POM-Basics - Einführung in Produktions- und Dienstleistungsmanagement

Themenblock 3

Übung - Produktionsprogrammplanung und aggregierte Planung

Fakultät VII Wirtschaft und Management
Production and Operations Management
Kristian Bänsch

Agenda

OMT Kapitel 4

- Produktionsprogrammplanung
  - 3.2 – LP Schränke

  Julia/JuMP
  - Öffnen und erste Schritte
  - Produktionsprogrammplanung in JuMP

- Aggregierte Planung
  - 3.3 – Privatbrauerei

3.2 – LP Schränke

Ein Möbelhersteller stellt zwei verschiedene Schränke her. Eine Variante „Normal“ und eine Variante „Grande“. Beide Varianten werden aus demselben Holz gefertigt, die Normalvariante benötigt dabei 6 m² Holz und die Variante Grande 20 m². Pro Tag stehen lediglich 2400 m² Holz zur Verfügung. Zum Verschrauben steht eine bestimmte Menge an Schrauben pro Tag zur Verfügung, wobei beide Varianten genau 20 Schrauben benötigen. Außerdem benötigt die Normalvariante 4 Scharniere und die Grande Variante 9 Scharniere. Pro Tag können dem Möbelhersteller 900 Scharniere zugeliefert werden. Aufgrund des günstigen Verkaufspreises bestehen keine Absatzgrenzen. Alle produzierten Schränke werden sicher auch verkauft. Die Deckungsbeiträge betragen 10 € für die Variante Normal und 15 € für die Variante Grande. Aktuell werden 50 Schränke vom Typ Grande und 100 Schränke vom Typ Normal hergestellt.

In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet
Quelle: OMT

3.2 – LP Schränke

Informationen aus Aufgabentext:

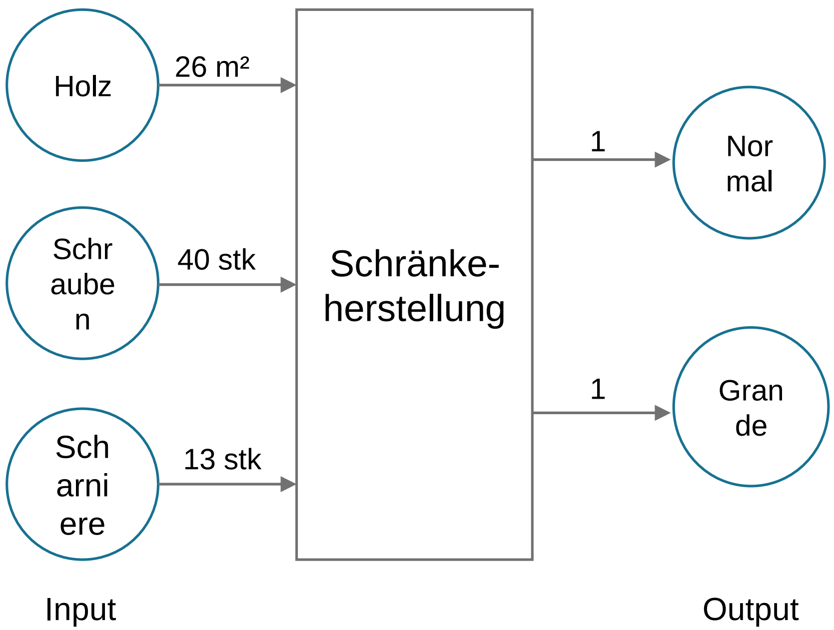
Outputs:
- Normal (N)
- Grande (G

Inputs:
- Holz (6 m² für N; 20 m² für G) max.: 2400
- Schrauben (je 20 Stk.) max.: ???
- Scharniere (4 für N; 9 für G) max.: 900

Deckungsbeiträge:
- Normal: 10 €
- Grande: 15 €

Aktuelles Produktionsprogramm
- Normal: 100 Stk.
- Grande: 50 Stk.

Black-Box-Modell:



In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet
Quelle: OMT

3.2 – LP Schränke

Informationen aus Aufgabentext:

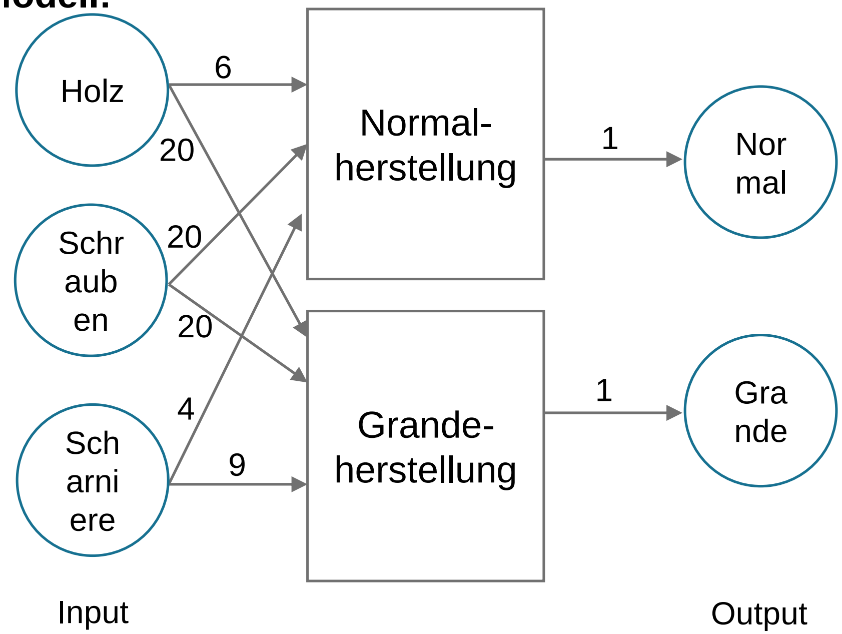
Outputs:
- Normal (N)
- Grande (G

Inputs:
- Holz (6 m² für N; 20 m² für G) max.: 2400
- Schrauben (je 20 Stk.) max.: ???
- Scharniere (4 für N; 9 für G) max.: 900

Deckungsbeiträge:
- Normal: 10 €
- Grande: 15 €

Aktuelles Produktionsprogramm
- Normal: 100 Stk.
- Grande: 50 Stk.

Grey-Box-Modell:



In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet
Quelle: OMT

3.2 – LP Schränke

Informationen aus Aufgabentext:

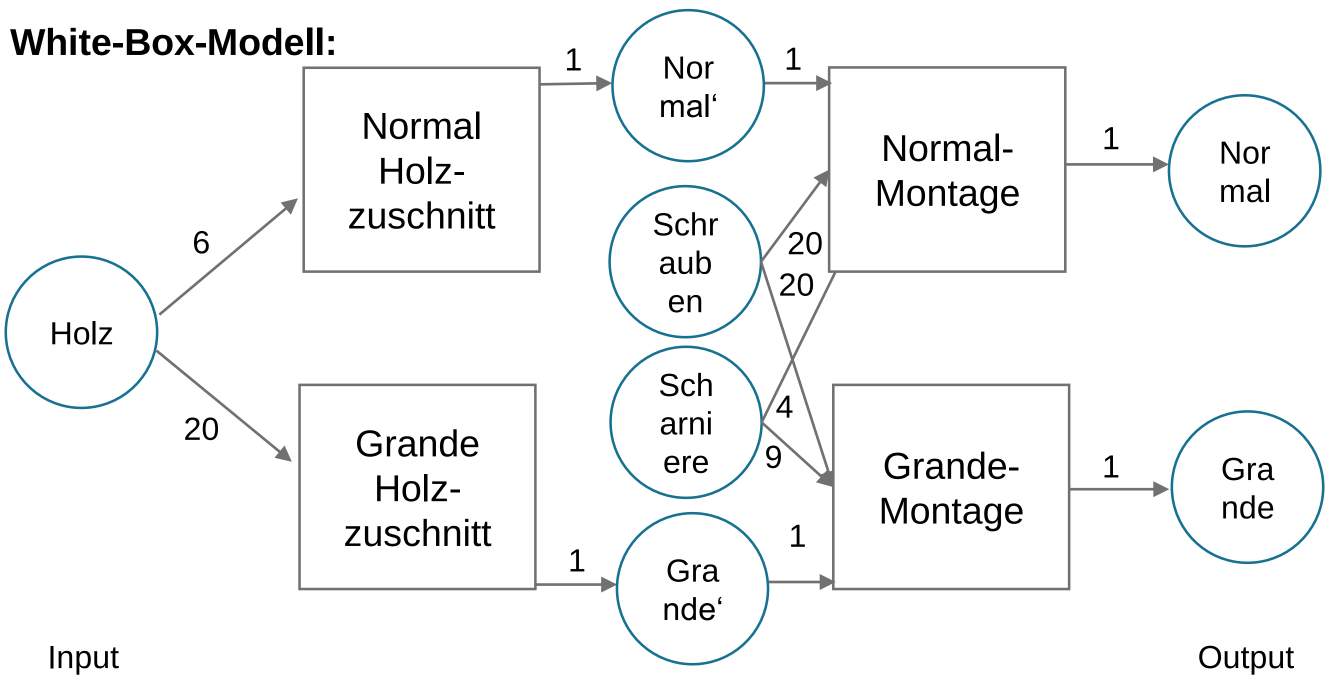
Outputs:
- Normal (N)
- Grande (G

Inputs:
- Holz (6 m² für N; 20 m² für G) max.: 2400
- Schrauben (je 20 Stk.) max.: ???
- Scharniere (4 für N; 9 für G) max.: 900

Deckungsbeiträge:
- Normal: 10 €
- Grande: 15 €

Aktuelles Produktionsprogramm
- Normal: 100 Stk.
- Grande: 50 Stk.

White-Box-Modell:



In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet
Quelle: OMT

3.2 – LP Schränke

Zielfunktion:

$$\max db = \sum_{i=1}^{I} (e_i - k_i^v) X_i$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen

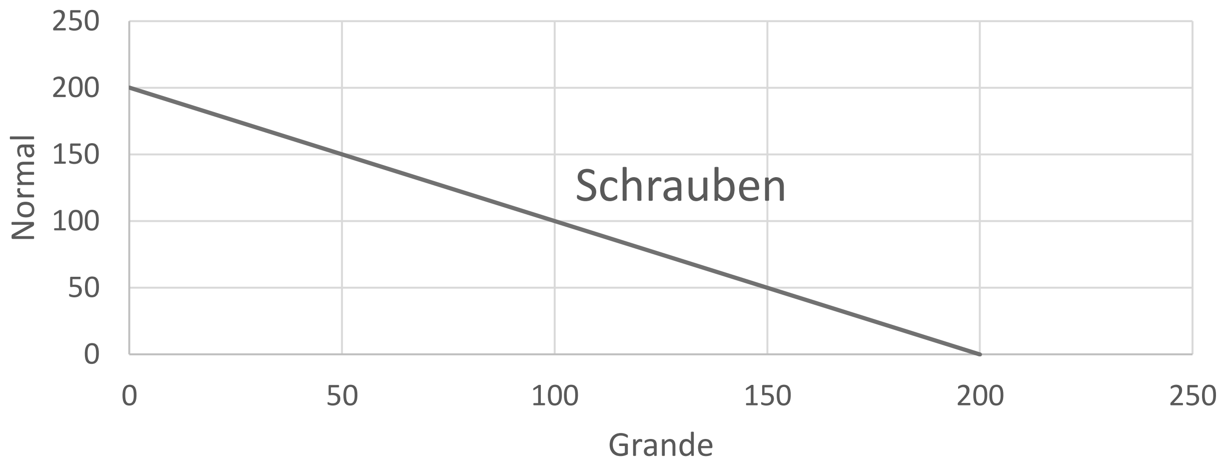
$\sum_{i=1}^{I} r_{ij} \; X_i \leq c_j$, j=1,...,J

Absatzobergrenzen

$X_i \leq d_i$, i=1,…,I

Definitionsbereich

$X_i \geq 0$, i=1,…,I



a. **Wie viele Schrauben stehen pro Tag zur Verfügung?**

Allgemein formuliert + komprimiert

Variablen:

X_i Menge Produkt i

Parameter:

e_i Erlös durch Produkt i

k_i^v Variable Kosten bei Herstellung von Produkt i

d_i Nachfragemenge von Produkt i

r_{ij} Verbrauch von Ressource j bei Herstellung einer Einheit von Produkt i

c_j Kapazität von Ressource j

i=1,…,I (Produkte)

j=1,..,J (Ressourcen)

Zielfunktion:

$$max\, db = \sum_{i=1}^{I} (e_i - k_i^v) X_i$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen

$\sum_{i=1}^{I} r_{ij}\ X_i \leq c_j$ für alle j=1,..,J

Absatzobergrenzen

$X_i \leq d_i$ für alle i=1,..I

Definitionsbereich der Variablen

$X_i \geq 0$ für alle i=1,..I

In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet

3.2 – LP Schränke

Zielfunktion:

$$\max db = \sum_{i=1}^{I} (e_i - k_i^v) X_i$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen

$\sum_{i=1}^{I} r_{ij} \ X_i \leq c_j$, j=1,...,J

Absatzobergrenzen

$X_i \leq d_i$, i=1,…,I

Definitionsbereich

$X_i \geq 0$, i=1,…,I

Informationen aus Aufgabentext:

Outputs:
- Normal (N)
- Grande (G

Inputs:
- Holz (6 m² für N; 20 m² für G) max.: 2400
- Schrauben (je 20 Stk.) max.: ???
- Scharniere (4 für N; 9 für G) max.: 900

Deckungsbeiträge:
- Normal: 10 €
- Grande: 15 €

Aktuelles Produktionsprogramm
- Normal: 100 Stk.
- Grande: 50 Stk.

b. Formulieren Sie das lineare Problem zur Produktionsprogrammplanung

Zielfunktion:

$$\max db = \sum_{i=1}^{I}(e_i - k_i^v)X_i$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen

$\sum_{i=1}^{I} r_{ij}\ X_i \leq c_j$, j=1,...,J

Absatzobergrenzen

$X_i \leq d_i$, i=1,…,I

Definitionsbereich

$X_i \geq 0$, i=1,…,I

Graphische Lösung

Vorgehensweise zur grafischen Lösung eines LPs zur Maximierung der Zielfunktion:

1) Zeichne Koordinatensystem, beschrifte Achsen mit Produktnamen!

2) Zeichne den “zulässigen Bereich”:
   - Betrachte jede Einschränkung (Nebenbedingung) einzeln:
     Markiere den Bereich, der die Bedingung erfüllt: Was wäre, wenn jeweils nur ein Produkt hergestellt werden würde? Bestimme die entsprechenden Maximal- oder Minimalwerte und verbinde diese beiden Punkte. Markiere dann die Seite der entstandenen Linie, auf der die Bedingung erfüllt ist
   - Markiere den Bereich, der alle Bedingungen erfüllt

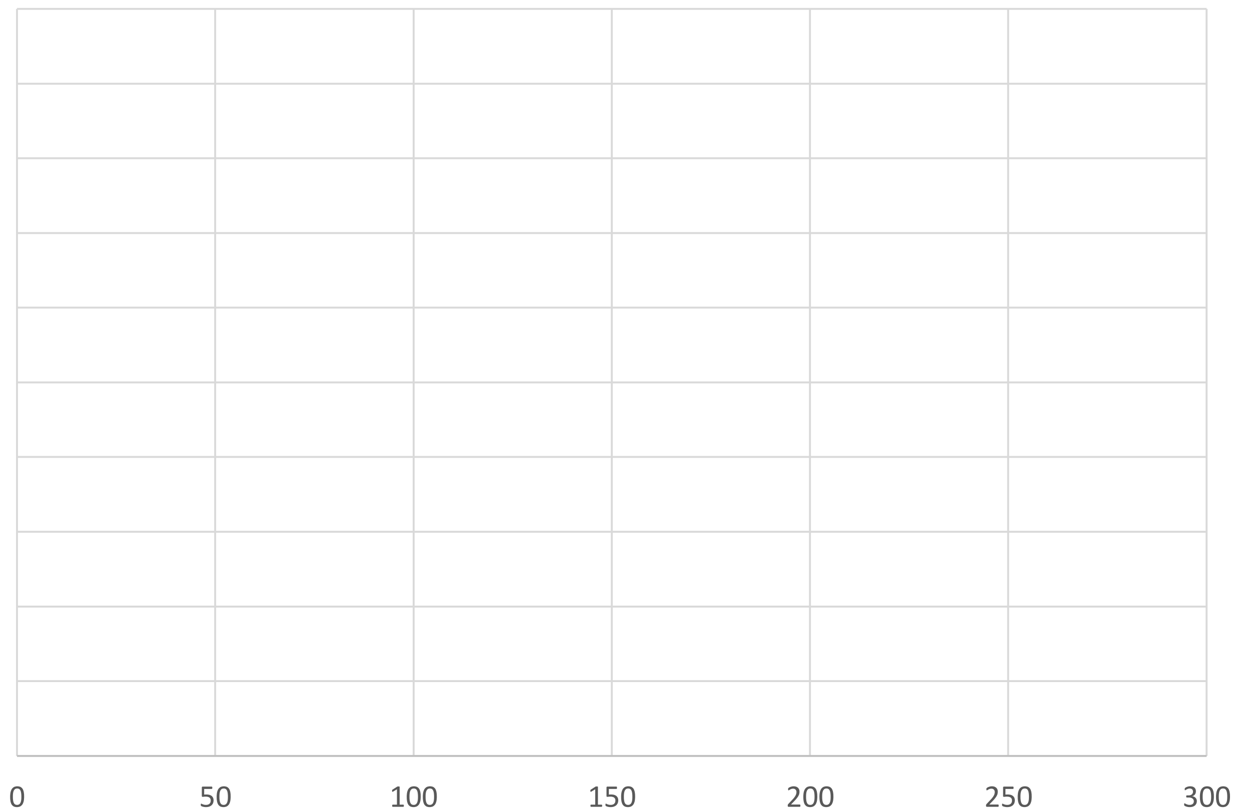
3) Zeichne die Zielfunktion:
   - Wähle einen beliebigen Punkt auf der x-Achse und berechne den Zielfunktionswert, wenn diese Menge des entsprechenden Produkts verkauft werden würde. Finde dann den Wert auf der y-Achse, der dem gleichen Zielfunktionswert entspricht. Verbinde die Punkte zu einer Geraden. Verschiebe die Gerade parallel, so dass sie den Punkt (oder die Punkte) mit höchstem Zielfunktionswert innerhalb des zulässigen Bereiches schneidet.

3.2 – LP Schränke

Graphische Lösung eines LPs:

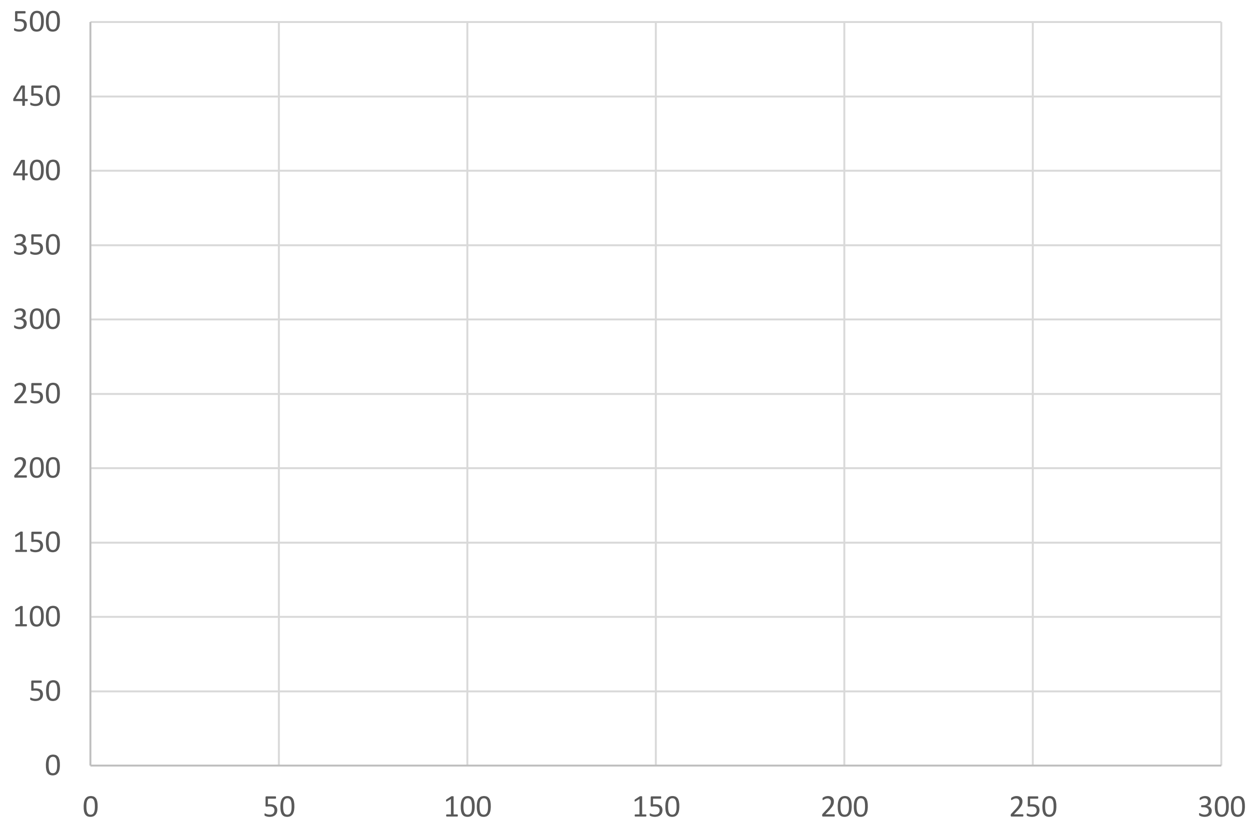
1) Zeichne ein Koordinatensystem und beschrifte die Achsen mit Produktnamen.
2) Zeichne den zulässigen Bereich.
   - Betrachte jede Nebenbedingung einzeln.
   - Markiere den Bereich, der alle Nebenbedingungen erfüllt.
3) Zeichne die Zielfunktion.

b) Ermitteln Sie graphisch das gewinnoptimierende Produktionsprogramm und geben Sie den maximalen Gewinnbeitrag an.



3.2 – LP Schränke

d. Markieren Sie im Diagramm alle zulässigen Produktionsprogramme, die den gleichen Gesamtdeckungsbeitrag erzielen wie das aktuelle Produktionsprogramm.



Zielfunktion:

$$\max db = \sum_{i=1}^{I} (e_i - k_i^v) X_i$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen

$\sum_{i=1}^{I} r_{ij} \; X_i \leq c_j$, j=1,...,J

Absatzobergrenzen

$X_i \leq d_i$, i=1,…,I

Definitionsbereich

$X_i \geq 0$, i=1,…,I

In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet

Produktions-
programmplanung

3.2 – LP Schränke

Zielfunktion:

$$\max db = \sum_{i=1}^{I} (e_i - k_i^v) X_i$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen

$\sum_{i=1}^{I} r_{ij} \ X_i \leq c_j$, j=1,...,J

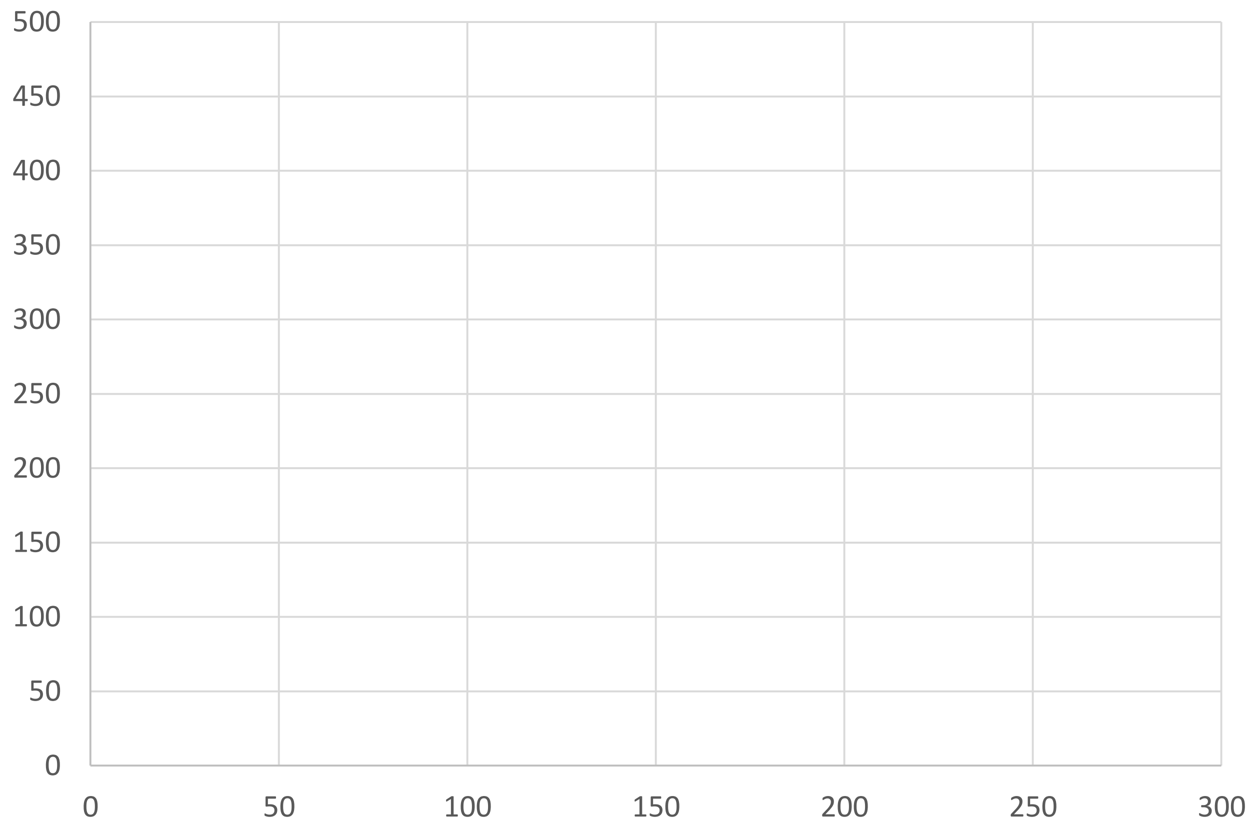
Absatzobergrenzen

$X_i \leq d_i$, i=1,…,I

Definitionsbereich

$X_i \geq 0$, i=1,…,I

e. Ist der Gesamtdeckungsbeitrag des optimalen Produktionsprogramms größer als der aktuell erzielte Gesamtdeckungsbeitrag, kleiner, oder gleich?



$$\textit{Gesamtdeckungsbeitrag im Optimum ist größer,}$$
$$\textit{da aktueller nicht auf dem Rand des zulässigen Bereichs liegt.}$$

 In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet

Produktionsprogrammplanung in JuMP

Zielfunktion

0) **Deckungsbeitragsmaximierung**: Der Gesamtdeckungsbeitrag db soll maximiert werden. Dieser b
Produktdeckungsbeiträge (Produkterlös abzüglich variabler Kosten), multipliziert mit den entsprechen

$$\max db = \sum_{i=1}^{I}(e_i - k_i^v) \cdot X_i$$

```
In [ ]: @objective(m, Max,  sum((e[i] - kv[i]) * X[i] for i=1:I));

        # Die Funktion @objective(m, erstellt eine Zielfunktion für das Modell m
        # mit sum( wird eine Summe abgebildet
        # der Bereich über den summiert wird steht hinter dem for
        # hier wird über alle i (also alle Produkte) von 1 bis I summiert
```

Nebenbedingungen

1) **Kapazitätsrestriktion**: Eventuell gibt es für die Ressoucen Kapazitätsbeschränkungen für die auf
Gesamtproduktionszeit aller Produkte i= 1,...,I auf den einzelnen Ressourcen j darf dann die jeweils v

$$\sum_{i=1}^{I}(r_{ij} \cdot X_i) \leq c_j \qquad \forall j \in J$$

```
In [ ]: @constraint(m, KapRes[j=1:J], sum(r[i,j] * X[i] for i=1:I) <= c[j] );
```

3.2 – LP Schränke

Aus Themenblock Leistungsanalyse:

$Gesetz\ von\ Little: \ L = \lambda * W$

$$Auslastung: \ \rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{E[T_s]}{E[T_a]}$$

$Kingman - Absch\ddot{a}tzung:$

$$E[W_q] = \frac{c_a^2 + {c_s}^2}{2} * \frac{p}{1-p} * E[T_s]$$

$$W = E[W_q] + E[T_s]$$

$$c = \frac{\sigma}{E}$$

f. **Für die Montage der Schränke werden genau alle 5 Minuten die Scharniere, Holz und Schrauben für einen Schrank geliefert. Die Montage eines Schranks selbst dauert im Durchschnitt 4 Minuten. Im Schnitt befinden sich 144 Schrauben in der Montage (am Gerät selbst sowie davor). Wie groß ist die Standardabweichung der Montagezeit?**

In OMT wird r_{ij} als a_{ij} bezeichnet

Agenda

- Produktionsprogrammplanung
  - 3.2 – LP Schränke

OMT Kapitel 4

Julia/JuMP
  - Öffnen und erste Schritte
  - Produktionsprogrammplanung in JuMP

- Aggregierte Planung
  - 3.3 – Privatbrauerei

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

Eine kleine Privatbrauerei produziert zwei verschiedene Biere, ein Helles und ein Dunkles. Wir betrachten einen mehrstufigen Produktionsprozess, der sich aus dem Herstellen und dem Abfüllen der hergestellten Biere zusammensetzt. Dazu stehen zwei Machinen mit unterschiedlichen Kapazitäten zur Verfügung. Da die Brauerei am Wochenende nicht produziert und die Produktion von Woche zu Woche gleichbleibend ist, betrachten wir repräsentativ eine Woche, also die Produktion von Montag bis Freitag einschließlich. Sonstige relevante Daten können dem untenstehenden Julia Code entnommen werden.

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

Fügen Sie die Mengen ein.

```
#Mengen
Produkte =    ["Hell", "Dunkel"];
Ressourcen = ["Herstellen","Abfuellen"];
Perioden =    ["Mo","Di","Mi","Do","Fr"];

#Längen
I = length(Produkte);
J = length(Ressourcen);
T = length(Perioden);
```

Fügen Sie die Parameter ein.

```
    #Herstellen, Abfüllen
r = [   12              4       #Hell
        15              4    ]  #Dunkel

#Ressourcenverbrauch von Ressource j durch Produkt i


      #Mo, Di, Mi, Do, Fr
d = [   70   65   75   80   110   #Hell
        55   35   40   65   80  ] #Dunkel

#Nachfrage von Produkt i in Periode t

        #Mo, Di, Mi, Do, Fr
dmin = [ 30   30   30   30   30    #Hell
         20   20   20   20   40  ] #Dunkel

#Absatzuntergrenze von Produkt i in Periode t
```

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

```
c =  [750, 250];    #Kapazität der Ressource j

e =  [3, 3.5];      #Erlös des Produktes

kf = [0, 0];        #Fremdbezugskostensatz der Produkte

kl = [0.5, 0.5];    #Lagerkostensatz der Produkte

kz = [0.25, 0.2];   #Überstundenkostensatz von Ressource j

kv = [1, 1.25];     #varaiable Herstellkosten der Produkte

zmax = [300, 300]; #Max. Zusatzkapazität von Ressource j

l_start =  [0, 0]; #Anfangslagerbestand der Produkte


         #Mo, Di, Mi, Do, Fr
fmax =  [  0    0    0    0    0   #Hell
           0    0    0    0    0]; #Dunkel

                  #Maximaler Fremdbezug von Produkt i in Periode t
```

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \ldots, I$ Produkte
$j = 1, \ldots, J$ Ressourcen
$t = 1, \ldots, T$ Zeiten

a. Fragen zum Julia Code:
   i. Welches Modell liegt vor?

   ii. Wird in dem vorliegenden Beispiel Bier dazugekauft?

   iii. Wie viele Produktionsstufen gibt es und wo sind diese Informationen abzulesen?

   iv. Wenn die Brauerei am Sonntag vor der Produktionsplanung noch einen Lagerbestand hätte, der in die folgende Woche übernommen werden soll, wäre dies wo einzutragen?

2.7 – Aggregierte Planung allgemein

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

Zielfunktion:

$$\max db = \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{I} (e_i A_{it} - k_i^v X_{it} - k_i^l L_{it} - k_i^f F_{it}) - \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{J} k_j^z Z_{jt}$$

Nebenbedingungen:

Kapazitätsrestriktionen:	$\sum_{i=1}^{I} r_{ij} \cdot X_{it} \leq c_j + Z_{jt}$	für alle j=1,..J , t=1,..T
Absatzobergrenzen:	$A_{it} \leq d_{it}^{max}$	für alle i=1,..I , t=1,..T
Absatzuntergrenzen:	$A_{it} \geq d_{it}^{min}$	für alle i=1,..I , t=1,..T
Max Zusatzkapazität :	$Z_{jt} \leq z_j^{max}$	für alle j=1,..J , t=1,..T
Max Fremdbezug:	$F_{it} \leq f_{i,t}^{max}$	für alle i=1,..I , t=1,..T
Lagerbilanz:	$L_{it} = L_{it-1} + X_{it} + F_{it} - A_{it}$	für alle i=1,..I , t=1,..T
Anfangslagerbestand :	$L_{i0} = l_i$	für alle i=1,..I

Definitionsbereich der Variablen:

$Z_{it}, A_{it}, F_{it} \geq 0$	für alle i=1,..I , t=1,..T
$Z_{jt} \geq 0$	für alle j=1,..J , t=1,..T
$L_{it} \geq 0$	für alle i=1,..I , t=0,..T

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:

X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:

e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \ldots, I$ Produkte
$j = 1, \ldots, J$ Ressourcen
$t = 1, \ldots, T$ Zeiten

```
println("Objective value db: ", JuMP.objective_value(m))
```

```
Objective value db: ZZ1
```

Lassen Sie sich die verschiedenen Mengen anzeigen.

```
JuMP.value.(A)
```

```
2×5 Array{Float64,2}:
 35.0  35.0  30.0  30.0  30.0
 22.0  22.0  20.0  20.0  40.0
```

```
JuMP.value.(X)
```

```
2×5 Array{Float64,2}:
 35.0  35.0  30.0  30.0  30.0
 22.0  22.0  XX1   26.0  28.0
```

```
JuMP.value.(L)
```

```
2-dimensional DenseAxisArray{Float64,2,...} with index sets:
    Dimension 1, 1:2
    Dimension 2, 0:5
And data, a 2×6 Array{Float64,2}:
 0.0  0.0  0.0  0.0   0.0  0.0
 0.0  0.0  0.0  6.0   LL1  0.0
```

```
JuMP.value.(F)
```

```
2×5 Array{Float64,2}:
 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
```

```
JuMP.value.(Z)
```

```
2×5 Array{Float64,2}:
 0.0  0.0  0.0  0.0  30.0
 0.0  0.0  0.0  0.0   0.0
```

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

b. Julia-Analyse:
   i. Wird die Nachfrage immer befriedigt?
   ii. Berechnen Sie die Produktionsmenge XX1 „Dunkel“ am Mittwoch
   iii. Berechnen Sie die Produktionskosten von Hell und Dunkel für die Woche

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
X_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

iv. Berechnen Sie den Lagerbestand LL1 von „Dunkel“ am Donnerstag.

v. Produziert die Brauerei „on demand“?

vi. Berechnen Sie die Lagerkosten.

vii. Berechnen Sie die Kosten für die Überstunden.

3.3 – Privatbrauerei

Variablen:
Y_{it} : produzierte Mengen
A_{it} : abgesetzte Mengen
L_{it} : gelagerte Mengen
Z_{jt} : Zusatzkapazitäten
F_{it} : Fremdbezugsmengen

Parameter:
e_i : Erlöse
k_i^v : variablen Kosten
k_i^l : Lagerkosten
k_j^z : Überstundenkosten
k_i^f : Fremdbezugskosten
d_{it}^{min}: Absatzuntergrenze
d_{it} : Nachfragemenge
r_{ij} : Ressourcenverbrauch
c_j : Kapazitäten
z_j^{max} : max. Zusatzkapazitäten
$f_{i,t}^{max}$: max. Fremdbezüge
l_i: Anfangsbestand von Produkt i

$i = 1, \dots, I$ Produkte
$j = 1, \dots, J$ Ressourcen
$t = 1, \dots, T$ Zeiten

viii. Berechnen Sie den Zielfunktionswert.

Fakultät VII Wirtschaft und Management
Fachgebiet Production and Operations Management
Kristian Bänsch
Sekr. FH 4-7, Fraunhoferstr. 33-36, 10587 Berlin

http://pom.tu-berlin.de