

Orientation in Objects

Funktionale Programmierung geht auch mit Java!

Orientation in Objects GmbH

Weinheimer Str. 68
68309 Mannheim

www.oio.de
info@oio.de

Version: 1.0

JAVA FORUM NORD

Ihr Sprecher

Orientation in Objects

Falk Sippach (@sippsack)

Trainer, Berater, Entwickler

Architektur
Agile Softwareentwicklung
Codequalität

Co-Organisator

Commiter DukeCon

Zusammenschluss Trivadis und OIO

Im Mai diesen Jahres haben sich Trivadis und Orientation in Objects (OIO) zusammengeschlossen. Gemeinsam stärken und erweitern wir unser Angebot im Bereich Java und agiler Softwareentwicklung.

Gemeinsam bieten wir ein **zwölfmonatiges Trainee-Programm** an, das Experten für Java- und Web-technologien ausbildet.

Neu finden Sie im Trivadis **Trainingsangebot** auch Kurse, die von der OIO entwickelt und durchgeführt werden.

Orientation in Objects

trivadis
makes IT easier.

Abstract

Orientation in Objects

Java ist keine funktionale Sprache, aber dank Streams und Lambdas kann man nun seit einiger Zeit auf funktionale Art und Weise programmieren. Reicht das etwa schon, um ausdrucksstärkeren und besser lesbaren Sourcecode zu entwickeln? Passt dieses Programmierparadigma überhaupt zur imperativen Denkweise von uns Java-Entwicklern?

Anhand eines Real-World-Szenarios machen wir uns mit den fehlenden Puzzlestücken der funktionalen Programmierung vertraut. Dabei geht es um Value Types, Pattern Matching, praktische Anwendung von Monaden (Optional, Try, Either, Validierung), Bedarfsauswertung, partielle Funktionsaufrufe, Currying, Funktionskomposition, persistente Datenstrukturen, Seiteneffektfreiheit, referentielle Transparenz und einiges mehr. Wir diskutieren Lösungsansätze in Java und werfen vor allem einen Blick auf nützliche Bibliotheken wie Immutables und Vavr. Denn erst dadurch macht funktionale Programmierung auch in Java wirklich Spass.

What?

Alternativer Titel:

Funktionale Programmierung trotz Java

Einführung

Was macht dieser Code?

Orientation in Objects

```
3  public class Algorithmus {
4      public static boolean isValid(long number) {
5          int sum = 0;
6          boolean alternate = false;
7          while(number > 0) {
8              long digit = number % 10;
9              if (alternate) {
10                 sum += 2 * digit;
11                 if (digit >= 5) {
12                     sum -= 9;
13                 }
14             } else {
15                 sum += digit;
16             }
17             number = number / 10;
18             alternate = !alternate;
19         }
20         return sum % 10 == 0;
21     }
22 }
```


Prüfsummen-Berechnung

Orientation in Objects

rein clientseitige Prüfung möglich

Luhn-Algorithmus/Formel

"Modulo 10"-Algorithmus

Double-Add-Double-Methode

Algorithmus am Beispiel

	4716347184862961															
①	4	7	1	6	3	4	7	1	8	4	8	6	2	9	6	1
②	1	6	9	2	6	8	4	8	1	7	4	3	6	1	7	4
③	1	12	9	4	6	16	4	16	1	14	4	6	6	2	7	8
④	1	1 2	9	4	6	1 6	4	1 6	1	1 4	4	6	6	2	7	8
⑤	1	3	9	4	6	7	4	7	1	5	4	6	6	2	7	8
⑥	1 + 3 + 9 + 4 + 6 + 7 + 4 + 7 + 1 + 5 + 4 + 6 + 6 + 2 + 7 + 8															
	80															
⑦	80 % 10 == 0															
	gültig															

Programmfluss

```
3  public class LuhnAlgorithm {
4      public static boolean isValid(long number) {
5          int sum = 0;
6          boolean alternate = false;
7          while(number > 0) {
8              long digit = number % 10;
9              if (alternate) {
10                 sum += 2 * digit;
11                 if (digit >= 5) {
12                     sum -= 9;
13                 }
14             } else {
15                 sum += digit;
16             }
17             number = number / 10;
18             alternate = !alternate;
19         }
20         return sum % 10 == 0;
21     }
22 }
```

Aufspalten in Ziffern

Jede zweite verdoppeln

Aufsummieren

Validierungsprüfung

Foto von Christopher Kuszajewski, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/en/source-code-code-programming-c-583537/

Typische Eigenschaften imperativer Programmierung

Orientation in Objects

```
3  public class LuhnAlgorithm {
4      public static boolean isValid(long number) {
5          int sum = 0;
6          boolean alternate = false;
7          while(number > 0) {
8              long digit = number % 10;
9              if (alternate) {
10                 sum += 2 * digit;
11                 if (digit >= 5) {
12                     sum -= 9;
13                 }
14             } else {
15                 sum += digit;
16             }
17             number = number / 10;
18             alternate = !alternate;
19         }
20         return sum % 10 == 0;
21     }
22 }
```

- Variablen
- Schleifen
- Verzweigungen
- Tiefe der Verschachtelung
- Zustands-änderungen
- Reihenfolge nicht beliebig
- Fehler-behandlung?

Was heißt "Funktional Programmieren" in Java 8?

Orientation in Objects

(Rekursion)

1. Lambdas: Funktionsliterale als First-Class-Citizens
2. Higher-Order Functions (map, forEach)
3. Unendliche Datenstrukturen mit Streams
4. Funktionskomposition
5. (Custom) Currying und partielle Funktionsaufrufe

Funktionsliterale und Higher-Order-Functions: Luhn-Algorithmus in Java 8 (1)

Orientation in Objects

1
2

```
1  package de.oio.luhn;
2
3  public class LuhnAlgorithmJava8 {
4      public static boolean isValid(String creditCardNumber) {
5          int[] i = { creditCardNumber.length() % 2 == 0 ? 1 : 2 };
6
7          return creditCardNumber
8                  .chars()
9                  .map(in -> in - '0')
10                 .map(n -> n * (i[0] = i[0] == 1 ? 2 : 1))
11                 .map(n -> n > 9 ? n - 9 : n)
12                 .sum() % 10 == 0;
13     }
14 }
```

Verkappte Zustandsänderung

Unendliche Streams: Luhn-Algorithmus in Java 8 (2)

OHNE Zustandsänderung

3

```
1  package de.oio.luhn.thomas_much;
2
3  import java.util.PrimitiveIterator;
4  import java.util.stream.IntStream;
5
6  public class Luhn {
7      public static boolean isValid(String number) {
8          PrimitiveIterator.OfInt faktor =
9                  IntStream.iterate(1, i -> 3 - i).iterator();
10         return (new StringBuilder(number)
11                 .reverse()
12                 .chars()
13                 .map(c -> faktor.nextInt() * (c - '0'))
14                 .reduce(0, (a, b) -> a + b / 10 + b % 10) % 10) == 0;
15     }
16 }
```

Generator: 1 2 1 2 …

nach Idee von Thomas Much

Java 8: Wiederverwendung von Funktionen - Funktionskomposition

Verketten/Komposition von Teil-Funktionen: (f . g)(x) == f(g(x))

4

```
Function<Integer, Integer> times2 = e -> e * 2;
Function<Integer, Integer> squared = e -> e * e;

System.out.println(times2.compose(squared).apply(4)); // 32
System.out.println(times2.andThen(squared).apply(4)); // 64
```

Java 8: Wiederverwendung von Funktionen
Currying und partielle Funktionsaufrufe

Orientation in Objects

Currying: Konvertierung einer Funktion mit n Argumenten in n Funktionen mit jeweils einem Argument.

5

```
IntBinaryOperator simpleAdd = (a, b) -> a + b;
IntFunction<IntUnaryOperator> curriedAdd = a -> b -> a + b;

System.out.println(simpleAdd.applyAsInt(4, 5));

System.out.println(curriedAdd.apply(4).applyAsInt(5));
```


Java 8: Wiederverwendung von Funktionen
Currying und partielle Funktionsaufrufe

Orientation in Objects

Partielle Aufrufe: Spezialisierung von allgemeinen Funktionen

5

```
IntUnaryOperator adder5 = curriedAdd.apply(5);
System.out.println(adder5.applyAsInt(4));
System.out.println(adder5.applyAsInt(6));
```

Was fehlt Java 8 zur besseren funktionalen Unterstützung?

Orientation in Objects

- Erzwingen von Immutability
- persistente/unveränderbare Datenstrukturen
- Vermeidung von Seiteneffekten (erzwingen)
- Lazy Evaluation (Bedarfsauswertung)
- kein echtes Currying
- funktionale Bibliotheksfunktionen (weitere Higher-Order-Functions)
- Values (Tuple, Either, Try, Validation, Lazy …)

Orientation in Objects

Bibliotheken

Funktionale Erweiterungen für Java

RxJava

PROJECT REACTOR

Orientation in Objects

VERT.X

Immutables stars 1,662

VAVR.IO

Project Lombok

functional. jλvλ

JDeferred

Java Deferred / Promise library

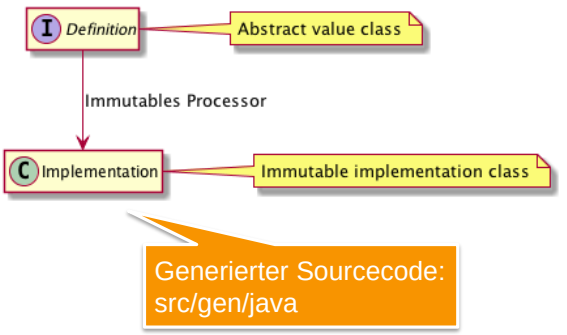
Project Lombok

Orientation in Objects

- Compile-Time Metaprogrammierung
- Reducing Boilerplate Code durch Annotationen
- Generation des Immutable-Gerüsts mit @Value
- Lazy Evaluierung mit @Getter(lazy = true)

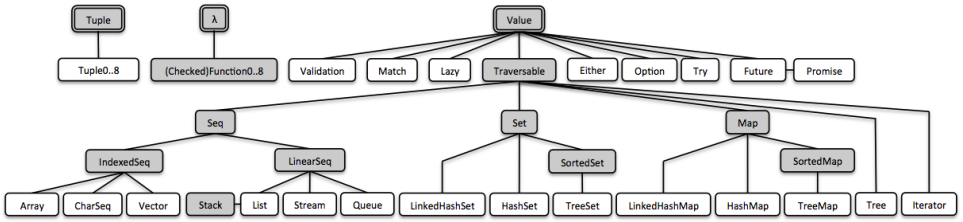
Immutables

> Java annotation processors to generate simple, safe and consistent value objects.
>
> — Immutables homepage



Vavr

- "Vavr core is a functional library for Java 8+."
- Persistent Data Structures
  - LinkedList, Queue, Sorted Set, Stream
- Tuple, Values (Option, Try, Lazy, Either, …)
- Pattern Matching
- Functions, CheckedFunctions, Lifting (Exceptions fangen)
  - Currying, Partial Application, Composition
- Monaden, Zipping, …



http://www.vavr.io/vavr-docs/

Funktionale Konzepte

Code-Beispiel: Anforderungen Domäne Kreditkarten

Orientation in Objects

- Einlesen von Kreditkartennummern aus verschiedenen Datentypen (Long, String, …)
- Objekt Kreditkartennummer, dass sich validieren kann
  - Luhn-Algorithmus
- eine Liste von Kreditkartennummern validieren
- …

Funktionale Konzepte

Orientation in Objects

1. **Immutability/Value Types**
2. **Seiteneffektfreiheit/Referentielle Transparenz/Pure Functions**
3. **Immutable/Persistent/Functional Data Structures**
4. **Funktionen/Komposition/Currying/Partielle Funktionsaufrufe**
5. **Funktionsliterale/Higher Order Functions**
6. **Values/Monadic Container**
7. **Pattern Matching**

Orientation in Objects

Immutability/Value Types

1

Immutability

Orientation in Objects

- Die Instanzen von immutable Klassen sind nicht veränderbar
  - JDK Beispiele: String, Float, BigInteger,...
- Immutable Klassen sind einfach zu entwerfen, implementieren und verwenden
- Weniger fehleranfällig
- Nachteil ist potentiell große Anzahl von Objekten

Bauplan immutable Klasse

Orientation in Objects

- Keine Mutatoren zur Verfügung stellen
  - zustandsverändernde Methoden, z.B. „setter“
- Überschreiben von Methoden verhindern
  - Klasse final setzen
- Alle Felder final setzen
  - Ausnutzen der System Restriktionen
- Alle Felder private setzen
  - Verhindert direktes Ändern durch Clients
- Exklusiven Zugang zu mutable Feldern gewährleisten
  - Defensive Copies in Konstruktoren, Accessoren und readObject()

Konsequenzen Immutability

Orientation in Objects

Vorteile

- genau ein Zustand
- Thread-safe
- Instanzen können gemeinsam genutzt werden
- Auch innere Zustände können gemeinsam genutzt werden

Nachteile

- Jeder einzelne Zustand benötigt ein eigenes Objekt
- Alternative für vorhersagbare Operationen
- Ansonsten öffentliche mutable „Companion Class“
  - vgl. String und StringBuffer

Lombok

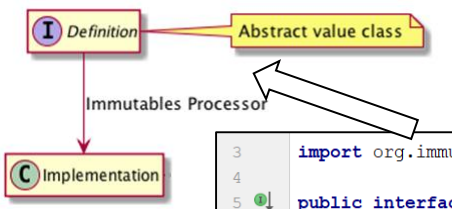
```
1  package de.oio.luhn.values;
2
3  import lombok.Value;
4
5  @Value
6  public class CreditCardNumber {
7      private Long number;
8
9      public static void main(String[] args) {
10         new CreditCardNumber(123456789L).
11     }
12 }
13
```

```
getNumber()      Long
number           Long
equals(Object o) boolean
hashCode()       int
toString()       String
clone()          Object
```

private, final,
keine Setter,
Argument-Konstruktor
equals/hashcode
toString

optional:
Builder
Lazy-Evaluierung
....

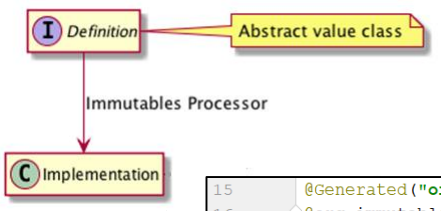
Immutables - Definition




```
3  import org.immutables.value.Value;
4
5  public interface CreditCardNumber {
6
7      @Value.Check
8      default void check(){
9          if (getNumber() < 1) {
10             throw new IllegalStateException("Credit card number must be 1 or greater");
11         }
12     }
13
14     Long getNumber();
15 }
```

optional:
Customizing (Styles)
Preconditions/Normalisierung
Abgeleitete Properties
Lazy Attribute
Auxiliary/Redacted Attribute

Immutables - Implementierung



private final Attribute
equals/hashCode
toString
Builder/Factory Method
private Constructor

```
15  @Generated("org.immutables.processor.ProxyProcessor")
16  @org.immutables.value.Generated(from = "CreditCardNumber", generator = "Immutables")
17  public final class ImmutableCreditCardNumber implements CreditCardNumber {
18    private final Long number;
19
20    private ImmutableCreditCardNumber(Long number) { this.number = number; }
23
24    /**
25     * @return The value of the {@code number} attribute
26     */
27    @Override
28    public Long getNumber() { return number; }
```


Immutables - Verwendung

```
6   public class Main {
7       public static void main(String[] args) {
8           System.out.println(ImmutableCreditCardNumber.builder().number(1000L).build());
9           ImmutableCreditCardNumber.builder().number(-1L).build();
10      }
11  }
```

Orientation in Objects

Seiteneffektfreiheit
Referentielle Transparenz
Pure Functions

②

Seiteneffekt

Orientation in Objects

- Java Anwendungen sind typischerweise voll von Seiteneffekten
- Ändern von Zuständen
- Ändern der Inputparameter
- Zugriff auf IO (Konsole, File-IO, DB)
- Werfen von Exceptions (vergleichbar mit GoTo-Statements)

```
int divide(int dividend, int divisor) {
    // Exception, wenn divisor = 0
    return dividend / divisor;
}
```

Referentielle Transparenz

Orientation in Objects

- wenn ein Funktionsaufruf/Ausdruck durch seinen Wert (Ergebnis) ersetzt werden kann, ohne das Verhalten der Anwendung zu beeinflussen
- immer der gleich Output für den selben Input:

```
// nicht referentiell transparent
Math.random();

// referentiell transparent
Math.max(1, 2);
```


Reine (pure) Funktionen

Orientation in Objects

- wenn **alle Ausdrücke** einer Funktion **referentiell transparent** sind
- eine aus reinen Funktionen zusammengesetzte Anwendung **funktioniert einfach**, wenn sie **kompiliert**
- Inhalt einfach zu schlussfolgern
- leicht testbar
- Debugging unnötig

Unveränderbare Werte

Orientation in Objects

- genau ein Zustand, weniger fehleranfällig, einfach zu verwenden und schlussfolgern, keine Invarianten-Prüfung
- von Haus aus threadsafe, keine Sychronisierung notwendig
- stabile equals/hashCode Ergebnisse, sichere Verwendung als Hash Keys
- potentiell größere Anzahl an Objekten, aber gemeinsame Nutzung der Instanzen, keine defensiven Kopien/Klone notwendig, Instanzkontrolle über Factories
- wiederverwendbar, gut geeignet für Caching

Schlüssel für besseres Java:
Immutable Datentypen + referentiell transparente Funktionen!

Orientation in Objects

Immutable/Persistent/Functional Data Structures

3

Persistente und unveränderbare Datenstrukturen

- Java Collections sind änderbar, **das ist schlecht**

```
interface Collection<E> {
    void clear();
}
```

- **Collection-Wrapper** (unveränderbare Views einer veränderbaren Collection) sind nur eine **Krücke** (Laufzeitfehler!)

```
List<String> list = Collections.unmodifiableList(otherList);
list.add("Boom");
```

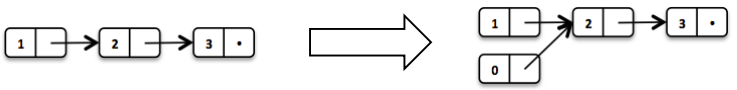

Persistente Datenstrukturen

- **effektiv unveränderbar** nach der Erzeugung, bei Änderungen müssen **Kopien** erzeugt werden
- **aber**: erhalten den **vorherigen Zustand** bei einer Änderung und speichern nur das **Delta**
- meist sind Änderungen an einer Collection/Liste nur am Anfang/Ende, die neue Version **referenziert die alte** und hängt nur das **neue Element** an

Vavr: Functional Data Structures

- immutable + persistent und Methoden sind referentiell transparent
- LinkedList, Queue, Sorted Set

```
List<Integer> list1 = List.of(1, 2, 3);
List<Integer> list2 = list1.tail().prepend(0);
```



Java Collections vs. Vavr Streams und persistente Collections


```
List<User> result = users.stream()
   .filter(user -> {
       try {
             return user.validate();
       } catch (Exception ex) {
             return false;
       }
   })
   .map(user -> user.name)
   .collect(Collectors.toList());
```


```
List<User> result = List.ofAll(users)
    .filter(user ->
       Try.of(user::validateAddress)
           .getOrElse(false)
    )
    .map(user -> user.name);

java.util.List<User> result2 =
   result.toJavaList();
```

Orientation in Objects

Funktionen
Komposition
Currying
Partielle Funktionsaufrufe

4

Vavr: Wiederverwendung von Funktionen durch Currying

Orientation in Objects

```
Function1<Integer, Integer> add2 = sum.curried().apply(2);
Function1<Integer, Integer> add3 = sum.apply(2);
System.out.println(add2);
System.out.println(add3);
System.out.println(add2.apply(4));
System.out.println(add3.apply(4));
```

Vavr: Wiederverwendung von Funktionen
Partielle Funktionsaufrufe und Komposition

Orientation in Objects

```
Function2<Integer, Integer, Integer> sum = (a, b) -> a + b;
System.out.println(sum.apply(1, 2));
System.out.println(sum.apply(5).apply(10));

Function1<Integer, Integer> plusOne = a -> a + 1;
Function1<Integer, Integer> multiplyByTwo = a -> a * 2;

Function1<Integer, Integer> add1AndMultiplyBy2 = plusOne.andThen(multiplyByTwo);
Function1<Integer, Integer> multiplyBy2AndAdd1 = plusOne.compose(multiplyByTwo);

System.out.println(add1AndMultiplyBy2.apply(2));
System.out.println(multiplyBy2AndAdd1.apply(2));
```


Luhn-Algorithmus in Java 8 mit Vavr

ientation in Objects

```
1  package de.oio.luhn.vavr;
2
3  import java.util.function.Function;
4  import io.vavr.collection.CharSeq;
5  import io.vavr.collection.Seq;
6
7  public class LuhnAlgorithmVavr2 {
8
9      static Function<Long, Seq<Integer>> longToDigits = number -> CharSeq
10             .of(Long.toString(number)).map(c -> c - '0');
11
12     static Function<Seq<Integer>, Seq<Integer>> reverse = Seq::reverse;
13
14     static Function<Seq<Integer>, Seq<Integer>> double2nd = digits -> digits
15             .zipWithIndex().map(t -> t._1 * (t._2 % 2 + 1));
16
17     static Function<Seq<Integer>, Integer> sumDigits = digits -> digits
18             .map(i -> i.longValue()).flatMap(longToDigits).sum().intValue();
19
20     static Function<Integer, Boolean> divisibleBy10 = number -> number % 10 == 0;
21
22     static Function<Long, Boolean> isValid = longToDigits
23             .andThen(reverse)
24             .andThen(double2nd)
25             .andThen(sumDigits)
26             .andThen(divisibleBy10);
27 }
```

Luhn: Funktionskomposition

Orientation in Objects

```
static Function1<Long, Boolean> isValid =
      toDigits.andThen(reverse)
              .andThen(double2nd)
              .andThen(sumDigits)
              .andThen(divisibleBy10);
```

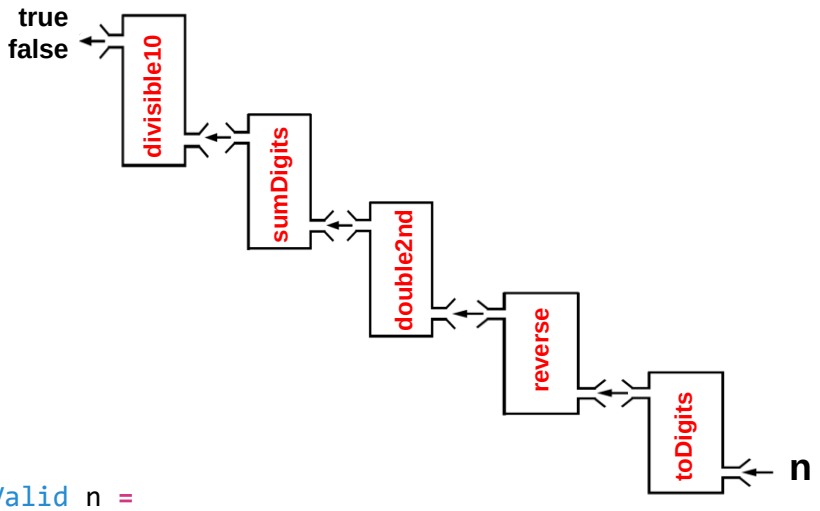

Luhn Algorithmus in funktional

Orientation in Objects

```
isValid n =
   divisibleBy10(
     sumDigits(
       double2nd(
         reverse(
           toDigits(n)
         )
       )
     )
   )
```

- Validierungsfunktion
- Teilbar durch 10?
- Aufsummieren
- jede 2. verdoppeln
- Ziffern umdrehen
- Aufsplitten in Ziffern

Luhn: Funktionskaskade




```
isValid n =
divisibleBy10(sumDigits(double2nd(reverse(toDigits(n)))))
```


Luhn: Teilschritte als einzelne Funktionen

```
static Function1<Long, Seq<Integer>> toDigits = number ->
    CharSeq.of(Long.toString(number)).map(c -> c - '0');


static Function1<Seq<Integer>, Seq<Integer>> reverse =
    Seq::reverse;


static Function1<Seq<Integer>, Seq<Integer>> double2nd =
    digits -> digits.zipWithIndex()
                    .map(t -> t._1 * (t._2 % 2 + 1));

static Function1<Seq<Integer>, Integer> sumDigits = digits ->
    digits.map(i ->
        i.longValue()).flatMap(toDigits).sum().intValue();


static Function1<Integer, Boolean> divisibleBy10 = number ->
    number % 10 == 0;
```

Weiteres …

Orientation in Objects

- Memoization

```
Function0<Double> cachedRandom = Function0.of(Math::random).memoized();

double randomValue1 = cachedRandom.apply();
double randomValue2 = cachedRandom.apply();

then(randomValue1).isEqualTo(randomValue2);
```

- Lifting

```
Function2<Integer, Integer, Integer> divide = (a, b) -> a / b;
Function2<Integer, Integer, Option<Integer>> safeDivide =
        Function2.lift(divide);

Option<Integer> result1 = safeDivide.apply(4, 0);
then(result11).isEqualTo(Option.none());

Option<Integer> result2 = safeDivide.apply(4, 2);
then(result2).isEqualTo(Option.some(2));
```


Orientation in Objects

Funktionsliterale
Higher Order Functions

5

Higher Order Functions und Funktionsliterale

Orientation in Objects

```
static Function1<Long, Seq<Integer>> toDigits = number ->
    CharSeq.of(Long.toString(number)).map(c -> c - '0');


static Function1<Seq<Integer>, Seq<Integer>> reverse =
    Seq::reverse;


static Function1<Seq<Integer>, Seq<Integer>> double2nd =
    digits -> digits.zipWithIndex()
                    .map(t -> t._1 * (t._2 % 2 + 1));

static Function1<Seq<Integer>, Integer> sumDigits = digits ->
    digits.map(i ->
        i.longValue()).flatMap(toDigits).sum().intValue();


static Function1<Integer, Boolean> divisibleBy10 = number ->
    number % 10 == 0;
```


1 | 2 | Fizz | 4 | Buzz | Fizz | 7 | 8 | Fizz | Buzz | 11 | Fizz | 13 | 14 | FizzBuzz | 16 | 17 | …

```
static Stream<String> withZippedStreams(){

    return Stream.of("","","Fizz").cycle()

            // creates a Stream<Tuple2<String, String>>

            .zip(Stream.of("","","","","Buzz").cycle())

            // creates a Stream<Tuple2<Tuple2<String, String>, Integer>>

            .zip(Stream.from(1))

            // flattens Tuple2<Tuple2<String, String>, Integer> to String

            .map(flatten());

}
```

Orientation in Objects

Values/Monadic Container

6

Algebraische Datentypen

Orientation in Objects

- Produkttypen
  - Tuple0…8

```
Tuple2<String, Integer> java8 = Tuple.of("Java", 8);

Tuple2<String, Integer> vavr1 = java8.map(
        s -> s.substring(2) + "vr",
        i -> i / 8);

String vavr = vavr1._1;
int one = vavr1._2;
```

- Summen- oder Variantentypen (Monadische Container): pro Typ fixe Anzahl an Varianten
  - Try (Sucess, Failure)
  - Either (Left, Right)
  - Option (Some, None)
  - Validation (Valid, NotValid)

Try

Orientation in Objects

```
static CreditCardNumber from(String s) {
    return new CreditCardNumber(Long.parseLong(s));
}
```

```
static Try<CreditCardNumber> fromWithTry(String s) {
    return Try.of(() -> Long.parseLong(s))
            .map(n -> new CreditCardNumber(n));
}
```

```
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithTry( s: "abc").getOrNull());
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithTry( s: "abc").getCause().getClass().getName());
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithTry( s: "123").get());
```


Either

Orientation in Objects

```
static Either<String, CreditCardNumber> fromWithEither(String s) {
    try {
        return Either.right(new CreditCardNumber(Long.parseLong(s)));
    } catch (NumberFormatException e) {
        return Either.left(String.format("wrong credit card number format: %s", s));
    }
}
```

```
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithEither( s: "abc").isLeft());
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithEither( s: "123").isRight());
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithEither( s: "123").left().getOrElse( other: "no error"));
System.out.println(CreditCardNumber.fromWithEither( s: "abc").left().get());
```

Option

Orientation in Objects

```
String helloWorld = Option.of("Hello")
          .map(value -> value + " Falk")
          .peek(value -> LOG.debug("Value: {}", value))
          .getOrElse(() -> "Hello World");
```


Orientation in Objects

Pattern Matching

7

Pattern Matching: Destrukturieren von Objekten

Orientation in Objects

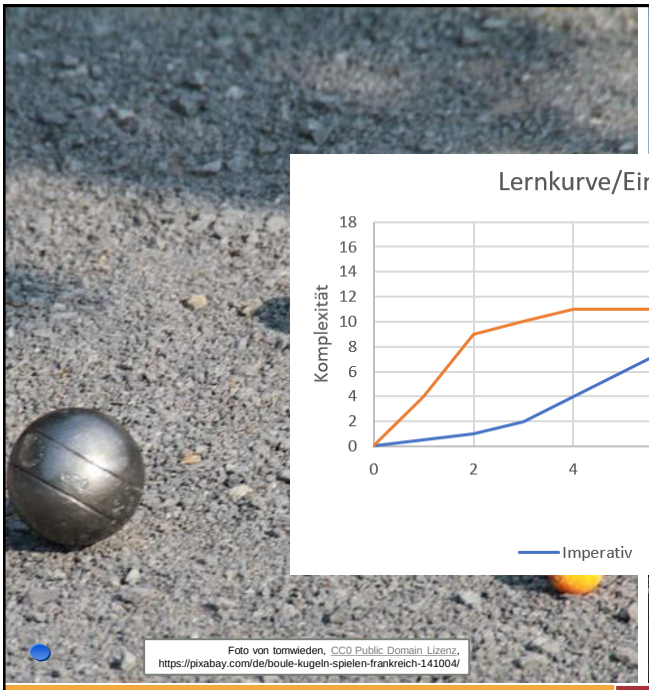
```
final CreditCard cc = new CreditCard( owner: "John", ImmutableCreditCardNumber.builder().number(123456789L).build());

if (cc != null && "John".equals(cc.getOwner())) {
    final CreditCardNumber ccNumber = cc.getNumber();
    if (ccNumber != null) {
        System.out.println(String.format("Creditcard of %s with number %s", cc.getOwner(), ccNumber.getNumber()));
    }
}


Long number = Match(cc).of(
        Case($CreditCard($( prototype: "John"), $CreditCardNumber($())), (name, no) -> no.getNumber()),
        Case($(), () -> 0L)
);
System.out.println(number);
```


Orientation in Objects

Fazit



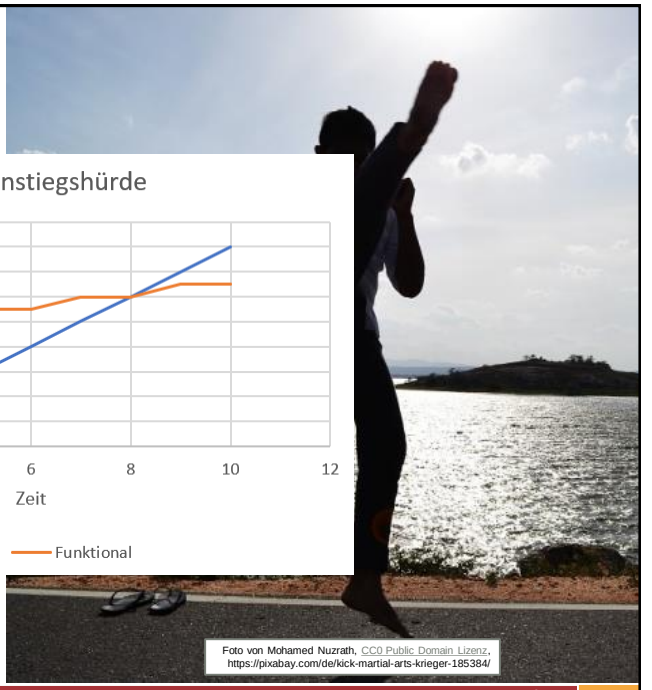


Foto von tomwieden, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/boule-kugeln-spielen-frankreich-141004/

Foto von Mohamed Nuzrath, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/kick-martial-arts-krieger-185384/

Imperativ:
Wie erreiche ich mein **Ziel?**

Funktional:
Was will ich **erreichen?**

Foto von tomwieden, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/boule-kugeln-spielen-frankreich-141004/

Foto von Mohamed Nuzrath, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/kick-martial-arts-krieger-185384/

Typische Eigenschaften

Foto von tomwieden, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/boule-kugeln-spielen-frankreich-141004/

Orientation in Objects

- Folge von Statements
  - mit Schleifen, Verzweigungen, Sprüngen
- Verändern von Zuständen (Variablen)
- Vermischung von Was und Wie (bei Schleifen)
- Exceptions = Goto-Statements
- Vorsicht bei Nebenläufigkeit

Typische Eigenschaften

Foto von Mohamed Nuzrath, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/kick-martial-arts-krieger-185384/

Orientation in Objects

- Immutability
- pure/seiteneffektfrei
- referentielle Transparenz
- Funktionen als First-Class-Citizens
- Higher-Order Functions
- Lambdas/Closures
- Lazy Evaluation
- Rekursion
- Pattern Matching
- Currying/Partial Function Application
- Function Composition
- …

Foto von Mohamed Nuzrath, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/kick-martial-arts-krieger-185384/

Orientation in Objects

- leicht verständlich, einfach zu schlussfolgern
- seiteneffektfrei
- einfach test-/debugbar
- leicht parallelisierbar
- modularisierbar und einfach wieder zusammenführbar
- hohe Code-Qualität

Foto von Hans Braxmeier, CC0 Public Domain Lizenz, https://pixabay.com/de/teller-suppenteller-essteller-1365805/

Orientation in Objects

Orientation in Objects

Immutables stars 1,662

+

VAVR.IO

Project Lombok

Links

Orientation in Objects

- Code-Beispiele
  - https://github.com/sippsack/jvm-functional-language-battle
- Learn You a Haskell for Great Good!
  - http://learnyouahaskell.com/chapters
- LYAH (Learn You a Haskell) adaptions for Frege
  - https://github.com/Frege/frege/wiki/LYAH-adaptions-for-Frege
- Onlinekurs TU Delft (FP 101):
  - https://courses.edx.org/courses/DelftX/FP101x/3T2014/info

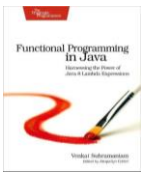
Links

Orientation in Objects

- Vavr
  - http://www.vavr.io/
- Immutables
  - http://immutables.github.io/
- Project Lombok
  - https://projectlombok.org/
- Functional Java
  - http://www.functionaljava.org/

Literaturhinweise

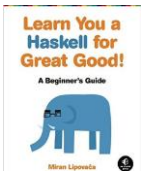
Orientation in Objects



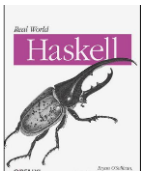
- Functional Programming in Java: Harnessing the Power Of Java 8 Lambda Expressions
  - **Venkat Subramaniam**
  - **The Pragmatic Programmers, Erscheinungsdatum: Februar 2014**
  - **ISBN: 978-1-93778-546-8**
  - **Sprache: Englisch**

- Mastering Lambdas
  - **Maurice Naftalin**
  - **Oracle Press**
  - **Erscheinungsdatum: Oktober 2014**
  - **ISBN: 0071829628**
  - **Sprache: Englisch**

Literaturhinweise



- Learn You a Haskell for Great Good!: A Beginner's Guide
  - **Miran Lipovaca**
  - **No Starch Press, Erscheinungsdatum: April 2011**
  - **ISBN: 978-1593272838**
  - **Sprache: Englisch**



- Real World Haskell
  - **Bryan O'Sullivan und John Goerzen**
  - **O'Reilly, Erscheinungsdatum: 2010**
  - **ISBN: 978-0596514983**
  - **Sprache: Englisch**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Orientation in Objects GmbH

Weinheimer Str. 68
68309 Mannheim

www.oio.de
info@oio.de