

Operations Management Zusammenfassung

Module 1 - Forecasting

Methods:

- **Causal** → wenn historische Daten vorhanden sind und man dadurch ableiten kann
 - ⇒ **Simple & Multiple Regression Analysis**
- **Time Series** → Es kann angenommen werden, dass die Vergangenheit relevant ist. (z.B. Aktienprognose)
 - ⇒ **Moving Average**
 - ⇒ **Weighted Moving Average**
 - ⇒ **Exponential Smoothing**
 - ⇒ **Trend Analysis**
 - ⇒ **Seasonality Analysis**
 - ⇒ **Decomposition**
- **Qualitative** → ohne bisherige Daten
 - ⇒ **Delphi Method**
 - ⇒ **Jury of Executive Opinion**
 - ⇒ **Sales Force Composite**
 - ⇒ **Consumer Market Study**

Qualität einer Schätzung

gemessene Werte : y_t
Forecast : \hat{y}_t } Werte pro Zeit

⇒ Einfacher Fehler

$$\sum_{t=1}^T \frac{y_t - \hat{y}_t}{T}$$

⇒ mittlere Absolute Abweichung (MAD)
↳ Mean Absolute Deviation

$$\sum_{t=1}^T \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{T}$$

⇒ mittlerer quadratischer Fehler (MSE)
↳ Mean Squared Error

$$\sum_{t=1}^T \frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{T}$$

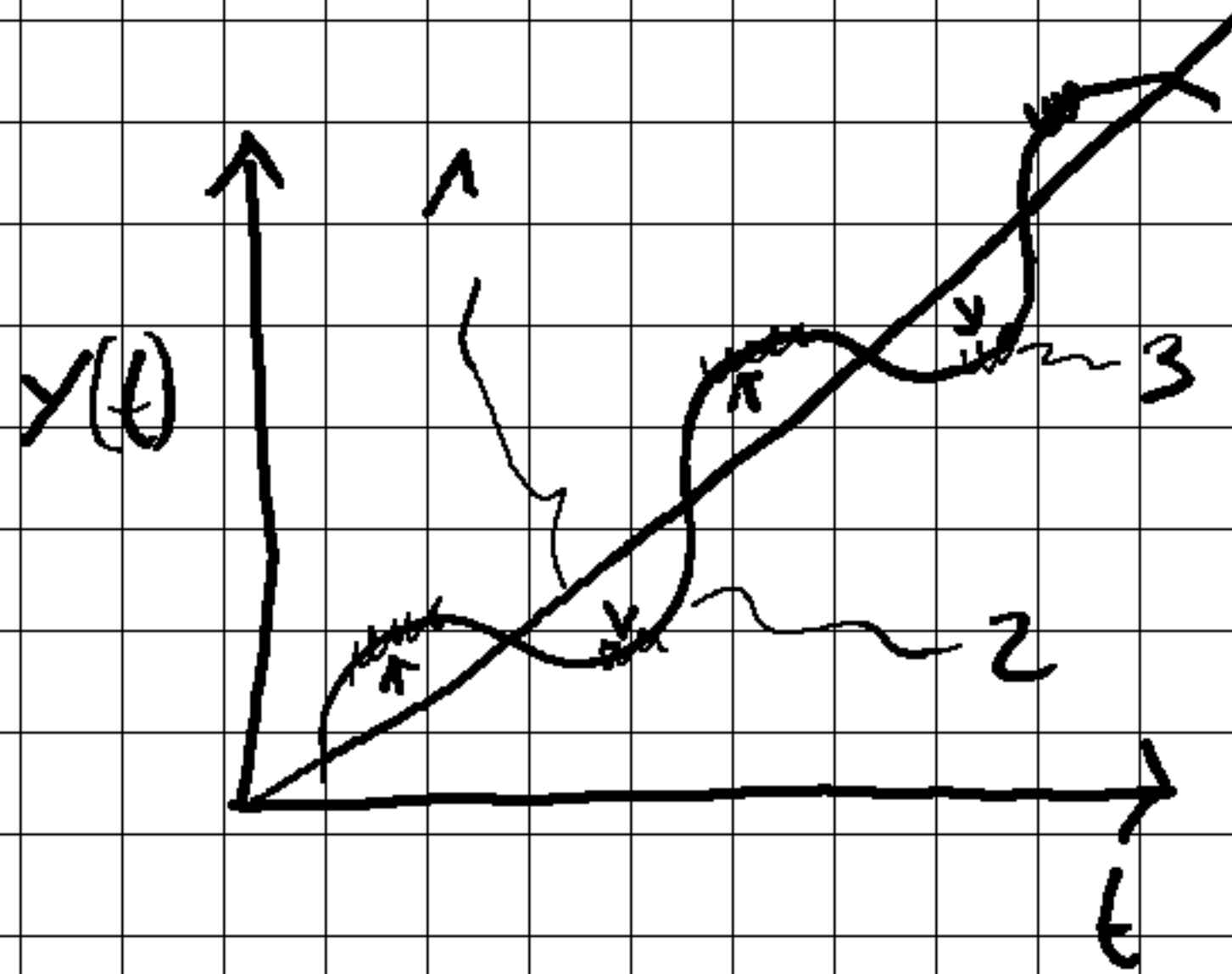
⇒ absoluter prozentualer Fehler (MAPE)
↳ Mean Absolute Percent Error

$$\sum_{t=1}^T \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \cdot \frac{1}{T}$$

Time Series

Komponenten

1. Trend
2. Saisonalität
3. Zufällige Variablen



Moving Average

MA3 → Moving Average über periode 3

↳ $k=3$ (Anzahl vergangener Werte)

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_{t-2} + y_{t-1} + y_t}{3}$$

⇒ wenn k , also die Rückspiegel-Periode, erhöht wird, nimmt bei einem steigenden Trend die Tendenz zur Überschätzung zu.

⇒ Die Prognose reagiert langsamer auf Ausschläge bei grösserem k .

Weighted Moving Average

↳ Manchmal ist es besser die jüngere Vergangenheit höher zu gewichten

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_{t-2} \cdot w_{t-2} + y_{t-1} \cdot w_{t-1} + y_t \cdot w_t}{w_{t-2} + w_{t-1} + w_t}$$

Exponential Smoothing

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha) \hat{y}_t$$

α → Glättungs Faktor

Linear Trend Analysis

$$\hat{y}(x) = b_0 + b_1 x$$

$b_0 \rightarrow$ Schnittpunkt mit
x-Achse

$$\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2 \rightarrow \min$$

$b_1 \rightarrow$ Steigung

$$\Rightarrow \sum_{t=1}^T (y_t - b_0 + b_1 x)^2 \rightarrow \min$$

Ziel:

- \rightarrow Feststellung eines linearen Trends
- \rightarrow Minimierung der Abstände zwischen den Datenpunkten und der linearen Linie (Summe der quadratischen Fehler)

Seasonality Analysis

- Berechnung des average Demand
⇒ Mittelwert aller Demands

- Berechnung des Ratio
⇒ $\frac{\text{Monats Demand}}{\text{Average Demand}}$

- Berechnung des Monatlichen Index

⇒ Mittelwert aller Ratios aus den selben Monaten

⇒ Saisonaler Index eines Quartals sagt aus, wie viel grösser/kleiner die Nachfrage ist, im Durchschnitt über den gesamten gemessenen Zeitraum

(ex: 1.8 = 80% mehr Nachfrage)

Decomposition of Time Series Data

$$\text{Forecast} = \text{Trend} \cdot \text{Seasonality} \cdot \text{Random Variables}$$

Centered Moving Average (CMA)

↳ Moving Average schaut nicht nur nach hinten, sondern auch nach vorne

k → Anzahl Werte, welche um den gewünschten Wert angeschaut werden

ex:

$$\begin{array}{c} k=3 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array}} \right\} \text{average}$$

$$\begin{array}{c} k=4 \\ 1 \cdot \frac{1}{2} \\ 2 \cdot 1 \\ 3 \cdot 1 \\ 4 \cdot 1 \\ 5 \cdot \frac{1}{2} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{c} 1 \cdot \frac{1}{2} \\ 2 \cdot 1 \\ 3 \cdot 1 \\ 4 \cdot 1 \\ 5 \cdot \frac{1}{2} \end{array}} \right\} \text{average}$$

From CMA to Unseasoned Value

Saisonal Ratio

$$\hookrightarrow \frac{\text{gemessene Nachfrage}}{\text{CMA}}$$

Saisonal Index

↳ Mittelwert aus allen gemessenen Ratio aus dem gleichen Zeitraum (z.B. 3. Quartal)

Unseasoned Value

$$\hookrightarrow \frac{\text{Demand}}{\text{Saisonal Index}}$$

From Unseasoned Value to Forecast

Trend-based Forecast

$$\hookrightarrow \underbrace{b_0 + b_1 \cdot t}_{\text{Trendlinie der Nachfrage Werte}} \quad (\text{Trendlinie} = b_1 x + b_0)$$

Seasonalized Forecast

$$\hookrightarrow \text{Trend-based Forecast} \cdot \text{Saisonal Index}$$

Module 2 - Inventory Management

Inventory Classification by Location

Lagerbestand in Prozessen meiner Firma

⇒ Work in Progress (WIP)

Lagerbestand von eingehenden Artikel

⇒ Rohwaren Lager

Lagerbestand von Material das an Kunden geht

⇒ Fertigprodukte Lager

⇒ Wert der Materialien nimmt gegen Endkunden zu
↳ Arbeit addiert sich dazu

Verteilung des Lagerwertes

⇒ 30% Rohmaterial

40% WIP

30% Fertigwaren

Classification by Function

- **Buffer & Safety** → ableiten von Nachfrage-Schwankungen
- **Cycles** → Ausgleich von Saisonalen Nachfrage-Schwankungen
- **Decoupling** → Effizienz durch getrennte Arbeitsprozesse
- **Quantity Game** → Mengenrabatte & andere Anreize
- **Pipeline / Movement** → Güterfluss aufrecht erhalten

ABC Analyse

↳ 80-20 Regel

⇒ 20% des Lagers machen 80% der Kosten aus

⇒ ABC Analyse dient zur Priorisierung der Analyseobjekte nach deren Bedeutung für das Unternehmen, wobei die wichtigsten Objekte nicht zwingend die höchste Qualität aufweisen

⇒ Einteilung in 3 Klassen A / B / C

höchste Bedeutung für Unternehmen

The Economics Order Quantity (EOQ) Model

↳ wie viel soll ich wann bestellen?

Annahmen:

- Bekannte & konstante Nachfragen
- Das Lager füllt sich nach Bestellung ∞ -schnell auf.
- 2 wesentliche Kostenblöcke
 - ↳ Bestellkosten \rightarrow inkl. Lohn- & Bearbeitungs-kosten für die Bestellung
 - ↳ Lagerhaltungskosten \rightarrow Kapital, Steuern, Versicherung, Lohn, Gebäude, Verfall, etc...

Berechnung optimaler Bestellmenge

$$\text{Cost}_0 + \text{Cost}_h \rightarrow \min!$$

$$\rightarrow \frac{D}{Q} \cdot C_0 + \frac{Q}{2} \cdot C_h \rightarrow \min!$$

$$\Rightarrow Q = \sqrt{\frac{2D C_0}{C_h}}$$

$Q \rightarrow$ Bestellmenge

$D \rightarrow$ Nachfrage

$C_0 \rightarrow$ Bestellkosten

$C_h \rightarrow$ Lagerkosten

Reorder Point

↳ wann muss Nachbestellt werden

↳ Lagerfüllgrad für Auslösung einer Bestellung

→ Wenn das Lager ∞ -Schnell aufgefüllt würde, wäre der reorder point wenn der Lagerbestand 0 ist.

Leadtime → Zeit von Bestellung bis Lagerauffüllung

$$\text{Reorder point} = \underbrace{\text{Nachfrage pro Geschäftstag}}_{\frac{\text{jährliche Nachfrage}}{\text{Arbeitstage}}} \cdot \text{Leadtime}$$

Economics Production Quantity (EPQ)

↳ wie verändert sich das EOQ Modell, wenn eine Lieferung das Lager nicht ∞ -schnell, sondern kontinuierlich auffüllt

Q^* → optimale Produktions Menge

⇒ $Cost_s + Cost_h \rightarrow \min$
Production Setup Cost

$$\frac{D}{Q} \cdot C_s + \frac{1}{2} Q \left(1 - \frac{d}{p}\right) \cdot C_h \rightarrow \min$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_s}{C_h \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

Q → Quantity

D → yearly Demand

C_h → holding Cost

C_s → setup Cost

d → daily Demand

p → production Rate

↳ max = maximaler Lagerbestand

Total Cost = total holding Cost + Total setup Cost

$$= \frac{Q \left(1 - \frac{d}{p}\right) \cdot C_h}{2} + \frac{Q}{D} \cdot C_s$$

Discounts

↳ Lohnt sich ein Discount (Mengenrabatt)?

Optimal Order Quantity = Q , where Total cost \rightarrow min

$$\begin{aligned}\text{Total Order Cost} &= C_o + C_h + \text{Product Cost} \\ &= N_o \cdot C_o + \frac{Q}{2} \cdot C_h + D \cdot P\end{aligned}$$

$N_o \rightarrow$ Nr of Orders

$D \rightarrow$ annual Demand

$C_h \rightarrow$ holding Cost

$P \rightarrow$ Unit Price

$C_o \rightarrow$ Order Cost

$\frac{Q}{2} \rightarrow$ Durchschnittlicher Lagerbestand

\Rightarrow für jeden möglichen Discount kann man nun das min Q und dazugehörige total cost ausrechnen.

Basierend auf allfälligen Discount Einschränkungen kann nun die optimale Bestellmenge Q abgeleitet werden.

Uncertainty and Discrete Demand

- ↳ Einschränkung Nebenbedingung des EOQ Modells
 - ↳ von sicheren zu unsicheren Nachfrage

Stock out

- ↳ Nachfrage steigt, aber der Reorder Point (ROP) bleibt gleich

⇒ Lösung: Safety Stock

$$ROP^* = d \cdot L + \text{Safety Stock}$$

Reorder Point
inkl. Safety Stock

d → Daily Demand
 L → Leadtime

DDTL → Demand during Leadtime

Average DDTL = Summe der Mengen · Wahrscheinlichkeiten

Safety Stock

if $DDTL > ROP$, Then: Stockout Cost

$$\Rightarrow (DDTL - ROP) \cdot C_{so} \cdot N_o$$

if $DDTL < ROP$, Then: Inventory Cost

$$\Rightarrow (ROP - DDTL) \cdot C_h$$

$DDTL \rightarrow$ Demand during lead time

$ROP \rightarrow$ Reorder Point

$C_{so} \rightarrow$ Stockout Cost per Unit

$N_o \rightarrow$ Nr of Orders per year

$C_h \rightarrow$ Holding Cost per Unit & Year

Discrete Newsvendor Problem

↳ Profit maximieren bei Risiko von Über- & Unter-lagerkosten

Optimale Bestellmenge bei unbekannter Nachfrage

Profit:

$$\text{Overstock} \rightarrow D \cdot P + (OQ - D) \cdot P_S - OQ \cdot C_P$$

$$\text{Out of Stock} \rightarrow OQ \cdot (P - C_P)$$

⇒ if $OQ \geq \text{Demand}$, then Overstock
else Out of Stock

D → Demand

P → Sales Price

OQ → Order Quantity

P_S → Salvage Price

C_P → Production Cost

Uncertainty and Continuous Demand

↳ news Vendor Problem mit kontinuierlicher Verteilung

wie viel Zeitungen kaufen pro Tag, weil unbekannte Nachfrage und Wertlos am Tag danach

$$\text{Critical Ratio} = \frac{C_{\text{OOS}}}{C_{\text{OOS}} + C_{\text{OS}}}$$

C_{OOS} → Out of Stock Cost

C_{OS} → Overstock Cost

CR → 0.5 → $C_{\text{OOS}} = C_{\text{OS}}$

0.1 → $C_{\text{OOS}} < C_{\text{OS}}$

0.8 → $C_{\text{OOS}} > C_{\text{OS}}$

News vendor Model - Service Level

Service Level → Wahrscheinlichkeit, dass die Nachfrage gestillt werden kann

$$\text{Optimal Order Quantity} = D_e \cdot \underbrace{\text{Std} \cdot z}_{\text{Safety Stock}}$$

D_e → Expected Demand

Std → Standard Deviation

z → associated z -value based on service level

Excel: $\text{StandNormInv}(\text{Service level in \%})$

Periodic Order Management with target inventory levels - leadtimes

↳ Leadtime > 0

$$\text{Target Inventory Level} = \text{Std}_{LT+1} + \bar{D}_{LT+1} \cdot Z$$

$$\text{Standard Deviation } LT+1 = \text{Std} \cdot \sqrt{LT+1}$$

$$\text{Average Demand } LT+1 = \bar{D} \cdot (LT+1)$$

Std \rightarrow Standard Deviation per week

Std_{LT+1} \rightarrow Standard Deviation Lead Time +1

LT \rightarrow Lead time

\bar{D} \rightarrow Average Demand

\bar{D}_{LT+1} \rightarrow Average Demand Lead Time +1

Z \rightarrow associated z-value based on service level

Excel: $\text{Stand Norm Inv}(\text{Service Level in } \%)$

Module 3 - Production Management

Manufacturing Resource Planning - MRP II

↳ Methode alle Ressourcen eines Produktionsunternehmens zu planen.

- Geschäftsplanung
- Aggregierte Planung → Kapazität Bestimmung (Personal & Maschinen)
- Produktionsprogrammplanung (MPS)
 - ↳ Aggregierte Planung heruntergebrochen auf Zeit
- Materialbedarfsplanung (MRP) → Stücklisten-Auflösung
- Ablaufplanung → welches Produkt wann auf welcher Maschine welchen Schritt durchläuft.

Aggregated Planning

↳ wie viele Mitarbeiter brauche ich auf Basis des geplanten Absatzes in den kommenden Monaten

$$\text{needed Employees} = D \cdot \underbrace{\text{Nr of employees per unit}}$$

$$= \text{working hours per Month} \cdot \text{hours needed per unit}$$

Demand Tracking

↳ Personal vergrössern/verkleinern basierend auf Schwankungen der Nachfrage

Capacity Fixation

↳ Einstellen von genügend Personal von Anfang an, um auch der maximalen Nachfrage gerecht zu werden.

Material Requirements Planning (MRP I)

↳ wie viel Zeit und welches Material wird für das Zielprodukt benötigt mit der Zwischen Schritte in der Produktion

↳ runtergebrochen auf kleinste Einheit

⇒ was kann parallel ausgeführt werden, was wartet auf etwas.

⇒ kann als Baum-Diagramm dargestellt werden.

Scheduling

↳ Welche Produkte sollen heute, an welcher Maschine, in welcher Reihenfolge bearbeitet werden

Sequence Planning

Ziel: Anlagen maximal ausgelastet bei minimaler Verspätung

Strategien:

- First come, first serve (FCFS)
- Shortest Processing Time Priority Rule (SPT)
- Earliest Due Date Priority Rule (EDD)

Transport Planning

↳ Gewichteter Graph mit Transportrouten & Kosten

↳ finde kostengünstigsten Weg

Deployment Planning

↳ Mitarbeiter zuordnung zu Prozessen, sodass Gesamtkosten minimal sind

⇒ minimiertes Summenprodukt aus Kosten mit Zuweisungs

Einheits Matrix

Lean Manufacturing & Just-in-Time Management

↳ Wert für Kunden maximieren durch Minimieren von Verschwendung

Lean Manufacturing

7 Hauptarten von Verschwendung

1. Überproduktion

2. Wartezeiten → Zeit wo Mensch & Maschine untätig sind

3. Transport → unnötige Bewegung von Materialien & Produkten

4. Überarbeitung → mehr Arbeit & Verarbeitung als nötig

5. Bestände → zu hohe Lagerbestände

6. Bewegung → unnötige Bewegung von Mensch & Maschine

7. Fehler → fehlerhafte Produkte

Lösungen:

- 5S → Sortieren, Setzen, Säubern, Standardisieren & Selbstdisziplin

- Kaizen → kontinuierliche Verbesserung, durch kleine Veränderungen

- Kanban → visuelles Steuerungssystem für Material & Informationsfluss

- Value Stream Mapping → Analyse & Design des Material & Informationsflusses

Just In Time Management (JIT)

Ziel:

genau das benötigte Material in der exakten Menge zur genau benötigten Zeit liefern.

- **Bedarfsgesteuerte Produktion**
- **Reduktion von Lagerbeständen** → Minimierung Lagerhaltungskosten
- **Qualitätsmanagement** → Verhinderung von Nacharbeit
- **Flexibilität** → Schnell auf Nachfrage-Änderungen reagieren
- **Kontinuierliche Verbesserung**

Module 4 - Supply Chain Management

- ↳ Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette
- ↳ von Rohstoff bis Endkunde

Prozess & Produkt Design

Postponement

→ an welcher Stelle der Supply Chain sollen Produktvarianten gebildet werden?

→ früh (Hersteller)

→ spät (Händler)

(z.B. Kabel für Fernseher, welches Kabel für welches Land)
↳ ohne Stecker zum Händler oder mit?

⇒ Durch Verschiebung des Variantenbildungspunkt auf Nachfrage reagieren.

Berechnungen

CV → Variationskoeffizient = $\frac{\text{Schwankung}}{\text{Nachfrage}}$

↳ zeigt was ein Land für einen Einfluss hat.

Schwankung (mit Postponement) = $\sqrt{\sum Q^2}$ ~ Q → Länder-spezifische Schwankung

Bullwhip Effekt

↳ aufschaukelnde Nachfrageschwankung von Einzelhändler bis Hersteller

↳ Effekt einer Nachfrageschwankung wird weitergegeben und verstärkt sich durch Stufen-zusätzliche Variablen

⇒ Abhängig von viel Zufall bei den Zwischenhändlern

↳ Lieferzeit, Menge, Nachfrage, Auslastung...

$$\text{Bullwhip Effekt} = \frac{\text{Varianz der Bestellmenge}}{\text{Varianz der Nachfrage}}$$

Nachfrageprognose

↳ gibt an wie die Prognose von tatsächlicher Nachfrage abweicht

Simulation

↳ Werkzeug mit dem man komplexe Systeme, die vom Zufall abhängig sind simulieren & optimieren kann

Bootstrapping

↳ Methode mit der fundierte Entscheidungen basierend auf einer kleinen Stichprobe getroffen werden können

Supply chain Simulation

- ↳ vereinfachte Darstellung der Wirklichkeit
- ↳ Hilft mit verschiedenen Inputs ein optimales Resultat zu erhalten

⇒ Simulation x-mal laufen lassen und dann den Mittelwert der Resultate bilden um ein Durchschnittliches Resultat zu erhalten

↳ Monte Carlo Simulation

Excel: Was wäre wenn Analyse.

↳ (leeres Feld für Spalte auswählen)

- ⇒ nutze Zufallszahlen für Variablen die vom Zufall abhängen (z.B. Leadtime → zwischen min und max)
- ⇒ Simulation kann mit verschiedenen fixen Parametern getestet werden, um bestes Resultat zu finden (z.B. Order Quantity, Reorder Point.....)

Bootstrapping

- ↳ fundierte Entscheidungen treffen mit wenig Informationen
- ↳ Entscheidung basierend auf Stichprobe & Kennzahl

Grundlagen

1. Ziehe Stichproben
2. mach mehrere spalten mit Bootstrap Samples
 - ↳ Liste mit zufälligen Stichproben (Excel → Index mit Zufall)
 - (So viele wie es auch Stichproben gibt → dürfen wiederholen)
3. Bilde für jede Spalte Mittelwerte
4. sortiere die Mittelwerte
6. Intervall liegt zwischen den Mittlern 80% der Werte

Berechnung Konfidenz Intervall:

- Was wäre wenn Analyse für gewünschten Wert
- gemäss Konfidenz Niveau den richtigen Wert aus der Liste ziehen (Excel → kkleinste)

Ex: Konfidenz Niveau 90%, 100 samples

↳ -5% oben und unten

= untere Grenze → Wert Nr 5

= obere Grenze → Wert Nr 95

Module 5 - Revenue Management

↳ Ursprung ca. 1970 in der Britischen Luftfahrt

⇒ Gewinn Maximierung

↳ z.B. Mehr Tickets als Sitze auf Flug verkaufen

Preisdifferenzierung

Strategien

- **Timeline based** → Nähe Kauf- & Leistungserbringer
- **Region based** → Zahlungsbereitschaft gem. Region
- **Flexibility based** → Anforderung von kurzfristigen Änderungen
- **Group based** → Gruppen wie z.B. Familien, Senioren, Studenten...
- **Product variant based** → z.B. Software mit Freemium, basic, premium.

Price Optimization - One Segment

↳ Zahlungsbereitschaft bestimmen

Voraussetzung: Kundenbefragung über ihre Bereitschaft

↳ Anzahl samples & Prozentualer Kundenanteil

1. wie viele Personen sind bereit zu kaufen für spezifischen Preis → für jeden angegebenen Preis

↳ wie viele sind gleich oder höher?

↳ Excel: count if ">=" & Preis

2. Geschätzte Gesamtnachfrage = $\frac{\text{Anzahl Käufer} \cdot 100\%}{\text{Kundenanteil}}$

3. Kurve aus Angegebenem Preis & geschätzter Gesamtnachfrage

↳ Nachfrage Funktion mit $mx + q$
Steigung m Schnittpunkt mit y -Achse q

⇒ $mx + q$ kann nun gebraucht werden für die Berechnung der Nachfrage zu jedem Preis.

Product Bundeling

- ↳ Zusammenführen von mehreren Produkten
- ↳ z.B. Microsoft office

Gründe:

- Zahlungsbereitschaft abschöpfen
- Differenzierung von Konkurrenz
- Cross-Selling
- Kostenreduktion

Seperate Bundeling

- ↳ Kunde kann Produkte nur einzeln kaufen

Gewinn Berechnung:

- Gewinn pro Zahlungsbereitschaft berechnen
- Max Value suchen
- Werte der Max. Gewinn Berechnung auslesen

Pure Bundeling

↳ Kunde kann nur Bundels kaufen

Berechnung:

- Gesamtgewinn pro Zahlungsbereitschaft berechnen
- Max. Value heraussuchen
- Werte aus Max. Gewinn ablesen

Mixed Bundeling

↳ Kunde kann Produkte einzeln & als Bundle kaufen

Berechnung:

- Konsumentenrente pro Option & Zahlungsbereitschaft berechnen
 - ↳ Produkt Zahlungsbereitschaft - Produkt preis
 - ↳ "Gewinn für Kunde"
- beste Option pro Kunde bestimmen
- basierend auf bester Option Gewinn berechnen
- Gesamtgewinn berechnen
- max. Gesamtgewinn finden durch Variation der Preise

Non-Linear Pricing

- ↳ z.B. zwei-teiligen Tarif durch Mitgliedschaft & Spiellkosten pro Spiel in einem Golfclub
 - ↳ Fixgebühr für Mitgliedschaft
 - ↳ variabler Betrag pro Spiel

A/B Testing

- ↳ man kann % der Besucher einen anderen Preis anzeigen und nach einiger Zeit den Umsatz vergleichen um den besten Preis zu bestimmen

Trendlinie

- Bestimmtheitsmass R^2 in Graph anzeigen
 - ↳ wie gut passt die Trendlinie zu den Daten
 - ↳ R^2 maximieren

⇒ bei nicht linearer Trendlinie angezeigte Formel benutzen an stelle von $mx+q$

Zweiteiliger Tarif

↳ z.B. abo & variable Preise

Preis optimierung

- Konsumrenten berechnen basierend auf Totalem Preis unter Berücksichtigung der Fix & variablen Kosten
- Umsatz & Kosten berechnen
- Gewinn berechnen
- Gewinn maximieren durch ändern der fix- & variablen Kosten.