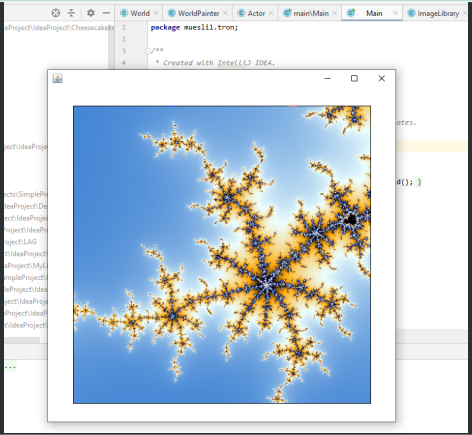
FOP Recap #7

Rekursion und fortgeschrittene Konzepte mit Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT



Das steht heute auf dem Plan

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Structs
  - Deklaration und Verwendung
  - Java Äquivalent
- Listen
- Rekursiv vs Iterativ
- Funktionen höherer Ordnung
- Lambda-Ausdrücke
- Closures

Structs

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Haben mehrere Felder
- Felder sind konstant
- Können beliebig erstellt werden
- Auf jedes Feld kann einzeln zugegriffen werden

Structs

Deklaration und Verwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1 (define-struct my-struct-name (field-one field-two field-three))
```

```
1 (make-my-struct-name expression-one expression-two
  ↪  expression-three)
```

```
1 (my-struct-name-field-one instance)
```

Structs

Deklaration und Verwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (define-struct person (first-name last-name age))
```

```
1  (make-person "Konrad" "Zuse" 85)
```

```
1  (define ada-lovelace (make-person "Ada" "Lovelace" 36))
```

```
1  (person-first-name ada-lovelace)
2  (person-age ada-lovelace)
```

Structs

Java Äquivalent

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
public record Person(String firstName, String lastName, int age)
{
    // ...
}
```

- Haben einen impliziten Konstruktor
- gleichnamige Methoden wie die einzelnen Elemente als getter-Methoden
- die Attribute sind private und final

Das steht heute auf dem Plan

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Structs
- Listen
- Rekursiv vs Iterativ
- Funktionen höherer Ordnung
- Lambda-Ausdrücke
- Closures

Arrays in Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Arrays haben eine feste Länge
- Arrays haben einen festen statischen Typen
- Man kann auf einen beliebigen Index zugreifen

Listen in Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Listen haben eine variable Länge
- Können heterogen sein

Listen in Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Listen haben eine variable Länge
- Können heterogen sein
- Man erstellt sie über `(list element1 element2 .... elementN)`
- Man kann nur auf
  - Das erste Element mit `(first ....)` zugreifen
  - Den Rest mit `(rest ....)` zugreifen
- Der Ausdruck `empty` ist eine leere Liste
- Man kann über `(empty? ....)` prüfen, ob ein Ausdruck eine leere Liste ist
- Mit `(append lst1 lst2)` konkateniert man zwei Listen
- Mit `(cons element1 lst)` fügt man vorne an eine Liste ein neues Element an

Das steht heute auf dem Plan

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Structs
- Listen
- Rekursiv vs Iterativ
- Funktionen höherer Ordnung
- Lambda-Ausdrücke
- Closures

Iterativer Ansatz

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
int[] result = new int[5];

for(int i = 0; i < 5; i++) {
    result[i] = i;
}
```

Rekursiver Ansatz

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
public void recursiveStep(int[] result, int currentIndex) {
    // Rekursionsanker
    if(currentIndex == result.length) {
        return;
    }
    result[currentIndex] = currentIndex;
    // Rekursiver Aufruf
    recursiveStep(array, currentIndex + 1);
}
```

```java
// Start der Rekursion
int[] result = new int[5];
recursiveStep(result, 0);
```

Typische Rekursion in Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
(define (recursive-function lst)
    (cond
        ; Rekursionsanker
        [(empty? lst) empty]
        [else (cons
                (+ 1 (first lst))
                ; Rekursiver Aufruf
                (recursive-function (rest lst))
              )
        ]
    )
)
```

Typische Rekursion in Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
(define (recursive-function lst)
    (cond
        [(empty? lst) empty]
        [else (cons
                (+ 1 (first lst))
                (recursive-function (rest lst))
              )
        ]
    )
)
```

```
; Start der Rekursion
(recursive-function (list 1 2 3 4 5))
```

Das steht heute auf dem Plan

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Structs
- Listen
- Rekursiv vs Iterativ
- Funktionen höherer Ordnung
  - `filter`
  - `map`
  - `foldl` und `foldr`
- Lambda-Ausdrücke
- Closures

Funktionen höherer Ordnung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Sind Funktionen, die als Parameter Funktionen erhalten
- Zum Beispiel
  - Zum Graphenzeichnen
  - Zur Nullstellenberechnung
  - Für Listenoperationen und Streams
  - ....

Funktionen höherer Ordnung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- In Racket nutzen wir:
  - `filter` zum Filtern von Listen
  - `map` um eine Funktion auf jedes Element anzuwenden
  - `foldl` und `foldr` als terminale Listenoperation

Funktionen höherer Ordnung

`filter`

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (filter filter-function the-list)
```

```
1  (define (is-big x) (> x 5))
2
3  (filter is-big (list 1 4 6 10))
```

```
$ (list 6 10)
```

Funktionen höherer Ordnung

`map`

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
(map map-function the-list)
```

```
(define (add-some x) (+ x 5))

(map add-some (list 1 4 6 10))
```

Funktionen höherer Ordnung

map

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (map map-function the-list)
```

```
1  (define (add-some x) (+ x 5))
2
3  (map add-some (list 1 4 6 10))
```

```
$ (list 6 9 11 15)
```

Funktionen höherer Ordnung

map

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
(map map-function the-list)
```

```
(define (add-some x) (+ x 5))

(map add-some (list 1 4 6 10))
```

```
$ (list 6 9 11 15)
```

```
(map sqrt (list 1 4 16 121))
```

```
$ (list 1 2 4 11)
```

Funktionen höherer Ordnung

`foldl` und `foldr`

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (foldl fold-function initial-value the-list)
2  (foldr fold-function initial-value the-list)
```

```
1  (define (my-fold-function elem acc) (+ elem acc))
2
3  (foldl my-fold-function 0 (list 1 -1 5 -5 2))
4  (foldl my-fold-function 5 (list 1 -1 5 -5 2))
```

```
$ 2
$ 7
```

- Hier: Identisches Ergebnis mit `foldr`

Funktionen höherer Ordnung

`foldl` und `foldr`

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (define (my-fold-function elem acc)
2      (+ elem
3          (if (> acc 0)
4              acc
5              (- 0 acc)
6          )
7      )
8  )
9  (foldl my-fold-function 0 (list 1 -1 5 -5 2))
10 (foldr my-fold-function 0 (list 1 -1 5 -5 2))
```

Funktionen höherer Ordnung

`foldl` und `foldr`

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (define (my-fold-function elem acc)
2      (+ elem
3          (if (> acc 0)
4              acc
5              (- 0 acc)
6          )
7      )
8  )
9  (foldl my-fold-function 0 (list 1 -1 5 -5 2))
10 (foldr my-fold-function 0 (list 1 -1 5 -5 2))
```

```
$ 2
$ 8
```

Das steht heute auf dem Plan

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Structs
- Listen
- Rekursiv vs Iterativ
- Funktionen höherer Ordnung
- Lambda-Ausdrücke
  - In Racket
  - In Java
  - Methodenreferenzen
- Closures

Lambda-Ausdrücke

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Sind "Funktionen ohne Namen"
- Haben auch Parameter und Methodenrumpf

Lambda-Ausdrücke

In Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (lambda (parameter-one parameter-two ....)
   ↪  function-body-expression)
```

```
1  (lambda (x) (* (+ x 5) 2))
```

```
1  ((lambda (x) (* (+ x 5) 2)) 2)
```

```
$ 14
```

Lambda-Ausdrücke

In Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  (lambda (parameter-one parameter-two ....)
   ↪  function-body-expression)
```

```
1  (map (lambda (x) (* (+ x 5) 2)) (list 1 2 3))
```

```
$ (list 12 14 16)
```

```
1  (define my-const (lambda (x) (* (+ x 5) 2)))
```

Lambda-Ausdrücke
In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Funktionieren über Funktionale Interfaces
- Funktionale Interfaces
  - Haben genau eine (nicht `default` oder `static`) Methode
  - Haben optional die Annotation `FunctionalInterface`

Lambda-Ausdrücke

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
@FunctionalInterface
public interface MyIntPredicate {
    boolean test(int number);

    // .... Additional default or static methods ....
}
```

```java
public class BiggerThanFive implements MyIntPredicate {
    public boolean test(int number) {
        return number > 5;
    }
}
```

Lambda-Ausdrücke

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
public static void higherFunction(MyIntPredicate predicate) {
    boolean testOne  = predicate.test(4);
    boolean testTwo = predicate.test(6);
    // ....
}
```

```java
higherFunction(new BiggerThanFive());

higherFunction(new SmallerThanOne());
```

Lambda-Ausdrücke

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
public class BiggerThanFive implements MyIntPredicate {
    public boolean test(int number) {
        return number > 5;
    }
}
```

```java
MyIntPredicate pred = new BiggerThanFive();
```

```java
MyIntPredicate pred = (int number) -> {
    return number > 5;
};
```

Lambda-Ausdrücke

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  MyIntPredicate pred = (int number) -> {
2      return number > 5;
3  };
```

```
1  MyIntPredicate pred = (number) -> {
2      return number > 5;
3  };
```

Lambda-Ausdrücke

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1  MyIntPredicate pred = number -> {
2      return number > 5;
3  };
```

```
1  MyIntPredicate pred = number -> number > 5;
```

Lambda-Ausdrücke

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
MyIntPredicate pred = number -> {
    return number > 5;
};
```

```java
MyIntPredicate pred = number -> number > 5;
```

```java
System.out.println(pred.test(42));
```

```
$ true
```

Lambda-Ausdrücke

Methodenreferenzen

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
@FunctionalInterface
public interface MyIntPredicate {
    boolean test(int number);
}
```

```java
MyIntPredicate pred = number -> number > 5;
```

Lambda-Ausdrücke

Methodenreferenzen — Klassen-Methode

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
@FunctionalInterface
public interface MyIntPredicate {
    boolean test(int number);
}
```

```java
public class X {
    public static boolean anyName(int num) {
        return num > 5;
    }
}
```

```java
MyIntPredicate pred = X::anyName;
```

Lambda-Ausdrücke

Methodenreferenzen — Objekt-Methode

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
@FunctionalInterface
public interface MyIntPredicate {
    boolean test(int number);
}
```

```java
public class X {
    public boolean anyName(int num) {
        return num > 5;
    }
}
```

```java
X anObject = new X();
MyIntPredicate pred = anObject::anyName;
```

Das steht heute auf dem Plan

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Structs
- Listen
- Rekursiv vs Iterativ
- Funktionen höherer Ordnung
- Lambda-Ausdrücke
- Closures
  - In Racket
  - In Java

Closures

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Einbeziehung von Entstehungskontext in Lambda-Ausdruck
- Dieser wird dann im Lambda-Ausdruck zwischengespeichert
- Lässt sich dann nicht mehr verändern

Closures

In Racket

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
1 (define (create-func a b)
2     (lambda (x) (* (+ x a) b)))
```

```
1 ((create-func 0 1) 5)
```

```
$ 5
```

```
1 ((create-func 1 2) 5)
```

```
$ 12
```

Closures

In Java

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```java
@FunctionalInerface
public interface MyDoubleFunction {
    public double apply(double number);
}
```

```java
public static MyDoubleFunction createFunc(double a, double b) {
    return x -> (x + a) * b;
}
```

```java
double result = createFunc(0, 1).apply(5); // = 5
```

```java
double result = createFunc(1, 2).apply(5); // = 12
```

Live-Coding!