PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG
Fachbereich Mathematik und Informatik
Prof. Dr. R. Loogen

D-35032 Marburg
Hans Meerwein Straße
Lahnberge

11. April 2002

Übungen zu „Grundlagen der funktionalen Programmierung“

Nr. 1, Abgabe: 18. April in der Übung

Die Abgabe ist in Gruppen bis zu zwei Personen erlaubt.

---

1. Freie und gebundene Variablen **3 Punkte**

   Bestimmen Sie zu den folgenden λ-Ausdrücken die Mengen der freien und gebundenen Variablen:

   (a) $(\lambda x.x)\ (y\ z)$

   (b) $(\lambda x.x\ y)\ (\lambda z.z\ x)$

   (c) $\lambda x\ y.x\ (\lambda x.x)\ (\lambda y.x\ y)$

   Markieren Sie zu den gebundenen Variablenvorkommen in den Ausdrücken jeweils das zugehörige Bindungssymbol.

2. Substitution **5 Punkte**

   Geben Sie das Ergebnis der folgenden Substitutionen an:

   (a) $x[x := y]$

   (b) $(\lambda x.x\ y)[y := x]$

   (c) $(\lambda x.x\ y)[x := y]$

   (d) $((\lambda x.x\ y)\ (\lambda z.z\ x))[x := y]$

   (e) $((\lambda x.x\ y)\ (\lambda z.z\ x))[x := z\ y]$

   (f) $((\lambda p.p\ (p\ q))\ (\lambda r.p\ r))[q := p\ r]$

3. β-Reduktion **4 Punkte**

   Transformieren Sie die folgenden λ-Ausdrücke, soweit wie möglich, mit der Regel für die β-Reduktion:

   (a) $(\lambda x\ y.x)(\lambda x\ y.x)$

   (b) $(\lambda x\ y\ z.x\ z\ (y\ z))(\lambda x\ y.x)(\lambda x\ y.x)$