

Tutorium 01: Haskell Basics

Paul Brinkmeier

10. November 2020

Tutorium Programmierparadigmen am KIT

Organisatorisches

- `pp-tut@pbrinkmeier.de`
 - Für Feedback und Fragen
- <https://github.com/pbrinkmeier/pp-tut>
 - Folien
 - Codebeispiele
 - Liste von Klausuraufgaben
- ~~Bitte Laptop o.Ä. mitbringen~~
 - Bis auf weiteres: Onlinetutorium

- ProPa hat keinen Übungsschein
- \rightsquigarrow ÜBs zur eigenen Übung!
- Abgabe per Praktomat
- https://praktomat.cs.kit.edu/pp_2020_WS/tasks
- Nicht-Code-Abgaben:
 - ~~Briefkasten im Infobau-UG~~
 - Per Praktomat
 - ~~Zur Not~~ per Mail

- Termin: ??.??..2020, vermutlich April/Mai
- Papier-Materialien dürfen mitgebracht werden!
- \rightsquigarrow Skript, Mitschriebe, „Formelsammlung“

Heutiges Programm

- Haskell installieren
- Wiederholung des Vorlesungs
- Aufgaben zu Haskell

Haskell

- Learn You a Haskell (learnyouahaskell.com)
 - Vorlesungsstoff \subseteq erste zehn Kapitel
 - Zehntes Kapitel enthält gut erklärtes „Mini-Projekt“
- 99 Haskell Problems (wiki.haskell.org)
 - Sammlung von Aufgaben mit Lösung
 - Großer Teil zu Listen
- Hoogle (hoogle.haskell.org): Dokumentation

```
$ ghci
GHCi, version 8.8.4: http://www.haskell.org/ghc/
Prelude> putStrLn "Hello, World!"
Hello, World!
```

- Populärster, von der VL verwendeter Haskell-Compiler: GHC
- Interaktive Haskell-Shell: ghci
- Installation:
 - Windows: Installer von Haskell-Website
 - Linux: Je nach Distro `haskell-platform` oder `ghc` installieren
 - macOS: `ghcup`

```
module Maths where

add x y = x + y
sub x y = x - y

tau = 2 * pi

circumference r = tau * r
```

- Ein Haskell-Programm ist eine Folge von Funktionsdefinitionen.
- Funktionen müssen keine Argumente haben.

```
$ ghci
GHCi, version 8.8.4: http://www.haskell.org/ghc/
Prelude> :l Maths.hs
[1 of 1] Compiling Maths ( Maths.hs, interpreted )
Ok, one module loaded.
*Maths> tau
6.283185307179586
*Maths> :t tau
tau :: Double
```

- ghci ist ein sog. „Read-Eval-Print-Loop“
- :l — Modul aus Datei laden
- :r — Modul neu laden
- :t — Typ eines Ausdrucks abfragen

```
module Maths where

add x y = x + y
sub x y = x - y

tau = 2 * pi

circumference r = tau * r
```

- Unterschied zu C-ähnlichen Sprachen: Keine Klammern/Kommata, =
- Leerzeichen als Syntax für „Funktionsaufruf“

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	

Basistypen

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	

Basistypen

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	Char
5	int	

Basistypen

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	Char
5	int	Int
999999999999999999999999999999	BigInteger	

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	Char
5	int	Int
9999999999999999999999999999999	BigInteger	Integer
3.1415927	float	

Basistypen

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	Char
5	int	Int
9999999999999999999999999999999	BigInteger	Integer
3.1415927	float	Float
3.141592653589793	double	

Basistypen

[illegible]

Basistypen

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	Char
5	int	Int
9999999999999999999999999999999	BigInteger	Integer
3.1415927	float	Float
3.141592653589793	double	Double
[Tt]rue, [Ff]alse	boolean	Bool
$\frac{1}{3}$	X	

Basistypen

Wert	Typ in Java	Typ in Haskell
"Hello, World!"	String	String
'x'	char	Char
5	int	Int
9999999999999999999999999999999	BigInteger	Integer
3.1415927	float	Float
3.141592653589793	double	Double
[Tt]rue, [Ff]alse	boolean	Bool
$\frac{1}{3}$	X	Rational

```
module Maths where

add x y = x + y
sub x y = x - y

tau = 2 * pi

circumference r = tau * r
```

- Schreibt ein Modul `FirstSteps` mit folgenden Funktionen:
 - `double x` — Verdoppelt `x`
 - `dSum x y` — Verdoppelt `x` und `y` und summiert die Ergebnisse
 - `area r` — Fläche eines Kreises mit Radius `r`
 - `sum3 a b c` — Summiert `a`, `b` und `c`
 - `sum4 a b c d` — Summiert `a`, `b`, `c` und `d`

- `sum3`, `sum4`, `sumX` zu schreiben ist irgendwie doof

Listen

- `sum3`, `sum4`, `sumX` zu schreiben ist irgendwie doof
- Lösung des Problems: Listen
- `[a]` ist der Typ einer Liste, deren Elemente von Typ `a` sind
- \rightsquigarrow Listen sind homogen, nur eine Art von Element

```
module Lists where

sumL :: [Int] -> Int
sumL [] = 0
sumL (first : rest) = first + (sumL rest)
```

- Ein Ausdruck des Typs `[a]` hat genau einen von zwei Werten:
 - `[]` — die leere Liste
 - `(h : t)` — Element + Rest, mit `h :: a` und `t :: [a]`

- **Funktionen sind Werte**
- \rightsquigarrow Funktionen haben einen Typ
- Allgemeine Form: $x \rightarrow y$
- Beispiel: `length :: [a] -> Int`
 - Java: `Function<List<A>, Integer> length;`
 - C: `int (*strlen)(char *str);`

Funktionstypen, mehrere Argumente

```
module Maths where

add x y = x + y
sub x y = x - y

tau = 2 * pi

circumference r = tau * r
```

- Funktionen sind vom Typ $x \rightarrow y$
- Welchen Typ hat denn dann add?

Funktionstypen, mehrere Argumente

```
module Maths where

add x y = x + y
sub x y = x - y

tau = 2 * pi

circumference r = tau * r
```

- Funktionen sind vom Typ $x \rightarrow y$
- Welchen Typ hat denn dann `add`?
 $\rightsquigarrow \text{Num } a \Rightarrow a \rightarrow a \rightarrow a$
- \rightarrow ist rechtsassoz.
 $\rightsquigarrow a \rightarrow a \rightarrow a \equiv a \rightarrow (a \rightarrow a)$

- Haskell-Funktionen sind „ge-Curry-d“
- D.h.: Jede Funktion hat exakt ein Argument
- Funktionen mit mehreren Argumenten geben solange Funktionen zurück, bis sie ausreichend „versorgt“ sind

```
add3 x y z = x + y + z
<=> add3 = \x -> \y -> \z -> x + y + z

add3 15          = \y -> \z -> 15 + y + z
add3 15 10       =      \z -> 15 + 10 + z
add3 15 10 17    =              15 + 10 + 17
```

Fallunterscheidung: if-then-else

```
module MaxIf where
```

```
max' x y = if x > y then x else y
```

- Einfachste Form der Fallunterscheidung
- `if <Bedingung> then <WertA> else <WertB>`

Fallunterscheidung: if-then-else

```
module MaxIf where
```

```
max' x y = if x > y then x else y
```

- Einfachste Form der Fallunterscheidung
- `if <Bedingung> then <WertA> else <WertB>`
- Das ist nichts anderes als der ternäre Operator in C-ähnlichen Sprachen:
 - `<Bedingung> ? <WertA> : <WertB>`

Fallunterscheidung: Guard-Notation

```
module MaxGuard where
```

```
max' x y
```

```
  | x > y      = x
```

```
  | otherwise = y
```

- „Guard“-Notation
- Wird einfach von oben nach unten abgearbeitet
- Oft kürzer als `if a then x else if b then y else z`

Fallunterscheidung: Guard-Notation

```
module MaxGuard where
```

```
max' x y
```

```
  | x > y      = x
```

```
  | otherwise = y
```

- „Guard“-Notation
- Wird einfach von oben nach unten abgearbeitet
- Oft kürzer als `if a then x else if b then y else z`
- `otherwise == True`

Fallunterscheidung: Pattern Matching

```
module Bool where

xor False False = False
xor True  True  = False
xor _     _     = True
```

- Statt Variablen einfach Werte in den Funktionskopf setzen
- Mehrere Funktionsdefinitionen möglich
- Funktioniert nicht immer (bspw. bei `max`)
- Hier nützlich: `_` „ignoriert“ Argument

Cheatsheet: Listen

- `[]`, `(:)`
- `(++) :: [a] -> [a] -> [a]`
- `head :: [a] -> a`
- `tail :: [a] -> [a]`
- `null :: [a] -> Bool`
- `length :: [a] -> Int`
- `isIn :: [a] -> a -> Bool`
- `elem :: a -> [a] -> Bool`
- `minimum, maximum :: Ord a => [a] -> a`
- `reverse :: [a] -> [a]`
- `take, drop :: Int -> [a] -> [a]`
- Endrekursion, Akkumulatortechnik

Cheatsheet: Basics

- `(==) :: Eq a => a -> a -> Bool`
- `(<), (<=), (>), (>=) :: Ord a => a -> a -> Bool`
- `min, max :: Ord a => a -> a -> a`
- `type String = [Char]`
- Syntax:
 - `if ... then ... else`
 - `case ... of ...`
 - Guard-Notation, Pattern-Matching
 - Lambda-Notation
 - where vs. let
- Anonyme Funktionen

Cheatsheet: Funktionen höherer Ordnung

- Currying, Unterversorgung
- λ -Abstraktion, gebundene/freie Variablen
- $(.)$, $\text{comp} :: (b \rightarrow c) \rightarrow (a \rightarrow b) \rightarrow a \rightarrow c$
- $\text{iter} :: (t \rightarrow t) \rightarrow \text{Integer} \rightarrow (t \rightarrow t)$
- $\text{foldr} :: (a \rightarrow b \rightarrow b) \rightarrow b \rightarrow [a] \rightarrow b$
- $\text{foldl} :: (b \rightarrow a \rightarrow b) \rightarrow b \rightarrow [a] \rightarrow b$
- sum , $\text{product} :: [\text{Int}] \rightarrow \text{Int}$ (per Fold implementiert)

Schreibt ein Modul Tut01 mit:

- `fac n` — Berechnet Fakultät von `n`
- `fib n` — Berechnet `n`-te Fibonacci-Zahl
- `fibs n` — Liste der ersten `n` Fibonacci-Zahlen
- `fibsTo n` — Liste der Fibonacci-Zahlen bis `n`
- `productL 1` — Berechnet das Produkt aller Einträge von `1`
- `odds 1` — Ungerade Zahlen in `1`
- `evens 1` — Gerade Zahlen in `1`
- `squares 1` — Liste der Quadrate aller Einträge von `1`

Digits

Schreibt ein Module Digits mit:

- `digits :: Int -> [Int]` — Liste der Stellen einer positiven Zahl.

Bspw.:

```
digits 42 == [4, 2]
digits 101 == [1, 0, 1]
digits 1024 == [1, 0, 2, 4]
digits 0 == [0]
digits (-5) == error "need positive number"
```