

# Examination Scheduling

Alexander Eckl, Maximilian Fiedler, Mickael Grima, Roland  
Halbig

Technische Universität München

March 21, 2016

# Konstanten

$s_i$  := Anzahl der Studenten, die für Prüfung  $i$  angemeldet sind

$c_k$  := Anzahl der nutzbaren Sitzplätze in Raum  $k$

$Q$  := Kollisionsmatrix

$q_{i,j} := \begin{cases} 0, & \text{falls Prüfung } i \text{ und } j \text{ gleichzeitig stattfinden können} \\ 1, & \text{sonst} \end{cases}$

$T$  := Sperrmatrix

$t_{i,j} := \begin{cases} 1, & \text{falls Raum } k \text{ zum Zeitintervall } l \text{ geöffnet ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$

$h_l$  := Anzahl der Stunden von Periode  $l$  nach Beginn des Prüfungszeitraums

# Variablen

$$x_{i,k} := \begin{cases} 1, & \text{wenn Prüfung } i \text{ im Raum } k \text{ stattfindet} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$y_{i,l} := \begin{cases} 1, & \text{wenn Prüfung } i \text{ im Zeitintervall } l \text{ stattfindet} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Dimensionen:

*n : Anzahl der Prüfungen*

*r : Anzahl der Räume*

*p : Anzahl der Zeitintervalle*

# Zielfunktion

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r s_i x_{i,k} - \gamma \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} q_{i,j} \left| \sum_{l=1}^p h_l y_{i,l} - \sum_{m=1}^p h_m y_{j,m} \right|$$

Resolving the absolute value: Define  $\Delta_{i,j} := \sum_{l=1}^p h_l (y_{i,l} - y_{j,l})$ .

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r s_i x_{i,k} - \gamma \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} q_{i,j} z_{i,j} \\ \text{s.t.} \quad & z_{i,j} \leq \Delta_{i,j} + \delta_{i,j}(h_p - h_1) \\ & z_{i,j} \leq -\Delta_{i,j} + (1 - \delta_{i,j})(h_p - h_1) \\ & z_{i,j} \leq \Delta_{i,j} \\ & -z_{i,j} \leq \Delta_{i,j} \end{aligned}$$

[http://lp\\_solve.sourceforge.net/5.1/absolute.htm](http://lp_solve.sourceforge.net/5.1/absolute.htm)

# Constraints

- 1 Jede Prüfung wird auf genau einem Zeitintervall eingeplant

$$\sum_{l=1}^p y_{i,l} = 1 \quad \forall i \in [n]$$

- 2 Alle Studierenden bekommen einen Platz

$$\sum_{k=1}^r c_k x_{i,k} \geq s_i \quad \forall i \in [n]$$

- 3 Jedem Raum wird je Zeit maximal eine Prüfung zugeteilt

$$\sum_{i=1}^n x_{i,k} y_{i,l} \leq t_{k,l} \quad \forall k \in [r], \forall l \in [p]$$

- 4 Konfliktvermeidung

$$\sum_{i=1, j>i}^n q_{i,j} x_{i,k} x_{j,k} = 0 \quad \forall k \in [r]$$

# Linear Constraints

- 1 Jede Prüfung wird auf genau einem Zeitintervall eingeplant

$$\sum_{l=1}^p y_{i,l} = 1 \quad \forall i \in [n]$$

- 2 Alle Studierenden bekommen einen Platz

$$\sum_{k=1}^r c_k x_{i,k} \geq s_i \quad \forall i \in [n]$$

- 3 Jedem Raum wird je Zeit maximal eine Prüfung zugeteilt

$$x_{i,k} + y_{i,l} + x_{j,k} + y_{j,l} \leq 3, \quad \forall i, j \in [n], j > i \forall k \forall l$$

$$x_{i,k} + y_{i,l} \leq 1, \quad \forall i \in [n] \forall k, l \text{ such that } t_{k,l} = 0$$

- 4 Konfliktvermeidung

$$\sum_{j=1, j \neq i}^n q_{i,j} x_{j,k} \leq (1 - x_{i,k}) \|Q\|_2^2 \quad \forall k \in [r] \forall i \in [n]$$

# Complete Model

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r s_i x_{i,k} - \gamma \sum_{i=1, j>i}^n q_{i,j} z_{i,j}$$

$$s.t. \quad z_{i,j} \leq \Delta_{i,j} + \delta_{i,j}(h_p - h_1)$$

$$z_{i,j} \leq -\Delta_{i,j} + (1 - \delta_{i,j})(h_p - h_1)$$

$$z_{i,j} \leq \Delta_{i,j}$$

$$-z_{i,j} \leq \Delta_{i,j}$$

$$\sum_{l=1}^p y_{i,l} = 1 \quad \forall i \in [n]$$

$$\sum_{k=1}^r c_k x_{i,k} \geq s_i \quad \forall i \in [n]$$

$$x_{i,k} + y_{i,l} + x_{j,k} + y_{j,l} \leq 3, \quad \forall i, j \in [n], j > i \forall k \forall l$$

$$x_{i,k} + y_{i,l} \leq 1, \quad \forall i \in [n] \forall k, l \quad \text{such that } t_{k,l} = 0$$