# 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

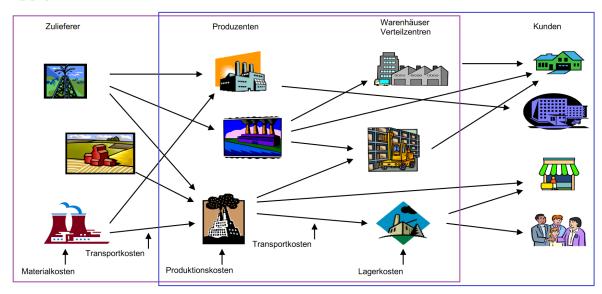
#### Supply Chain:

- 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  $\to$  Reverse Logistics

#### Planungsebenen des Supply Chain Managements:

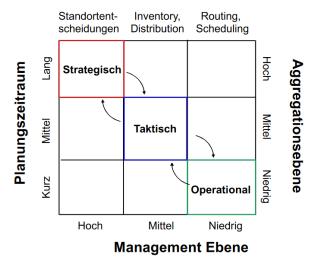
- Strategisch Supply Chain Configuration:
  - Entscheidungen mit langfristigem Effekt und hohem Kapitalaufwand
  - Planungszeitraum: mehrere Jahre
  - Daten: aggregiert, basieren auf Vorhersagen, oft unvollständig oder ungenau
  - Beispiele: Anzahl, Standorte und Kapazitäten von Einrichtungen, Investitionen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

- $\bullet$  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  $\to$  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 ( $\beta$ ):

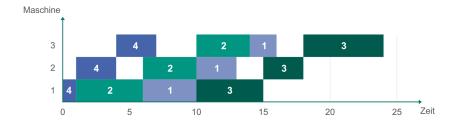
- Freigabezeiten (Release dates)  $(r_j)$ : Auftrag kann nicht vor diesem Zeitpunkt gestartet werden
- Unterbrechungen (Preemptions) (*prmp*): Bearbeitung eines Auftrags kann unterbrochen und später fortgesetzt werden
- **Permutation** (*prmu*): Job-Reihenfolge auf der ersten Maschine muss beibehalten 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 Jobsj und kabhängig
  - $-s_{ik}^i$ : Rüstzeit ist zusätzlich von Maschine i abhängig

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

- Makespan  $(C_{max})$ : Entspricht Gesamtproduktionszeit, also der Zeit, wenn der letzte Job fertiggestellt ist:  $C_{max} = \max_{i \in J} \{C_i\}$
- Gesamtfertigstellungszeiten (Total completion time) ( $\sum C_j$ ): Summe der Fertigstellungszeiten der Jobs
- Gewichtete Gesamtfertigstellungszeiten (Total weighted completion time) ( $\sum w_i C_i$ ): Summe der gewichteten Fertigstellungszeiten der Jobs
- $\bullet$  Gesamtverspätung (Total tardiness) ( $\sum T_j)$ : Summe der Verspätungszeiten
- ullet 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

- $\bullet$  **Problemstellung**: n Jobs sollen auf einer Maschine in Reihenfolge gebracht werden
- Jeder Schedule kann als Permutation der Jobs  $1, \ldots, n$  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  $\to$  Individuelle Fertigstellungszeitpunkte so gering wie möglich halten

	1-1-	4	2				Job	2	4	1	3	<u>n</u>
ł		0			4		$p_{j}$	3	4	6	9	$\sum C_j = 45$
	$p_{j}$	б	3	9	4	· '	$C_{j}$	3	7	13	22	j=1

#### 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