



### 3. Programmierübung zur Vorlesung OPTIMIERUNG B

Abgabe spätestens in der Vorlesung am 30.01.12

**Hinweise:** Die (ganzzahligen) Linearen Programme sollen mit der “ZIB Optimization Suite” gelöst werden<sup>1</sup>.  
Dabei ist ZIMPL die zugehörige Modellierungssprache und SCIP der Solver.  
Bitte schickt alle implementierten Algorithmen an [lemkens@math2.rwth-aachen.de](mailto:lemkens@math2.rwth-aachen.de)

#### Aufgabe 1:

**4 Punkte**

Modelliere das Knapsackproblem als ganzzahliges Lineares Programm mit ZIMPL. Löse anschließend die Instanzen “Knapsack\*.txt” aus dem L2P-Raum mittels SCIP.

#### Aufgabe 2:

**3+1+2+3 Punkte**

Betrachte nochmals das Problem von Blatt 8, Aufgabe 4.

- a) Löse das Problem für die in der Datei FahrplanAmsterdam-Rotterdam-Roosendaal-Vlissingen gegebene Instanz.

Betrachte nun die folgende Variante:

Die Waggonen dürfen nur in dreier oder vierer Päckchen fahren, d.h. ein Zug hat z.B.  $1 \cdot 3 + 2 \cdot 4$  Waggonen, Waggonen können dabei auch nur so in dreier und vierer Päckchen abgespalten werden, dass der Rest wieder aus dreier und vierer Päckchen besteht (Beispiel: an einen Zug werden  $10 = 4 + 3 + 3$  Waggonen angehängt, es ist nicht zulässig  $8 = 4 + 4$  Waggonen abzutrennen, da dann nur noch 2 Stück übrig bleiben).

- b) Wie sieht das Optimierungsproblem nun aus? (Dies darf auch als Graphenproblem dargestellt werden.)  
c) Stelle ein lineares Programm der Form

$$\{\min c^t x : Ax \leq b, x \geq 0\}$$

zur Lösung auf. Ist  $A$  total unimodular?

- d) Löse das Problem mit ZIMPL/SCIP für die obige Instanz.

#### Aufgabe 3:

**2+3+1+1 Punkte**

Das mathematische Problem Sudoku wird üblicherweise für eine  $9 \times 9$  Matrix definiert. Natürlich kann das Sudokuproblem auf jede  $n^2 \times n^2$  Matrix  $A$ , die in  $n^2$  Untermatrizen der Dimension  $n \times n$  ( $n \in \mathbb{N}$ ) unterteilt wird, verallgemeinert werden. Die zulässigen Zahlen werden dabei aus der Menge  $\{1, \dots, n^2\}$  gewählt.

- a) Formuliere das Sudoku Problem als ganzzahliges lineares Programm.  
b) Modelliere das Sudoku Problem mit ZIMPL. Im L2P-Raum befinden sich drei Dateien mit dem Namen “Sudoku\*.data”, die vorgegebene Werte für ein  $9 \times 9$ ,  $16 \times 16$  bzw.  $25 \times 25$  Sudoku enthalten. Löse die zugehörigen Probleme mit SCIP und begründe (im Falle der Unzulässigkeit) deine Ergebnisse.  
c) Das  $16 \times 16$  Sudoku besitzt keine eindeutige Lösung. Finde 3 verschiedene Lösungen für das Sudoku.  
d) Finde eine Lösung für das  $36 \times 36$  Sudoku in der Datei “BonusSudoku.data”.

**Viel Erfolg!**

---

<sup>1</sup><http://zibopt.zib.de>