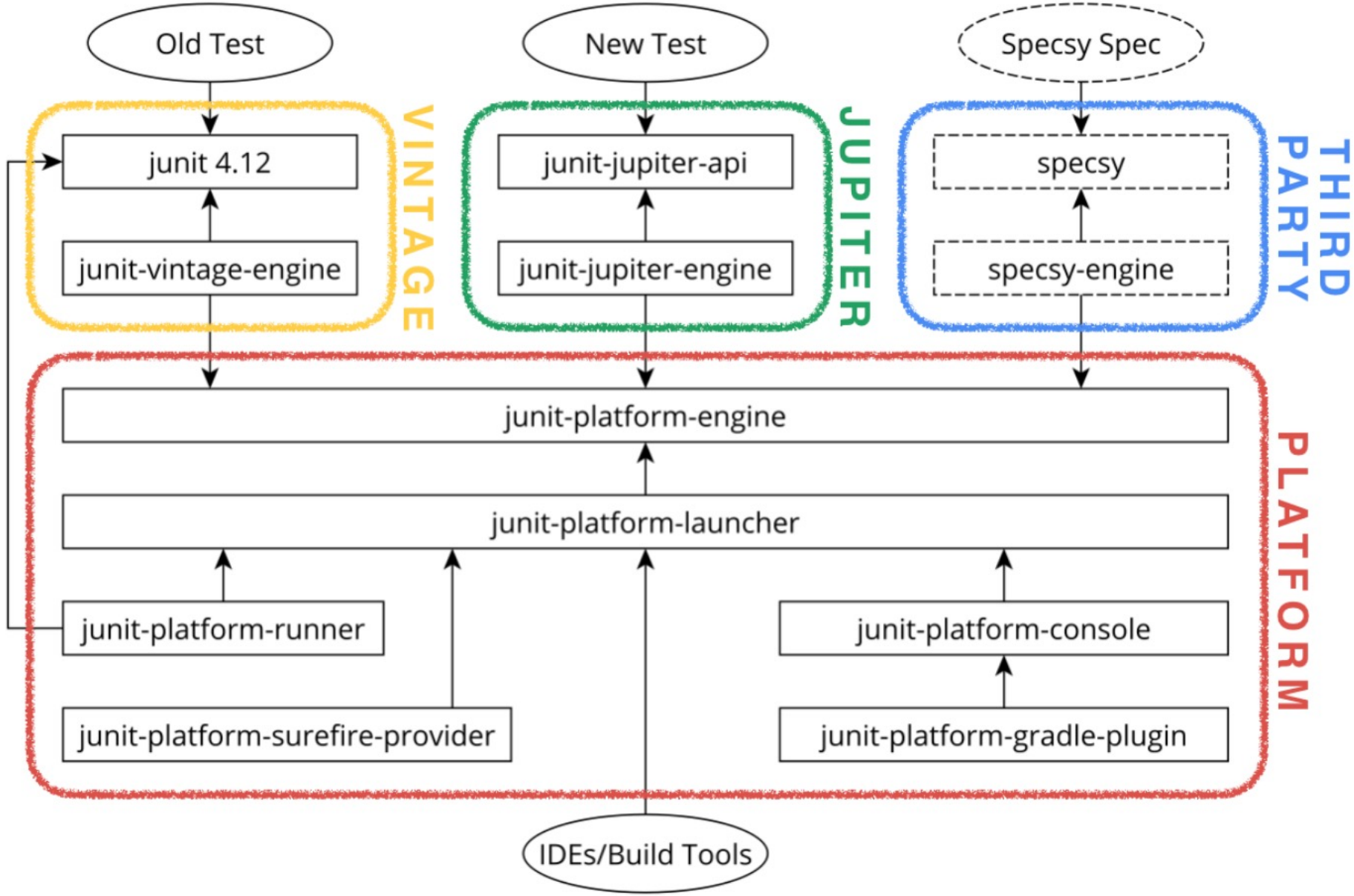
- JUnit 5 =
  JUnit Platform +
  JUnit Jupiter +
  JUnit Vintage



https://jaxenter.de/junit-5-beyond-testing-framework-81787

Architektur

- JUnit 5 =
  JUnit Platform +
  JUnit Jupiter +
  JUnit Vintage



https://jaxenter.de/highlights-junit-5-65986

Assertions – Bedingungen prüfen

- Auswertung von Bedingungen – Die Klasse **`Assert`** (JUnit4) / **Assertions** (JUnit 5) stellt eine Menge von Prüfmethoden bereit, mit denen Bedingungen formuliert und dadurch **Zusicherungen** über den zu testenden Sourcecode geprüft werden können:
  - **`assertEquals()`** – zwei Objekte auf inhaltliche Gleichheit (Aufruf von **equals(Object)**) bzw. zwei Variablen primitiven Typs auf Gleichheit prüfen*
  - **`assertTrue()`** und **`assertFalse()`** – boolesche Bedingungen prüfen
  - **`assertNull()`** bzw. **`assertNotNull()`** – Objektreferenzen auf == null bzw. != null prüfen
  - **`assertSame()`** bzw. **`assertNotSame()`** – Objektreferenzen auf == bzw. != prüfen
  - **`fail()`** – einen Testfall bewusst fehlschlagen lassen

*) Achtung für Floating Point: float und double

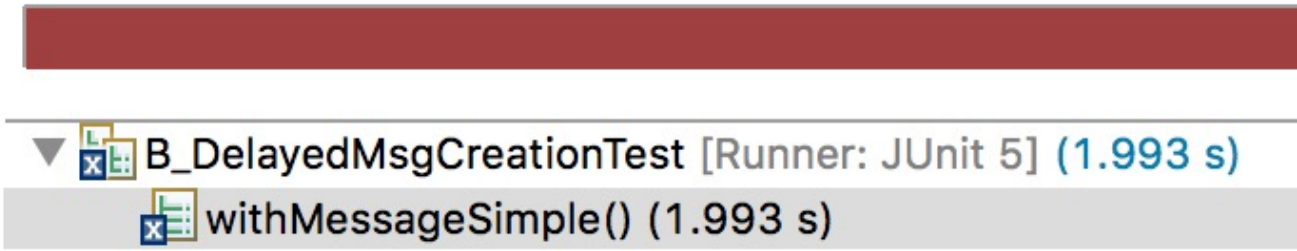
Ein erster Unit Test mit JUnit 5

- Testfälle in Form spezieller Testmethoden erstellt, die mit der Annotation `@Test` markiert

```
@Test
void assertMethodsInAction()
{
    String expected = "Tim";
    String actual = "Tim";
    assertEquals(expected, actual);
    assertEquals(expected, "XYZ", "Hint if wrong");

    assertTrue(true);
    assertTrue(true, "Always true");

    assertFalse(false);
    assertNull(null);
    assertNotNull(new Object());
    assertSame(null, null);
    assertNotSame(null, new Object());
}
```

Komplexe Erzeugung von Messages

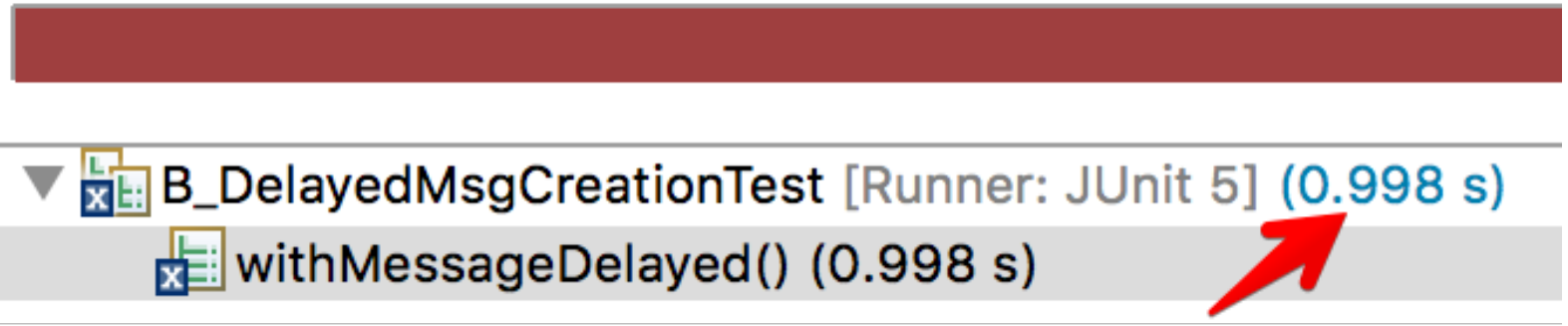
```
@Test
void withMessageSimple()
{
    String expected = "Tim";

    assertEquals(expected, "Tim", complicatedCalculation("Hint"));
    assertEquals(expected, "ALWAYS", complicatedCalculation("Hint"));
}

private String complicatedCalculation(String info)
{
    try
    {
        Thread.sleep(1_000);
    }
    catch (InterruptedException ignored) { }
    return info + info;
}
```



Was ist daran unschön?

Komplexe Erzeugung von Messages (nur bei Bedarf)

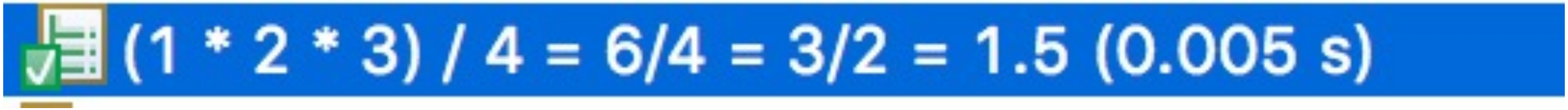
```java
@Test
void withMessageDelayed()
{
    String expected = "Tim";

    // complicated msg is only calculated if comparison fails
    assertEquals(expected, "Tim", () -> complicatedCalculation("Hint"));
    assertEquals(expected, "ALWAYS", () -> complicatedCalculation("Hint"));
}
```



Spezielle Testnamen

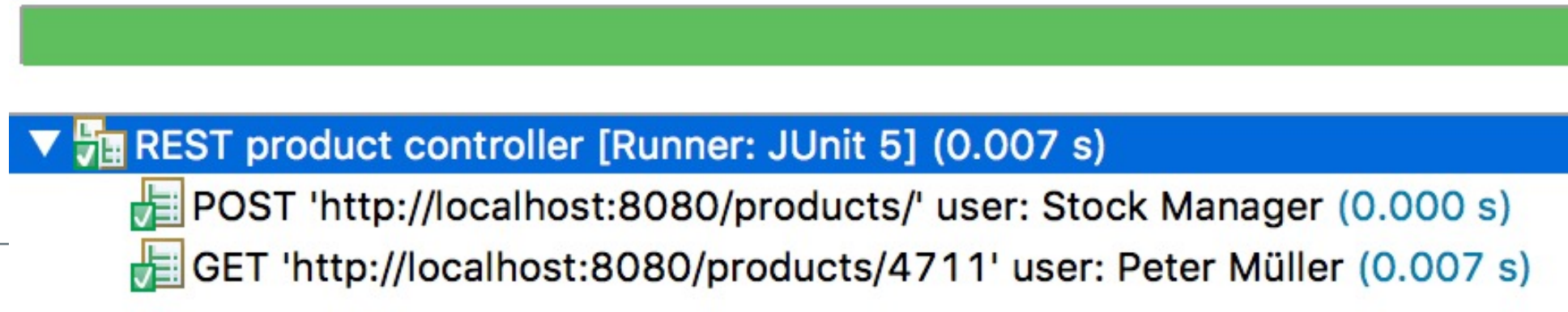
- Mit JUnit 4 war man auf valide Methodennamen eingeschränkt
- Spezielle Testnamen mit der Annotation **`@DisplayName`**

```
@Test
@DisplayName("(1 * 2 * 3) / 4 = 6/4 = 3/2 = 1.5")
void divideResultOfMultiplication()
{
    BigDecimal newValue = BigDecimal.ONE.multiply(BigDecimal.valueOf(2)).
                                         multiply(BigDecimal.valueOf(3)).
                                         divide(BigDecimal.valueOf(4));

    assertEquals(new BigDecimal("1.5"), newValue);
}
```



Spezielle Testnamen

```java
@DisplayName("REST product controller")
public class C_DisplayNameDemo
{
    @Test
    @DisplayName("GET 'http://localhost:8080/products/4711' user: Peter Müller")
    public void getProductFor4711()
    {
        // ..
    }

    @Test
    @DisplayName("POST 'http://localhost:8080/products/' user: Stock Manager")
    public void addProductAsStockManager()
    {
        // ...
    }
}
```



Spezielle Klassifikationen

- Spezielle Klassifikationen mit der Annotation `@Tag`

```
@Test
@DisplayName("(1 * 2 * 3) / 4 = 6/4 = 3/2 = 1.5")
@Tag("multiplication")
@Tag("division")
void divideResultOfMultiplication()
{
    BigDecimal newValue = BigDecimal.ONE.multiply(BigDecimal.valueOf(2)).
                                         multiply(BigDecimal.valueOf(3)).
                                         divide(BigDecimal.valueOf(4));

    assertEquals(new BigDecimal("1.5"), newValue);
}
```

Kontextinfos `TestInfo`

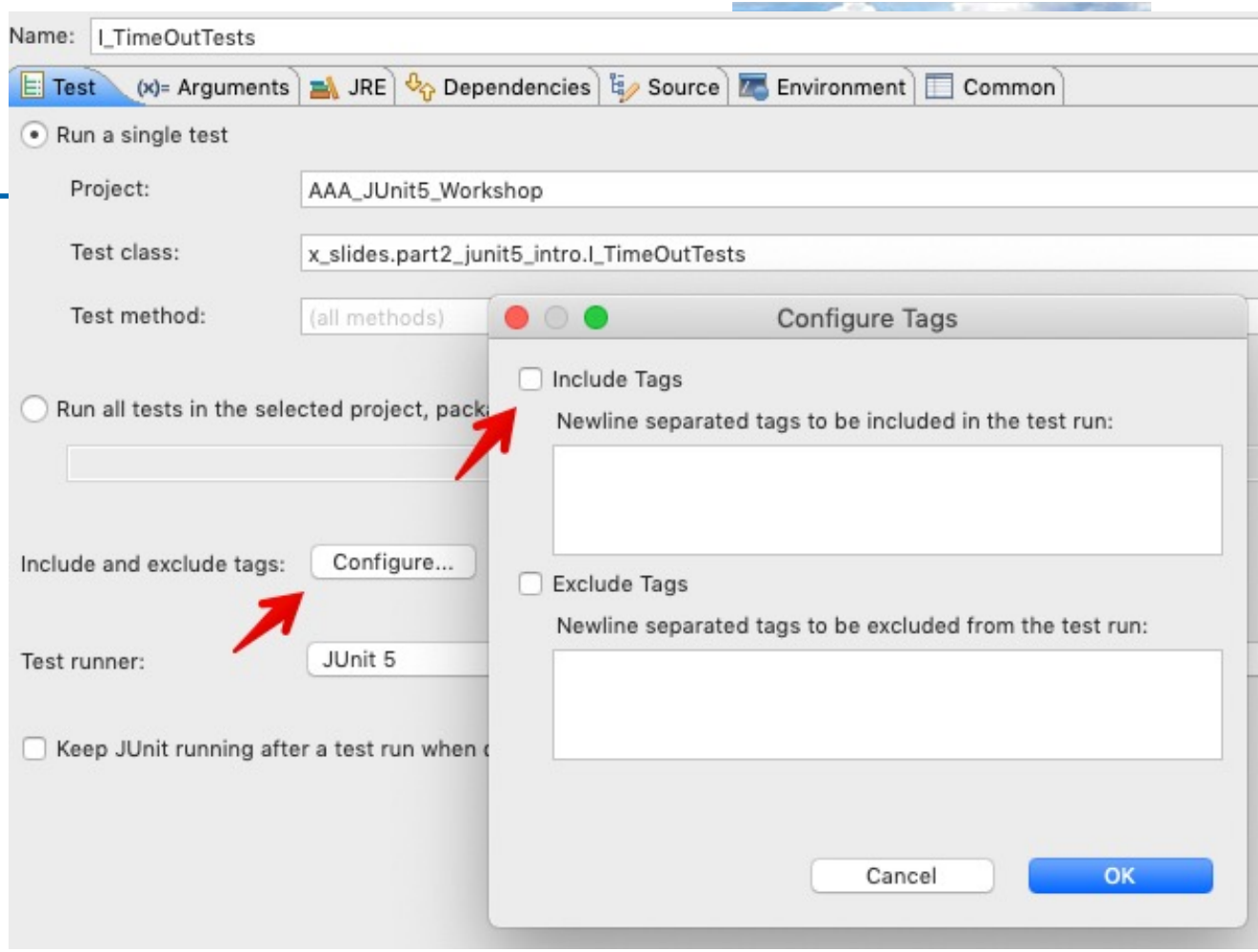
- `TestInfo` dient als Ersatz für die JUnit 4 Rule `TestName`
- **Dazu: Parameter in Testmethoden möglich!**

```
@Test
void simpleTestInfo(TestInfo ti)
{
    assertEquals("simpleTestInfo", ti.getTestMethod().get().getName());
}

@Test
@DisplayName("DEMO-TAGS")
@Tag("FAST")
@Tag("COOL")
void moreTestInfo(TestInfo ti)
{
    assertEquals("DEMO-TAGS", ti.getDisplayName());
    assertEquals(Set.of("FAST", "COOL"), ti.getTags());
}
```

Tag basierte Ausführung

- **Gradle**

```
useJUnitPlatform() {
    includeTags 'FAST', 'COOL', 'unit'
    excludeTags 'regression', 'bug-4711'
}

gradle clean test \
       -DincludeTags='FAST, COOL, unit' \
       -DexcludeTags='regression'
```



- **Maven**

```
<configuration>
    <argLine>@{argLine} --enable-preview</argLine>
    <!-- <argLine>enable-preview</argLine> -->
        <testFailureIgnore>true</testFailureIgnore>
       <!-- include tags -->
        <groups>FAST, unit</groups>
        <!-- exclude tags -->
        <excludedGroups>slow</excludedGroups>
</configuration>
```

Spezielle Assertions

Multiple Asserts

```java
@Test
void multipleAssertsforOneTopic()
{
    final Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    // JUnit 4
    assertEquals("Mike", mike.name);
    assertEquals(LocalDate.of(1971, 2, 7), mike.dateOfBirth);
    assertEquals("Zürich", mike.homeTown);

    // JUnit 5
    assertAll(() -> assertEquals("Mike", mike.name),
              () -> assertEquals(LocalDate.of(1971, 2, 7), mike.dateOfBirth),
              () -> assertEquals("Zürich", mike.homeTown));
}
```

Wo liegt der Unterschied?

Multiple Asserts

```
@Test
void multipleAssertsforOneTopic_Diff1() {

    Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertEquals("Tim", mike.name);
    assertEquals(LocalDate.of(1971, 3, 27), mike.dateOfBirth);
    assertEquals("Kiel", mike.homeTown);
}

@Test
void multipleAssertsforOneTopic_Diff2() {

    Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertAll(() -> assertEquals("Tim", mike.name),
              () -> assertEquals(LocalDate.of(1971, 3, 27), mike.dateOfBirth),
              () -> assertEquals("Kiel", mike.homeTown));
}
```

Multiple Asserts

```java
@Test
void multipleAssertsforOneTopic_Diff1() {

    Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertEquals("Tim", mike.name);
    assertEquals(LocalDate.of(1971, 3, 27), mike.dateOfBirth);
    assertEquals("Kiel", mike.homeTown);
}
```

```
org.opentest4j.AssertionFailedError: expected: <Tim> but was: <Mike>
    at a_first_slides.DisplayNameExample.multipleAssertsforOneTopic_Diff1(D
```

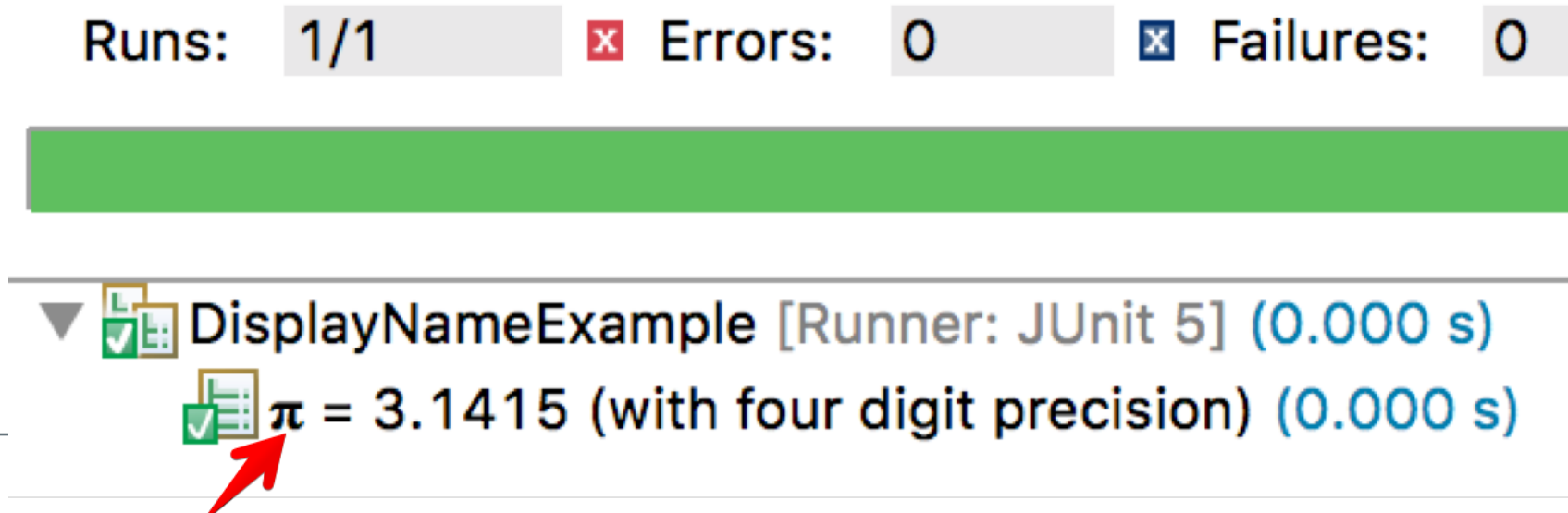
```java
@Test
void multipleAssertsforOneTopic_Diff2() {

    Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertAll(() -> assertEquals("Tim", mike.name),
              () -> assertEquals(LocalDate.of(1971, 3, 27), mike.dateOfBirth),
              () -> assertEquals("Kiel", mike.homeTown));
}
```

```
org.opentest4j.MultipleFailuresError: Multiple Failures (3 failures)
expected: <Tim> but was: <Mike>
expected: <1971-03-27> but was: <1971-02-07>
expected: <Kiel> but was: <Zürich>
```

Wie testen wir Gleitkommazahlen?

Spezielles Handling bei Gleitkommazahlen

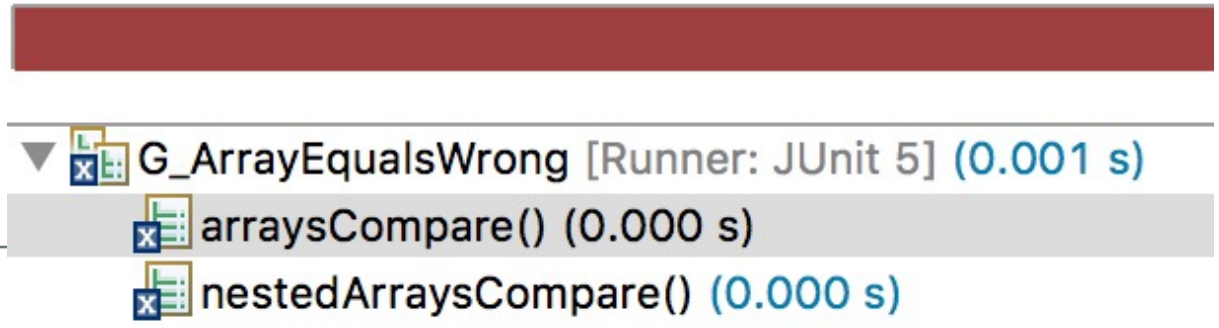
```
@Test
@DisplayName("\uD835\uDED1 = 3.1415 (with four digit precision)")
void floatingArithemticRoundingForPI()
{
    double value = calculatePI();
    double precision = 0.0001;

    assertEquals(3.1415, value, precision);
}

private double calculatePI()
{
    return Math.PI;
}
```



Wie testen wir Arrays?

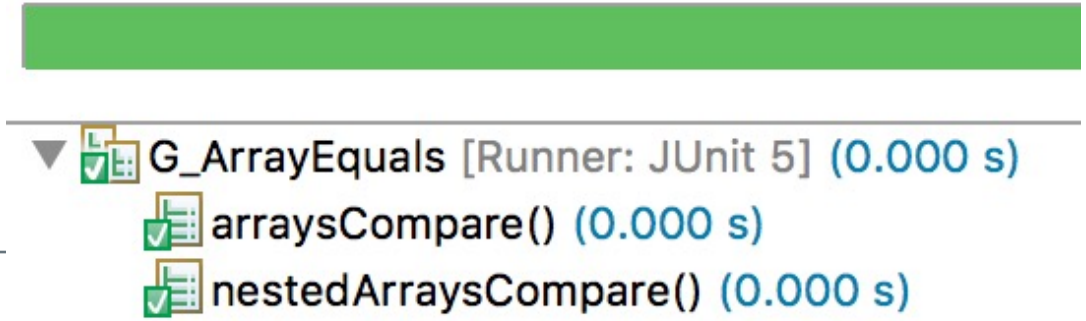
Arrays vergleichen – UPS!

```java
@Test
void arraysCompare()
{
    final String[] words = { "Word1", "Word2" };
    final String[] expected = { "Word1", "Word2" };

    assertEquals(expected, words);
}

@Test
void nestedArraysCompare()
{
    final String[][] nested = { { "Line1", "Word1" },
                                { "Line2", "Word2" } };
    final String[][] expected = { { "Line1", "Word1" },
                                  { "Line2", "Word2" } };

    assertEquals(expected, nested);
}
```



Arrays RICHTIG vergleichen

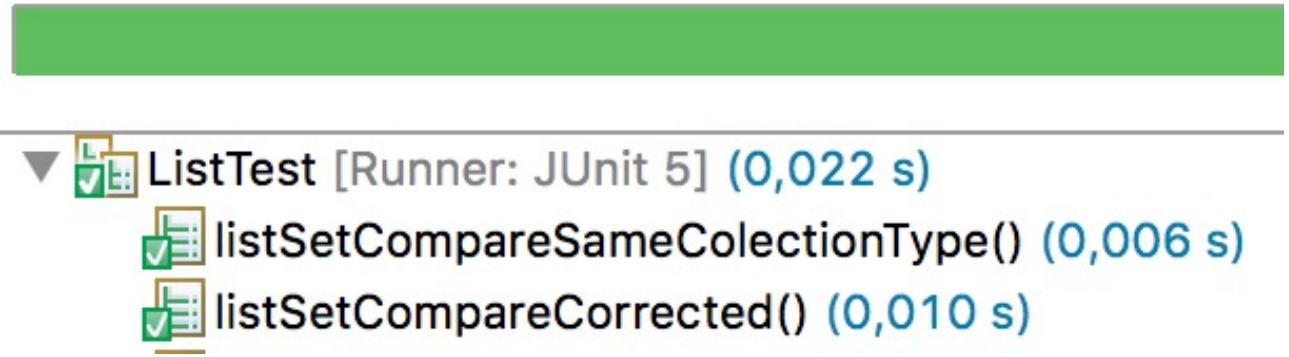
```java
@Test
void arraysCompare()
{
    final String[] words = { "Word1", "Word2" };
    final String[] expected = { "Word1", "Word2" };

    assertArrayEquals(expected, words);
}

@Test
void nestedArraysCompare()
{
    final String[][] nested = { { "Line1", "Word1" },
                                { "Line2", "Word2" } };
    final String[][] expected = { { "Line1", "Word1" },
                                  { "Line2", "Word2" } };

    assertArrayEquals(expected, nested);
}
```



Wie testen wir Collections?

Collections vergleichen – problemlos?!

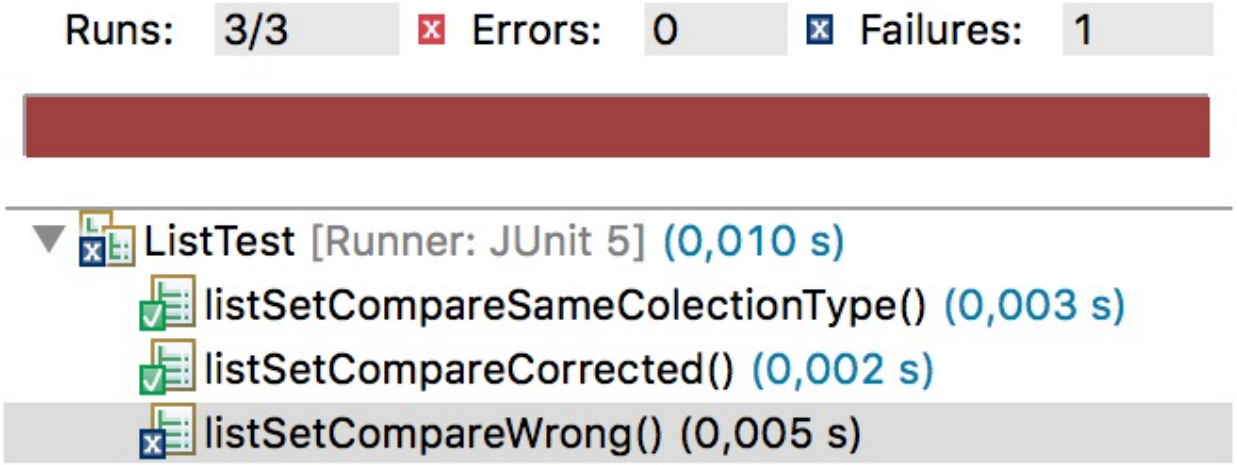
```java
@Test
void listSetCompareSameColectionType()
{
    final Collection<String> tags = new HashSet<>(Set.of("Fast", "Cool"));
    final Collection<String> names = List.of("Tim", "Mike", "Tom");

    assertEquals(Set.of("Fast", "Cool"), tags);
    assertEquals(List.of("Tim", "Mike", "Tom"), names);
}
```



Collections vergleichen – Was tun bei abweichendem Typ

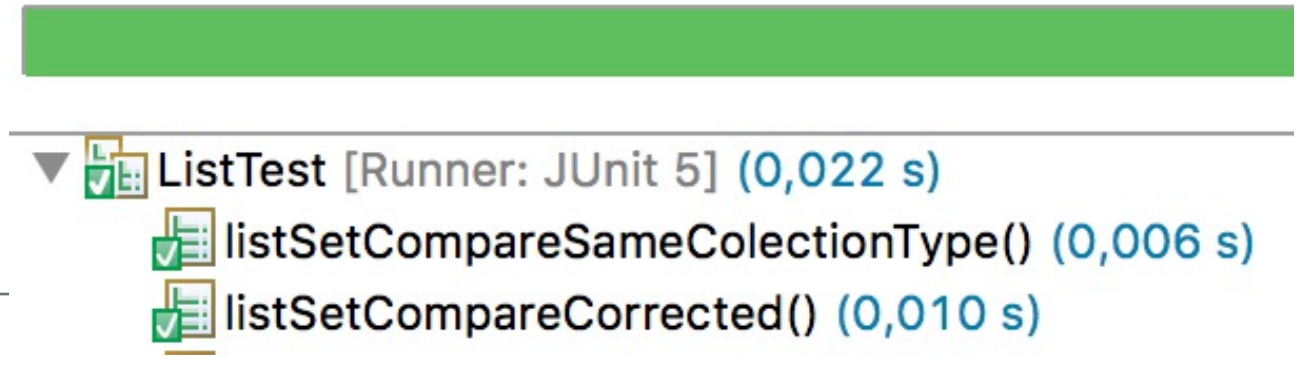
```java
@Test
public void listSetCompareWrong()
{
    final List<String> actual = List.of("a", "b", "c", "d");
    final Set<String> expected = new TreeSet<>(Set.of("c", "a", "d", "b"));

    // Set und List vergleichen
    assertEquals(expected, actual);
}
```

org.opentest4j.AssertionFailedError: expected: java.util.TreeSet@3b07a0d6<[a, b, c, d]> but was: java.util.ImmutableCollections$ListN@11a9e7c8<[a, b, c, d]>



Collections SICHERER vergleichen

```java
@Test
public void listSetCompareCorrected()
{
    final List<String> actual = List.of("a", "b", "c", "d");
    final Set<String> expected = new TreeSet<>(Set.of("c", "a", "d", "b"));

    // Set und List basierend auf Iterable vergleichen
    assertIterableEquals(expected, expected);
}
```



Testing Exceptions

Handarbeit

- Manchmal sollen Testfälle das Auftreten von Exceptions prüfen

```
try
{
    actionsThrowingAnException();
    fail();                              // Sollte hier nicht hinkommen
}
catch (final ExpectedException e)
{
    assertTrue(true);                    // Erwarteter Fall
}
```

Exceptions prüfen

- Seit JUnit 4 kann eine bei der Testausführung erwartete Exception in der Annotation `@Test` als Parameter `expected` angegeben werden:

```
@Test(expected = java.lang.NumberFormatException.class)
public void testFailWithExceptionJUnit4()
{
    // Hier wird bewusst ein Fehler provoziert
    final int value = Integer.parseInt("Fehler simulieren!");
    fail("calculation should throw an exception!");
}
```

- Problematisch: Wenn man den Message-Text auswerten möchte
- Auch kein AAA-Stil

JUnit Rules: Exceptions prüfen

- Besser JUnit Rule **`ExpectedException`**

```
@Rule
public ExpectedException thrown = ExpectedException.none();


@Test
public void testSomething()
{
   thrown.expect(IllegalStateException.class);
   thrown.expectMessage("XYZ is not initialized");

   doSomethingCausingAnExcpetion();
 }
```

JUnit 5: assertThrows()

```
@Test
void cannotSetValueToNull()
{
    assertThrows(NullPointerException.class,
                 () -> new BigDecimal((String) null));
}
```

```
@Test
void assertThrowsException()
{
    assertThrows(IllegalArgumentException.class,
                 () -> { Integer.valueOf(null); });
}
```

JUnit 5: assertThrows() mit Rückgabe

```
@Test
void shouldThrowExceptionAndInspectMessage()
{
    UnsupportedOperationException exception =
                assertThrows(UnsupportedOperationException.class,
    () ->
    {
        throw new UnsupportedOperationException("Not supported");
    });

    assertEquals(exception.getMessage(), "Not supported");
}
```

JUnit 5: assertThrows() mit Rückgabe

```
@Test
@DisplayName("Exception test clearer")
void exceptionTestImproved()
{
    Executable executable = () -> {
        throw new UnsupportedOperationException("Not supported");
    };

    UnsupportedOperationException exception =
              assertThrows(UnsupportedOperationException.class, executable);

    assertEquals(exception.getMessage(), "Not supported");
}
```

Timeout Assertions

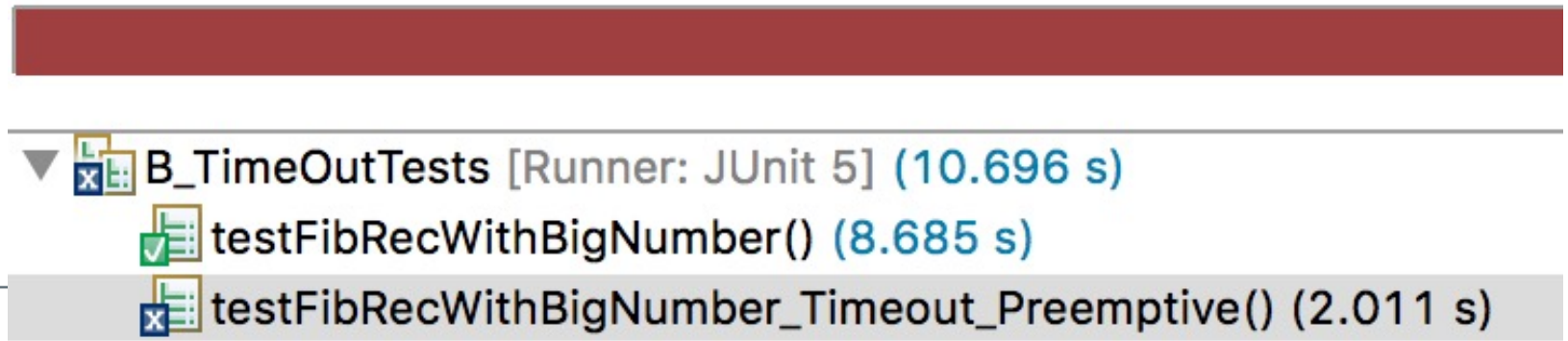
JUnit Rules: Time-outs prüfen (JUnit 4)

- Manchmal soll ein Test nur eine maximale Zeit dauern => Time-out

```
import org.junit.rules.Timeout;

public class TimeoutRuleTest
{
    @Rule
    public Timeout timeout = new Timeout(500, TimeUnit.MILLISECONDS);

    @Test
    public void longRunningAction() throws InterruptedException
    {
        for (int i=0; i < 20; i++)
        {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
        }
    }

    @Test
    public void loopForever() throws InterruptedException
    {
        for (;;)
        {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
        }
    }
}
```

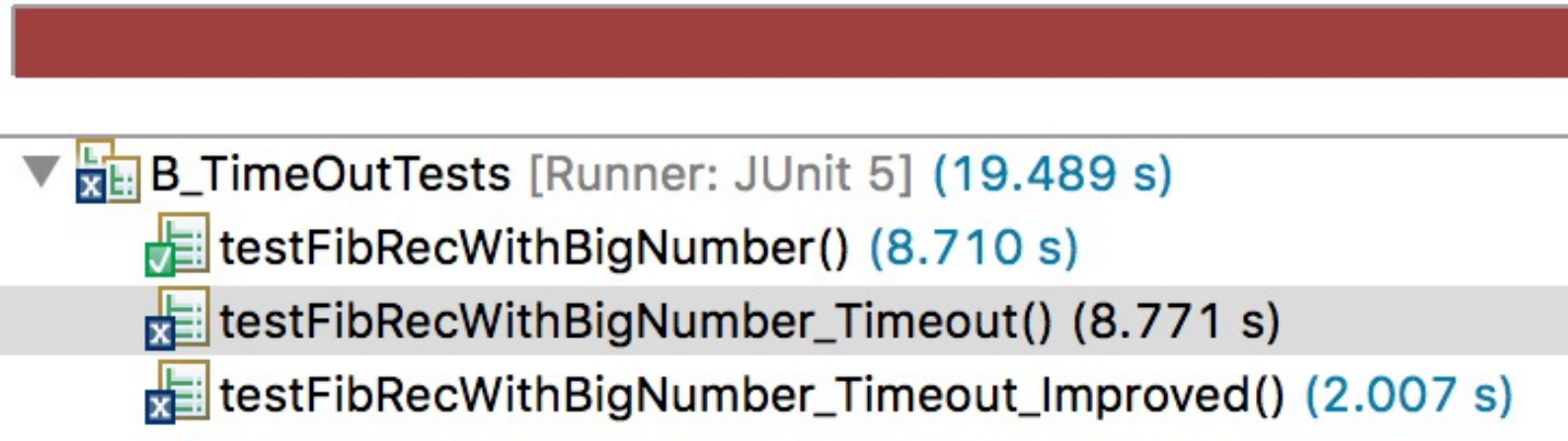
JUnit Rules: Time-outs prüfen (JUnit 5)

```
@Test
void testFibRecWithBigNumber()
{
    assertEquals(2971215073L, FibonacciCalculator.fibRec(47));
}

@Test
void testFibRecWithBigNumber_Timeout_Preemptive()
{
    assertTimeoutPreemptively(Duration.ofSeconds(2),
                              () -> FibonacciCalculator.fibRec(47));
}
```



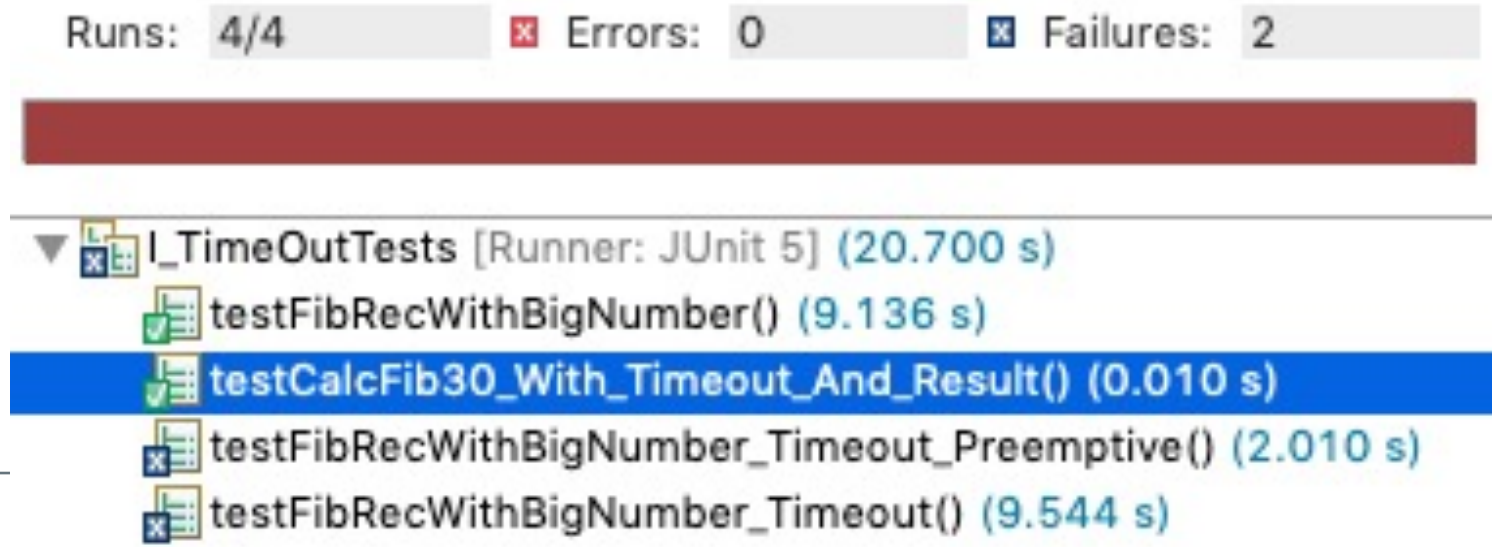
JUnit Rules: Time-outs prüfen (JUnit 5)

```
@Test
void testFibRecWithBigNumber_Timeout()
{
    assertTimeout(Duration.ofSeconds(2),
                  () -> FibonacciCalculator.fibRec(47));
}

@Test
void testFibRecWithBigNumber_Timeout_Improved()
{
    assertTimeoutPreemptively(Duration.ofSeconds(2),
                              () -> FibonacciCalculator.fibRec(47));
}
```



JUnit Rules: Time-outs prüfen (JUnit 5)

```
@Test
void testCalcFib30_With_Timeout_And_Result()
{
    // Provide result of calculation if with in time out
    ThrowingSupplier<Long> action = () -> FibonacciCalculator.fibRec(30);

    Long value = assertTimeoutPreemptively(Duration.ofSeconds(1),
                                           action);

    assertEquals(832040, value);
}
```



JUnit Test (temporär) ausschalten

```
@Test
@Disabled
void testFibRecWithBigNumber_Timeout()
{
    assertTimeout(Duration.ofSeconds(2),
                  () -> FibonacciCalculator.fibRec(47));
}
```

Life Cycle

JUnit 5 Life Cycle

```java
@BeforeAll
static void setupServer()
{
    System.out.println("setupServer");
}

@BeforeEach
void prepareDatabase()
{
    System.out.println("prepareDatabase");
}

@Test
void simpleTest()
{
    System.out.println("simpleTest");
}

@Test
void anotherTest()
{
    System.out.println("anotherTest");
}
```

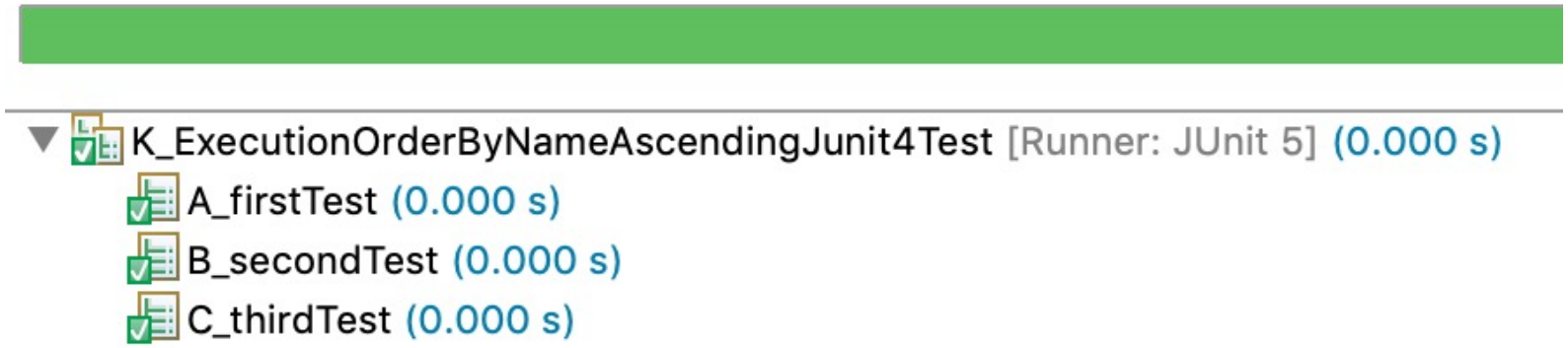
```java
@AfterEach
void cleanupDatabase()
{
    System.out.println("cleanupDatabase");
}

@AfterAll
static void tearDownServer()
{
    System.out.println("tearDownServer");
}
```

```
setupServer
prepareDatabase
simpleTest
cleanupDatabase
prepareDatabase
anotherTest
cleanupDatabase
tearDownServer
```

Ausführungsreihenfolge

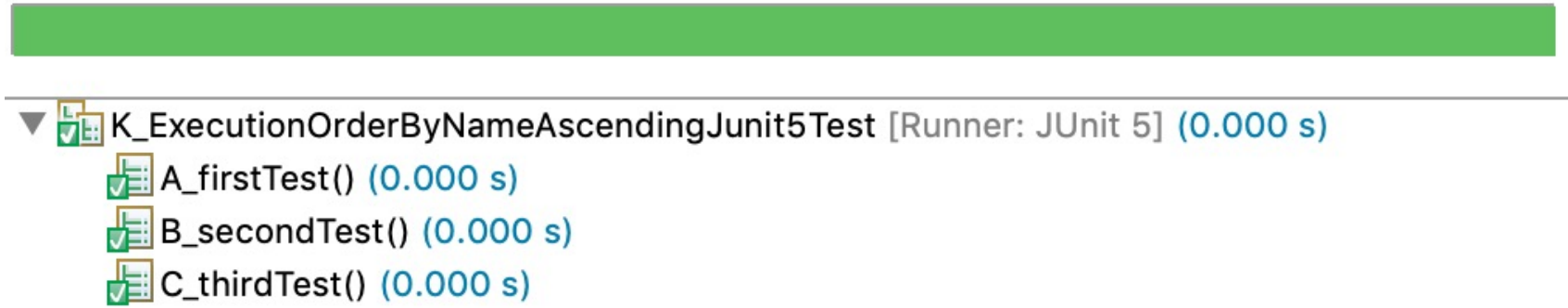
JUnit 4 Test Methoden ordnen (@FixMethodOrder)

```
@FixMethodOrder(MethodSorters.NAME_ASCENDING)
public class K_ExecutionOrderByNameAscendingJUnit4Test
{
    private final static StringBuilder result = new StringBuilder("");

    @Test
    public void B_secondTest() {
        result.append("b");
    }

    @Test
    public void C_thirdTest() {
        result.append("c");
    }

    @Test
    public void A_firstTest() {
        result.append("a");
    }

    @AfterClass
    public static void assertOutput()
    {
        assertEquals("abc", result.toString());
    }
}
```



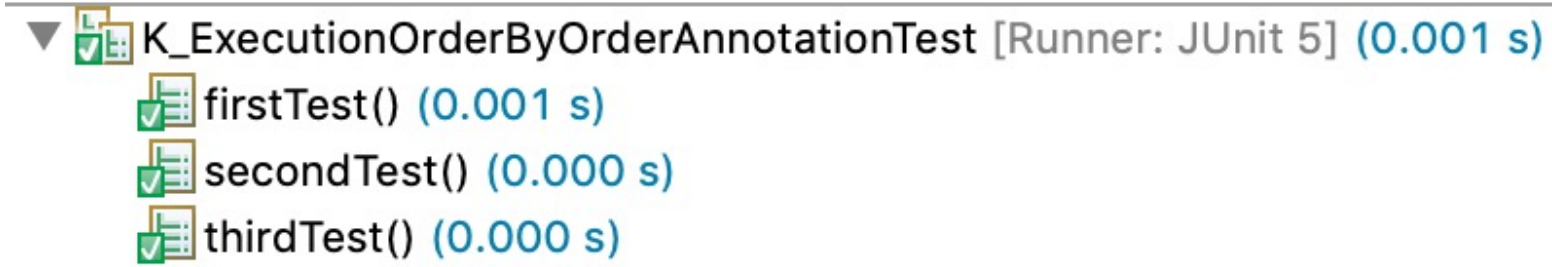
JUnit 5 Test Methoden ordnen (@TestMethodOrder)

```
@TestMethodOrder(MethodName.class)
public class K_ExecutionOrderByNameAscendingJUnit5Test
{
    private final static StringBuilder result = new StringBuilder("");

    @Test
    public void B_secondTest() {
        result.append("b");
    }

    @Test
    public void C_thirdTest() {
        result.append("c");
    }

    @Test
    public void A_firstTest() {
        result.append("a");
    }

    @AfterAll
    public static void assertOutput()
    {
        assertEquals("abc", result.toString());
    }
}
```



JUnit 5 Test Methoden ordnen (@TestMethodOrder)

```java
@TestMethodOrder(OrderAnnotation.class)
public class K_ExecutionOrderByOrderAnnotationTest
{
    private static final StringBuilder output = new StringBuilder("");

    @Test
    @Order(2)
    public void secondTest() {
        output.append("b");
    }

    @Test
    @Order(3)
    public void thirdTest() {
        output.append("c");
    }

    @Test
    @Order(1)
    public void firstTest() {
        output.append("a");
    }

    @AfterAll
    public static void assertOutput()
    {
        assertEquals("abc", output.toString());
    }
```

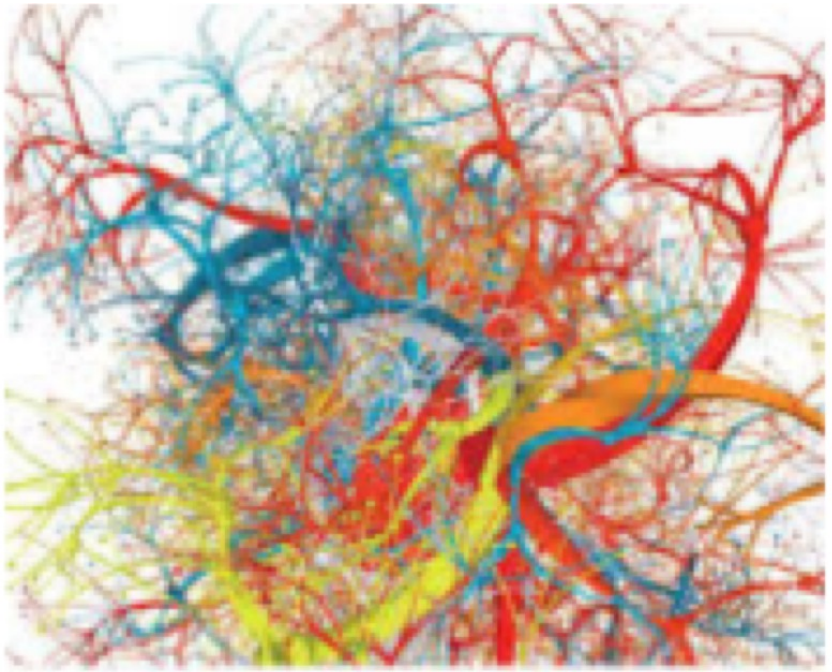


Exercises Part 2

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

PART 3
JUnit 5 Advanced

Kombinatorik / Komplexität



Komplexität

3 zentrale Fragen

1. Welche Wertebelegungen soll man testen?

2. Wie vermeidet man zu viel Aufwand?

3. Wie finde ich diejenigen Testfälle, die eine gute und sichere Aussage über die Qualität und die Funktionalität ermöglichen?

Komplexität

- **Welche Wertebelegungen soll man testen?**
  - Selbst bei zwei `int` => $2^{32} * 2^{32} = 2^{64}$ Kombinationen
- **Wie vermeidet man zu viel Aufwand?**
  - Die wichtigen / komplexen Dinge testen
  - Keine Getter / Setter testen
  - Geschickte Wahl von Eingaben, so dass viele Varianten abgeprüft werden
- **Wie finde ich diejenigen Testfälle, die eine gute und sichere Aussage über die Qualität und die Funktionalität ermöglichen?**
  - **Äquivalenzklassentest**
  - **Grenzwerttest**

Äquivalenzklassen

- Gruppierung von Eingaben: Verschiedene Werte => gleiches Ergebnis
- Typisches Beispiel: Rabattberechnung

Wertebereich	Rabatt
count < 100	0 %
100 <= count <= 1000	4 %
count > 1000	7 %

- **Wie viele und welche Äquivalenzklassen ergeben sich?**

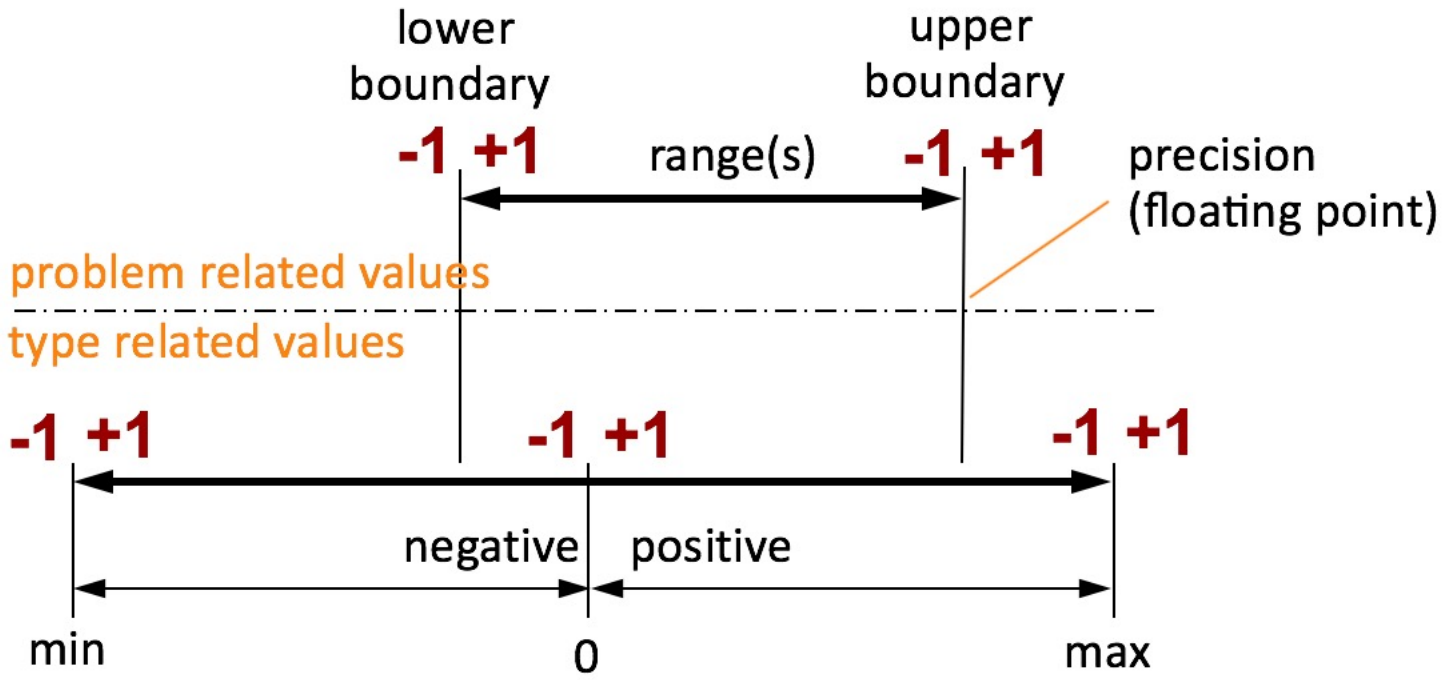
Äquivalenzklassentest

- **Schreiben wir also 3 Testmethoden. Aber: Reichen diese Tests aus?**

```
@Test
public void testCalcDiscount_SmallOrder_NoDiscount()
{
    final int smallAmount = 20;
    assertEquals(0, calculator.calcDiscount(smallAmount), "no discount");
}

@Test
public void testCalcDiscount_MediumOrder_MediumDiscount()
{
    final int mediumAmount = 200;
    assertEquals(4, calculator.calcDiscount(mediumAmount), "4 % discount");
}

@Test
public void testCalcDiscount_BigOrder_BigDiscount()
{
    final int bigAmount = 2000;
    assertEquals(7, calculator.calcDiscount(bigAmount), "7 % discount");
}
```

Grenzwerttests

- **NEIN!** Die Erfahrung aus der Praxis zeigt, man benötigt neben Äquivalenzklassentests noch weitere, warum?
- Oftmals finden wir **an den Rändern noch Probleme**, also im Übergang der Wertebereiche:



Grenzwerttests

- **Für die Rabattberechnung finden wir an den Rändern noch Probleme**, also im Übergang der Wertebereiche, hier also
  - 99, 100, 101
  - 999, 1000, 1001
- Wieso? Oftmals Fehler bei Vergleichen mit `<  <=  ==  !=  >=  >`
- Weitere potenzielle Kandidaten sind:
  - Werte < 0 oder
  - Werte > als ein vorgesehenes Maximum

Sollen wir etwa für alle diese Werte einzelne Methoden schreiben?

☹ ☹ ☹

Parameterized Tests

Parameterized Test

- **Abhilfe durch sogenannte Parameterized Test**
- **Testfall mit verschiedenen Daten immer wieder mit neuer Wertebelegung auszuführen**
- **Dadurch alle gewünschten, zu prüfenden Kombinationen abdecken**

- **Realisierungsvarianten**
  - Handarbeit: for-Schleife: liefert nur sukzessive Ergebnisse
  - JUnit 4 krampfig, syntaktisch unschön
  - JUnit 4 mit Expected Exception besser, aber wieder einiges an Eigenarbeit
  - JUnit 5 **endlich gut**

Parameterized Test: Kurzer Blick zurück: for-Schleife

```
@Test
public void testCheckMatchingBracesAllOkay() throws Exception
{
	List<String> inputs = List.of("()", "()[]{}", "[((()[]{}))]");

	for (String current : inputs)
	{
		assertTrue("Checking " + current,
				MatchingBracesChecker.checkMatchingBraces(current));
	}
}

@Test
public void testCheckMatchingBracesAllWrong() throws Exception
{
	for (String current : List.of("(()", "(()}", "(()}", ")()("))
	{
		assertFalse("Checking " + current,
				MatchingBracesChecker.checkMatchingBraces(current));
	}
}
```

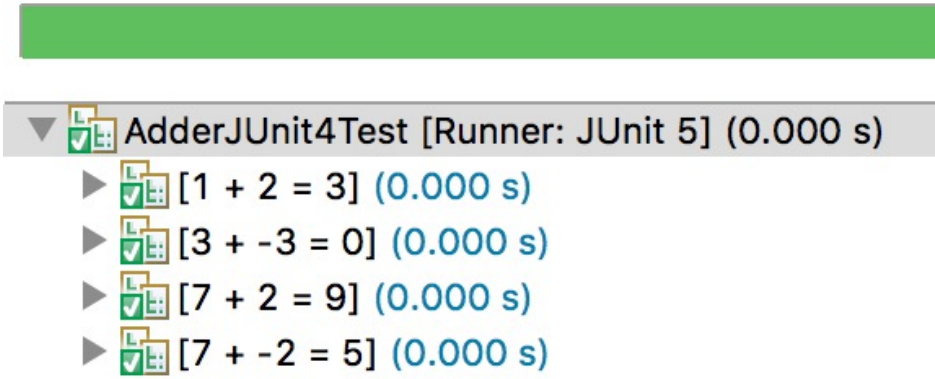
Parameterized Test: Kurzer Blick zurück: JUnit 4 Parameterized

- **Wie testen wir folgende Klasse `Adder` mit verschiedenen Wertekombinationen?**

```
public class Adder
{
    public int addNumbers(int a, int b)
    {
        return a + b;
    }
}
```

- **Schreiben wir also eine Testklasse mit**
  - *@RunWith(Parameterized.class)*
  - *Einem Konstruktor und allen Eingaben und Expected*
  - *Einer statischen Methode zum Generieren der Testdaten.*
  - *Einer Testmethode*

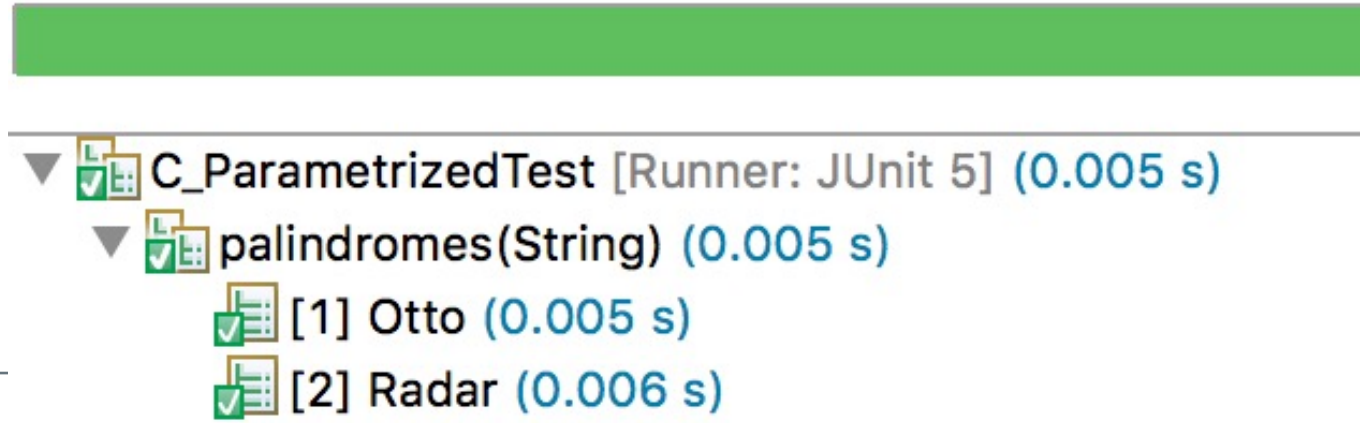
```java
@RunWith(Parameterized.class)
public class AdderJUnit4Test
{
    private int first;
    private int second;
    private int expected;

    public AdderJUnit4Test(int firstNumber, int secondNumber, int expectedResult)
    {
        this.first = firstNumber;
        this.second = secondNumber;
        this.expected = expectedResult;
    }

    @Parameters(name="{0} + {1} = {2}")
    public static Collection<Integer[]> inputAndExpectedNumbers()
    {
        return Arrays.asList(new Integer[][] { { 1, 2, 3 }, { 3, -3, 0 },
                                               { 7, 2, 9 }, { 7, -2, 5 } });
    }

    @Test
    public void sum()
    {
        assertEquals(expected, Adder.add(first, second));
    }
}
```



Das kann es ja jetzt nicht wirklich sein?!

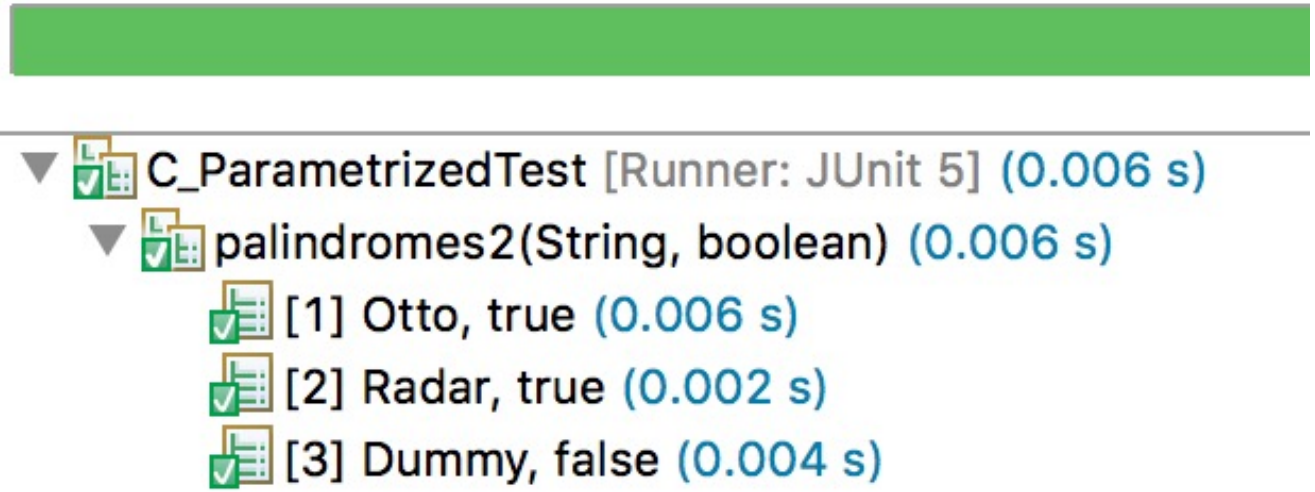
Parameterized Test – JUnit 5 @ParameterizedTest / @ValueSource

```
@ParameterizedTest
@ValueSource(strings = { "Otto", "Radar" })
void palindromes(String candidate)
{
    boolean isPalindrome = PalindromeChecker.isPalindrome(candidate));

    assertTrue(isPalindrome);
}
```



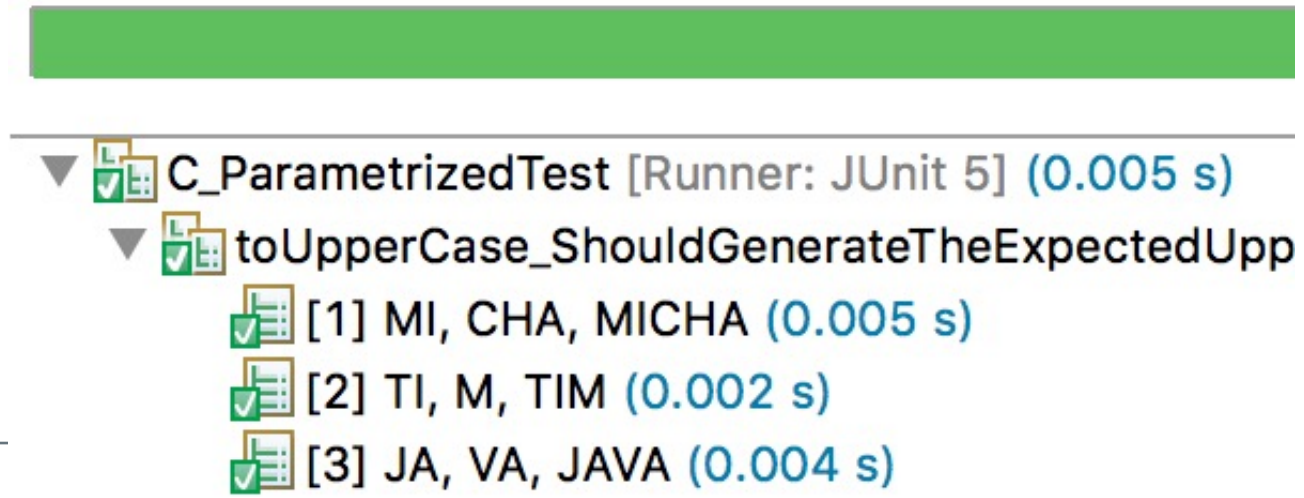
Parameterized Test – @CsvSource

```
@ParameterizedTest
@CsvSource({"Otto,true", "Radar,true", "Dummy,false" })
void palindromes2(String candidate, boolean expected)
{
    boolean isPalindrome = PalindromeChecker.isPalindrome(candidate));

    assertEquals(expected, isPalindrome);
}
```



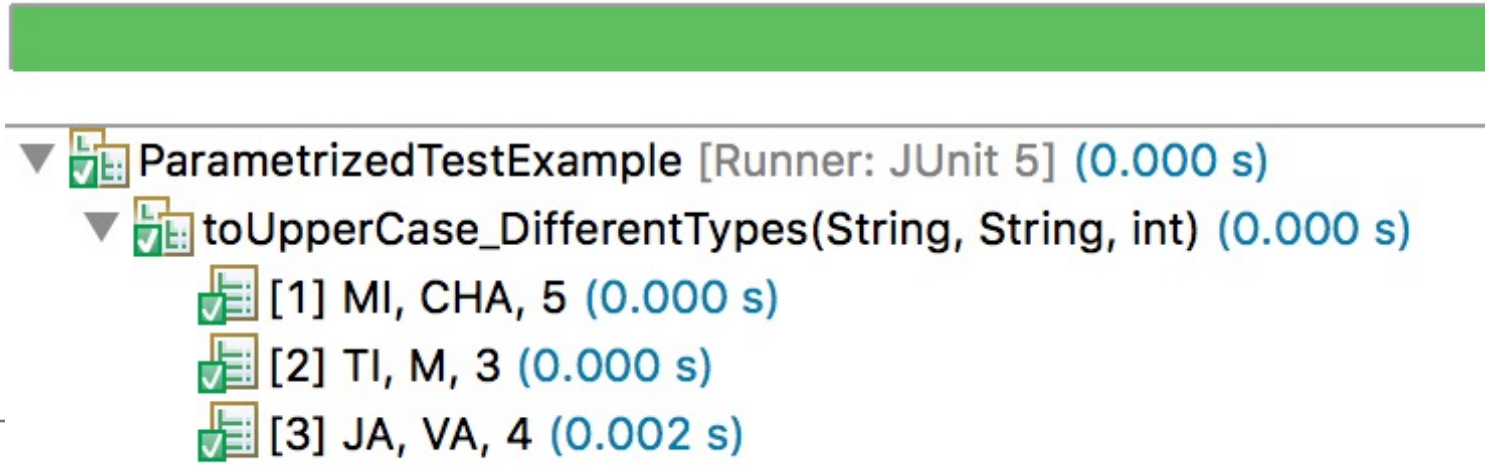
Parameterized Test – mehrere Eingaben

```
@ParameterizedTest
@CsvSource({"MI,CHA,MICHA", "TI,M,TIM", "JA,VA,JAVA"})
void toUpperCase_ShouldGenerateTheExpectedUppercaseValue(String input1,
                                                         String input2,
                                                         String expected)
{
    String actualValue = input1.concat(input2);

    assertEquals(expected, actualValue);
}
```



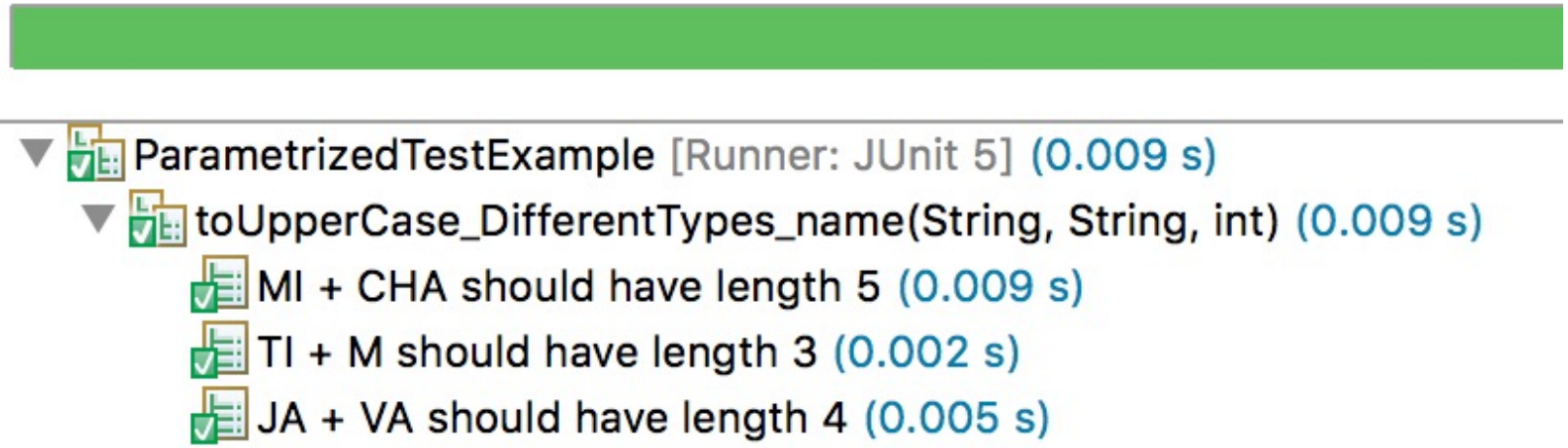
Parameterized Test – mehrere Eingaben verschiedene Typen

```
@ParameterizedTest
@CsvSource({"MI,CHA,5", "TI,M,3", "JA,VA,4"})
void toUpperCase_DifferentTypes(String input1,
                                String input2,
                                int expectedLength)
{
    int actualValue = input1.concat(input2).length();

    assertEquals(expectedLength, actualValue);
}
```



Parameterized Test – bessere Benennung

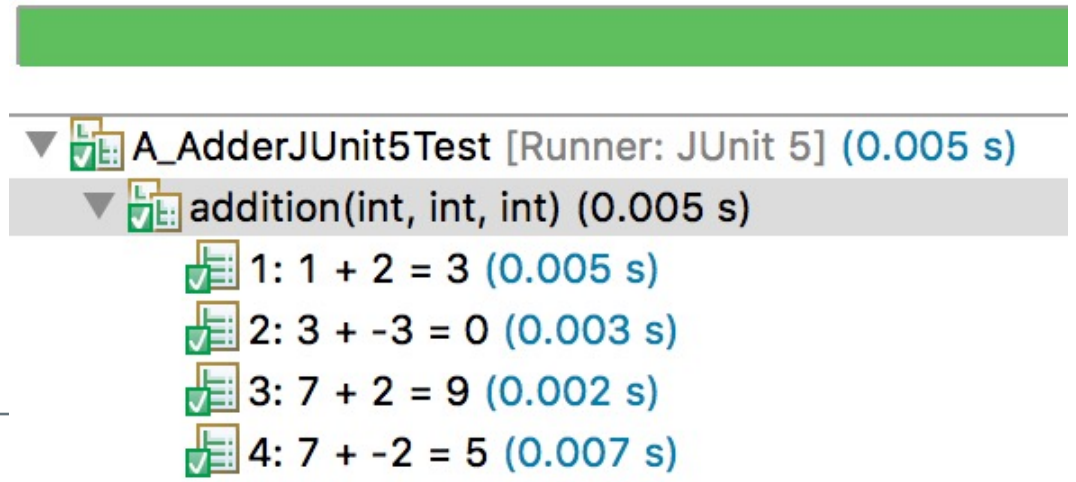
```
@ParameterizedTest(name = "{0} + {1} should have length {2}")
@CsvSource({"MI,CHA,5", "TI,M,3", "JA,VA,4"})
void toUpperCase_DifferentTypes_name(String input1,
                                     String input2,
                                     int expectedLength)
{
    int actualValue = input1.concat(input2).length();

    assertEquals(expectedLength, actualValue);
}
```



Wie sieht denn nun mit JUnit 5 der Test für den Adder aus?

Parameterized Test – Adder Test & bessere Benennung

```
public class A_AdderJUnit5Test
{
    @ParameterizedTest(name = "{index}: {0} + {1} = {2}")
    @CsvSource({ "1,2,3", "3, -3, 0", "7, 2, 9", "7,-2,5" })
    void addition(int a, int b, int result)
    {
        int sum = Adder.add(a, b);

        assertEquals(result, sum);
    }
}
```

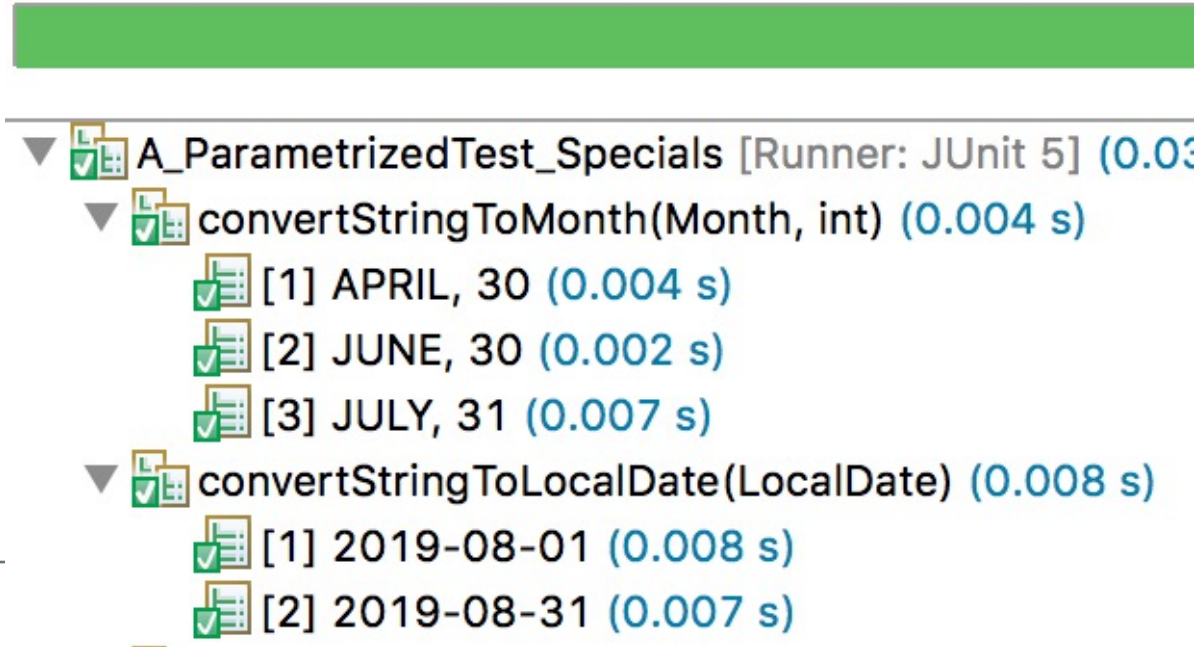


Parameterized Test – Diverse Konvertierungen und Hilfen

- *LocalDate, LocalTime, LocalDateTime, Year, Month, etc.*

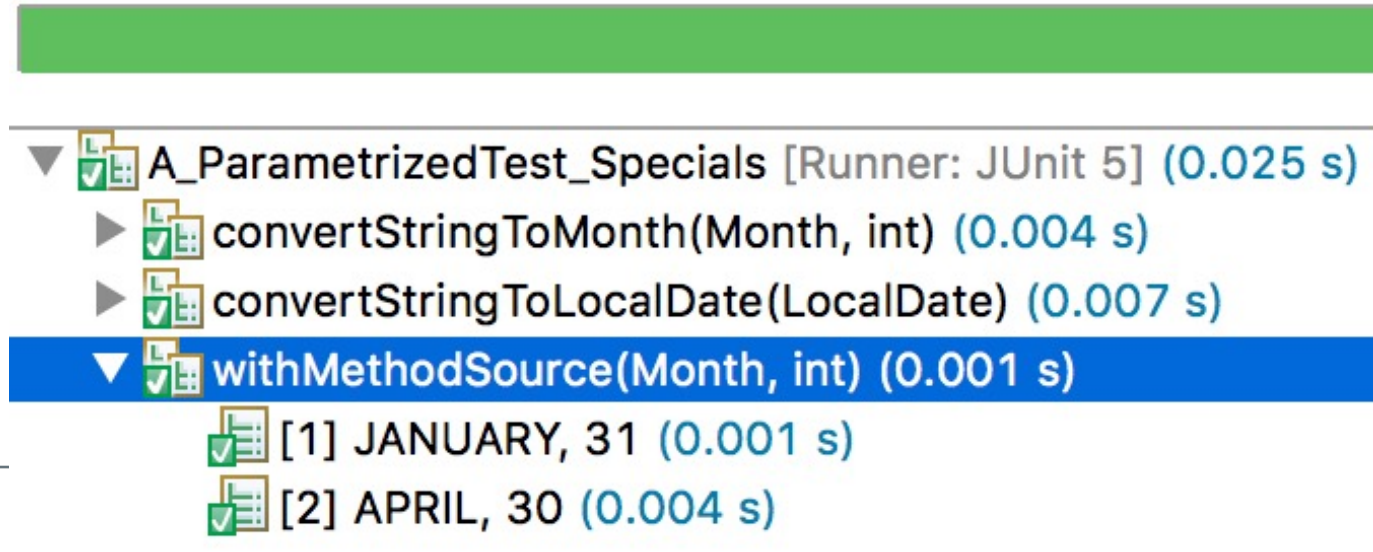
```
@ParameterizedTest
@ValueSource(strings = { "2019-08-01", "2019-08-31" })
void convertStringToLocalDate(LocalDate localDate)
{
    assertEquals(Month.AUGUST, localDate.getMonth());
}
```

```
@ParameterizedTest
@CsvSource(value= {"APRIL:30", "JUNE:30",
          "JULY:31"}, delimiter = ':')
void convertStringToMonth(Month month,
                          int length)
{
    assertEquals(length,
                 month.length(false));
}
```



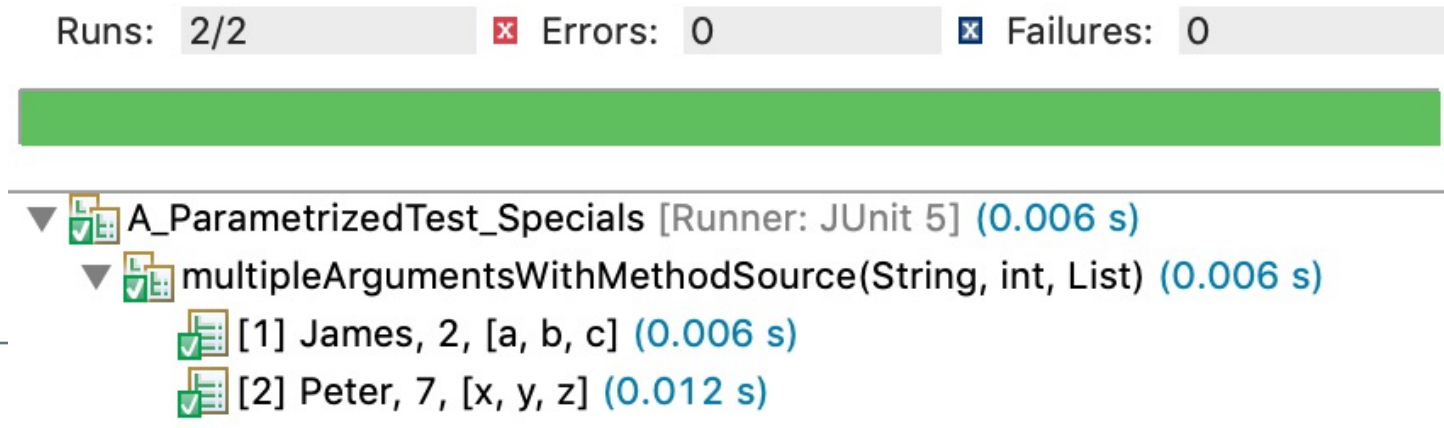
Parameterized Test – @MethodSource

```
@ParameterizedTest
@MethodSource("createMonthsWithLength")
void withMethodSource(Month month, int expectedLength)
{
    assertEquals(expectedLength, month.length(false));
}

private static Stream<Arguments> createMonthsWithLength()
{
    return Stream.of(Arguments.of(Month.JANUARY, 31),
                     Arguments.of(Month.APRIL, 30));
}
```



Parameterized Test – @MethodSource

```java
@ParameterizedTest
@MethodSource("stringIntAndListProvider")
void multipleArgumentsWithMethodSource(String str, int num, List<String> list)
{
    assertEquals(5, str.length());
    assertTrue(num < 10);
    assertEquals(3, list.size());
}

static Stream<Arguments> stringIntAndListProvider()
{
    return Stream.of(Arguments.arguments("James", 2, List.of("a", "b", "c")),
                     Arguments.arguments("Peter", 7, List.of("x", "y", "z")));
}
```



Was lässt sich mit Parameterized Test denn noch so machen?

Parameterized Test – @CsvSource, z. B. für grosse Datenmengen

```
@ParameterizedTest(name = "fromRomanNumber(''{1}'') => {0}")
@CsvSource({ "1, I", "2, II", "3, III", "4, IV", "5, V", "7, VII", "9, IX",
             "17, XVII", "40, XL", "90, XC", "400, CD", "444, CDXLIV", "500, D",
             "900, CM", "1000, M", "1666, MDCLXVI", "1971, MCMLXXI",
             "2018, MMXVIII", "2019, MMXIX", "2020, MMXX", "3000, MMM"})
@DisplayName("Konvertiere römische in arabische Zahl")
void fromRomanNumber(final int arabicNumber, final String romanNumber)
{
    int result = RomanNumbers.fromRomanNumber(romanNumber);

    assertEquals(arabicNumber, result);
}
```

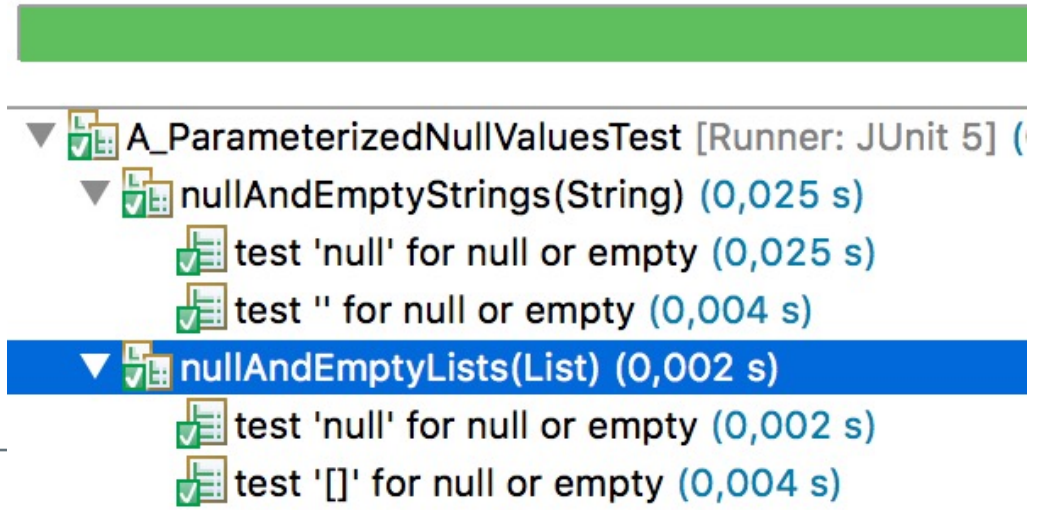
Parameterized Test – @CsvSource, z. B. für große Datenmengen

```java
@ParameterizedTest(name = "fromRomanNumber(''{1}'') => {0}")
@CsvFileSource(resources = "arabicroman.csv", numLinesToSkip = 1)
@DisplayName("Konvertiere römische in arabische Zahl")
void fromRomanNumber(final int arabicNumber, final String romanNumber)
{
    int result = RomanNumbers.fromRomanNumber(romanNumber);

    assertEquals(arabicNumber, result);
}
```

```
arabic,roman
1, I
2, II
3, III
4, IV
5, V
7, VII
9, IX
17, XVII
40, XL
90, XC
```

Parameterized Test – Randfälle prüfen

```java
@ParameterizedTest(name = "test ''{0}'' for null or empty")
@NullSource
@EmptySource
void nullAndEmptyStrings(String str)
{
    assertTrue(str == null || str.isEmpty());
}

@ParameterizedTest(name = "test ''{0}'' for null or empty")
@NullSource
@EmptySource
void nullAndEmptyLists(List<?> list)
{
    assertTrue(list == null || list.isEmpty());
}
```



Parameterized Test – Randfälle prüfen II

```
class DateRange
{
    // one of both can be null
    LocalDate from;
    LocalDate to;

    public DateRange(LocalDate from, LocalDate to)
    {
        if (from == null && to == null) {
            throw new IllegalArgumentException("invalid range, two nulls");
    }

    this.from = from;
    this.to = to;
}
```

- **Prüfe `(null, dateTo)`, `(dateFrom, null)` und `(null, null)`**

Wie lässt sich das mit einem Parameterized Test machen?

Parameterized Test – Randfälle prüfen, @MethodSource

```
@ParameterizedTest(name = "validateDateRange({0} => {1}")
@MethodSource("allCombinations")
void validateDateRangeConstruction(LocalDate from, LocalDate to,
                                   Class<? extends Throwable> expectedException)
{
    // Mehr Infos später ...
    if (expectedException != null)
        assertThrows(expectedException, () -> new DateRange(from, to));
    else
        assertNotNull(new DateRange(from, to));
}

static Stream<Arguments> allCombinations()
{
    return Stream.of(Arguments.of(null, LocalDate.now(), null),
                     Arguments.of(LocalDate.now(), null, null),
                     Arguments.of(null, null, IllegalArgumentException.class));
}
```

Ist das wirklich eine gute Idee?

Parameterized Test – Randfälle prüfen, @MethodSource

- **NEIN, zu übereifrig, weil durch Fallunterscheidungen unübersichtlich:**
  - da zwei Fälle eine erlaubte Eingabe und
  - einer einen Fehlerfall darstellten.
- **Es ist natürlicher, diese Prüfung durch zwei Testmethoden ausführen zu lassen.**
- **Interessanterweise kann man dann auf den parametrierten Test verzichten und das Ganze enorm vereinfachen -- auch beim Testen ist dies ein erstrebenswertes Ziel:**

```
@Test
void testInvalidDateRangeConstruction()
{
    assertThrows(IllegalArgumentException.class, () -> new DateRange(null, null));
}

@Test
void testValidDateRangeConstruction()
{
    assertAll(()-> assertNotNull(new DateRange(null, LocalDate.now())),
              ()-> assertNotNull(new DateRange(LocalDate.now(), null)));
}
```

Parameterized Test – @MethodSource, z. B. für Listen als Parameter

```
@ParameterizedTest(name = "removeDuplicates({0}) = {1}")
@MethodSource("listInputsAndExpected")
void removeDuplicates(List<Integer> inputs, List<Integer> expected)
{
    List<Integer> result = Ex02_ListRemove.removeDuplicates(inputs);

    assertEquals(expected, result);
}


static Stream<Arguments> listInputsAndExpected()
{
    return Stream.of(Arguments.of(List.of(1, 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3),
                                  List.of(1, 2, 3, 4)),
                     Arguments.of(List.of(1, 3, 5, 7),
                                  List.of(1, 3, 5, 7)),
                     Arguments.of(List.of(1, 1, 1, 1),
                                  List.of(1)));
}
```

Fallstudie
@Test => @Parameterized Test

@Test => @Parameterized Test – z. B. für Listen als Expected

```
@Test
void sundaysBetween()
{
    final LocalDate start = LocalDate.of(2020, 1, 1);
    final LocalDate end = LocalDate.of(2020, 3, 3);

    final List<LocalDate> sundays =
          SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    final List<LocalDate> expectedSundays =
          Arrays.asList(LocalDate.parse("2020-01-05"),
          LocalDate.parse("2020-01-12"), LocalDate.parse("2020-01-19"),
          LocalDate.parse("2020-01-26"), LocalDate.parse("2020-02-02"),
          LocalDate.parse("2020-02-09"), LocalDate.parse("2020-02-16"),
          LocalDate.parse("2020-02-23"));

    assertEquals(expectedSundays, sundays);
}
```

Wie lösen wir die Schwierigkeiten mit Listen, wenn “Expected” aufwendiger zu konstruieren ist?

@Test => @Parameterized Test

```
// Schritt 1: Logik vereinfachen, um weitere Extraktion vorzubereiten

@Test
void sundaysBetweenImproved()
{
    final LocalDate start = LocalDate.of(2020, 1, 1);
    final LocalDate end = LocalDate.of(2020, 3, 1);

    final List<LocalDate> sundays =
          SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    final List<LocalDate> expectedSundays = Stream.of("2020-01-05", "2020-01-12",
          "2020-01-19", "2020-01-26", "2020-02-02", "2020-02-09", "2020-02-16",
          "2020-02-23").
          map(day -> LocalDate.parse(day)).
          collect(Collectors.toList());

    assertEquals(expectedSundays, sundays);
}
```

@Test => @Parameterized Test

```
// Schritt 2: Konvertierung von String in LocalDate in Methode auslagern

@Test
void sundaysBetweenImproved_V2()
{
    final LocalDate start = LocalDate.of(2020, 1, 1);
    final LocalDate end = LocalDate.of(2020, 3, 3);

    final List<LocalDate> sundays = SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);
    final List<String> expectedSundaysAsStrings = List.of("2020-01-05", "2020-01-12",
           "2020-01-19", "2020-01-26", "2020-02-02", "2020-02-09", "2020-02-16",
           "2020-02-23", "2020-03-01");
    final List<LocalDate> expectedSundays = convertToLocalDates(expectedSundaysAsStrings);

    assertEquals(expectedSundays, sundays);
}

private List<LocalDate> convertToLocalDates(final List<String> datesAsStings)
{
    return datesAsStings.stream().map(day -> LocalDate.parse(day)).collect(Collectors.toList());
}
```

@Test => @Parameterized Test

```
//Schritt 3: Bereitstellung Expected in Methode auslagern

@Test
void sundaysBetweenImproved_V3()
{
    final LocalDate start = LocalDate.of(2020, 1, 1);
    final LocalDate end = LocalDate.of(2020, 3, 3);

    final List<LocalDate> sundays = SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    final List<String> expectedSundaysAsStrings = allExpectedDates();
    final List<LocalDate> expectedSundays = convertToLocalDates(expectedSundaysAsStrings);

    assertEquals(expectedSundays, sundays);
}

private List<String> allExpectedDates()
{
    return List.of("2020-01-05", "2020-01-12", "2020-01-19", "2020-01-26", "2020-02-02",
                   "2020-02-09", "2020-02-16", "2020-02-23", "2020-03-01");
}
```

@Test => @Parameterized Test

```
// Schritt 4: Datumsbereich als Parameter aufnehmen

@Test
void sundaysBetweenImproved_V4()
{
    final LocalDate start = LocalDate.of(2020, 1, 1);
    final LocalDate end = LocalDate.of(2020, 3, 3);

    final List<LocalDate> result = SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    final List<String> expectedSundaysAsStrings = allExpectedDatesForDateRange(start, end);
    final List<LocalDate> expected = convertToLocalDates(expectedSundaysAsStrings);

    assertEquals(expected, result);
}

private List<String> allExpectedDatesForDateRange(final LocalDate start, final LocalDate end)
{
    return List.of("2020-01-05", "2020-01-12", "2020-01-19", "2020-01-26", "2020-02-02",
                   "2020-02-09", "2020-02-16", "2020-02-23", "2020-03-01");
}
```

@Test => @Parameterized Test

```
// Schritt 5: Umwandlung in Parameterized Test

@ParameterizedTest(name = "sundays between {0} and {1} => {2}")
@MethodSource("startAndEndDateAndResults_V5")
void sundaysBetweenImproved_V5(LocalDate start, LocalDate end, List<String> expectedAsStream)
{
    final List<LocalDate> result = SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    final List<LocalDate> expected = convertToLocalDates(expectedAsStream);

    assertEquals(expected, result);
}

private static Stream<Arguments> startAndEndDateAndResults_V5()
{
    return Stream.of(Arguments.of(LocalDate.of(2020, 1, 1), LocalDate.of(2020, 3, 3),
                     List.of("2020-01-05", "2020-01-12", "2020-01-19", "2020-01-26",
                             "2020-02-02", "2020-02-09", "2020-02-16", "2020-02-23",
                             "2020-03-01")));
}
```

@Test => @Parameterized Test

```
// Schritt 6: Weitere Test-Parametrierungen ergänzen

@ParameterizedTest(name = "sundays between {0} and {1} => {2}")
@MethodSource("startAndEndDateAndResults")
void sundaysBetweenImproved(LocalDate start, LocalDate end, List<String> expectedAsStream)
{
    final List<LocalDate> result = SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    final List<LocalDate> expected = convertToLocalDates(expectedAsStream);

    assertEquals(expected, result);
}

private static Stream<Arguments> startAndEndDateAndResults()
{
    return Stream.of(Arguments.of(LocalDate.of(2020, 1, 1), LocalDate.of(2020, 3, 3),
                     List.of("2020-01-05", "2020-01-12", "2020-01-19", "2020-01-26", "2020-02-02",
                             "2020-02-09", "2020-02-16", "2020-02-23", "2020-03-01")),
                     Arguments.of(LocalDate.of(1971, 2, 1), LocalDate.of(1971, 3, 1),
                     List.of("1971-02-07", "1971-02-14", "1971-02-21", "1971-02-28")),
                     Arguments.of(LocalDate.of(2020, 4, 1), LocalDate.of(2020, 5, 1),
                     List.of("2020-04-05", "2020-04-12", "2020-04-19", "2020-04-26")));
}
```

Geht es noch eleganter?
Ja, ArgumentConverter!

@Parameterized Test – Trick: Argument Converter für «Expected»

```
@ParameterizedTest(name = "sundays between {0} and {1} => {2}")
@MethodSource("startAndEndDateAndResults")
void sundaysBetween(LocalDate start, LocalDate end,
     @ConvertWith(ToLocalDateListConverter.class) List<LocalDate> expected)
{
    final List<LocalDate> result = SundayCalculator.allSundaysBetween(start, end);

    assertEquals(expected, result);
}

static class ToLocalDateListConverter implements ArgumentConverter
{
    @Override
    public Object convert(Object source, ParameterContext context)
                                         throws ArgumentConversionException
    {
        // leider nicht prüfbar, ob List<String>
        if (source instanceof List)
            return convertToLocalDates((List<String>) source);

        throw new ArgumentConversionException(source + " is no list");
    }
}
```

Wäre es nicht cool JSON verarbeiten zu können?

@Parameterized Test – Trick: Argument Converter für «Input»

```
@ParameterizedTest
@CsvSource(value = {
"{ name:'Peter', dateOfBirth: '2012-12-06', homeTown : 'Köln'} | false",
"{ name:'Mike', dateOfBirth: '1971-02-07', homeTown : 'Zürich'} | true" },
delimiter = '|')
void jsonPersonAdultTest(@ConvertWith(JsonToPerson.class)
                         Person person, boolean expected)
{
    final long age = ChronoUnit.YEARS.between(person.dateOfBirth, LocalDate.now());

    assertEquals(expected, age >= 18);
}
```

@Parameterized Test – Trick: JSON Argument Converter

```
static class JsonToPerson extends SimpleArgumentConverter
{
    private static final Gson gson =
                                new GsonBuilder()./* TODO IN EXERCISES */.create();


    @Override
    public Person convert(Object source, Class<?> targetType)
    {
        return gson.fromJson((String) source, Person.class);
    }
}
```

```
// https://mvnrepository.com/artifact/com.google.code.gson/gson
testCompile group: 'com.google.code.gson', name: 'gson', version: '2.8.6'
```

Wie kann man Dynamic Tests erzeugen?

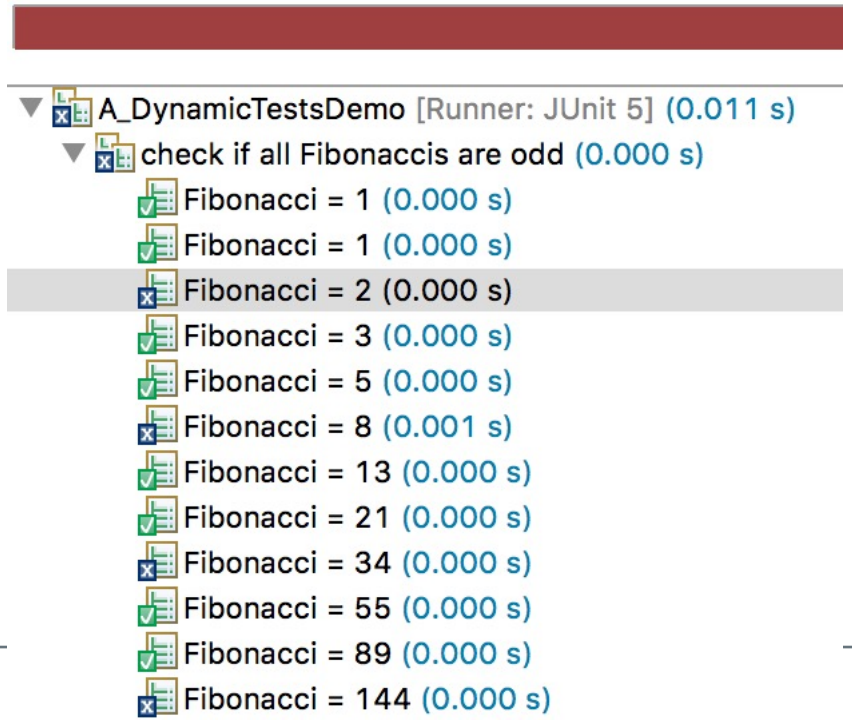
Dynamic Tests

```
@TestFactory
Stream<DynamicTest> dynamicTestsFromIntStream()
{
    return IntStream.iterate(0, n -> n + 2).limit(10)
                    .mapToObj(n -> dynamicTest("test" + n,
                                               () -> assertTrue(n % 2 == 0)));
}


@TestFactory
Collection<DynamicTest> dynamicTestsWithCollection()
{
    return Arrays.asList(dynamicTest("Add test",
                                     () -> assertEquals(2, Math.addExact(1,
                                     dynamicTest("Multiply Test",
                                     () -> assertEquals(4, Math.multiplyExact(2, 2))));
}
```

- dynamicTestsFromIntStream() (0.000 s)
  - test0 (0.000 s)
  - test2 (0.000 s)
  - test4 (0.000 s)
  - test6 (0.000 s)
  - test8 (0.000 s)
  - test10 (0.000 s)
  - test12 (0.000 s)
  - test14 (0.000 s)
  - test16 (0.000 s)
  - test18 (0.000 s)
- dynamicTestsWithCollection() (0.000 s)
  - Add test (0.000 s)
  - Multiply Test (0.000 s)

Dynamic Tests

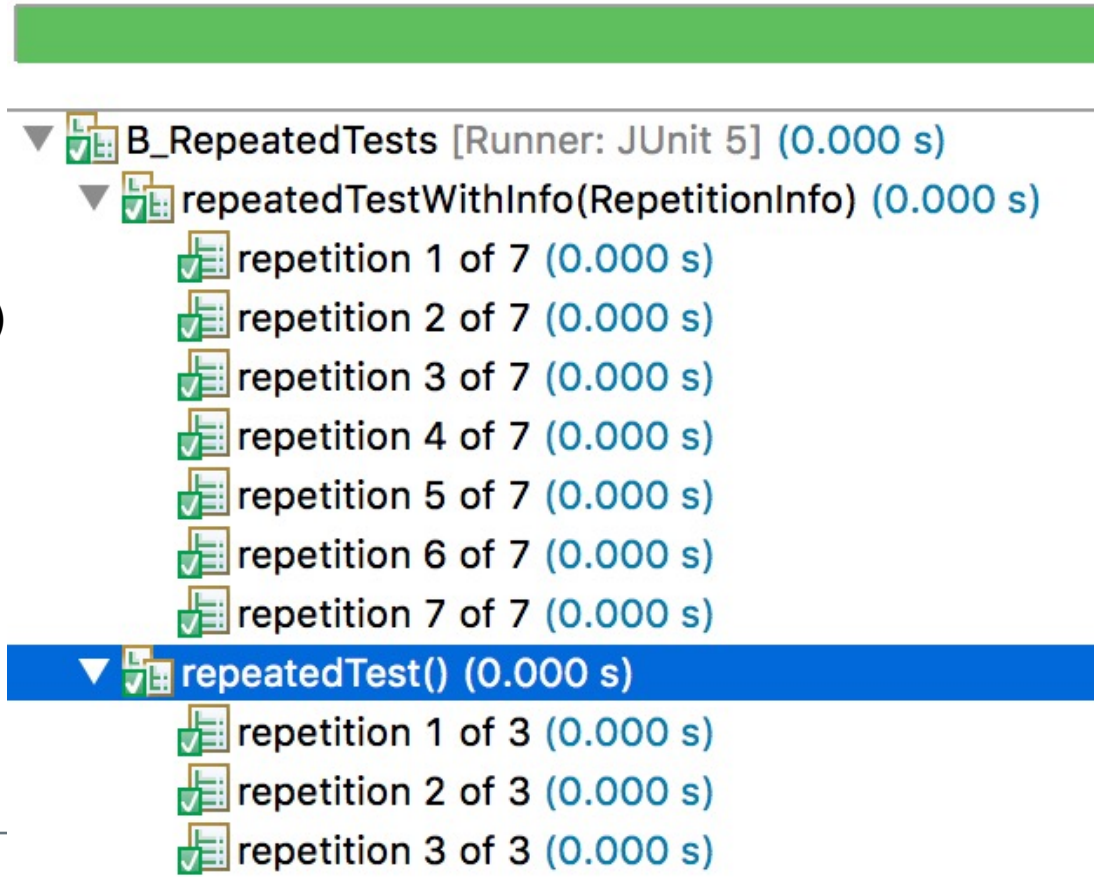
```
@TestFactory
@DisplayName("check if all Fibonaccis are odd")
Stream<DynamicTest> allFibonaccisAreOdd()
{
    return IntStream.range(1, 13).map(MathUtils::fib)
                    .mapToObj(number -> dynamicTest("Fibonacci = " + number,
                                                    () -> assertTrue(MathUtils.isOdd(number))));
}
```



Wie kann man Tests mehrmals ausführen und warum sollte man das wollen?

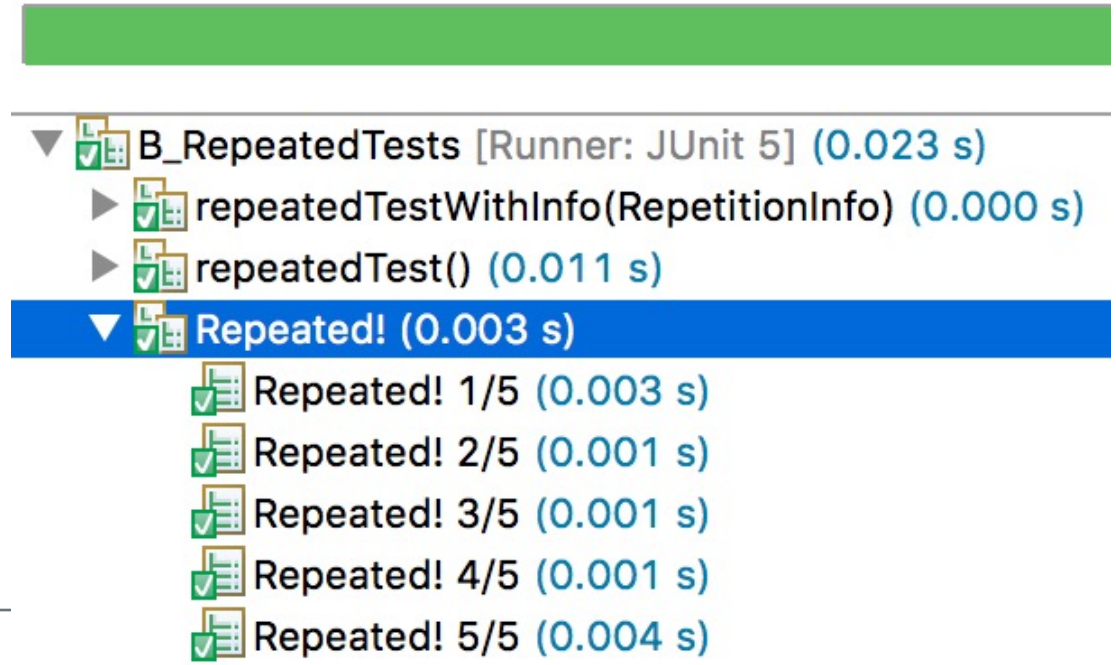
Repeated Tests – Grundlagen

```
@RepeatedTest(3)
void repeatedTest()
{
    assertTrue(true);
}

@RepeatedTest(7)
void repeatedTestWithInfo(RepetitionInfo info)
{
    assertEquals(7, info.getTotalRepetitions())
}
```



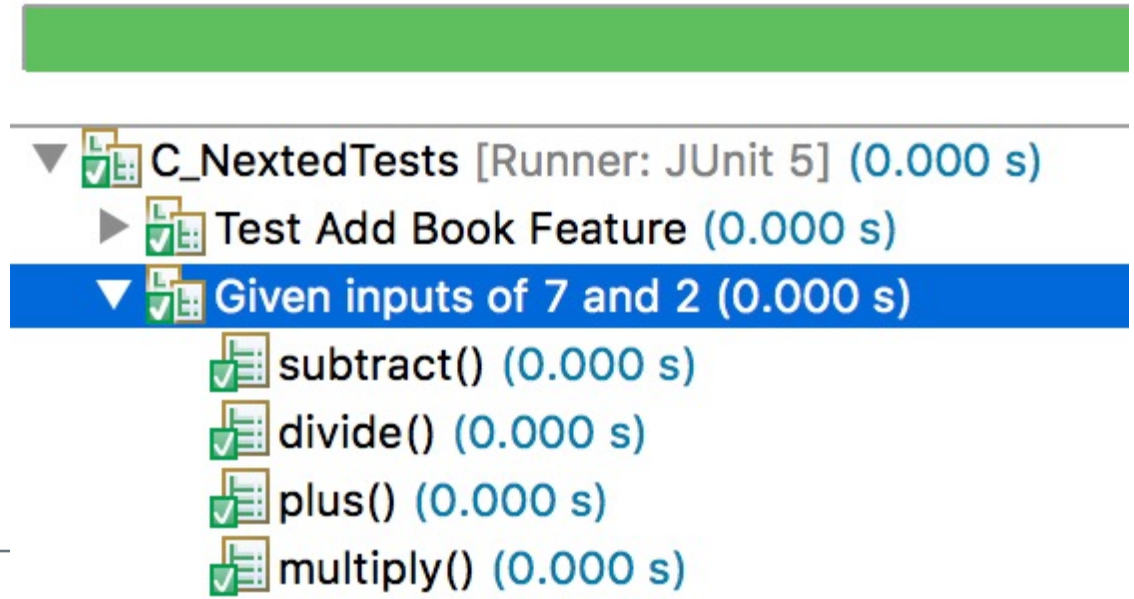
Repeated Tests – Namensgebung und Infos

```
@RepeatedTest(value = 5,
              name = "{displayName} {currentRepetition}/{totalRepetitions}")
@DisplayName("Repeated! ")
void customDisplayName(TestInfo testInfo, RepetitionInfo repetitionInfo)
{
    int current = repetitionInfo.getCurrentRepetition();
    int total = repetitionInfo.getTotalRepetitions();

    assertEquals(testInfo.getDisplayName(),
                 "Repeated! " + current +
                 "/" + total);
}
```



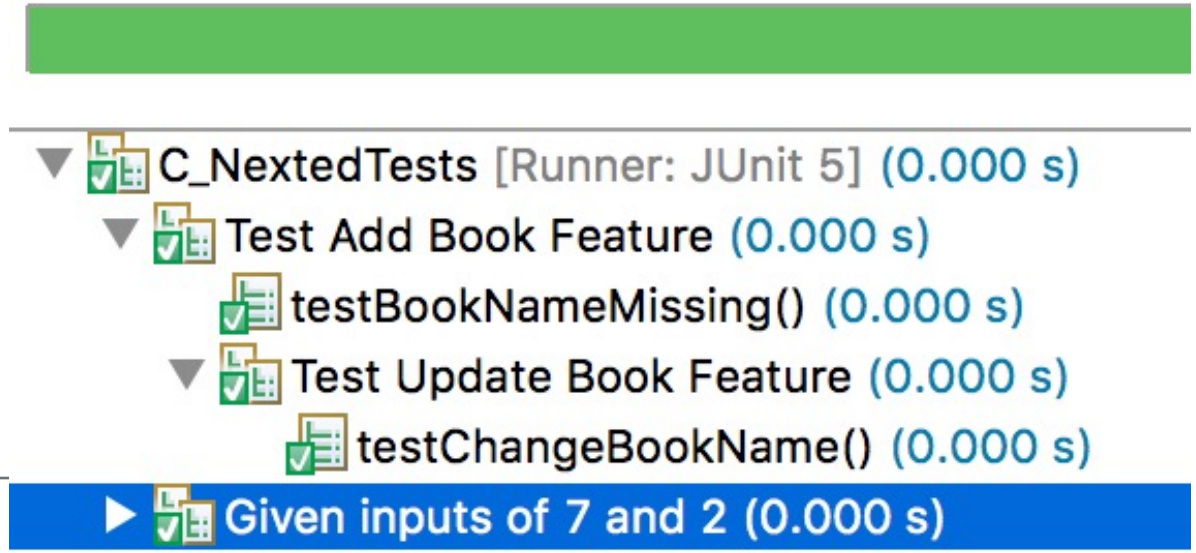
Nested Tests

```
@Nested
@DisplayName("Given inputs of 7 and 2")
class PredefinedValues
{
    final int input1 = 7;
    final int input2 = 2;

    @Test
    void plus()
    {
        assertEquals(9, input1 + input2);
    }

    @Test
    void subtract()
    {
        assertEquals(5, input1 - input2);
    }

    // …
}
```

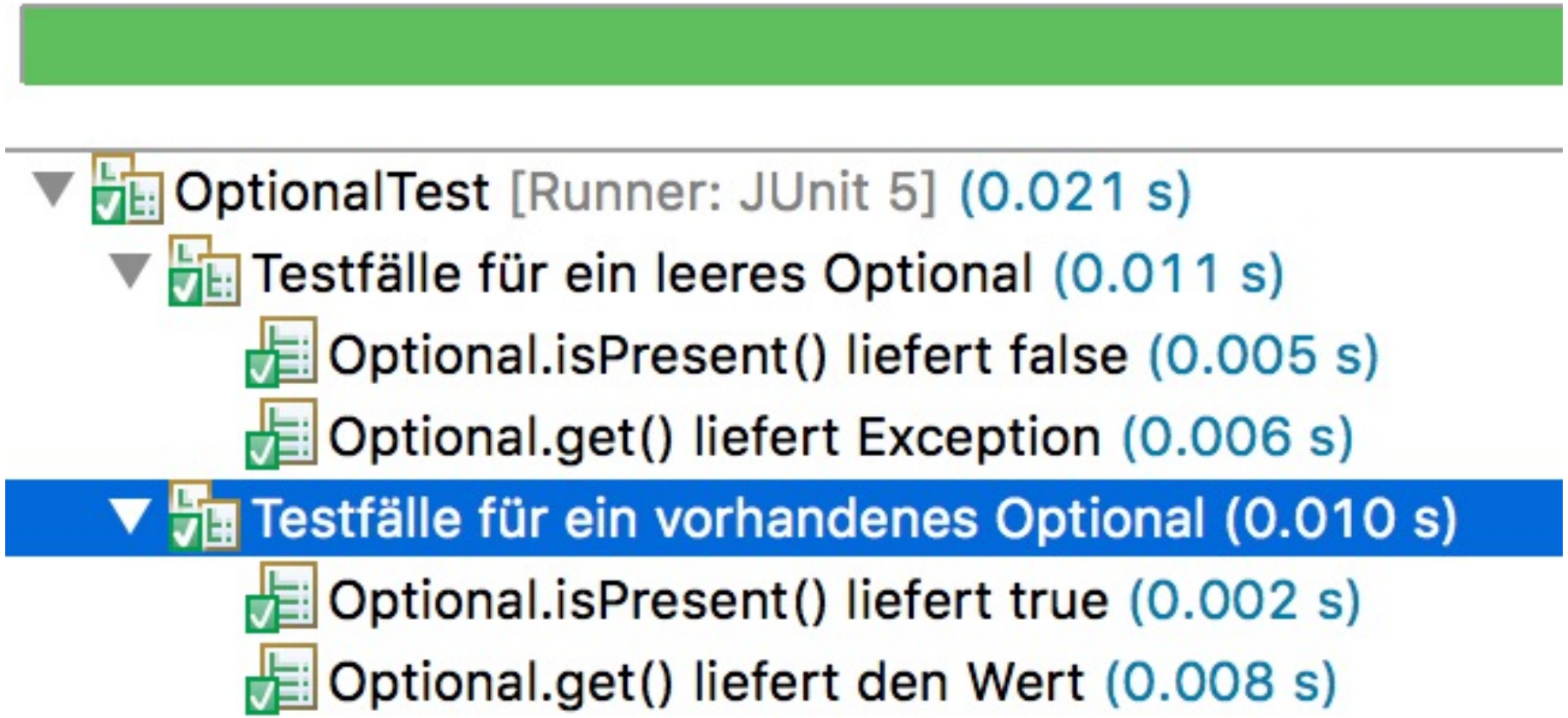


Nested Tests

```
@Nested
@DisplayName("Test Add Book Feature")
class AddFeature
{
    @Test
    void testBookNameMissing()
    {
    }

    @Nested
    @DisplayName("Test Update Book Feature")
    class UpdateFeature
    {
        @Test
        void testChangeBookName()
        {
        }
    }
}
```



Nested Tests



https://www.viadee.de/wp-content/uploads/JUnit5_javaspektrum.pdf

Simple Extensions

Simple Extensions: Benchmarking

```
public class BenchmarkExtension implements BeforeTestExecutionCallback,
                                           AfterTestExecutionCallback
{
    private long start;

    @Override
    public void beforeTestExecution(ExtensionContext ctx) throws Exception
    {
        start = System.currentTimeMillis();
    }

    @Override
    public void afterTestExecution(ExtensionContext ctx) throws Exception
    {
        System.err.println("Test " + ctx.getDisplayName() + " took " +
                           (System.currentTimeMillis() - start) + " ms");
    }
}
```

Simple Extensions: Benchmarking

```
@ExtendWith(BenchmarkExtension.class)
public class BenchmarkedFibonacciTest
{
    @Test
    void testFibRecWithBigNumber()
    {
        long value = FibonacciCalculator.fibRec(47);

        assertEquals(2971215073L, value);
    }

    @Test
    void testFibRecWithBigNumber_Timeout()
    {
        assertTimeoutPreemptively(Duration.ofSeconds(2),
                                  () -> FibonacciCalculator.fibRec(47));
    }
}
```

```
Test testFibRecWithBigNumber() took 8675 ms
Test testFibRecWithBigNumber_Timeout() took 2012 ms
```

PART 4:
Tipps zur Migration

Wissenswertes zum direkten Starten

- Vermutlich habt ihr schon eine grössere Basis an Tests => **Migrationsplan** nötig
- **Migration** oder / und **Parallelbetrieb** möglich: **Parallelbetrieb** bietet sich an
- Praktisch: Zwar ähnliche Annotations aber in anderen Packages
- JUnit 4 parallel zu JUnit 5:

```
// JUnit 4 Support
testCompile "junit:junit:4.13.2"
testRuntime "org.junit.vintage:junit-vintage-engine:5.7.2"
```

- Einige JUnit 4 Rules nutzen:

```
// Migration Support to Enable Rules in JUnit 5
testCompile "org.junit.jupiter:junit-jupiter-migrationsupport:5.7.2"
```

Wissenswertes zum direkten Starten

- Beide: Testfälle in Form spezieller Testmethoden, die mit `@Test` markiert sein müssen.

- JUnit 4:
  - Testmethoden `public`
  - *Keine* Parameter erlaubt
  - Package: `org.junit`
  - Parameterreihenfolge: `assertTrue("Always true", true);`
  - `assertThat()` und einige Hamcrest-Matcher inkludiert

- JUnit 5:
  - Testmethoden nicht mehr zwingend `public`
  - Kann Parameter haben
  - Package: `org.junit.jupiter.api`
  - Parameterreihenfolge: `assertTrue(true, "Always true");`
  - *Kein* `assertThat()` und *keine* Hamcrest-Matcher

Annotations JUnit 4 vs JUnit 5

JUnit 4	JUnit 5		Beschreibung
`org.junit`	`org.junit.jupiter.api`		Package
`@Test`	`@Test`		Definiert einen Testfall
`@Ignore`	`@Disabled`		Testfall (temporär) deaktivieren
`@BeforeClass`	`@BeforeAll`		Aktion ***einmalig*** vor allen Testmethoden
`@Before`	`@BeforeEach`		Aktion ***jeweils*** vor allen Testmethoden
`@After`	`@AfterEach`		Aktion ***jeweils*** nach allen Testmethoden
`@AfterClass`	`@AfterAll`		Aktion ***einmalig*** nach allen Testmethoden
`@Rule`	`-/-`		Erweiterungen, in JUnit 5 mit speziellen Methoden

Umstellung auf JUnit 5

- **Auf lange Sicht ist eine Migration / Umstellung auf JUnit 5 ratsam**
- **Schrittweise** Klasse für Klasse, Package für Package
  - Imports löschen und auf Package: `org.junit.jupiter.api` anpassen
  - Annotations ggf. leicht anpassen @BeforeXXX, @AfterXXX
  - Parameterreihenfolge beachten
  - `@Rule ExpectedException` durch JUnit-5-Features ersetzen, z. B. `assertThrows()`
  - `@Rule TimeOut` durch JUnit-5-Features ersetzen, z. B. `assertTimeout()`

Umstellung auf JUnit 5

- Schrittweise Klasse für Klasse, Package für Package
  - @EnableRuleMigrationSupport aus "org.junit.jupiter:junit-jupiter-migrationsupport:5.6.2" einbinden
    - TemporaryFolder
    - ErrorCollector
    - ExpectedException
  - `assertThat()` durch `AssertJ` oder `Hamcrest` ersetzen

Was bringt mir AssertJ?

AssertJ – https://assertj.github.io/doc/

- JAR in die IDE aufnehmen / Build-Datei anpassen

```
testCompile group: 'org.assertj', name: 'assertj-core', version: '3.20.2'
```

- **import static** org.assertj.core.api.Assertions.*;

```
@Test
void assertJAssertionsBasics()
{
    String peter = "Peter";
    assertThat(peter).isEqualTo("Peter");

    assertThat(peter.isEmpty()).isFalse();
    assertThat("".isEmpty()).isTrue();

    assertThat(7.271).isEqualTo(7.2, withPrecision(0.1d));
}
```

AssertJ – Vorteile bei Strings gegenüber JUnit assertXyz()

- JUnit 5 bietet lediglich die Prüfung auf (Nicht-)Übereinstimmung bietet
- gerade bei Strings in der Praxis wünschenswert, lesbar prüfen zu können, ob ein String nicht leer ist oder gewünschte Zeichen enthält.

```
@Test
void someStringAsserts()
{
    // JUnit style
    assertFalse("ABC".isEmpty());
    assertTrue("ONE TWO THREE".contains("TWO"));

    // AssertJ
    assertThat("ABC").isNotEmpty();
    assertThat("ONE TWO THREE").contains("TWO");
}
```

AssertJ – Vorteile bei Zahlen gegenüber JUnit assertXyz()

```
@Test
void someNumberAsserts()
{
    // JUnit style
    assertEquals(42, 42);
    assertEquals(3.415, 3, 0.15d);

    IntPredicate greaterThan27 = n -> n >= 27;
    assertTrue(greaterThan27.test(42));
    assertTrue(isBetweenOWN(9, 0, 10));

    // AssertJ
    assertThat(42).isEqualTo(42);
    assertThat(3.1415).isEqualTo(3, withPrecision(0.15d));
    assertThat(3.1415).isCloseTo(3, withPrecision(0.15d));
    assertThat(42).isGreaterThanOrEqualTo(27);
    assertThat(7).isBetween(0, 10);
}

boolean isBetweenOWN(int n, int lowerBound, int upperBound)
{
    return n >= lowerBound && n < upperBound;
}
```

AssertJ – Listen I

```
@Test
void assertJCollectionsBasics()
{
    List<String> names = List.of("Tim", "Tom", "Mike");

    assertThat(names).isNotEmpty();
    assertThat(names).contains("Mike");
    assertThat(names).startsWith("Tim");

    assertAll(()-> assertThat(names).isNotEmpty(),
              ()-> assertThat(names).contains("Mike"),
              ()-> assertThat(names).startsWith("Tim"));

    // AssertJ Variante Chaining
    assertThat(names).isNotEmpty().
                      contains("Mike").
                      startsWith("Tim");
}
```

AssertJ – Listen II

- JUnit 5 bietet nicht die gleiche Aussagekraft wie AssertJ
- Bei Strings noch durch Tricks erreichbar, aber für Listen nur sehr umständlich

```
@Test
void someListAsserts()
{
    List<String> list = List.of("2", "3", "5", "7", "11", "13");

    // JUnit style
    assertNotNull(list);
    assertFalse(list.isEmpty());

    // AssertJ
    assertThat(list).isNotNull();
    assertThat(list).isNotEmpty();
    assertThat(list).startsWith("2").contains("7").endsWith("11", "13");
    assertThat(list).doesNotContain("42").containsSequence("3", "5", "7");
}
```

AssertJ – Maps

```
@Test
void assertJMapsBasics()
{
    Map<String, Integer> personsAgeMap = Map.of("Tim", 48, "Tom", 7, "Mike", 48);


    assertThat(personsAgeMap).isNotEmpty()
                             .containsKey("Mike")
                             .doesNotContainKeys("Peter")
                             .contains(Map.entry("Tim", 48));
}
```

Tipp:

```
assertThat(personList).contains(mike).isSortedAccordingTo(byAge);
```

AssertJ – Exception-Abfragen

```
@Test
void testException()
{
    ThrowingCallable action = () -> {
        throw new Exception("PENG!");
    };

    assertThatThrownBy(action).isInstanceOf(Exception.class).
                               hasMessageContaining("PENG");
}

@Test
void testException_2()
{
    ThrowingCallable action = () -> {
        throw new IOException("PENG!");
    };

    assertThatExceptionOfType(IOException.class).isThrownBy(action).
                                                 withMessage("%s!", "PENG").
                                                 withMessageContaining("NG").
                                                 withNoCause();
}
```

Exercises Part 3 + 4

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

PART 5:
Testweisen und Abhängigkeiten

Zustandsbasiertes vs. verhaltensbasiertes Testen

Zustandsbasiertes Testen

- Veränderungen im Objektzustand werden untersucht: Dazu werden verschiedene Eigenschaften bzw. **Attribute ausgelesen** und gegen **erwartete Werte geprüft**.

- Gemäß dem AAA-Stil wird
  - zunächst für den **richtigen Kontext** gesorgt,
  - dann die gewünschte, **zu testende Funktionalität ausgeführt** und
  - schließlich das **Ergebnis geprüft**.

```
// GIVEN: An empty list
final List<String> names = new ArrayList<>();

// WHEN: adding 2 elements
names.add("Tim");
names.add("Mike");

// THEN: list should contain 2 elements
assertEquals(2, names.size(), "list should contain 2 elements");
```

Zustandsbasiertes Testen

```java
// GIVEN: An empty list
final List<String> names = new ArrayList<>();

// WHEN: adding 2 elements
names.add("Tim");
names.add("Mike");

// THEN: list should contain 2 elements
assertEquals(2, names.size(), "list should contain 2 elements");
```

- **ABER: Der geprüfte Zustand kann auch durch andere Aufrufe entstanden sein!**
- **ALSO: Wie prüft man Interaktionen und deren Abfolgen? Also etwa, dass zweimal die Methode `add()` aufgerufen wurde?**

Verhaltensbasiertes Testen

- Hierbei geht es darum, die **Interaktionen** zu prüfen und **nicht** die konkret ausgelösten **Zustandsänderungen**.

```
public final class Members
{
    private final List<String> members;

    Members(final List<String> persons)
    {
        this.members = persons;
    }

    public boolean registerMember(final String member)
    {
        return members.add(member);
    }

    public boolean deregisterMember(final String member)
    {
        return members.remove(member);
    }
...
```

Verhaltensbasiertes Testen

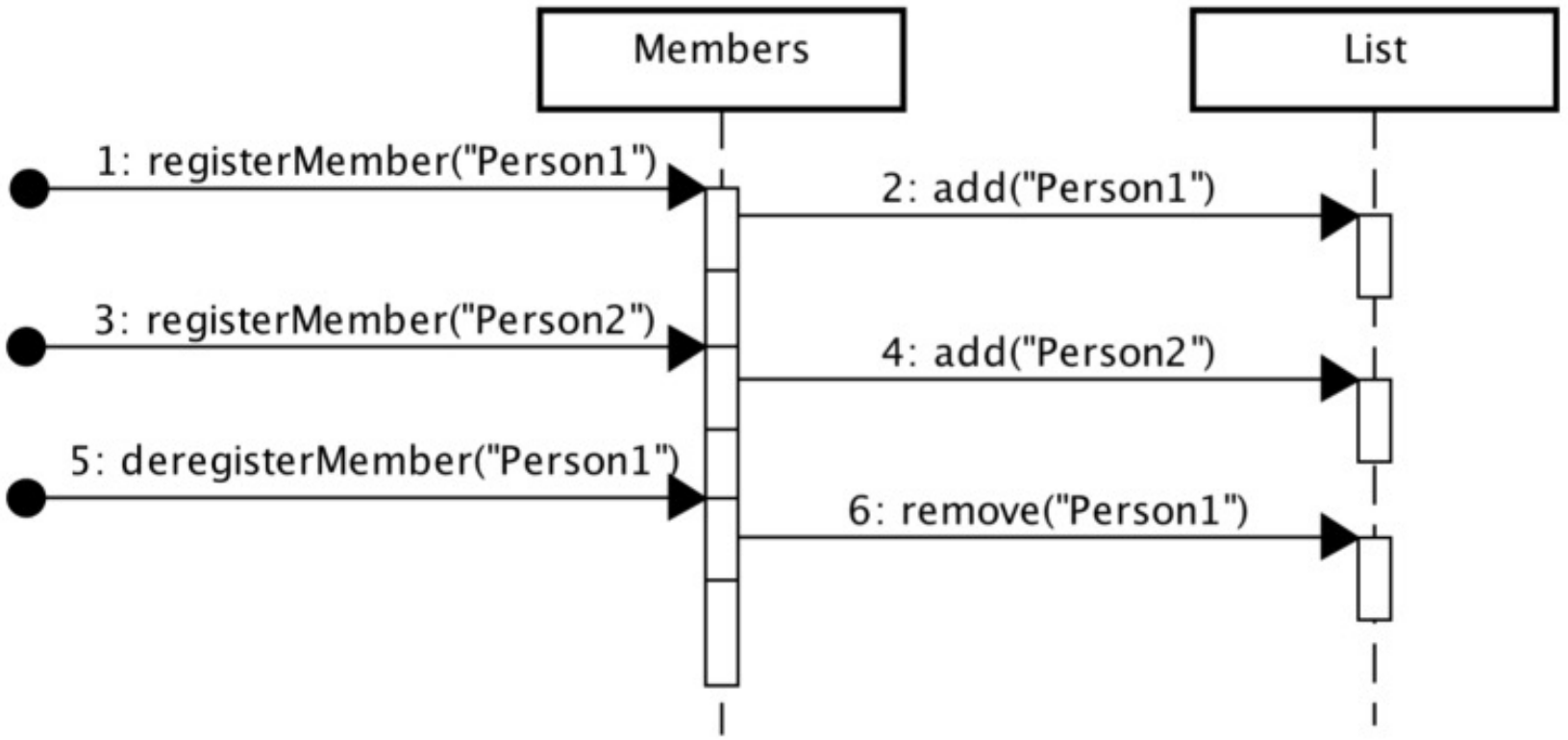
- Beim verhaltensbasierten Testen betrachtet man die **Interaktionen**, also die **aufgerufenen Methoden**, statt Veränderungen im Objektzustand.

- Demnach ist man beispielsweise nicht daran interessiert, ob sich nach einem Aufruf der Methode `registerMember(String)` die Anzahl der gespeicherten Elemente erhöht hat.

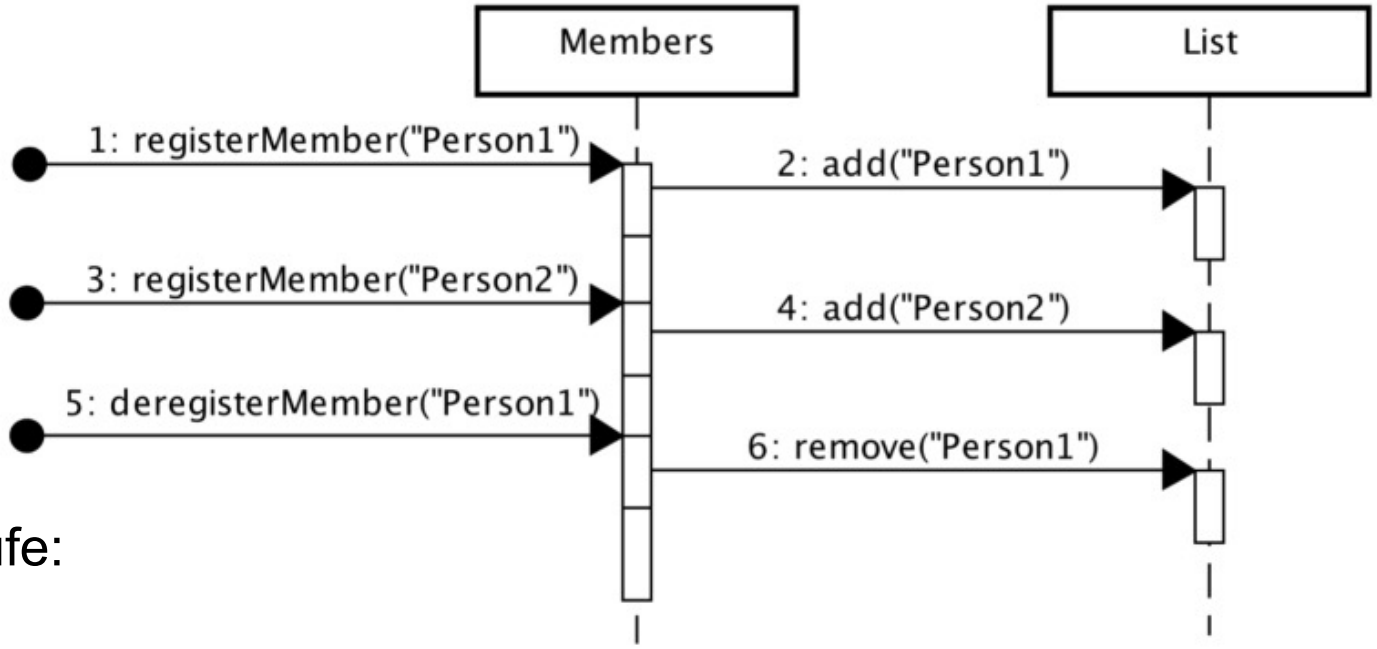
- Beim zustandsbasierten Testen würde man zur Prüfung einfach einen entsprechenden Aufruf einer `assertXYZ()`-Methode nutzen.

- **Wie kann man dann aber prüfen, ob ein korrektes Verhalten vorliegt?**

Verhaltensbasiertes Testen



Verhaltensbasiertes Testen



- Erwartung aufgrund der Methodenaufrufe:
  - zwei Aufrufen von `add(String)`,
  - gefolgt von einem Aufruf von `remove(String)`

- Beim verhaltensbasierten Testen prüfen wir genau dies ab.
- Wir erstellen dazu ein **Stellvertreterobjekt**, das die Interaktionen protokolliert und es später ermöglicht, diese mit den Erwartungen abzugleichen.

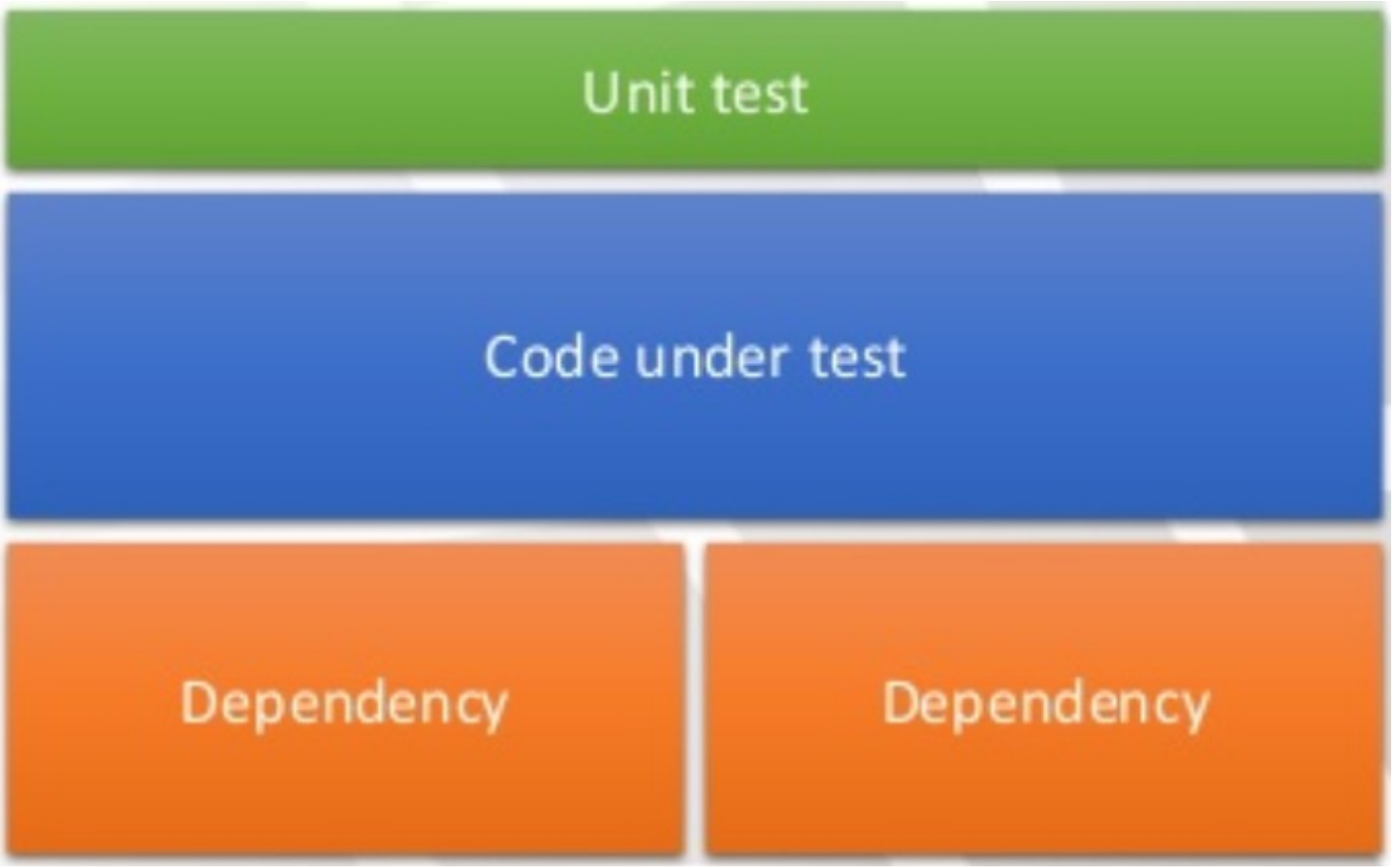
Verhaltensbasiertes Testen

- Nehmen wir an, wir würden einen **speziellen Teststellvertreter** durch Aufruf von `mock()` erhalten und Erwartungen durch Aufruf von `verify()` prüfen:

```
// Arrange
final List<String> mockedList = mock(List.class);
final Members members = new Members(mockedList);

// Act
members.registerMember("Person1");
members.registerMember("Person2");
members.deregisterMember("Person1");
// Assert
verify(mockedList).add("Person1");
verify(mockedList).add("Person2");
verify(mockedList).remove("Person1");
```

Stellvertreter

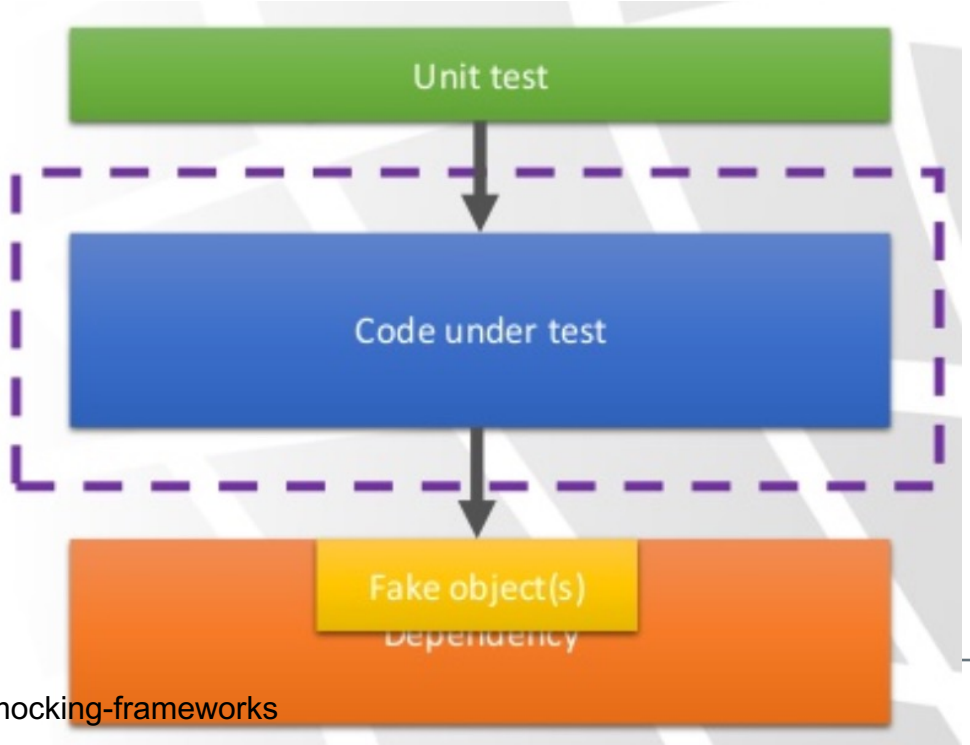
Stellvertreterobjekte – Warum sind sie nötig?



https://www.slideshare.net/dhelper/battle-of-the-mocking-frameworks

Stellvertreterobjekte

- *Auch Test-Doubles* genannt, sind Objekte, die als Stellvertreter für Applikationsobjekte oder Fremdsysteme zur Erleichterung von Tests
- Durch den Einsatz von Test-Doubles wird es möglich, **andere Komponenten für Testfälle zu ersetzen bzw. deren Verhalten zu simulieren**.
- Auf diese Weise kann man **Zustand oder Verhalten prüfen, ohne immer ein ganzes System oder eine spezielle Konfiguration bereitstellen zu müssen**.



https://www.slideshare.net/dhelper/battle-of-the-mocking-frameworks

Test Doubles

- Vielen sind die Begriffe Stubs und Mocks sicher geläufiger.

- Beide leiten sich aus dem Englischen ab:
  - »stub« = Stumpf, Stummel und
  - »to mock« = nachahmen, vortäuschen.

- Man findet vor allem folgende Varianten von Test Doubles:
  - Dummy
  - Stub und Fake
  - Mock

Dummy

- Unter einem **Dummy** versteht man einen **Platzhalter**, der **keine Funktionalität bereitstellt**. Manchmal muss man eine eine Methode gewisse Parameter übergeben, um Abhängigkeiten aufzulösen.

```
final Object optionalDataDummy = null;

doSomething(mandatoryValue, optionalDataDummy);
```

- Deutlich komplexer als Dummies sind ***Stub*** und **Fake**: Für mich stellen beide jeweils eine rudimentäre, manchmal auch nur leicht abgespeckte, aber funktionierende Implementierung einer anderen Klasse dar.

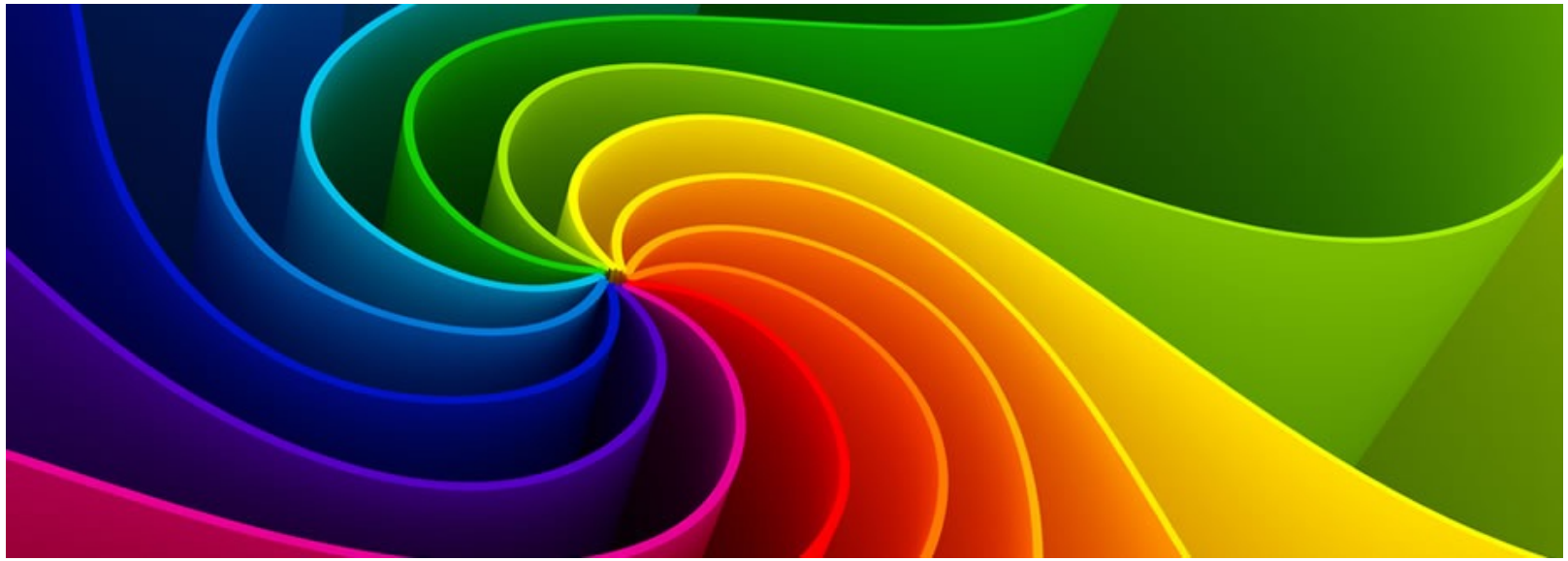
```
public final class SimulationDisplayStubBasic implements IDisplay
{
    @Override
    public void displayMsg(final MessageDto msg)
    {
        System.out.println("SimulationDisplay - got msg '" + msg + "'");
    }
}
```

Mock

- Mocks dienen zum **Überprüfen von Verhalten in Form von erwarteten Methodenaufrufen**. Werden durch die Anwendungsfunktionalität nicht die zuvor spezifizierten Methoden aufgerufen, wird dies als Fehler gewertet.

```
public final class SimulationDisplayMock implements IDisplay
{
    private boolean displayMsgCalled = false;

    @Override
    public void displayMsg(final MessageDto msg)
    {
        displayMsgCalled = true;
    }

    // MOCK
    public void verifyDisplayMsgWasCalled() throws AssertionError
    {
        PreConditions.checkState(displayMsgCalled,
                                 "method 'displayMsg' has not been called");
    }
}
```

PART 6:
Design For Testability



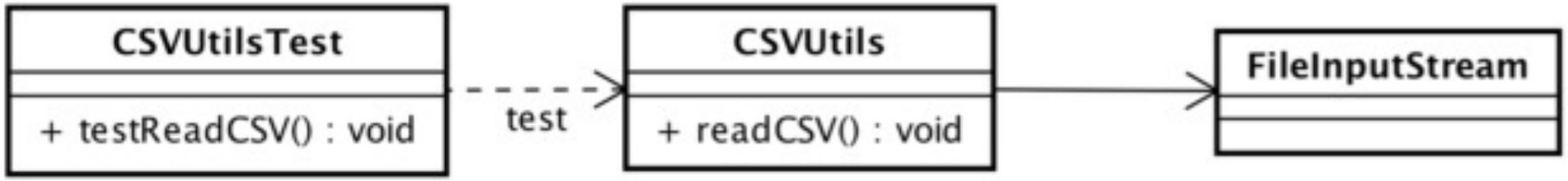
Sollbruchstellen

Sollbruchstellen – Injection Points

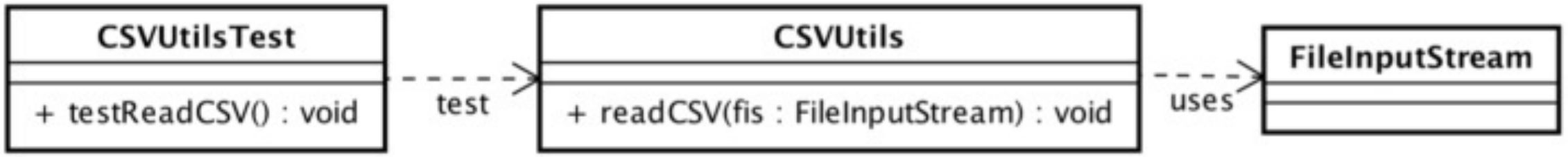
- Oftmals erschweren direkte Abhängigkeiten das Testen
- Besser gegen Abstraktion arbeiten, also
  - Abstrakte Klasse
  - Interface
- Zum Teil gibt es diese und sie sind nur geeignet in das Design einzufügen
- Manchmal muss erst eine Abstraktion erzeugt und dann genutzt werden (**Dependency Injection**)

Sollbruchstellen – Injection Points

- Oftmals erschweren direkte Abhängigkeiten das Testen

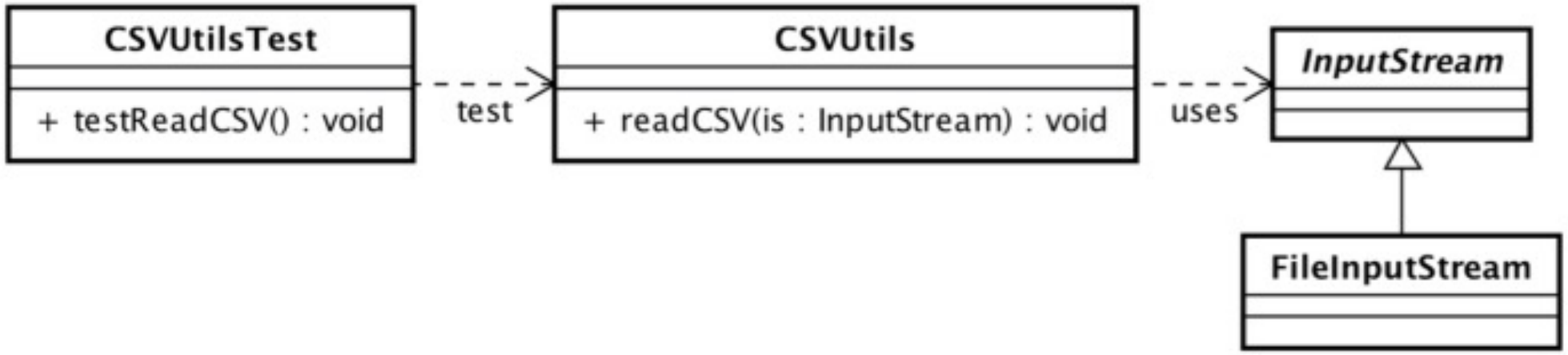


- Indirektion nutzen: Method Injection

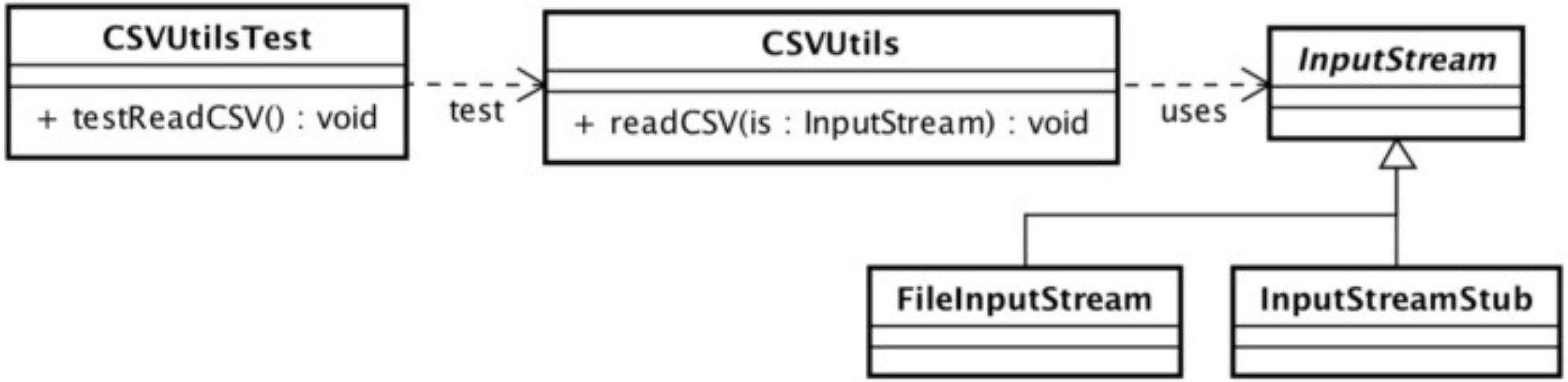


Sollbruchstellen – Injection Points

- Abstraktion nutzen



- Stub zur Testbarkeit nutzen




EXTRACT
Override

Extract And Override

- Eine **Variante**, wie man eine **Sollbruchstelle** in den **Applikationscode** einfügt
- Nutzt **Ableiten** und **Überschreiben**
- Umgeht Fallstricke, die eine Ausführung von Unit Tests erschweren

Extract And Override

- **Beginnen wir mit einem Taschenrechner ...**

```
public class Calculator
{
    public int calc(final String strNum1, final String strNum2)
    {
        try
        {
            final int num1 = Integer.parseInt(strNum1);
            final int num2 = Integer.parseInt(strNum2);

            return num1 + num2;
        }
        catch (final NumberFormatException ex)
        {
            JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Keine gültige Ganzzahl");
            throw new IllegalArgumentException("Keine gültige Ganzzahl");
        }
    }
}
```

- **Wo ist das Problem?**

Extract And Override -- Schreiben wir ein paar Tests ...

```
public class CalculatorTest
{
    @Test
    void testCalc_TwoNumbers_ShouldReturnSum()
    {
        final Calculator calculator = new Calculator();
        assertEquals(5, calculator.calc("2", "3"));
    }

    @Test
    void testCalc_WithEqualNumbersButDifferentSigns_ShouldReturn0()
    {
        final Calculator calculator = new Calculator();
        assertEquals(0, calculator.calc("7", "-7"));
    }

    @Test
    void testCalc_IllegalInputs_ShouldRaiseException()
    {
        final Calculator calculator = new Calculator();
        assertThrows(IllegalArgumentException.class, () -> calculator.calc("a2", "b3"));
    }
}
```

Extract And Override

- **AUA**: Die **Testausführung** wird **unterbrochen**, bis jemand den Dialog schließt!

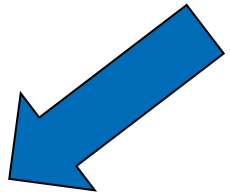
- **Benutzerinteraktion** ist beim manuellen Ausführen eines Unit Tests (z. B. in der IDE) schon **störend**
- **Showstopper** in einem automatischen Build auf Continuous-Integration-Server.
- **Also was nun? Überlegen wir kurz, was wir machen können.**

Extract And Override – Sollbruchstelle

```
public class Calculator
{
    public int calc(final String strNum1, final String strNum2)
    {
        try
        {
            final int num1 = Integer.parseInt(strNum1);
            final int num2 = Integer.parseInt(strNum2);
            return num1 + num2;
        }
        catch (final NumberFormatException ex)
        {
            showWarning("Keine gültige Ganzzahl");
            throw new IllegalArgumentException("Keine gültige Ganzzahl");
        }
    }

    protected void showWarning(final String message)
    {
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, message);
    }
}
```

Extract And Override – Sollbruchstelle

```
@Test
void testCalc_IllegalInputs_ShouldRaiseException()
{
    final Calculator calculator = new Calculator()
    {
        @Override
        protected void showWarning(final String message)
        {
            // JOptionPane.showConfirmDialog(null, message);
        }
    };

    assertThrows(IllegalArgumentException.class, () -> calculator.calc("a2", "b3"));
}
```



- Ziemlich gute Abhilfe für viele kleinere Schwierigkeiten
- **ABER: Was machen wir, wenn wir den Sourcecode nicht im Zugriff haben?**


JUNIT
&
MOCKITO

Mocking Motivation

- Klassen werden oft im Kontext anderer Klassen ausgeführt. Generell haben wir deshalb beim Unit Testen vielfach die **Herausforderung, dass eine Klasse von einer oder mehreren anderen abhängt**.

- Es wäre nun **extrem aufwendig**, möglicherweise sogar fast unmöglich, und auch nicht wünschenswert, diese **geeignet zu parametrieren** oder zu initialisieren. Immer dann bietet sich der **Einsatz eines Mocking-Frameworks** an.

- Ein klassisches Beispiel ist der **Data Access Layer** oder ein **E-Mail-Service**. In beiden Fällen möchte man sicher ohne die externe Abhängigkeit die Unit Tests ausführen können.

- Die korrespondierenden Mocks würde man wie folgt erstellen:

```
BookDAO mockedBookDAO = mock(BookDAO.class);
EMailService mockedEMailService = mock(EMailService.class);
```

Mocking im Maven/Gradle-Build

```xml
<dependency>
        <groupId>org.mockito</groupId>
        <artifactId>mockito-core</artifactId>
        <version>3.11.2</version>
        <scope>test</scope>
</dependency>

<dependency>
        <groupId>org.mockito</groupId>
        <artifactId>mockito-junit-jupiter</artifactId>
        <version>3.11.2</version>
        <scope>test</scope>
</dependency>
```

```
dependencies {
   testCompile 'junit:junit:4.13‘
   // Mockito
   testCompile "org.mockito:mockito-core:3.11.2"
   testCompile "org.mockito:mockito-junit-jupiter:3.11.2"
}
```

Mockito Basics

- Unser Ziel ist es, ein Test-Double zu erstellen
- Ausgangsbasis eine simple Klasse

```
public class Greeting
{
    public String greet()
    {
        return "Hello world!";
    }
}
```

- Beim Aufruf von `greet()` soll ein von der Originalimplementierung abweichender Rückgabewert geliefert werden, etwa `"Changed by Mockito"`

Mockito Basics

- `mock()` – Mock / Stub erstellen
- `when()` und `thenReturn()` – Verhalten beschreiben
- Mit Mockito kann man dem ARRANGE-ACT-ASSERT-Stil folgen

```
@Test
void testGreetingReturnValue()
{
    // Arrange
    final Greeting greeting = mock(Greeting.class);
    when(greeting.greet()).thenReturn("Changed by Mockito");

    // Act
    final String result = greeting.greet();

    // Assert
    assertEquals("Changed by Mockito", result);
}
```

Mockito Basics

- `mock()` – Mock / Stub erstellen
- `when()` und `thenReturn()` – Verhalten beschreiben
- Mit Mockito kann man dem ARRANGE-ACT-ASSERT-Stil folgen

```
@Test
void testGreetingReturnValue()
{
    // Arrange
    final Greeting greeting = mock(Greeting.class);
    when(greeting.greet()).thenReturn("Changed by Mockito");

    // Act
    final String result = greeting.greet();

    // Assert
    assertEquals("Changed by Mockito", result);
}
```

das durch `mock()` erstellte Test-Double kein Mock, sondern ein Stub

zustandsbasiertes Testen

Mockito Basics

- Mocking nutzt man für **Kollaborateure,** erstellen wir also eine Klasse, die `Greeting` nutzt:

```
public class Application
{
    private final Greeting greeting;

    public Application(final Greeting greeting)
    {
        this.greeting = greeting;
    }

    public String generateMsg(final String name)
    {
        return greeting.greet(name);
    }
}
```

Spezifische Rückgaben und Exceptions

- Abläufe spezifizieren:
  - `when()`,`anyString()` und `thenReturn()` – Verhalten für alle Eingabewerte beschreiben
  - `when()`, Parameterwert und `thenReturn()` – Verhalten für spezifische Eingabewerte festlegen
  - `when()` und `thenThrow()` – Exception auslösen

```
@Test
public void testGreetingReturnValue()
{
    // Arrange
    final Greeting greeting = Mockito.mock(Greeting.class);

    // Achtung: Reihenfolge wichtig
    when(greeting.greet(anyString())).thenReturn("Welcome to Mockito");
    when(greeting.greet("Mike")).thenReturn("Mister Mike");
    when(greeting.greet("ERROR")).thenThrow(new IllegalArgumentException());

    ...
```

Mockito Basics

```java
@Test
public void testGreetingReturnValue()
{
    // Arrange
    final Greeting greeting = Mockito.mock(Greeting.class);

    // Achtung: Reihenfolge wichtig
    when(greeting.greet(anyString())).thenReturn("Welcome to Mockito");
    when(greeting.greet("Mike")).thenReturn("Mister Mike");
    when(greeting.greet("ERROR")).thenThrow(new IllegalArgumentException());

    // Act
    final Application app = new Application(greeting);
    final String result1 = app.generateMsg("Mike");
    final String result2 = app.generateMsg("ABC");

    // Assert
    assertEquals("Mister Mike", result1);
    assertEquals("Welcome to Mockito", result2);
    assertThrows(IllegalArgumentException.class,
                 () -> greeting.greet("ERROR")); // => Exception
}
```

Mehrere Rückgabewerte

- Mehrere Rückgaben mit `thenReturn()` einfach komma-separiert vorgeben:

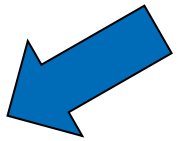
```
@Test
public void testGreetingMultipleReturns()
{
    // Arrange
    final Greeting greeting = mock(Greeting.class);
    when(greeting.greet(anyString())).
                  thenReturn("Hello Mockito1", "Hello Mockito2");

    // Act
    final Application app = new Application(greeting);
    final String result1 = app.generateMsg("One");
    final String result2 = app.generateMsg("Two");
    final String result3 = app.generateMsg("Three");

    // Assert
    assertEquals("Hello Mockito1", result1);
    assertEquals("Hello Mockito2", result2);
    assertEquals("Hello Mockito2", result3);
}
```

- **Bislang noch alles zustandsbasiert! Wie prüfen wir Verhalten in Form von Aufrufen?**

Prüfen von Aufrufen

- Die Methode `verify()` zum verhaltensbasierten Testen, prüft ob Aufrufe erfolgt sind:

```
@Test
public void testVerifyCallsAndParams()
{
    // Arrange
    final Greeting greeting = mock(Greeting.class);
    when(greeting.greet(anyString())).
                  thenReturn("Hello Mockito1", "Hello Mockito2");

    // Act
    final Application app = new Application(greeting);
    final String result1 = app.generateMsg("One");
    final String result2 = app.generateMsg("Two");
    final String result3 = app.generateMsg("Three");

    // Assert
    verify(greeting).greet("One");
    verify(greeting).greet("Two");
    verify(greeting).greet(anyString());
}
```



MockitoVerifyCallsAndParamsExample.java

Häufigkeit von Aufrufen

- Die Methoden `atLeast()`, `atMost()` und `times()` festlegen, wie häufig ein Aufruf erwartet wird:
  - Mindestens,
  - Höchstens und
  - Exakt die angegebene Anzahl.

```
// Act
final Application app = new Application(greeting);
final String result1 = app.generateMsg("Tim");
final String result2 = app.generateMsg("Mike");
final String result3 = app.generateMsg("Tim");

// Assert
verify(greeting, atLeast(1)).greet("Tim");
verify(greeting, atMost(2)).greet("Tim");
verify(greeting, times(3)).greet(anyString());
```

InOrder() und die Reihenfolge von Aufrufen

```
@Test
public void testMethodCallsAreInOrder()
{
    ServiceClassA firstMock = Mockito.mock(ServiceClassA.class);
    ServiceClassB secondMock = Mockito.mock(ServiceClassB.class);

    Mockito.doNothing().when(firstMock).methodOne();
    Mockito.doNothing().when(secondMock).methodTwo();
    Mockito.doNothing().when(firstMock).methodThree();

    // InOrder zeichnet Reihenfolge der Methoden der übergebnen Mocks auf
    InOrder inOrder = Mockito.inOrder(firstMock, secondMock);

    // ACT
    firstMock.methodOne();
    secondMock.methodTwo();
    firstMock.methodThree();

    // Prüfe, dass die Aufrufe in der richtigen Reihenfolge erfolgen
    inOrder.verify(firstMock).methodOne();
    inOrder.verify(secondMock).methodTwo();
    inOrder.verify(firstMock).methodThree();
}
```

Mockito: Auf die Dosis kommt es an ☺

http://clipart-library.com/fun-word-cliparts.html

https://www.severe-headache-expert.com/sharp-head-pain/

Wie kann man (zu) viele Mocks vermeiden?

Beispiel: Mocks vermeiden

```
public long placeOrder(long userId, Cart cart) {
    User user = userRepo.findById(userId);
    // heavy logic
    Order order = new Order();
    order.setDeliveryCountry(user.getAddress().getCountry());
    // more heavy logic
    orderRepo.save(order);
    return order.getId();
}
```

https://www.youtube.com/watch?v=1Z_h55jMe-M -- Victor Rentea - Unit Testing like a Pro: The Circle of Purity

Beispiel: Mocks vermeiden, durch Method Extraction

```
public long placeOrder(long userId, Cart cart) {
    User user = userRepo.findById(userId);
    Order order = createOrder(user, cart);
    orderRepo.save(order);
    return order.getId();
}

Order createOrder(User user, Cart cart) {
    // heavy logic
    Order order = new Order();
    order.setDeliveryCountry(
            user.getAddress().getCountry());
    // more heavy logic
    return order;
}
```

Mock-Free Unit Tests

= Pure Function

https://www.youtube.com/watch?v=1Z_h55jMe-M -- Victor Rentea - Unit Testing like a Pro: The Circle of Purity

Exercises Part 5 + 6

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

PART 7:
Test Smells

Test Smells High Level

- **Ratschlag: Folge deiner Nase ☺**

- Prinzipiell sind Tests auch nur Sourcecode wie Businesscode
- Test Smells sind ähnlich zu Bad Smells / Code Smells (Details im “Java-Profi“)
- Bad Smell Examples: https://www.youtube.com/watch?v=9E6_zpx3q2c

- Man findet darüber hinaus folgende Test Smells auf High Level
  - Tests sind schwierig zu schreiben
  - Merkwürdige, komplizierte Dinge nötig, um Tests zu schreiben / zum Laufen zu bringen
  - Es benötigt sehr viel Mocking
  - Testen erfordert manchmal sogar Spezialbehandlungen im Businesscode
  - Die Testausführung ist (zu) langsam
  - Die Testausführung liefert schwankende Resultate (Random Failures)

Test Smell		Symptom
Hard-to-Test Code		Code is difficult to test
Fragile Test		A test fails to compile or run when the SUT is changed in ways that do not affect the part the test is exercising.
Erratic Test		One or more tests are behaving erratically; sometimes they pass and sometimes they fail.
Obscure Test		It is difficult to understand the test at a glance
Assertion Roulette		It is hard to tell which of several assertions within the same test method caused a test failure.
Slow Tests		The tests take too long to run.
Test Code Duplication		The same test code is repeated many times **=> Gilt NICHT für einfache Initialisierungen.**
Test Logic in Production		The code that is put into production contains logic that should be exercised only during tests. **=> Gilt NICHT für getter!* Anekdote Reflection !!!**

http://xunitpatterns.com/Test%20Smells.html

Assertion Roulette / Obscure Test – Not SRP – Multiple Test Cases

```
@Test
public void testFlightMileage_asKm2() throws Exception
{
    // setup fixture
    String validFlightNumber = "LX 857";
    // exercise contructor
    Flight newFlight = new Flight(validFlightNumber);
    // verify constructed object
    assertEquals(validFlightNumber, newFlight.number);
    assertEquals("LX", newFlight.airlineCode);
    // setup mileage
    newFlight.setMileage(1111);
    int actualKilometres = newFlight.getMileageAsKm();
    // verify results
    int expectedKilometres = 1777;
    assertEquals(expectedKilometres, actualKilometres);
    // now try it with a canceled flight:
    newFlight.cancel();
    Throwable th = assertThrows(InvalidRequestException.class,
                                () -> newFlight.getMileageAsKm());
    assertEquals("Cannot get cancelled flight mileage", th.getMessage());
}
```

(Basierend auf http://xunitpatterns.com/Assertion%20Roulette.html)

Test Smell: Falsche Nutzung von `assertTrue()/False()`

```
assertTrue(db.writeCount == 10);
assertTrue(tasks.totalProcessed == 10);
assertTrue(tasks.errorCount == 0);
```

Test Smell: Falsche Nutzung von assertTrue()/False()

```
assertTrue(db.writeCount == 10);
assertTrue(tasks.totalProcessed == 10);
assertTrue(tasks.errorCount == 0);
```

```
assertEquals(10, db.writeCount);
assertEquals(10, tasks.totalProcessed);
assertEquals(0, tasks.errorCount);
```

Einmal hin alles drin ☹ assertTrue() forever? ☹

```
@Test
void assertTrueForever()
{
    final Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");
    final Person sameMike = mike;
    final Person otherMike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertTrue(mike != null, "mike not null");
    assertTrue(mike == sameMike, "same obj");
    assertTrue(mike.equals(otherMike), "same content");
}
```

Einmal hin alles drin ☹ assertTrue() forever? ☹

```java
@Test
void assertTrueForever()
{
    final Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");
    final Person sameMike = mike;
    final Person otherMike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertTrue(mike != null, "mike not null");
    assertTrue(mike == sameMike, "same obj");
    assertTrue(mike.equals(otherMike), "same content");
}
```

```java
@Test
void rightAssertsForTheJob()
{
    final Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");
    final Person sameMike = mike;
    final Person otherMike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");

    assertNotNull(mike, "mike not null");
    assertSame(mike, sameMike, "same obj");
    assertEquals(mike, otherMike, "same content");
}
```

Test Smell: Zu viele Asserts

```
assertEquals(10, db.readCount);
assertEquals(10, db.writeCount);
assertEquals(10, db.commitCount);

assertEquals(10, tasks.totalProcessed);
assertEquals(0, tasks.errorCount);
assertEquals(SUCCESS, tasks.status);
```

Test Smell: Einsatz von `toString()` in `assertEquals()`

```
assertEquals("mongodb.writeConcern.timeout=10000," +
             "mongodb.writeConcern.writes=1, " +
             "mongodb.port=27017, " +
             "mongodb.password=ksdjsa2455aAYdsj," +
             "mongodb.user=ABCD",
             dbConnection.toString())
```

Test Smell: Conditional Logic

```
@Test
void badConditionalLogic()
{
    final Person mike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Zürich");
    final Person otherMike = new Person("Mike", LocalDate.of(1971, 2, 7), "Kiel");

    assertNotNull(mike, "mike not null");
    if (mike.getHomeTown().equals("Zürich"))
    {
        assertEquals(LocalDate.of(1971, 2, 7), mike.getDateOfBirth());
    }
    else
    {
        assertTrue(mike.equals(otherMike), "same content");
    }
}
```

Test Smell: Over Asserting

```java
@Test
void overAssertingAndLoosingHelpfulInfo()
{
    List<String> result = calcResultList();

    assertEquals(1, result.size());
    assertEquals("Tom", result.get(0)); // Wird nicht ausgeführt
}


private List<String> calcResultList()
{
    return List.of("Tom", "Jerry");
}
```

gut gemeint != gut gemacht

org.opentest4j.AssertionFailedError: expected: <1> but was: <2>

Test Smell: Over Asserting

```
@Test
void overAssertingAndLoosingHelpfulInfo()
{
    List<String> result = calcResultList();

    assertEquals(1, result.size());
    assertEquals("Tom", result.get(0)); // Wird nicht ausgeführt
}
```

org.opentest4j.AssertionFailedError: expected: <1> but was: <2>

```
@Test
void reasonableAssertProvidingGoodFeedback()
{
    List<String> result = calcResultList();

    assertEquals(List.of("Tom"), result);
}
```

org.opentest4j.AssertionFailedError: expected: <[Tom]> but was: <[Tom, Jerry]>

PART 8:
Test Coverage

Test Coverage

- EclEmma Plugin ermittelt Testabdeckung
- Testabdeckung = der von Tests durchlaufene Sourcecode
- Im Marketplace frei verfügbar

Test Coverage

- Neuer Ausführungsmodus mit dem Namen „Coverage“, neben Debug und Run (oder als Context Menü)

- Dadurch werden während der Programm- bzw. Testausführung entsprechende Informationen über ausgeführte Sourcecode-Teile gesammelt
- Das Ergebnis wird nach Ausführungsende automatisch in einer speziellen Coverage-View angezeigt
- Praktischerweise von Projektebene bis hinunter zu einzelnen Java-Methoden werden sich verschiedene Metriken ermitteln und präsentiert je nach Wunsch: Instruktionen, Verzweigungen, zyklomatische Komplexität usw.

EclEmma – Eclipse Plugin

- Konfigurierbar

Problems | Javadoc | Declaration | Console | Coverage

Element	Coverage	Covered Instructions	Missed Instructions	Total Instructions
src/test/java	85.3 %	2'480	429	2'909
jugs.solutions.part2	81.1 %	557	130	687
slides.part2_junit5_intro	80.7 %	459	110	569
jugs.exercises.part2	69.7 %	221	96	317
jugs.solutions.part1	82.1 %	225	49	274
jugs.exercises.part1	58.8 %	50	35	85
slides.part3_junit5_advanced	99.2 %	890	7	897
slides.part5_testsmells	97.5 %	78	2	80
src/main/java	66.6 %	500	251	751
utils	54.7 %	82	68	150

274M of 591M

- ✓ Show Projects
- Show Package Roots
- Show Packages
- Show Types
- Instruction Counters
- Branch Counters
- Line Counters
- Method Counters
- Type Counters
- Complexity
- Hide Unused Elements

EclEmma – Eclipse Plugin

- Einfach, schnell, grafisch, übersichtlich

Problems ■ Javadoc ■ Declaration ■ Search Console Progress Coverage

AAA_JUnit_5_Workshop (08.09.2020 18:22:27)

Element	Coverage	Covered Complexity	Missed Complexity	Total Complexity
AAA_JUnit_5_Workshop	76.6 %	820	250	1'070
src/main/java	64.2 %	194	108	302
domain	46.2 %	6	7	13
exercises.part3	52.6 %	40	36	76
utils	59.0 %	23	16	39
exercises.part7_8	60.4 %	29	19	48
exercises.part5_6	63.2 %	12	7	19
solutions.part3	67.9 %	36	17	53
solutions.part5_6	80.0 %	8	2	10
exercises.part2	85.0 %	17	3	20
solutions.part7_8	95.2 %	20	1	21
solutions.part2	100.0 %	3	0	3
src/test/java	81.5 %	626	142	768
x_slides.part5_6_dependencies_testability.testdoubles	26.7 %	4	11	15
x_slides.part5_6_dependencies_testability	58.3 %	14	10	24
x_slides.part7_testsmells	60.0 %	3	2	5
exercises.part7_8	61.5 %	16	10	26
exercises.part5_6.cheatsheet	65.7 %	23	12	35
exercises.part3	70.7 %	41	17	58
exercises.part5_6	75.0 %	12	4	16
a_questions	77.8 %	7	2	9
solutions.part7_8	79.3 %	111	29	140
x_slides.part5_6_dependencies_testability.step1	80.0 %	8	2	10
solutions.part3	84.7 %	105	19	124
x_slides.part5_6_dependencies_testability.step0	85.7 %	6	1	7
x_slides.part2_junit5_intro	86.6 %	71	11	82
solutions.part5_6	90.9 %	30	3	33
x_slides.part3_junit5_advanced	94.1 %	95	6	101
solutions.part2	95.1 %	58	3	61
exercises.part2	100.0 %	22	0	22

EclEmma – Eclipse Plugin

- Praktischer Dekorator
- Ungetester Code direkt sichtbar
- Durch Prozente => «Dringlichkeit» erkennbar

Test Coverage

- Gelungene Editor-Integration, dort wird die Testabdeckung farblich gekennzeichnet:
  - Grün: vollständig ausgeführt / abgedeckt
  - Gelb: teilweise ausgeführt / abgedeckt
  - Rot: nicht ausgeführt / abgedeckt

DiscountCalcula | Ex01_Calculator | Ex01_Calculator | DynamicTests.ja | Ex02_MatchingBr | Ex02_MatchingBr | Ex02_Matchin

```
1  package jugs.ex03;
2
3  public class DiscountCalculatorCorrected
4  {
5      public int calcDiscount(final int count)
6      {
7          if(count < 0)
8              throw new IllegalArgumentException("Count must be positive");
9
10         if (count < 50)
11             return 0;
12         if (count >= 50 && count <= 1000)
13             return 4;
14         if (count > 1000)
15             return 7;
16
17         throw new IllegalStateException("programming problem: should never " +
18                 "reach this line. value " + count + " is not handled!");
19     }
20 }
```

Problems | Javadoc | Declaration | Search | Console | Coverage | SonarLint Rule Description

Test Coverage

- Generell: Je kürzer und weniger Parameter und Verzweigungen eine Methode hat, desto besser lässt sich für diese eine hohe Testabdeckung erzielen
- Das erreicht man fast automatisch, wenn man Grundregeln guten OO-Designs befolgt:
  - Cyclomatic Complexity gering halten
  - SRP einhalten
- Wenn man die Smells vermeidet
  - Long Parameter List
  - Long Method

Besonderheit I: Wieso 80% und nicht 100%?

Ex01_MatchingBr | ScoreCalculator | ScoreCalculator

```
1  package jugs.solutions.part6;
2
3  public class ScoreCalculator
4  {
5      public static String calcScore(int score)
6      {
7          if (score < 45)
8              return "fail";
9          else
10         {
11             if (score > 95)
12                 return "pass with distinction";
13
14             return "pass";
15         }
16     }
17 }
18
```

jugs.solutions.part6	80.0 %	12	3	15
ScoreCalculator.java	80.0 %	12	3	15
ScoreCalculator	80.0 %	12	3	15
calcScore(int)	100.0 %	12	0	12

Besonderheit I: Wieso nicht 100%?

Ex01_MatchingBr | ScoreCalculator | ScoreCalculator

```
1  package jugs.solutions.part6;
2
3  public class ScoreCalculator
4  {
5      public static String calcScore(int score)
6      {
7          if (score < 45)
8              return "fail";
9          else
10         {
11             if (score > 95)
12                 return "pass with distinction";
13
14             return "pass";
15         }
16     }
17 }
18
```

```
// ACHTUNG: wird automatisch generiert
public ScoreCalculator()
{
    super();
}
```

jugs.solutions.part6	80.0 %	12		3	15
ScoreCalculator.java	80.0 %	12		3	15
ScoreCalculator	80.0 %	12		3	15
calcScore(int)	100.0 %	12		0	12

Besonderheit I: Private Konstruktor => 100%

Ex01_MatchingBr | ScoreCalculator | ScoreCalculator

```
1  package jugs.solutions.part6;
2
3  public class ScoreCalculator
4  {
5      public static String calcScore(int score)
6      {
7          if (score < 45)
8              return "fail";
9          else
10         {
11             if (score > 95)
12                 return "pass with distinction";
13
14             return "pass";
15         }
16     }
17 }
18
```

```
// Util-Klasse sollte keinen
// Default-Ctor haben!
private ScoreCalculator()
{
}
```

jugs.solutions.part6	100.0 %	12	0	12
ScoreCalculator.java	100.0 %	12	0	12
ScoreCalculator	100.0 %	12	0	12
calcScore(int)	100.0 %	12	0	12

Code Coverage != Software Quality

Besonderheit II: 100 % Testabdeckung keine Funktionalität getestet

```
class SpecialCounter
{
    private int count;

    public void countIfHundredOrAbove(final int value)
    {
        if (value >= 100)
        {
            count++;
        }
    }

    public void reset()
    {
        count = 0;
    }

    public int currentCount()
    {
        return count;
    }
}
```

Idee basiert auf https://www.oracle.com/corporate/features/mutation-testing.html

Besonderheit II: 100 % Testabdeckung keine Funktionalität getestet

```
public class SpecialCounterTest
{
    // VERY BAD "TEST" ... 100% Coverage, aber KEINE semantische Prüfung
    @Test
    @DisplayName("Boss says he wants 100% coverage. Here you go!")
    public void veryBadTrickyAssertNothing()
    {
        SpecialCounter counter = new SpecialCounter();

        counter.reset();
        counter.countIfHundredOrAbove(111);
        counter.countIfHundredOrAbove(99);

        counter.currentCount();
    }
}
```

Besonderheiten III: Trotz 100 % Testabdeckung eine NPE

```
public class Coverage
{
    public String coverage100ButNPE(final boolean condition)
    {
        String value = null;
        if (condition)
        {
            value = String.valueOf(condition);
        }
        return value.trim();
    }
    // ...
```

100 % Testabdeckung aber NPE

```
public class CoverageTest
{
    final Coverage coverage = new Coverage(4711, "4711");

    @Test
    public void testCoverage100ButNPE1()
    {
        coverage.coverage100ButNPE(true);
    }

    @Test
    public void testCoverage100ButNPE2()
    {
        // Löst eine NullPointerException aus
        coverage.coverage100ButNPE(false);
    }
}
```

JaCoCo – Testabdeckung mit Gradle und Maven

- In Kombination mit Tests ausführbar, produziert HTML-Report
- Gradle

```
gradle test
open build/reports/jacoco/test/html/index.html
```

- Maven

```
mvn test
open target/site/jacoco/index.html
```

- **Interessanterweise unterscheiden sich die Reports leicht im Ergebnis?!**

JaCoCo – Testabdeckung mit Gradle und Maven

Mail - Michael | Speedtest DSL | Michaeli71/JAX | JDT Core/Plan/J | Amazon.de Best | jacoco maven - | Intro to JaCoCo

file:///Users/michaeli/Desktop/Vorträge/ZZZ_JUnit5/ZZZ_CH_OPEN_2020_JUnit5_Workshop/ZZZZZ_CH_O

Meistbesucht | Erste Schritte | Apple | iCloud | Yahoo | Bing | Google | Wikipedia | Facebook | Twitter | LinkedIn | Wetter Online | Yelp

ZZZZZ_CH_OPEN_JUnit5Example

ZZZZZ_CH_OPEN_JUnit5Example

Element	Missed Instructions	Cov.	Missed Branches	Cov.	Missed	Cxty	Missed	Lines	Missed	Methods	Missed	Classes
exercises.part7_8		58%		63%	19	48	31	96	9	26	1	7
exercises.part3		78%		58%	36	76	36	154	8	26	1	9
utils		64%		69%	16	39	25	56	10	21	0	7
solutions.part3		76%		76%	17	53	17	66	4	14	1	5
domain		70%		50%	7	13	4	19	1	7	0	1
exercises.part5_6		84%		n/a	7	19	7	35	7	19	3	9
exercises.part2		90%		100%	3	20	4	34	3	18	0	5
solutions.part5_6		85%		n/a	2	10	2	18	2	10	0	3
solutions.part7_8		100%		96%	1	21	0	36	0	6	0	4
solutions.part2		100%		n/a	0	3	0	8	0	3	0	1
Total	544 of 2'239	75%	94 of 304	69%	108	302	126	522	44	150	6	51

Exercises Part 7 + 8

https://github.com/Michaeli71/JUnit5_Workshop_2Days

Questions?

Hilfe


HELP
IS ON THE
WAY


5.
Auflage
Michael Inden
Der Weg zum
Java-Profi
Konzepte und Techniken für die
professionelle Java-Entwicklung
dpunkt.verlag


Java
Michael Inden
Challenge
Fit für das Job-Interview und die Praxis –
mit mehr als 100 Aufgaben
und Musterlösungen
dpunkt.verlag

Weitere Infos / Quellen

- **JUnit 5**
  - https://junit.org/junit5/
  - https://jaxenter.de/highlights-junit-5-65986
  - https://jaxenter.de/junit-5-beyond-testing-framework-81787
  - https://gul.gu.se/public/pp/public_courses/course82759/published/1524658283418/resourceId/40520654/content/junit-tdd-mocking.pdf
  - https://www.viadee.de/wp-content/uploads/JUnit5_javaspektrum.pdf

- **AssertJ**
  - https://assertj.github.io/doc/
  - https://joel-costigliola.github.io/assertj/assertj-core-quick-start.html
  - https://www.vogella.com/tutorials/AssertJ/article.html
  - https://dzone.com/articles/assertj-and-collections-introduction
  - https://de.slideshare.net/tsveronese/assert-j-techtalk (Hamcrest vs. AssertJ)

Thank You