

# Übung 08: Branch & Bound

## Grundlagen Operations Research

### Video zur Übung

#### Aufgabe 1

Gegeben sei folgendes ganzzahlige Optimierungsproblem:

$$\begin{aligned} \text{maximiere } F &= X_1 + 2X_2 + 3X_3 \\ \text{u.d.N. } 2X_1 + X_2 &\leq 17 \\ 3X_2 + 3X_3 &\leq 13 \\ X_1, X_2, X_3 &\geq 0 \text{ und ganzzahlig} \end{aligned}$$

Im Rahmen eines Branch-&-Bound-Verfahrens wurden die zusätzlichen Restriktionen  $X_2 \geq 1$  und  $X_2 \leq 1$  eingeführt, also  $X_2 = 1$ .

1. Bestimmen Sie eine obere Schranke für das zugehörige Teilproblem.
2. Lösen Sie das ganzzahlige Teilproblem grafisch.
3. Überprüfen Sie Ihre Lösungen mit Julia.

#### Ihre Lösung in Julia

Modellieren Sie zunächst die **LP-Relaxation** des Teilproblems ( $X_2 = 1$  fixieren Sie mit `fix(modell[:X][2], 1; force = true)`) und nennen Sie das Modell `modell`:

```
using JuMP, HiGHS

modell = Model(HiGHS.Optimizer)
set_silent(modell)

# IHR CODE HIER

optimize!(modell)
```

#### 💡 Selbstkontrolle

```
# Führen Sie diese Zelle nach Ihrer Lösung aus:
@assert isapprox(objective_value(modell), 20.0; atol = 1e-4) "Noch nicht
korrekt, ist X2 auf 1 fixiert und das Problem noch nicht ganzzahlig?"
println("Obere Schranke korrekt: F = ", objective_value(modell))
```

## Das ganzzahlige Teilproblem

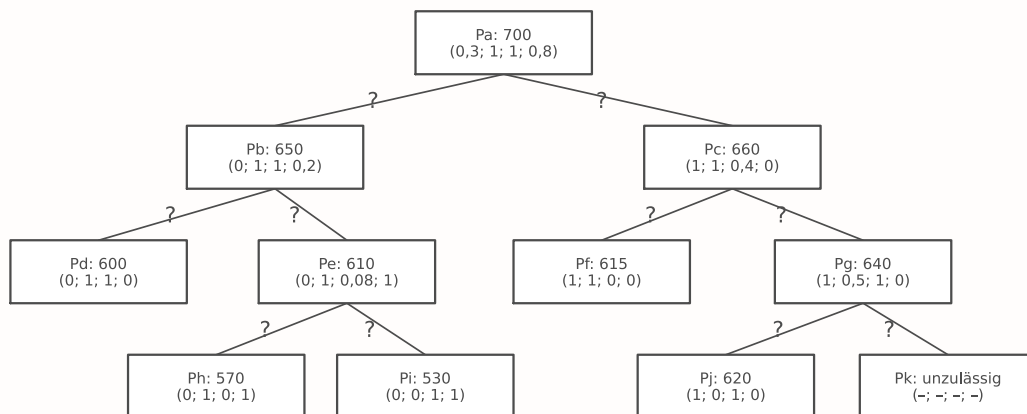
Deklarieren Sie die Variablen nun ganzzahlig (`Int`) und lösen Sie erneut, das Ergebnis muss zu Ihrer grafischen Lösung passen:

### 💡 Selbstkontrolle

```
@assert isapprox(objective_value(modell), 19.0; atol = 1e-4) "Noch nicht korrekt, sind alle Variablen ganzzahlig deklariert?"
println("Ganzzahliges Teilproblem korrekt: F = ", objective_value(modell))
```

## Aufgabe 2

Gegeben sei der folgende Branch-&-Bound-Baum. Jeder Kasten zeigt den Namen des Teilproblems, die Schranke  $\bar{F}_i$  und die Lösung  $(X_1, X_2, X_3, X_4)$ :



- Was für ein Variablentyp wird betrachtet?
- Handelt es sich um eine Maximierung oder eine Minimierung?
- Ersetzen Sie die Fragezeichen durch die zugehörigen Variablenfestlegungen.
- Welche Regel wurde bei der Variablenauswahl angewandt?
- Bestimmen Sie die Reihenfolge der Abarbeitung der Teilprobleme bei **reiner Tiefensuche**, bei **Tiefensuche mit MUB** und bei **Breitensuche** (vgl. Vorlesung 8).

## Bibliografie