Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Java 8 – Lambdas und Streams

JUGS, 6. März 2014

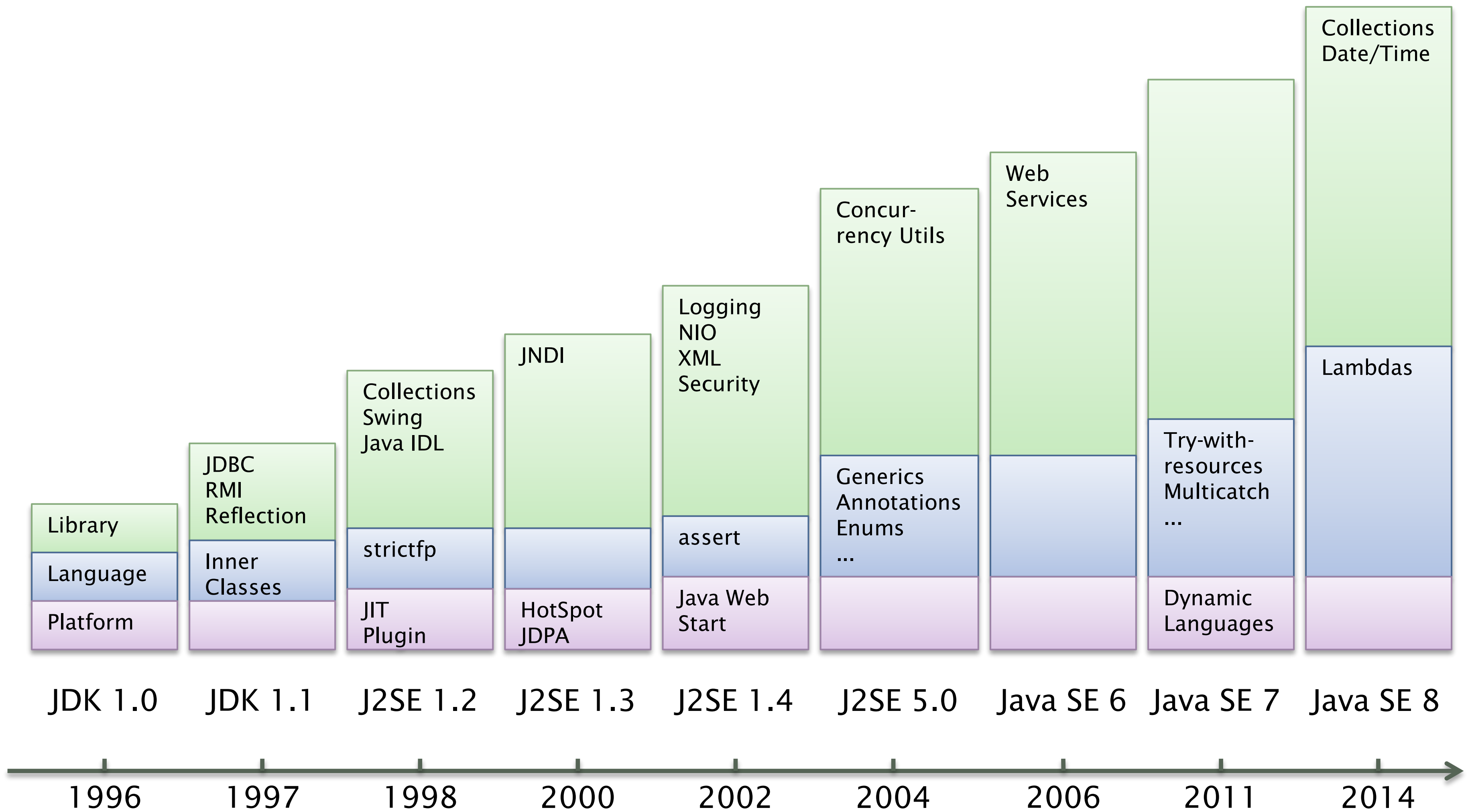
Stephan Fischli
Dozent BFH, Software-Architekt ISC-EJPD

Inhalt

- Einführung
- Lambda-Ausdrücke
- Collections, Streams und Bulk-Operationen
- Fazit

Einführung

Geschichte von Java



Aktueller Stand

Fahrplan

- 13.06.2013 Feature Complete
- 05.09.2013 Developer Preview
- 23.01.2014 Final Candidate Release
- 18.03.2014 General Availability

Quellen

- Java 8 SE Spezifikation (JSR 337)
- OpenJDK JDK 8 Projekt (http://openjdk.java.net/projects/jdk8/)
- Sourcecode und Binaries (https://jdk8.java.net/)

Wichtigste Neuerungen

Sprache

- Annotationen auf Java-Typen (JSR 308)
- Lambda-Ausdrücke (JSR 335)

Bibliotheken

- Date & Time API (JSR 310)
- Bulk-Operationen für Collections (JSR 335)

Plattform

- Modulsystem (JSR 277) auf Java 9 verschoben
- Profile als Ersatz

Vollständige Liste http://openjdk.java.net/projects/jdk8/features

Lambda-Ausdrücke

Warum ein neues Sprachkonstrukt?

- Java ist objektorientiert, also müssen Funktionen als Methoden von Klassen codiert werden:

```
File[] files = directory.listFiles(new FileFilter() {
    public boolean accept(File file) {
        return file.length() < 1024;
    }
});
```

- Mit Lambda-Ausdrücken können Funktionen auch ohne Erzeugung einer Klasse oder eines Objekts übergeben werden:

```
File[] files = directory.listFiles(
    (File file) -> file.length() < 1024
);
```

Lambda-Ausdrücke

- Lambda-Ausdrücke sind Ausdrücke der Form
  argument list -> body

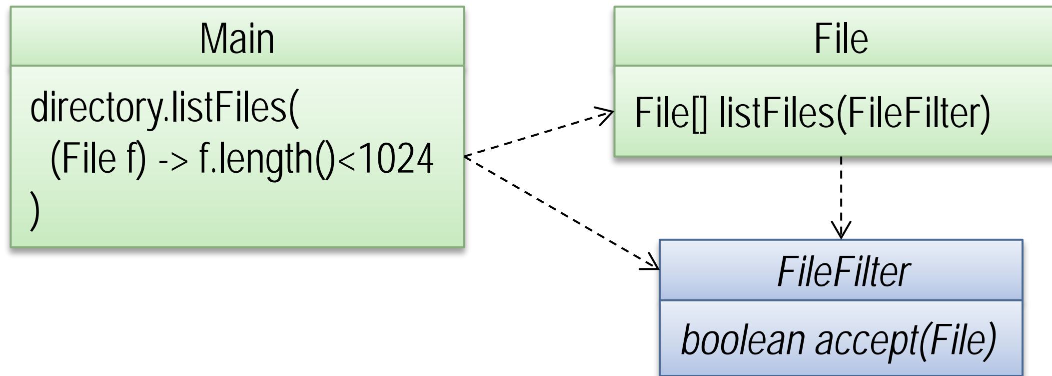
- Der Body kann sein:
  - ein einfacher Ausdruck, der ausgewertet wird
  - ein Block von Statements, die ausgeführt werden; kann einen Rückgabewert haben

- Beispiele

```
(int x, int y, int z) -> x + y + z
(Account a1, Account a2) -> a1.balance() - a2.balance()
(String s) -> { System.out.println(s); }
() -> 42
```

Funktionale Interfaces

- Lambda-Ausdrücke sind vom Typ eines funktionalen Interface, das ist ein Interface mit genau einer Methode



- Beispiele:

```
interface FileFilter          { boolean accept(File file); }
interface Comparator<T>       { int compare(T o1, T o2); }
interface Runnable            { void run(); }
interface ActionListener      { void actionPerformed(ActionEvent e); }
```

Verwendung funktionaler Interfaces

- Funktionale Interfaces dienen oft als Parametertypen bei der Implementierung von Verhaltensmustern wie dem Observer-, Strategy- oder Visitor-Pattern

- Beispiel

```
public File[] listFiles(FileFilter filter) {
    ArrayList<File> files = new ArrayList<>();
    for (File file : listFiles()) {
        if (filter.accept(file)) files.add(f);
    }
    return files.toArray(new File[files.size()]);
}
```

Verwendung von Lambda-Ausdrücken

- Lambda-Ausdrücke können überall verwendet werden, wo ein Objekt eines funktionalen Interfaces benötigt wird, insbesondere in
  - Variablendeklarationen
  - Zuweisungen
  - Methodenaufrufen
  - Return-Statements

- Beispiele

```
FileFilter filter = (File file) -> file.length() < 1024;
Collections.sort(accounts,
    (Account a1, Account a2) -> a1.balance() - a2.balance());
return () -> { System.out.println("Hello world"); };
```

Zieltyp eines Lambda-Ausdrucks

- Der Compiler leitet den Typ eines Lambda-Ausdrucks aus dem Verwendungskontext ab (Zieltyp)

- Ein Lambda-Ausdruck ist kompatibel zu einem funktionalen Interface, wenn die Parameter, Rückgabewerte und Exceptions zu der Methode des Interface passen

- Da die Parametertypen aus dem Zieltyp bekannt sind, können sie im Lambda-Ausdruck meistens weggelassen werden

```
FileFilter filter = file -> file.length() < 1024;
Collections.sort(accounts, (a1, a2) -> a1.balance() - a2.balance());
```

Scoping und Variablenbindung

- Lambda-Ausdrücke definieren keinen eigenen Scope, sondern gehören zum Scope des umgebenden Kontexts
- Die Referenzen *this* und *super* sowie Variablennamen werden somit im Kontext interpretiert
- Lambda-Ausdrücke dürfen lesend auf lokale Variablen des Kontexts zugreifen, sofern diese *effektiv final* sind
- Beispiel

```
int count = 100, sum = 0;
Runnable r = () -> { for (int n = 1; n <= count; n++) sum += n; };    // Fehler
new Thread(r).start();
```

Methodenreferenzen

- Methodenreferenzen sind wie Lambda-Ausdrücke, referenzieren aber existierende Klassen-, Objektmethoden oder Konstruktoren

- Beispiel:

```
class Account {
    public static int compare(Account a1, Account a2) {
        return a1.balance() - a2.balance();
    }
    public int compareTo(Account a) { return this.balance() - a.balance(); }
}
Collections.sort(accounts, Account::compare);
Collections.sort(accounts, Account::compareTo);
```

Funktionale Programmierung

- Prozedurale Programmierung:
  Funktionen operieren auf Argumenten und erzeugen Resultate
  y = f(x)

- Objektorientierte Programmierung:
  Methoden werden auf Objekten aufgerufen
  y = x.f()

- Funktionale Programmierung:
  Funktionen als Argumente und Resultate von Funktionen
  y = F(f,x) bzw. y = x.F(f)

- Beispiel:

```
FileFilter filter = file -> file.length() < 1024;
File[] files = directory.listFiles(filter);
```

Collections, Streams und Bulk-Operationen

Externe vs interne Iteration

- Das bisherige Collection-Framework basiert auf externer Iteration, d.h. Iterationen werden vom Client kontrolliert:

```
for (Account a: accounts) { if (a.balance() < 0) a.alert(); }
```

- Bei einer internen Iteration delegiert der Client die Iteration an die Bibliothek:

```
accounts.forEach(a -> { if (a.balance() < 0) a.alert(); });
```

- Vorteile:
  - Iteration und Logik sind getrennt
  - Optimierte Ausführung möglich

Streams

- Ein Stream
  - repräsentiert eine Folge von Elementen
  - hat Operationen zur Manipulation aller Elemente, diese beruhen auf interner Iteration
  - kann eine unbeschränkte Grösse haben
  - wird konsumiert, d.h. jede Verarbeitung benötigt einen neuen Stream

- Ein Stream ist ein Objekt vom generischen Typ *Stream<T>* oder der spezialisierten Typen *IntStream*, *LongStream*, *DoubleStream*

Erzeugen von Streams

Streams können erzeugt werden aus

- Collections und Arrays
```
accounts.stream()
Arrays.stream(text.split("\\s+"))
```
- I/O-Kanälen
```
new BufferedReader(in).lines()
Files.lines(file), Files.list(dir), Files.walk(dir), Files.find(dir, depth, matcher)
```
- Generatorfunktionen
```
Stream.generate(Math::random)
Stream.iterate(1, x -> x+1)
Stream.empty()
```

Stream-Operationen

- Stream-Operationen
  - haben funktionale Interfaces als formale Parameter, die das Verhalten definieren
  - sind funktional, d.h. sie verändern die Quelle des Streams nicht
  - können zustandslos oder zustandsbehaftet sein

- Stream-Operationen werden in Zwischen- und Terminaloperationen unterschieden

Zwischenoperationen

- Zwischenoperationen transformieren Streams

```
Stream<T>        distinct()
Stream<T>        limit(long maxSize)
Stream<T>        skip(long n)
Stream<T>        filter(Predicate<T> predicate)
<R> Stream<R>    map(Function<T, R> mapper)
Stream<T>        sorted(Comparator<T> comparator)
```

- Zugehörige Interfaces

```
interface Predicate<T>     { boolean test(T o); }
interface Function<T,R>    { R apply(T o); }
interface Comparator<T>    { int compare(T o1, T o2); }
```

Terminaloperationen

- Terminaloperationen erzeugen ein Resultat oder einen Nebeneffekt

```
long         count()
Optional<T>  findAny/First()
boolean      all/any/noneMatch(Predicate<T> predicate)
Optional<T>  min/max(Comparator<T> comparator)
Optional<T>  reduce(BinaryOperator<T> accumulator)
void         forEach(Consumer<T> action)
```

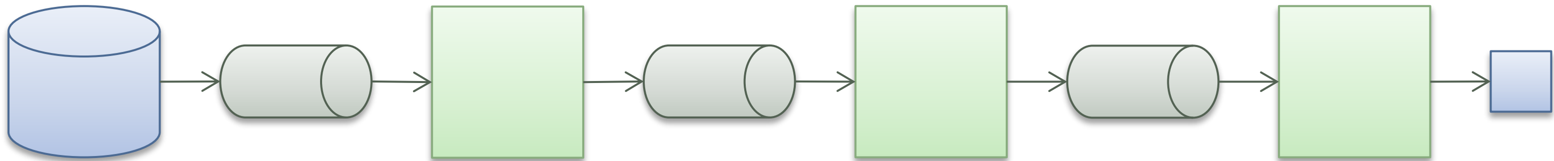
- Zugehörige Interfaces

```
interface Predicate<T>      { boolean test(T o); }
interface Comparator<T>     { int compare(T o1, T o2); }
interface BinaryOperator<T> { T operate(T o1, T o2); }
interface Consumer<T>       { void accept(T o); }
```

Pipelines

- Stream-Operationen werden in Pipelines ausgeführt

- Eine Pipeline besteht aus
  - einer Quelle, welche die Elemente liefert
  - Zwischenoperationen, welche den Stream transformieren
  - einer Terminaloperation, die ein Resultat produziert



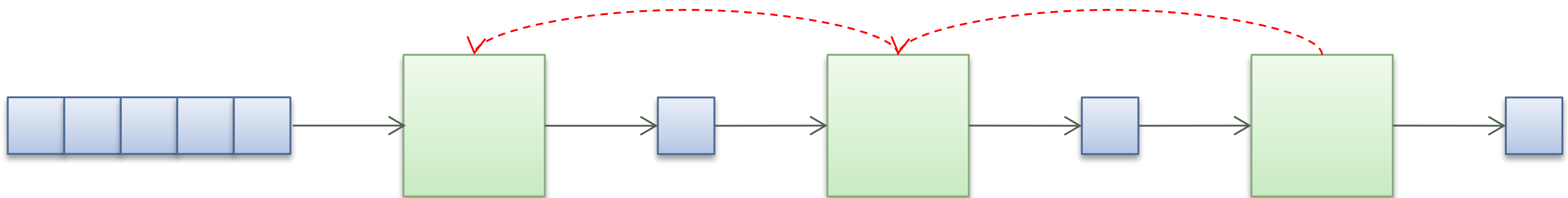
- Beispiel

```
accounts.stream().filter(a -> a.customer().age() > 65)
    .mapToInt(a -> a.balance())
    .average();
```

Laziness

- Stream-Operationen werden wenn möglich lazy ausgeführt

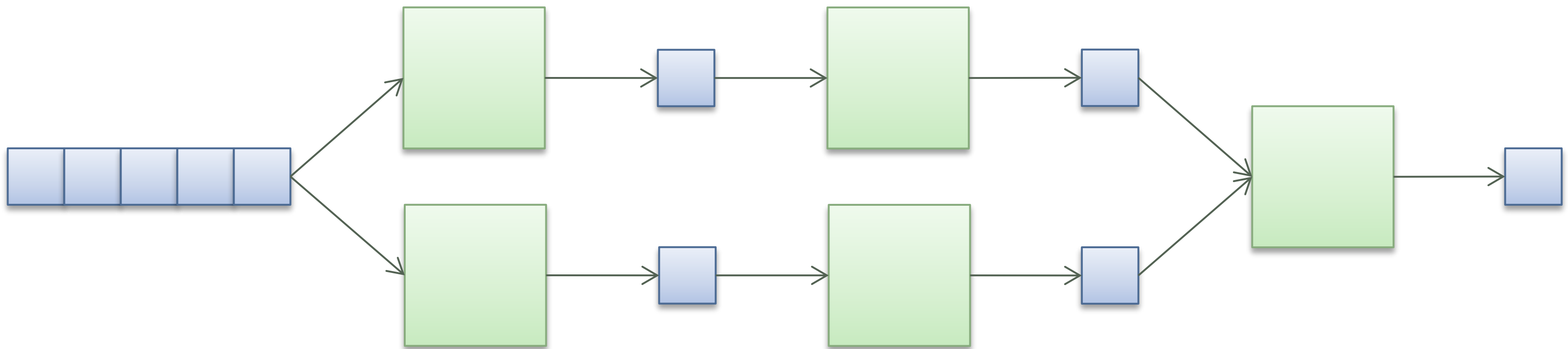
- Vorteile:
  - Elemente können in einem Durchgang verarbeitet werden, es braucht keine mehrfachen Iterationen und keine Zwischenspeicher
  - Beim Suchen von Elementen kann die Verarbeitung oft vorzeitig abgebrochen werden



Parallelisierung

- Stream-Pipelines können sequentiell oder parallel ausgeführt werden
- Für eine parallele Ausführung dürfen sich die Operationen nicht gegenseitig beeinflussen (non-interference)
- Beispiel

```
accounts.parallelStream().filter(a -> a.customer().age() > 65)
    .mapToInt(a -> a.balance()).average();
```



Fazit

Fazit

Lambda-Ausdrücke

- bieten eine einfache Syntax für anonyme Methoden und fördern dadurch einen neuen Programmierstil (funktionale Programmierung)
- ermöglichen die Implementierung effizienter Bibliotheken und damit die bessere Nutzung moderner Rechnerarchitekturen

Referenzen

- Brian Goetz, State of the Lambda
  http://cr.openjdk.java.net/~briangoetz/lambda/lambda-state-final.html
  http://cr.openjdk.java.net/~briangoetz/lambda/lambda-libraries-final.html
  http://cr.openjdk.java.net/~briangoetz/lambda/lambda-translation.html

- Angelika Langer, Lambda Expressions and Streams in Java
  http://www.angelikalanger.com/Lambdas/Lambdas.html

- The Java Tutorial, Lambda Expressions
  http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/lambdaexpressions.html

- Mark Reinholds, Closures for Java
  https://blogs.oracle.com/mr/entry/closures

Carl Friedrich Gauss

$1+2+3+4+5+...+99+100 = ?$

$(1+100)+(2+99)+(3+98)+...+(50+51) = 5050$

```
IntStream.iterate(1, x -> x+1).limit(100).sum()
```

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.