

## Theorie der Programmierung (WS 2003/04)

### Übungsblatt 3

#### Aufgabe 1

Welche der folgenden Ausdrücke sind wohlgetypt (in der leeren Typumgebung)? Bestimmen Sie jeweils den Typ des Ausdrucks. Lösen Sie die Aufgaben zunächst intuitiv, indem Sie für jede  $\lambda$ -Abstraktion und jede Deklaration die zugehörigen gebundenen Vorkommen des Namens bestimmen. Überprüfen Sie anschließend mit Hilfe der Typregeln, ob Ihre Intuition stimmt.

- a. `let val x = 0  
in ( $\lambda x : \text{bool}.$ if  $x$  then 1 else  $\sim 1$ )( $x \geq 0$ )  
end`
- b. `let val x = 0  
val x = (x = x)  
in x  
end`
- c. `let val f =  $\lambda x : \text{int}.$ if  $x = 0$  then 1 else  $f(x - 1)$   
in f 3  
end`
- d. `let val f =  $\lambda x : \text{int}.$ 0  
val f =  $\lambda x : \text{int}.$ if  $x = 0$  then 1 else  $f(x - 1)$   
in f 3  
end`
- e. `let val x = 0  
val f =  $\lambda y : \text{bool}.$ x  
val x = true  
in f x  
end`
- f. `let val g =  $\lambda x : \text{int}.$ 0  
val f =  $\lambda x : \text{int}.$ g x  
val g =  $\lambda x : \text{int}.$ true  
in f 0  
end`

## Aufgabe 2

Denken Sie sich abgeleitete Typregeln für die folgenden Ausdrücke aus:

- a.  $e_1$  **orelse**  $e_2$
- b.  $e_1$  **andalso**  $e_2$
- c. **let val**  $(id_1, \dots, id_k) = e_1$  **in**  $e_2$  **end**

und weisen Sie nach, dass es sich tatsächlich um abgeleitete Typregeln handelt (in c. nur für  $k = 2$ ).

## Aufgabe 3

Wir wollen Uhrzeiten in der Form (Stunde, Minute, Sekunde) darstellen. Definieren Sie auf dieser Darstellung (am besten mit viel syntaktischem Zucker) die folgenden Funktionen:

- a. eine Funktion *legal\_time*, die überprüft, ob es sich bei einem Tripel (h, m, s) überhaupt um eine vernünftige Zeitangabe handelt
- b. eine Funktion *before*, die testet, ob eine Uhrzeit echt vor einer anderen liegt
- c. eine Funktion *next*, die eine Sekunde zu einer gegebenen Uhrzeit addiert
- d. eine Funktion *diff*, die die Differenz zwischen zwei Uhrzeiten bestimmt