

Übung 12: Algebraische Modellierung II

Grundlagen Operations Research

Video zur Übung

Aufgabe 1

Die dynamische Losgrößenplanung (aus Vorlesung 11) soll um die Berücksichtigung der nachfolgenden brauereispezifischen Restriktionen erweitert werden:

1. Berücksichtigung eines Mehrproduktportfolios
2. Berücksichtigung eines mehrstufigen Produktionsprozesses
3. Berücksichtigung von Produktions- und Lagerkapazitäten
4. Berücksichtigung von Kapazitätserweiterungen
5. Berücksichtigung von Vorlaufzeiten
6. Berücksichtigung von diskreten Losgrößen
7. Berücksichtigung von Mindestlosgrößen, Sicherheitsbeständen und Haltbarkeiten
8. Berücksichtigung von Tankressourcen

i Produktionsprozess einer Brauerei

Drei **Produktionsstufen** (Basisbiere, Sortenbiere, Fertigbiere), drei **Produktionsressourcen** (Brauhaus, Filtration, Abfüllung) und drei **Lagerressourcen** (Lagertanks, Puffertanks, Warenlager), vgl. das Brauerei-Fallbeispiel in Vorlesung 12.

Als Ausgangspunkt dient das Grundmodell der dynamischen Losgrößenplanung:

Mengen: T : Planungsperioden (Index $t = 1, \dots, |T|$). **Parameter:** d_t : Nachfrage in Periode t ; f : fixe Rüstkosten; h : Lagerhaltungskostensatz; u : hinreichend große Obergrenze der Losgröße (Big M, z. B. $u = \sum_t d_t$; Vorlesung 11 nennt sie b). **Variablen:** $X_t = 1$, wenn in Periode t gerüstet wird (0, sonst); I_t : Lagerbestand am Ende der Periode t (Anfangsbestand $I_0 = 0$); Q_t : Produktionsmenge in Periode t .

$$\begin{aligned} \text{minimiere } F &= \sum_t f \cdot X_t + h \cdot I_t \\ \text{u.d.N. } I_{t-1} + Q_t - I_t &= d_t \quad \forall t \\ Q_t &\leq u \cdot X_t \quad \forall t \\ Q_t, I_t &\geq 0 \quad \forall t \\ X_t &\in \{0, 1\} \quad \forall t \end{aligned}$$

Formulieren Sie für jede der acht Erweiterungen die notwendige Notation und die zusätzlichen bzw. angepassten Nebenbedingungen.

Ihre Lösung in Julia: Grundmodell

Implementieren Sie zunächst das Grundmodell mit den Daten aus Vorlesung 11 und nennen Sie Ihr Modell `modell`:

```
using JuMP, HiGHS

d = [140, 110, 190, 120, 200, 110, 250, 100, 220, 100, 180, 130]
f, h = 500, 1

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), 3670.0; atol = 1e-3) "Noch nicht
korrekt, Lagerbilanz:  $I[t-1] + Q[t] - I[t] = d[t]$  mit  $I_0 = 0$ ."
println("Grundmodell korrekt:  $F^* =$ ", objective_value(modell))
```

Ihre Lösung in Julia: Mehrprodukt und Kapazität

Erweitern Sie Ihr Modell nun um die Erweiterungen 1 und 3: **zwei Produkte** auf einer gemeinsamen Ressource mit **Produktionskapazität** 120 je Periode (Daten aus Vorlesung 12):

```
d = [40 50 60 40 50 60;
      20 30 20 30 20 30]
f, h, kap = 100, 1, 120

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

# IHR CODE HIER

optimize!(modell)
```

Selbstkontrolle

```
@assert isapprox(objective_value(modell), 850.0; atol = 1e-3) "Noch nicht  
korrekt, gilt die Kapazität je Periode über BEIDE Produkte?"  
println("Kapazitiertes Mehrproduktmodell korrekt: F* = ",  
objective_value(modell))
```

Bibliografie