



2. Übungsblatt zu Programmierung 1, WS 2008/09

Prof. Dr. Gert Smolka, Mark Kaminski, M.Sc.

www.ps.uni-sb.de/courses/prog-ws08/

Lesen Sie im Buch: Kapitel 2, 3.1 und 3.2

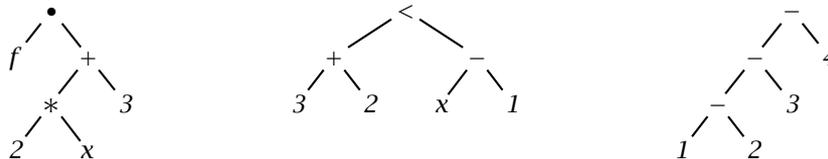
Aufgabe 2.1 Geben Sie die Baumdarstellungen der folgenden durch Zeichendarstellungen beschriebenen Phrasen an.

- a) `int * int -> bool`
- b) `if x<3 then 3 else p 3`
- c) `let val x = 2+y in x-y end`
- d) `fun p(x:int,n:int):int=if n>0then x*p(x,n-1)else 1`

Aufgabe 2.2 Geben Sie die Baumdarstellungen der folgenden durch Zeichendarstellungen beschriebenen Phrasen an.

- a) `x+3*f x-4`
- b) `1+2+3+4`
- c) `1+2*x-y*3+4`
- d) `int*(int*int)*int->int*int`

Aufgabe 2.3 Geben Sie für die folgenden Ausdrücke minimal geklammerte Zeichendarstellungen an:



Sie können die möglichen Zeichendarstellungen durch gezieltes Experimentieren mit einem Interpreter ermitteln.

Aufgabe 2.4 Welche Bindungen berechnet das folgende Programm?

```
fun f (x:bool) = if x then 1 else 0
val x = 5*7
fun g (z:int) = f(z<x)<x
val x = g 5
```

Aufgabe 2.6 Betrachten Sie das folgende Programm:

```

val x = 3+2
fun f (y:int) = x+y
fun g (y:int) : int = if y<x then 0 else y+g(y-1)

```

- Geben Sie die Umgebung an, die die Ausführung des Programms in der Umgebung [] liefert (§ 2.7.4).
- Geben Sie die Umgebung an, in der der Rumpf der Prozedur f bei der Ausführung des Aufrufs $f\ 7$ ausgeführt wird (§ 2.7.2).
- Geben Sie die Umgebung an, in der der Rumpf der Prozedur g bei der Ausführung des Aufrufs $g\ 13$ ausgeführt wird (§ 2.7.2).

Aufgabe 2.7 Geben Sie einen geschlossenen Ausdruck an, der eine Prozedur $int \rightarrow int$ beschreibt, die zu x das Ergebnis x^2 liefert. Geben Sie die Tripeldarstellung der durch Ihren Ausdruck beschriebenen Prozedur an. Hinweis: Verwenden Sie einen Let-Ausdruck.

Aufgabe 3.1 Deklarieren Sie eine Prozedur $mul : int \rightarrow int \rightarrow int \rightarrow int$, die das Produkt dreier Zahlen liefert. Deklarieren Sie mul auf 3 Arten: Mit einer kaskadierten Prozedurdeklaration, mit einer Prozedurdeklaration und zwei Abstraktionen, und mit einer Deklaration mit val und drei Abstraktionen.

Aufgabe 3.2 Deklarieren Sie zwei Prozeduren, die die Operation div (ganzzahlige Division) kartesisch und kaskadiert darstellen.

Aufgabe 3.3 Geben Sie die Baumdarstellung des Ausdrucks

```
mul x y + mul x (y + 2) * 5
```

an. Überprüfen Sie die Richtigkeit Ihrer Darstellung mit einem Interpreter.

Aufgabe 3.4 Geben Sie die Baumdarstellungen der folgenden Typen an:

- $int \rightarrow real \rightarrow int \rightarrow bool$
- $int \rightarrow int * bool * int \rightarrow int$

Aufgabe 3.5 Geben Sie zu den folgenden Abstraktionen semantisch äquivalente Ausdrücke an, die ohne die Verwendung von Abstraktionen gebildet sind.

- $fn\ (x : int) \Rightarrow x * x$
- $fn\ (x : int) \Rightarrow fn\ (y : int) \Rightarrow x + y$

Hilfe: Verwenden Sie Let-Ausdrücke und Prozedurdeklarationen.

Aufgabe 3.6 Geben Sie die Tripeldarstellung der Prozedur an, zu der der folgende Ausdruck ausgewertet:

```
(fn (x:int) => fn (b:bool) => if b then x else 7) (2+3)
```

Aufgabe 3.7 Geben Sie die Tripeldarstellung der Prozedur an, zu der der folgende Ausdruck ausgewertet:

```
let val a = 7
    fun f (x:int) = a + x
      fun g (x:int) (y:int) : int = g (f x) y
in
  g (f 5)
end
```

Aufgabe 3.8 Deklarieren Sie eine Prozedur $power : int \rightarrow int \rightarrow int$, die zu x und $n \geq 0$ die Potenz x^n liefert, wie folgt:

- a) Mit einer kaskadierten Deklaration.
- b) Mit einer Deklaration mit *val* und Abstraktionen.