

Tutorium 03: Typen in Haskell

Paul Brinkmeier

04. November 2019

Tutorium Programmierparadigmen am KIT

- ÜB1 korrigiert
- ÜB2 Praktomatabgaben korrigiert
- ÜB2 handschriftliche Abgaben: morgen 11:30 Raum 236
- ÜB3: Bis Donnerstag Mittag

Heutiges Programm

- Übungsblatt 2
- Algebraische Datentypen
- Implementierung eines einfach verketteten Liste
- Typklassen
- Implementierung einer Queue

Übungsblatt 2

1 — Gültigkeitsbereiche

```
f y = \z -> x + 7 * z - y
x = 1
g x = x + (
  let
    y = x * 2; x = 5 * 5
  in (let x = f x 2 in x + y))
h = let z = 2 in g x + (\z -> -z) z where z = 3
```

- Zeile 3: Welches x wird in f x 2 verwendet?
- Zeile 3: Welches x wird in y verwendet?
- Zeile 4: Bindet let oder where stärker?

1 — Gültigkeitsbereiche, Z.3

```
module LetXInFx where
```

```
x = 42
```

```
f = (*2)
```

```
y = let x = f x in x
```

1 — Gültigkeitsbereiche, Z.3

```
module LetXInFx where
```

```
x = 42
```

```
f = (*2)
```

```
y = let x = f x in x
```

- y hängt in GHCi
- \rightsquigarrow unendliche Schleife
- \rightsquigarrow das im let definierte x wird verwendet

1 — Gültigkeitsbereiche, Z.3

```
module LetX where
```

```
x = 42
```

```
y = let z = 2 * x; x = 100 in z
```

1 — Gültigkeitsbereiche, Z.3

```
module LetX where
```

```
x = 42
```

```
y = let z = 2 * x; x = 100 in z
```

- $y = 200$ in GHCi
- \rightsquigarrow das im `let` definierte `x` wird verwendet

1 — Gültigkeitsbereiche, Z.4

```
module LetVsWhere where

stronger =
  let
    x = "let"
  in
  x
  where x = "where"
```

1 — Gültigkeitsbereiche, Z.4

```
module LetVsWhere where

stronger =
  let
    x = "let"
  in
  x
  where x = "where"
```

- stronger = "let" in GHCi
- \rightsquigarrow let ist stärker
- let ... in ...: normaler Ausdruck
- where: nur in Definition

2.1 — Tiefgründige Typen

```
module DeepTypes where
```

```
vA  = (\x -> x)      :: a -> a
vB  = (\g x -> g x)   :: (a -> b) -> a -> b
vC  = vB              :: (a -> b) -> (a -> b)
vD  = (\x _ -> x)     :: (a -> b -> a)
vE1 = (\x _ -> x)     :: (a -> a -> a)
vE2 = (\_ y -> y)     :: (a -> a -> a)
vF  = []              :: [a]
vG  = [1]             :: [Int]
vH  = []              :: [[a]]
vI  = [[]]            :: [[a]]
-- Alternativ:
-- vA x = x, vB g x = g x, etc.
```

2.2 — Tiefgründige Typen

Warum gibt keinen Wert, der `[a]` darstellt?

`a` ist eine Typvariable, kein spezifischer Typ. Bspw. sind `[1]` und `["test"]` beide gültige Werte mit dem Typ `[a]`. Es gibt aber keine Wert, der für alle möglichen Typen ein `a` darstellt (anders als bspw. `null` in Java).

2.3 — Tiefgründige Typen

```
module NestedList where

type Nested a = [[[[[[[[[a]]]]]]]]]]

a1 = [[[[[[[[[0]]]]]]]]] -- :: Nested a
a2 = [[[[[[[[ ]]]]]]]]   :: Nested a
a3 =  [[[[[[[[ ]]]]]]]]   :: Nested a
a4 =    [[[[[[[ ]]]]]]]    :: Nested a
a5 =          [ ]          :: Nested a
a6 =          []           :: Nested a
```

- Eine Liste von Listen von Listen... ist immer noch eine Liste
- \rightsquigarrow Kürzester Wert: leere Liste

3 — Listenkombinatoren

```
module Polynom where

type Polynom = [Double]

cmult :: Polynom -> Double -> Polynom
cmult poly c = map (* c) poly

eval :: Polynom -> Double -> Double
eval poly x = foldr evalFold 0 poly
  where evalFold aN acc = aN + x * acc

deriv :: Polynom -> Polynom
deriv [] = []
deriv poly = zipWith (*) [1..] $ tail poly
```


Algebraische Datentypen

```
module DataExamples where

data Bool = True | False

data Category = Jackets | Pants | Shoes
data Filter
  = InSale
  | IsCategory Category
  | PriceRange Float Float
```

- Keyword `data` definiert *neuen* Typ
- „enum auf Meth“
- Ersetzt oft Vererbung im Entwurfsprozess

```
module DataExamples2 where

data UserRole = Student | Mitarbeiter | Admin
data StudentId = UAccount String | MatNum Int

data List a = Null | Cons a (List a)
```

- Typen werden definiert als Menge von Werten
- Auch: Summentypen
 - Produkttypen: struct, Tupel, etc.
 - Menge der möglichen Werte: Summe der möglichen Werte der Konstruktoren

Übungsaufgabe: Liste implementieren

```
module List where
```

```
data List a = Null | Cons a (List a)
```

```
map' f Null = Null
```

```
map' f (Cons x xs) = Cons x (map f xs)
```

- `filter' :: (a -> Bool) -> List a -> List a`
- `all' :: (a -> Bool) -> List a -> Bool`
- `any' :: (a -> Bool) -> List a -> Bool`

Übungsaufgabe: Liste implementieren

```
module List where
```

```
data List a = Null | Cons a (List a)
```

```
map' f Null = Null
```

```
map' f (Cons x xs) = Cons x (map f xs)
```

- `filter' :: (a -> Bool) -> List a -> List a`
- `all' :: (a -> Bool) -> List a -> Bool`
- `any' :: (a -> Bool) -> List a -> Bool`
- `fromList :: [a] -> List a`
- `toList :: List a -> [a]`
- `head, tail, last, init`

Übungsaufgabe: Liste implementieren

```
module List where
```

```
data List a = Null | Cons a (List a)
```

```
map' f Null = Null
```

```
map' f (Cons x xs) = Cons x (map f xs)
```

- `filter' :: (a -> Bool) -> List a -> List a`
- `all' :: (a -> Bool) -> List a -> Bool`
- `any' :: (a -> Bool) -> List a -> Bool`
- `fromList :: [a] -> List a`
- `toList :: List a -> [a]`
- `head, tail, last, init`
- `foldl' :: (b -> a -> b) -> b -> List a -> b`
- `foldr' :: (a -> b -> b) -> b -> List a -> b`

Typklassen

```
module Classes where

max :: Ord a => a -> a -> a
max x y
  | x > y      = x
  | otherwise = y

findIndex :: Eq a => a -> [a] -> Int
findIndex element (x : xs)
  | x == element = 0
  | otherwise    = 1 + findIndex element xs
```

- Typklasse \rightsquigarrow Einschränkung für einen Typ
 - $\text{Ord } a \rightsquigarrow$ as müssen sortierbar sein
 - $\text{Eq } a \rightsquigarrow$ as müssen gleich oder ungleich sein

Definition von Typklassen

```
module MyEq where

data UserRole = Student | Mitarbeiter

class MyEq a where
  is :: a -> a -> Bool

  isnt :: a -> a -> Bool
  x 'isnt' y = not (x 'is' y)

instance MyEq UserRole where
  Student      'is' Student      = True
  Mitarbeiter  'is' Mitarbeiter = True
  _            'is' _            = False
```

Übungsaufgabe: Queue implementieren

```
module Queue where

import List

data Queue a = Queue (List a) (List a)

pushHead x (Queue front back) =
  Queue (Cons x front) back
pushLast x (Queue front back) =
  Queue front (Cons x back)
```

- `head :: Queue a -> a`
- `popHead :: Queue a -> Queue a`
- `last :: Queue a -> a`
- `popLast :: Queue a -> Queue a`

Übungsaufgabe: Typklasse Mappable

```
module Mappable where
```

```
class Mappable m where
```

```
  mmap :: (a -> b) -> m a -> m b
```

- Implementiert diese Typklasse für List und Queue
- $\text{Mappable } m \rightsquigarrow$ Ein m enthält Elemente, auf die eine Funktion angewendet werden kann.
- Bspw.:
 - `mmap (+1) Null = Null`
 - `mmap (*2) (Cons 1 (Cons 2 (Cons 3 Null))) =`
`(Cons 2 (Cons 4 (Cons 6 Null)))`