

## Operations Research 1 4. Übungsblatt

**Diskussion:** Am 20.11. in der Übung.

**Abgabe (optional):** Am 20.11. **vor** der Übung

**Alle Antworten sind jeweils kurz zu begründen!**

### Aufgabe 12 (GAMS-Code lesen)

*(Trainingsaufgabe)*

Gegeben sei folgender GAMS-Code:

```
Sets
    i / ... /
    c / ... / ;
Alias (i,j) ;

Parameter p(c) ;

Table
    e(i,j) ... ;

Scalar Q ... ;

Variables
    x(c,i)
    y(c)
    z ;

Integer variable y ;

Binary variable x ;

Equations
    obj
    cons1(c,i,j)
    cons2(i) ;

obj .. z =e= sum(c, p(c)*y(c)) ;

cons1(c,i,j) .. e(i,j)*x(c,i) + e(i,j)*x(c,j) =l= y(c) ;

cons2(i) .. sum(c, x(c,i)) =e= Q;

Model something / all / ;
Solve something using mip minimizing z ;
```

Gehen Sie davon aus, dass es sich bei *i* und *c* um nicht weiter spezifizierte GAMS-Indexmengen handelt. Gehen Sie auch davon aus, dass die Tabelle *e* für jedes Paar von Elementen in *i*

jeweils einen Eintrag enthält, der Parameter  $p$  für jedes Element  $c$  bestimmt ist und  $Q$  ein Skalar ist.

Geben Sie das dem GAMS-Modell zugrunde liegende ganzzahlige lineare Programm an.

Falls Sie im GAMS-Code auf GAMS-Befehle stoßen, die Sie nicht kennen, werfen Sie bitte einen Blick in das Tutorial oder die GAMS-Dokumentation.

### Aufgabe 13 (Modellierung)

(Trainingsaufgabe)

Dem Zirkus „Ormani“ wurden auf dem Bendplatz vier Transportwagen gestohlen. Ein Teil der Tiere muss vom Westbahnhof aus mit dem Zug nach Köln gebracht werden.

Dafür können bis zu drei Waggons gemietet werden, deren Achsen jeweils optional verstärkt werden können. Die folgende Tabelle enthält die jeweiligen Kosten und maximalen Traglasten der Waggons:

Waggon	Achsen	Traglast	Kosten
1	nicht verstärkt	1.900 kg	1200 €
1	verstärkt	2.700 kg	2000 €
2	nicht verstärkt	1.800 kg	1000 €
2	verstärkt	2.500 kg	1700 €
3	nicht verstärkt	290 kg	500 €
3	verstärkt	390 kg	800 €

Es müssen insgesamt 8 Tiere transportiert werden:

- das Elefantenpärchen Elise (1800 kg) und Eduard (2500 kg),
- das Löwenpärchen Lisa (140 kg) und Ludwig (190 kg),
- das Mausepärchen Margarethe (0,1 kg) und Markus (0,05 kg) und
- das Zebrapärchen Zac (140 kg) und Zlatan (150 kg).

Bis auf die Elefanten darf keines der Pärchen während der Zugfahrt getrennt werden.

Außerdem vertragen sich einige der Tierarten nicht untereinander. Es ist weder möglich, die Mäuse zusammen mit den Elefanten, noch die Mäuse zusammen mit den Löwen zu transportieren. Weiterhin ist es keine gute Idee, die Löwen zusammen mit den Zebras in einem Waggon unterzubringen.

Gesucht ist eine Entscheidung, welche Waggons gemietet und verstärkt werden, sowie eine Zuordnung der Tiere auf die gemieteten Waggons, sodass die Traglasten der Waggons und die oben beschriebenen Bedingungen eingehalten werden. Dabei sollen die Kosten so gering wie möglich sein.

Modellieren Sie dieses Problem als ganzzahliges Programm und erklären Sie kurz die Bedeutung Ihrer Variablen und Nebenbedingungen.

**Aufgabe 14 (Modellierung: Zuschnittproblem)***(Trainingsaufgabe)*

Im Zirkus „Ormani“ gab es dieses Jahr Nachwuchs bei den Elefanten, Löwen und Zebras. Die Zirkusleitung entschließt sich, die Jungtiere im vormittäglichen Streichelzoo in getrennten neuen Zelten zu präsentieren.

Für diese Zelte werden Stoffteile aus zwei verschiedenen Stoffarten mit der gleichen Breite und unterschiedlichen Längen eingekauft. Stoffart  $A$  ist wetterfest und Stoffart  $B$  ist nicht wetterfest. Die Zirkusleitung kauft den Stoff direkt beim Hersteller in Teilen der Längen  $L_A$  und  $L_B$  zum Preis von  $c_A$  bzw.  $c_B$  Euro, von jeder Stoffart kann sie dabei bis zu  $m$  Teile einkaufen.

Zum Bau der Zelte verwendet die Zirkusleitung wiederum Stoffteile  $i$  der gleichen Breite und kleinerer Längen  $\ell_1, \dots, \ell_n$ , die sie durch Zuschneiden ihrer eingekauften Stoffteile erhält. Von jeder Länge  $\ell_i$  werden  $d_i^F$  wetterfeste Stoffteile sowie  $d_i^E$  Stoffteile benötigt, bei denen die Wetterfestigkeit keine Rolle spielt (d.h. sowohl wetterfeste als auch nicht wetterfeste Teile können verwendet werden).

Die Zirkusleitung möchte die benötigten Stoffteile so günstig wie möglich bekommen.

Stellen Sie ein ganzzahliges Programm auf, das dieses Problem modelliert. Erklären Sie kurz die Bedeutung der Variablen und Nebenbedingungen.

**Aufgabe 15 (GAMS: Bin Packing)***(Trainingsaufgabe)*

Betrachten Sie erneut das Bin Packing Problem mit Konflikten aus der Übung:

Im Lernraum finden Sie die Dateien `binpacking.gms` und `binpacking-data1.gms`. Ergänzen Sie die Datei `binpacking.gms`, so dass das Bin Packing Problem mit Konflikten gelöst wird. Die genauen Parameter sind Ihnen in der Datei `binpacking-data1.gms` gegeben. Verwenden Sie diese als Input, wie schon in der Datei `binpacking.gms` vorvermerkt. Der optimale Zielfunktionswert lautet 8.

Laden Sie Ihre GAMS-Datei anschließend unter

[https://orb.or.rwth-aachen.de/ws15\\_or1/](https://orb.or.rwth-aachen.de/ws15_or1/)

hoch.

Achten Sie dabei darauf, dass die Daten vom Modell getrennt sind, d.h. die Daten werden weiterhin über den `$include`-Befehl eingelesen (und nicht in die Datei kopiert!) und das Problem wird so modelliert, dass die Daten ausgetauscht werden könnten.