

# **Zusammenfassung - BWL: Prduktion, Logistik und Wirtschaftsinformatik**

Julian Shen

31. März 2023

# 1 Einführung in die Logistik und SCM

## Logistik:

- **Definition:**
  - Planung, Implementierung und Kontrolle
  - von effizienten, effektiven Vor- und Rückflüssen
  - sowie der Lagerung von Gütern, Dienstleistungen und Informationen
  - zwischen Ursprungs- und Verbrauchsort
  - mit dem Ziel, die Kundenanforderungen zu erfüllen
- **Aufgabe der Logistik** ist es,
  - den Kunden mit dem richtigen Produkt, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit,
  - unter gleichzeitiger Optimierung eines vorgegebenen Leistungskriteriums (z. B. Minimierung der Gesamtkosten),
  - und unter Berücksichtigung gegebener Anforderungen (z. B. Servicegrad) und Beschränkungen (z. B. Budget) zu versorgen
- **7 R's der Logistik:**
  - Richtiges Produkt
  - Richtige Zeit
  - Richtiger Ort
  - Richtige Menge
  - Richtige Qualität
  - Richtige Kosten
  - Richtige Information
- **Auf was bezieht sich Logistik heute?**
  - Alle arbeitsteiligen Wirtschaftssysteme, in denen es auf zeit-, kosten- und mengenabhängige Verteilung von Gütern und Dienstleistungen ankommt

## Supply Chain:

- Komplexes, unternehmensübergreifendes, interlogistisches System, das die Vorgänge und Funktionen der Beschaffung, Produktion, Verarbeitung, Lagerung und Distribution von Objekten umfasst
- Keine einfache Kette, sondern ein komplexes Netzwerk mit sich verzweigenden und zusammenführenden Informations- und Materialflüssen

## Supply Chain Management (SCM):

- Koordination und Kollaboration von Stakeholdern entlang der gesamten Supply Chain, d.h. auch über die eigene Organisation hinaus, insbesondere mit Zulieferern, Zwischenhändlern, Service-Dienstleistern und Kunden
- Umfasst alle Aktivitäten des Logistik Management sowie Produktionsaktivitäten, Vertrieb, Produktdesign, Finanzen und IT

## Supply Chain Network:



- **Quellen**, Lieferanten, Auslieferer stellen Objekte zur Verfügung, z.B. Rohstofflager, Produktionsanlagen, Fabriken, Vorratslager, Importlager, Logistikzentren
- **Senken** oder Anlieferstellen haben Nachfragen nach Objekten, z.B. Einzelhändler, Märkte, Filialen, Konsumenten, Müllverbrennungsanlagen
- Warenquellen können selbst Empfänger von Gütern aus anderen Quellen sein
- Handel und Konsumenten sind wiederum Quellen von Leergut, Restoffen und Verpackungsabfall, die entsorgt werden müssen → **Reverse Logistics**

## Planungsebenen des Supply Chain Managements:

- **Strategisch – Supply Chain Configuration:**
  - Entscheidungen mit langfristigem Effekt und hohem Kapitalaufwand
  - Planungszeitraum: mehrere Jahre
  - Daten: aggregiert, basieren auf Vorhersagen, oft unvollständig oder ungenau
  - **Beispiele:** Anzahl, Standorte und Kapazitäten von Einrichtungen, Investitionen in Produktions- und Lageranlagen, Layout von Einrichtungen

- **Taktisch – Supply Chain Planning:**

- Entscheidungen, die die effektive Allokation von Produktions- und Distributionsressourcen betreffen
- Planungszeitraum: 3 Monate bis 1 Jahr
- Daten: detailliert, basieren auf Vorhersagen
- **Beispiele:** Beschaffungs- und Produktionsentscheidungen, Wahl von Transport- und Versandstrategien, Lagerbestandsplanung

- **Operativ – Supply Chain Execution:**

- Erstellt zeit- und mengengenaue unmittelbar umsetzbare Vorgaben für die Ausführung der Prozesse
- Planungszeitraum: täglich, wöchentlich
- Daten: sehr konkret, detailliert, bis auf unvorhergesehene Störungen vollständig aus ERP System bekannt
- **Beispiele:** Scheduling (Produktion), Zuweisung von Aufträgen zu Maschinen, Auftragsverarbeitung, Fahrzeug-Routing, LKW-Beladung



Aggregationsebene: Wie detailliert sind die Daten

### Logistik vs. SCM:

- **Logistik:** Betrachtung der Material- und Erzeugnisflüsse unter Berücksichtigung von Informations- und Wertströmen innerhalb der eigenen Organisation
- **SCM:** Gesamtes logistisches Wertschöpfungsnetz mit Lieferanten, Produzenten, Händlern, Konsumenten

Koordination und Kollaboration von Stakeholdern entlang der gesamten Supply Chain, auch über die eigene Organisation hinaus

## Operations Research:

- Analysiert praxisnahe, komplexe Problemstellungen, um möglichst gute Entscheidungen zu treffen
- Probleme werden mithilfe mathematischer Modelle formuliert und mit mathematischen Lösungsmethoden gelöst
- Anwendbar auf verschiedenste Probleme in Logistik und SCM

## Vorgehen beim Lösen von Problemen mit OR:

- Überführe realwirtschaftliches Logistikproblem in abstraktes, logistisches Modell
- Wandle logistisches Modell in OR-Modell (LP/MILP/MIP) um und löse mit bekannten Werkzeugen
- Interpretation der OR-Modell-Lösung und Schlussfolgerung für das reale Problem



- *Beispiel siehe Logistik VL 1, F27-34*
- *Rechenbeispiele siehe Logistik Tutblatt 1*

## Wichtige Software für die Logistik:

- **Enterprise Resource Planning Systeme (ERP)** erfassen Daten aller wesentlichen Geschäftsfunktionen (z.B. Buchhaltung, Personalwesen) konsistent und up-to-date und machen diese unternehmensweit verfügbar (z.B. SAP, Oracle)
- Erweiterung zu **Advanced Planning Systems (APS)** helfen, komplexe Planungsaufgaben im SCM zu erfüllen und rationale Entscheidungen zu unterstützen
- APS nehmen die im ERP-System erhobenen Daten in Modelle entgegen und lösen die so entstandenen Probleme mittels OR-Algorithmen

## 2 Scheduling

### Was ist Scheduling?

- Zuordnung von Aufträgen (**Jobs**) zu Arbeitsträgern, z.B. Maschinen, unter Beachtung von Nebenbedingungen zum Optimieren einer oder mehrerer Zielgrößen

### Scheduling Notation:

- $n$  **Jobs** müssen auf  $m$  **Maschinen** bearbeitet werden
- Job  $j$  hat auf Maschine  $i$  eine **Prozesszeit**  $p_{ij}$
- Job  $j$  kann ein **Gewicht**  $w_j$  haben  $\rightarrow$  Repräsentiert die Wichtigkeit des Jobs
- Job  $j$  kann einen **Liefertermin**  $d_j$  haben
- Notation eines **Scheduling-Problems**:  $\alpha \mid \beta \mid \gamma$ 
  - $\alpha$ : Maschinenumgebung
  - $\beta$ : Auftragscharakteristik und Beschränkungen
  - $\gamma$ : Zielgröße

### Performanz-Kenngrößen:

- **Fertigstellungszeitpunkt (Completion Time)  $C_j$** :
  - Zeitpunkt, zu welchem Job  $j$  fertiggestellt ist
  - Bei mehreren Maschinen  $C_{ij}$  (Fertigstellung von Job  $j$  auf Maschine  $i$ ) gilt:
$$C_j = \max_{i \in I} \{C_{ij}\}$$
- **Unpünktlichkeit (Lateness)  $L_j = C_j - d_j$**  beschreibt die Abweichung vom Fertigstellungszeitpunkt zum Liefertermin. Negativ, wenn Produkt zu früh fertig
- **Verspätung (Tardiness)  $T_j = \max\{C_j - d_j, 0\}$**  wie Lateness, aber erlaubt keine negativen Werte
- **Einheits-Strafe (Unit penalty)  $U_j = \begin{cases} 1, & \text{wenn } C_j > d_j \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$**   
erhebt eine Einheitsstrafe, wenn Fertigstellungszeitpunkt zu spät

### Maschinenumgebung ( $\alpha$ ):

- **Einzel Maschine (1)**
- **Parallele Maschinen ( $Pm, Qm, Rm$ ):**
  - Mehrere Maschinen, die gleichzeitig Jobs abarbeiten
  - $Pm$ :  $m$  identische Maschinen (gleiche Geschwindigkeit)
  - $Qm$ :  $m$  Maschinen mit unterschiedl., job-unspezifischen Geschwindigkeiten
  - $Rm$ :  $m$  Maschinen mit unterschiedl., job-spezifischen Geschwindigkeiten
- **Flow-Shop ( $Fm$ ):**  $m$  Maschinen in Serie, alle Jobs müssen diese durchlaufen (selbe Maschinen-Reihenfolge)

- **Job-Shop ( $Jm$ ):**  $m$  Maschinen, alle Jobs müssen diese durchlaufen, haben jedoch unterschiedliche Maschinen-Reihenfolge

#### Auftragscharakteristik ( $\beta$ ):

- **Freigabezeiten (Release dates) ( $r_j$ ):** Auftrag kann nicht vor diesem Zeitpunkt gestartet werden
- **Unterbrechungen (Preemptions) ( $prmp$ ):** Bearbeitung eines Auftrags kann unterbrochen und später fortgesetzt werden
- **Permutation ( $prmu$ ):** Job-Reihenfolge auf der ersten Maschine muss beibehalten werden
- **Rüstzeiten (Setup times) ( $s_{jk}, s_{jk}^i$ ):**
  - Bevor mit Auftrag  $k$  begonnen werden kann, ist Maschine  $i$  durch Umrüstung blockiert
  - $s_{jk}$ : Rüstzeit ist nur von den aufeinanderfolgenden Jobs  $j$  und  $k$  abhängig
  - $s_{jk}^i$ : Rüstzeit ist zusätzlich von Maschine  $i$  abhängig

#### Zielfunktion ( $\gamma$ ):

- **Makespan ( $C_{max}$ ):** Entspricht Gesamtproduktionszeit, also der Zeit, wenn der letzte Job fertiggestellt ist:  $C_{max} = \max_{j \in J} \{C_j\}$
- **Gesamtfertigstellungszeiten (Total completion time) ( $\sum C_j$ ):** Summe der Fertigstellungszeiten der Jobs
- **Gewichtete Gesamtfertigstellungszeiten (Total weighted completion time) ( $\sum w_j C_j$ ):** Summe der gewichteten Fertigstellungszeiten der Jobs
- **Gesamtverspätung (Total tardiness) ( $\sum T_j$ ):** Summe der Verspätungszeiten
- **Anzahl verspäteter Jobs (Number of tardy Jobs) ( $\sum U_j$ ):** Summe der Einheitsstrafen

#### Gantt-Charts:

- Visualisierungsmöglichkeit von Scheduling-Lösungen
- Block für die Bearbeitung von Job  $j$  auf Maschine  $i$  ist auf Höhe von  $i$  und Länge des Blocks entspricht Prozesszeit  $p_{ij}$
- Innerhalb des Blocks steht die Job-Nummer oder Prozesszeit (problemabhängig)



## 2.1 Ein-Maschinen-Probleme

- **Problemstellung:**  $n$  Jobs sollen auf einer Maschine in Reihenfolge gebracht werden
- Jeder Schedule kann als Permutation der Jobs  $1, \dots, n$  angesehen werden  
 $\rightarrow n!$  verschiedene Schedules

### Minimierung der Fertigstellungszeiten:

- Problem 1 ||  $C_{max}$  ist trivial, da  $C_{max} = \sum_{j=1}^n p_j$  für jeden Schedule
- Problem 1 ||  $\sum_{j=1}^n C_j$  lässt sich mit **SPT-Regel** (Shortest Processing Time first) optimal lösen  $\rightarrow$  Individuelle Fertigstellungszeitpunkte so gering wie möglich halten

Job	1	2	3	4
$p_j$	6	3	9	4

➡

Job	2	4	1	3
$p_j$	3	4	6	9
$C_j$	3	7	13	22

➡
 $\sum_{j=1}^n C_j = 45$ 

### Minimierung gewichteter Fertigstellungszeiten:

- Problem 1 ||  $\sum_{j=1}^n w_j C_j$  lässt sich mit **WSPT-Regel** (Weighted shortest processing time) optimal lösen

Job	1	2	3	4	5	6	7	8
$p_j$	8	6	5	9	4	5	4	7
$w_j$	2	3	1	3	0,5	5	2	1
$p_j/w_j$	4	2	5	3	8	1	2	7

- Es ergibt sich  $S = \{6, 2, 7, 4, 1, 3, 8, 5\}$  mit  $\sum_{j=1}^n w_j C_j(S) = 329$

### Minimierung der Anzahl verspäteter Jobs:

- Problem 1 ||  $\sum_{j=1}^n U_j$  lässt sich mit **Moore's Algorithmus** optimal lösen