



Programmierung: Musterlösung zum 3. Übungsblatt

Prof. Gert Smolka und Thorsten Brunklaus

Aufgabe 3.1: Höherstufige Prozeduren (2+2+2+2)

- (a) `fun prod(f, n) = if n<1 then 1 else f n * prod(f,n-1)`
- (b) `val rec prod = fn (f,n) =>
 if n<1 then 1 else f n * prod(f,n-1)`
- (c) `fun prod f n = if n<1 then 1 else f n * prod f (n-1)`
- (d) `val rec prod = fn f => fn n =>
 if n<1 then 1 else f n * prod f (n-1)`

Aufgabe 3.2: Kartesische und kaskadierte Prozeduren (3+3)

```
fun kas f x y = f(x,y)
fun kar f (x,y) = f x y
```

Aufgabe 3.3: Monomorphe Typsynthese (14)

```
val a = (1, (), true)

val b = ((), (1,()), (1.0,()))

val c = fn x => if true then x else 1

val d = fn (n,b) => if b then n else 1

val e = fn n =>
  let
    val x = if true then n else 1
  in
    1.0
  end

val f = fn n =>
  let
    val x = if true then n else 1
  in
    fn r => if true then r else 1.0
  end

val g = fn f =>
  let
    val g = fn x => if true then x else 1
    val x = if true then f else g
  in
    true
  end
```

Aufgabe 3.4: Polymorphe Typsynthese (2+2+2+2)

- (a) $\text{fn } x \Rightarrow x$
- (b) $\text{fn } x \Rightarrow \text{if } x=x \text{ then } x \text{ else } x$
- (c) $\text{fn } x \Rightarrow \text{fn } y \Rightarrow (y, \text{if } x=x \text{ then } x \text{ else } x)$
- (d) $\text{fn } f \Rightarrow \text{fn } x \Rightarrow \text{fn } z \Rightarrow f \ x \ z$

Aufgabe 3.5: Bedeutungsgleiche Ausdrücke (3+2)

- (a) $\text{fn } x \Rightarrow \text{fn } y \Rightarrow y$
- (b) $\forall 'a \ \forall 'b \ ('a \rightarrow 'b \rightarrow 'b)$

Aufgabe 3.6: Lexikalische Bindungen (1+1+2)

- (a)
 $(\text{fn } \bar{x}_1 \Rightarrow (\text{fn } \bar{y}_1 \Rightarrow (\text{fn } \bar{x}_2 \Rightarrow y_1) \ x_1) \ y) \ x$
- (b) Es kommen y und x frei vor.
- (c) $(\text{fn } x \Rightarrow (\text{fn } y \Rightarrow (\text{fn } z \Rightarrow y) \ x) \ h) \ j$

Aufgabe 3.7: Lexikalische Bindungen (5)

```
let
  val  $\bar{f}_1 = \text{fn } \bar{x}_1 \Rightarrow \text{fn } \bar{x}_2 \Rightarrow f \ x_2 \ y$ 
  val  $\bar{x}_3 = 2 * x$ 
  val  $\bar{x}_5 = (x_3, y, f_1)$ 
  val rec  $\bar{g}_1 = \text{fn } \bar{n}_1 \Rightarrow \text{if } n_1 < 2 \text{ then } 1 \text{ else } n_1 * g_1(n_1-1)$ 
  fun  $\bar{f}_3 \ \bar{f}_4 = f_4 \ x_5$ 
in
  fn  $\bar{x}_6 \Rightarrow f_3 \ x_6$ 
end
```

Es kommen f, y und x frei vor.