

Aufgabe 1

a

$$\begin{aligned}
 \min \quad & e \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{j \in J} x_{ij} \leq b_i \quad \forall i \in I \\
 & \sum_{i \in I} x_{ij} \geq d_i \quad \forall j \in J \\
 & x_{ij} \leq e \quad \forall i \in I \forall j \in J
 \end{aligned}$$

1. $i \in I$ Zentralbanken
2. $j \in J$ Geschäftsbanken
3. $x_{ij} \in \mathbb{N}$ Geld von Zentralbank $i \in I$ an Geschäftsbank $j \in J$
4. $b_i \in \mathbb{N}$ maximale druckbares Geld in Zentralbank $i \in I$
5. $d_i \in \mathbb{N}$ minimale Menge an Geld, die Geschäftsbank $j \in J$ erhalten soll

b

$$\begin{aligned}
 \min \quad & \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} b_{ij} \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{j \in J} b_{ij} \cdot x_{ij} \leq b_i \quad \forall i \in I \\
 & \sum_{i \in I} b_{ij} \cdot x_{ij} \geq d_i \quad \forall j \in J
 \end{aligned}$$

Zusätzliche Variable zu Aufgabe a

1. $b_{ij} \in \{0, 1\}$ ist genau dann 1, wenn Zentralbank $i \in I$ an Geschäftsbank $j \in J$ liefert

Aufgabe 2

a

$$\begin{aligned}
 \min \quad & x_k + 12 \\
 \text{s.t.} \quad & x_{vi} + 4 \leq x_t \quad \forall i \in \{1, 2\} \\
 & x_{hi} + 8 \leq x_t \quad \forall i \in \{1, 2\} \\
 & x_t + 20 \leq x_k \\
 & x_{vi} + x_{hi} \geq 12 \quad \forall i \in \{1, 2\}
 \end{aligned}$$

Vorder-/Hinterpfoten -i Torso -i Kopf

1. $x_{vi} \in \mathbb{N}$ Startzeitpunkt der i -ten Vorderpfote
2. $x_{hi} \in \mathbb{N}$ Startzeitpunkt der i -ten Hinterpfote

3. $x_t \in \mathbb{N}$ Startzeitpunkt des Torsos
4. $x_k \in \mathbb{N}$ Startzeitpunkt des Kopfes

b

$$\begin{aligned}
\min \quad & 44 + d_1 + d_2 \\
s.t. \quad & \sum_{x \in A} b_{x1} \geq 1 \\
& \sum_{x \in A} b_{x2} \geq 1 \\
& \sum_{x \in A} b_{x3} \geq 1 \\
& \sum_{x \in A} b_{x4} = 1 \\
& \sum_{x \in A} b_{x5} \leq 1 \\
& \sum_{x \in A} b_{x6} \leq 1 \\
& \sum_{1 \leq i \leq 6} b_{xi} = 1 \quad \forall x \in A \\
& b_{xi} + b_{yi} \leq 1 \quad \forall x \in A', \forall y \in A'', \forall i \in \{1, \dots, 6\} \\
& \sum_{i=0}^{j-1} b_{xi} \geq b_{tj} \quad \forall x \in A' \cup A'', j \in \{1, \dots, 6\} \\
& \sum_{i=0}^{j-1} b_{ti} \geq b_{kj} \quad \forall j \in \{1, \dots, 6\} \\
& \sum_{i=i_1}^{i_2} 1 \leq d_1 \quad \forall b_{xi_1}, b_{x'i_2} \text{ mit } x, x' \in A' \\
& \sum_{i=i_1}^{i_2} 1 \leq d_2 \quad \forall b_{xi_1}, b_{x'i_2} \text{ mit } x, x' \in A''
\end{aligned}$$

Zusätzliche Variablen zu Aufgabe a

1. $b_{xi} \in \{0, 1\}$ genau dann 1, wenn $x \in A$, $A := \{\text{Vorderpfote}_1, \text{Vorderpfote}_2, \text{Hinterpfote}_1, \text{Hinterpfote}_2, \text{Torso}, \text{Kopf}\}$ als i -tes gebaut wird
2. $A' \subset A$, $A' = \{\text{Vorderpfote}_1, \text{Vorderpfote}_2\}$
3. $A'' \subset A$, $A'' = \{\text{Hinterpfote}_1, \text{Hinterpfote}_2\}$