# Typüberprüfung
## Übung 3, Aufgabe 1 d

(1) $\textbf{let}\ f = \lambda x{:}\textbf{int}.\ 0$
$\textbf{in let}\ f = \lambda x{:}\textbf{int}.\ \textbf{if}\ x = 0\ \textbf{then}\ 1\ \textbf{else}\ f\ (x - 1)$
$\textbf{in}\ f\ 3$
$::\ \textbf{int}$

per Defintion des syntaktischen Zuckers aus (2)

(2) $\textbf{let}\ f = \lambda x{:}\textbf{int}.\ 0$
$\textbf{in let}\ f = \lambda x{:}\textbf{int}.\ \textbf{if}\ =\ x\ 0\ \textbf{then}\ 1\ \textbf{else}\ f\ (-\ x\ 1)$
$\textbf{in}\ f\ 3$
$::\ \textbf{int}$

mit Regel (LET) aus (3) (5)

(3) $\lambda x{:}\textbf{int}.\ 0 :: \textbf{int} \to \textbf{int}$

mit Regel (ABSTR) aus (4)

(4) $[x{:}\textbf{int}] \triangleright 0 :: \textbf{int}$

mit Regel (CONST) und (INT)

(5) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int}] \triangleright \textbf{let}\ f = \lambda x{:}\textbf{int}.\ \textbf{if}\ =\ x\ 0\ \textbf{then}\ 1\ \textbf{else}\ f\ (-\ x\ 1)$
$\textbf{in}\ f\ 3$
$::\ \textbf{int}$

mit Regel (LET) aus (6) (21)

(6) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int}] \triangleright \lambda x{:}\textbf{int}.\ \textbf{if}\ =\ x\ 0\ \textbf{then}\ 1\ \textbf{else}\ f\ (-\ x\ 1) :: \textbf{int} \to \textbf{int}$

mit Regel (ABSTR) aus (7)

(7) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright \textbf{if}\ =\ x\ 0\ \textbf{then}\ 1\ \textbf{else}\ f\ (-\ x\ 1) :: \textbf{int}$

mit Regel (COND) aus (8) (13) (14)

(8) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright =\ x\ 0 :: \textbf{bool}$

mit Regel (APP) aus (9) (12)

(9) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright =\ x :: \textbf{int} \to \textbf{bool}$

mit Regel (APP) aus (10) (11)

(10) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright = :: \textbf{int} \to \textbf{int} \to \textbf{bool}$

mit Regel (EQ)

(11) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright x :: \textbf{int}$

mit Regel (ID)

(12) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright 0 :: \textbf{int}$

mit Regel (CONST) und (INT)

(13) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright 1 :: \textbf{int}$

mit Regel (CONST) und (INT)

(14) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright f\ (-\ x\ 1) :: \textbf{int}$

mit Regel (APP) aus (15) (16)

(15) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright f :: \textbf{int} \to \textbf{int}$

mit Regel (ID)

(16) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright -\ x\ 1 :: \textbf{int}$

mit Regel (APP) aus (17) (20)

(17) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright -\ x :: \textbf{int} \to \textbf{int}$

mit Regel (APP) aus (18) (19)

(18) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright - :: \textbf{int} \to \textbf{int} \to \textbf{int}$

mit Regel (AOP)

(19) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright x :: \textbf{int}$

mit Regel (ID)

(20) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int},\ x{:}\textbf{int}] \triangleright 1 :: \textbf{int}$

mit Regel (CONST) und (INT)

(21) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int}] \triangleright f\ 3 :: \textbf{int}$

mit Regel (APP) aus (22) (23)

(22) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int}] \triangleright f :: \textbf{int} \to \textbf{int}$

mit Regel (ID)

(23) $[f{:}\textbf{int} \to \textbf{int}] \triangleright 3 :: \textbf{int}$

mit Regel (CONST) und (INT)