



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

383

Organisationstypen der Fertigung: Unterscheidung nach Anordnung der Betriebsmittel


Fließfertigung



Werkstattfertigung



Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

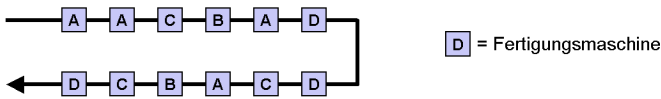
Logistik

384


Fließfertigung und Reihenfertigung

Erfolgt die **Anordnung der Betriebsmittel** und der Arbeitsplätze nach dem Produktionsablauf, d.h. vollzieht sich der Durchfluss des Materials vom Rohstoff bis zum Fertigprodukt von Produktionsstufe zu Produktionsstufe ohne Unterbrechung, so spricht man von **Fließfertigung**.

Fehlt die genaue zeitliche Abstimmung der Arbeitsverrichtungen, wird aber sonst das gleiche Organisationsprinzip, nämlich die Anordnung der Betriebsmittel nach dem Produktionsablauf, eingehalten, so spricht man von **Reihenfertigung**. Bei der Reihenfertigung kann der Arbeiter in gewissen Grenzen das Arbeitstempo selbst bestimmen.



Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

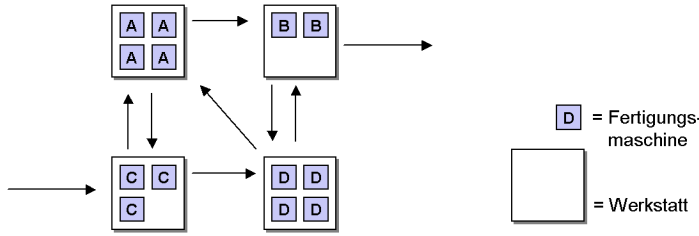
Logistik

385

Werkstattfertigung


Bei der **Werkstattfertigung** werden die Fertigungsverfahren (z.B. Sägen, Fräsen, Drehen, Vergüten oder Lackieren) räumlich nach Art geordnet. So findet sich beispielsweise eine Gießerei, Schweißerei und eine Dreherei neben anderen fertigungs-verfahrensspezifischen Werkstätten.

Da Bauteile i.d.R. mehrere Fertigungsverfahren durchlaufen, muss hier häufig zwischen den Räumlichkeiten hin und her gewechselt werden.



D = Fertigungs-
maschine
 = Werkstatt

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

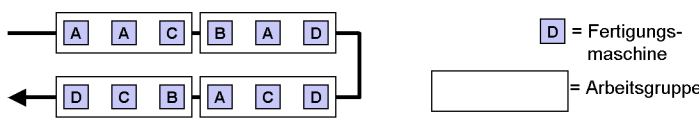
386

Gruppenfertigung

Eine Verminderung der starken psychologischen Belastung der Arbeitskräfte bei Fließfertigung sucht man durch teilweise Ausgliederung von Funktionen aus der Fließfertigung zu erreichen.

Im Rahmen der **Gruppenarbeit** erfolgt z.B. eine Erweiterung der individuellen Entscheidungs- und Kontrollbefugnisse, eine Übernahme von Verantwortung und die Verlagerung von Kompetenzen auf eine Arbeitsgruppe.

Innerhalb der Arbeitsgruppe kommt es zu einem Wechsel der Tätigkeiten und Aufgaben der einzelnen Gruppenmitglieder sowie zu einer Arbeitsanreicherung durch Einbeziehung von Vorbereitungs- und Überwachungsaufgaben.



D = Fertigungs-
maschine
 = Arbeitsgruppe

Volker Castor

387



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Gruppenfertigung

Job-Rotation (Aufgabenwechsel)
Vermeidung von Monotonie. Verbesserung der Flexibilität. Verbesserung der Betriebskenntnisse. → Flexibilisierung der Arbeit

Job Enlargement (Aufgabenerweiterung)
Vermeidung von Monotonie. Erweiterung des Aufgabenfeldes um weitere gleichartige Tätigkeiten. Anteil der Arbeitsteilung wird verringert. → Humanisierung der Arbeit

Job-Enrichment (Aufgabenanreicherung)
Inhaltliche Vergrößerung des Arbeitsfeldes um z.B. Planungs- und Kontrollaufgaben. → Motivationssteigerung

Volker Castor

388



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

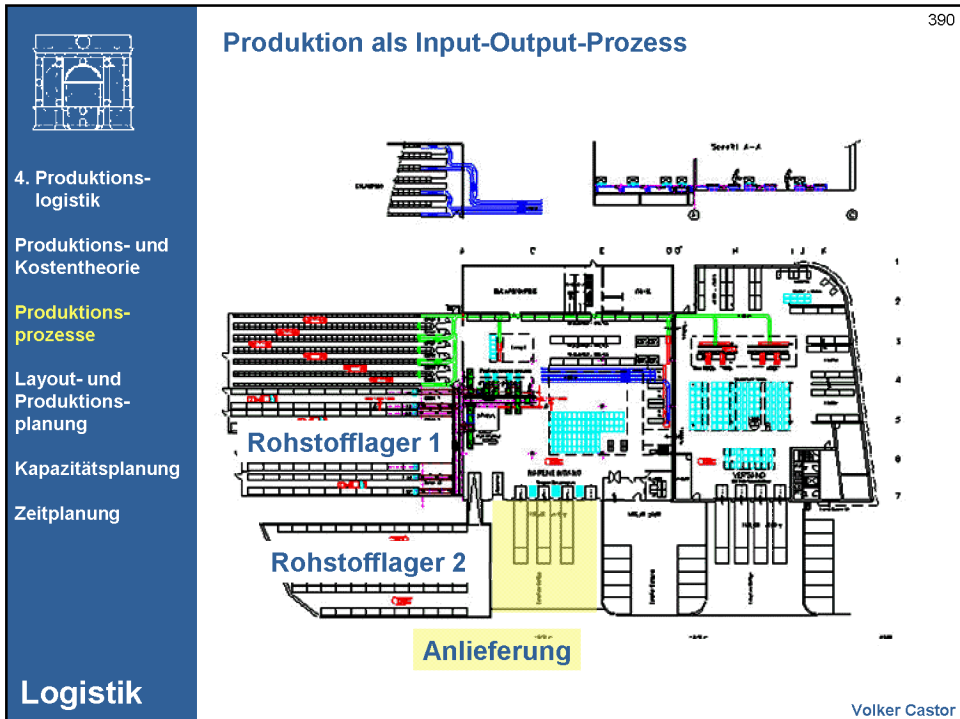
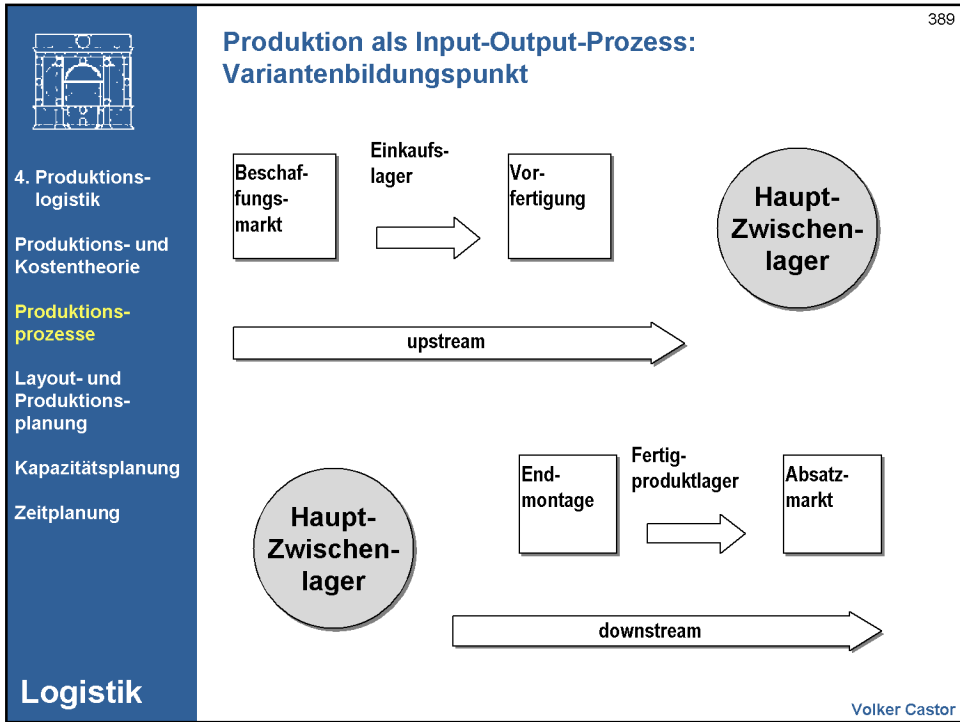
Zeitplanung

Logistik

Baustellenfertigung, Punktfertigung

- Das zu fertigende Bauteil bzw. Produkt ist sehr klein und verlangt keine komplexe Verarbeitung, sondern viele kleine Montagevorgänge. Diese Tätigkeiten werden in der Regel an einer **Werkbank** ausgeführt. Es gibt keinen Materialfluss des Bauteils zwischen verschiedenen Betriebsmitteln, es müssen lediglich die Einzelteile zur Werkbank und das fertige Bauteil oder Produkt von der Werkbank ins Lager transportiert werden. z.B. Uhrenproduktion
- Die komplette Bearbeitung und Montage erfolgt an einem örtlich eng zu bestimmenden Bereich, da das zu fertigende / zu montierende Bauteil bzw. Endprodukt zu groß, schwer oder zu instabil ist, um transportiert zu werden. Die **Betriebsmittel** und Menschen richten sich daher am **Arbeitsgegenstand** aus, nicht umgekehrt. Dies ist bei Bauwerken, Schiffen und Flugzeugen der Fall, oder auch bei bestimmten Baugruppen, beispielsweise Flugzeugturbinen.

Volker Castor



391

Produktion als Input-Output-Prozess

The diagram shows a factory floor plan with a grid system (A-K, 1-7). Key areas include 'Fertigteilelager' (finished parts warehouse) on the left, 'Produktion 1' in the center, and 'Produktion 2' on the right. Material flow is indicated by colored lines: blue for incoming materials, green for internal production flow, and red for outgoing finished goods. A section labeled 'Schnitt A-A' shows a cross-section of the facility. A legend on the left lists various logistics planning topics.

4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Volker Castor

392

Produktion als Input-Output-Prozess

This diagram is similar to the one on slide 391, but it highlights the final stages of the production process. The 'Kommissionierung' (commissioning) area is highlighted in blue, and the 'Auslieferung' (delivery) area is highlighted in yellow. The rest of the floor plan and material flow lines are identical to the previous slide.

4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

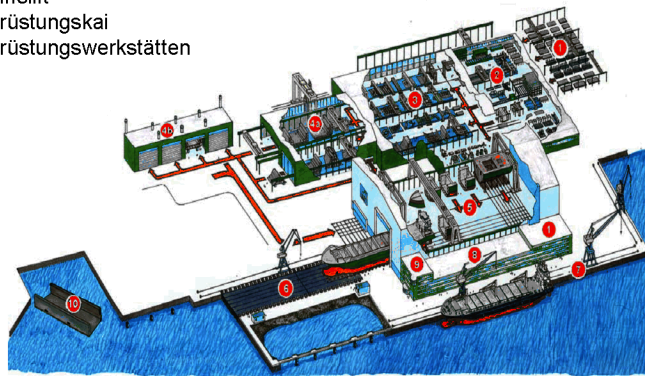
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Produktion als Input-Output-Prozess

- 1 Stahlbereitstellung
- 2 Bauteilefertigung
- 3 Sektions- und Gruppenfertigung
- 4 Großsektionsbau
- 5 Konservierung
- 6 Schiffskörpermontage
- 7 Schiffsliift
- 8 Ausrüstungskai
- 9 Ausrüstungswerkstätten



Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

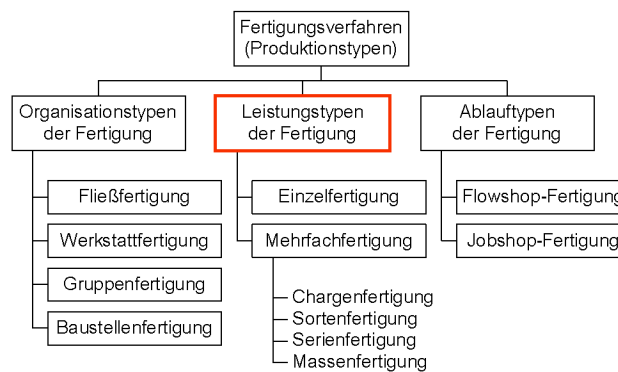
Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

Leistungstypen der Fertigung



Volker Castor

395



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

**Produktions-
prozesse**

Layout- und
Produktions-
planung


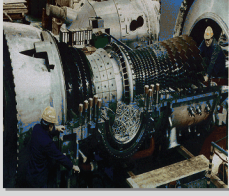
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

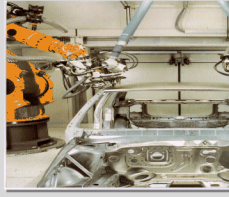
Logistik

Leistungstypen der Fertigung: Unterscheidung nach Leistungsmenge

Einzelfertigung





Mehrfachfertigung




Volker Castor

396



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

**Produktions-
prozesse**

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

Mehrfachfertigung

- Stellt ein Betrieb ein oder mehrere Produkte regelmäßig in vielen Einheiten gleichzeitig oder unmittelbar hintereinander her, so liegt eine **Mehrfachfertigung** vor. Ein und derselbe Fertigungsprozess wird also ununterbrochen wiederholt, ohne dass ein Ende festgelegt ist (Massenfertigung).
- Es können auch mehrere Produkte nebeneinander in Massenfertigung produziert werden (mehrfache Massenfertigung). Hier muss zwischen der **Parallelproduktion** und der **alternativen Produktion / alternierenden Produktion** unterschieden werden.

Volker Castor

397



Verbundene Produktion: Parallelproduktion

4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

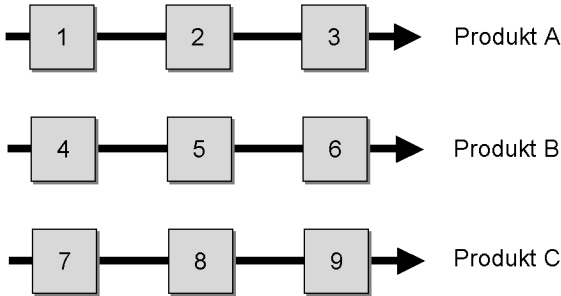
Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik




Produkt A

Produkt B

Produkt C

Volker Castor

398



Verbundene Produktion: Alternative Produktion

4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

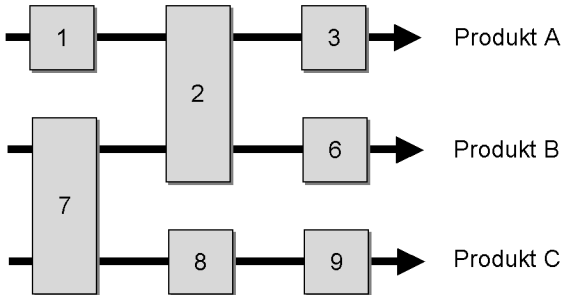
Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik




Produkt A

Produkt B

Produkt C

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

**Produktions-
prozesse**

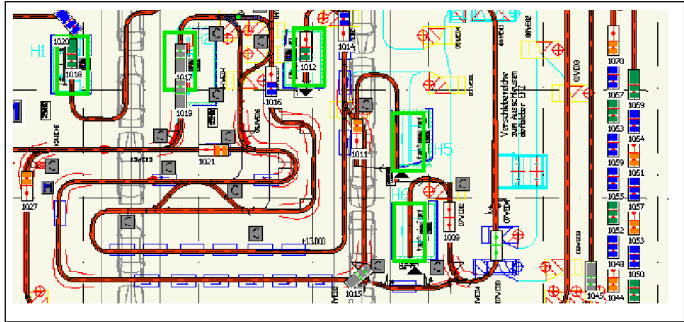
Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

Verbundene Produktion: Alternative Produktion



399

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

**Produktions-
prozesse**

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


Verbundene Produktion: Kuppelproduktion

Primäre Kuppelproduktion
Mit der Herstellung eines Produktes fällt aufgrund von z.B. chemischen Gesetzen ein zweites Produkt in einem festen Verhältnis an (z.B. Raffinerie, Benzin).

Sekundäre Kuppelproduktion
Mit der Herstellung eines Produktes fällt aufgrund des Produktionsverfahrens ein zweites Produkt in einem festen Verhältnis an (z.B. Tischlerei, Sägespäne).

400

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

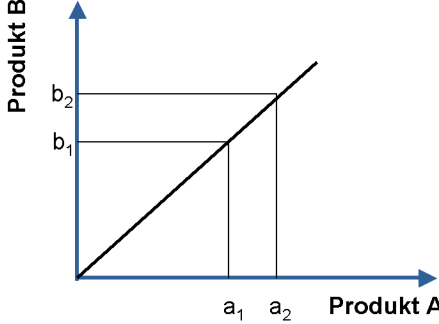
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


401

Verbundene Produktion: Kuppelproduktion mit fester Relation



Kuppelproduktion mit fester Relation: Kuppelprodukte fallen stets in einem festen unveränderlichen Mengenverhältnis an.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

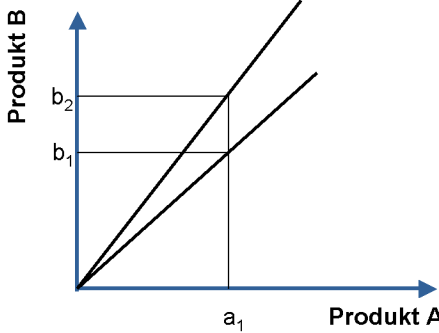
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


402

Verbundene Produktion: Kuppelproduktion mit variabler Relation



Kuppelproduktion mit variabler Relation: Die Kuppelprodukte können innerhalb gewisser Grenzen in ihren Mengenverhältnissen variiert werden.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

403


Leistungstypen der Fertigung: Unterscheidung nach Leistungsmenge

Sortenfertigung: Reihenfertigung von Varianten einer Produktart (z.B. Blecherzeugung in einem Walzwerk).

Serienfertigung: Reihenfertigung von verschiedenen Produktarten in begrenzter Auflage (z.B. Pkw-Herstellung in einem Automobilwerk).

⇒ Jeweils Wiederholung identischer Prozesse in einer bestimmten Zeitspanne auf einem (umstellbaren) Arbeitssystem in Losen (**Wechselproduktion**) oder parallel mit eigenständigen Arbeitssystemen (**Parallelproduktion**).

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

404

Leistungstypen der Fertigung

	Einzel- produktion	Serien- / Wechsel- produktion	Massen- produktion
Produkttyp	individuell	standardisiert	
Programmbreite	breit	eng	
Kundenauftragsgröße	gering	hoch	
Produktinnovationen	viele	wenige	
Produktionsplanänderungen	viele	wenige	
Produkteigenschaften	Qualität, Service	Preis	
Leistungsschwerpunkt	Kompetenz	Produkte	
Maschinentyp	universell	spezialisiert	
Flexibilität	hoch	niedrig	
Stückbearbeitungszeit	hoch	niedrig	
Anzahl Umrüstungen	viele	wenige	
Umrüstaufwand	gering	sehr hoch	
Planung und Steuerung	dezentral	zentral	

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

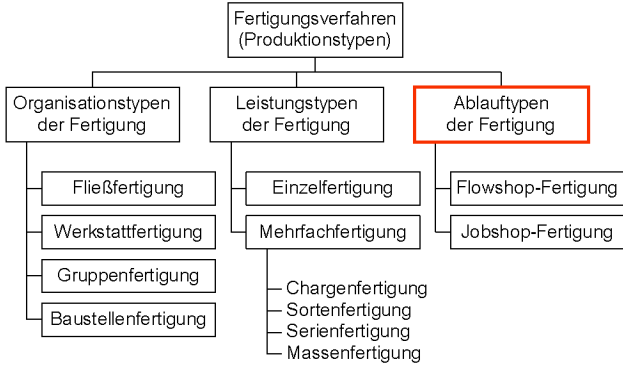
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

405


Ablauftypen der Fertigung



```

graph TD
    Root[Fertigungsverfahren  
(Produktionstypen)] --> Org[Organisationstypen  
der Fertigung]
    Root --> Perf[Leistungstypen  
der Fertigung]
    Root --> Proc[Ablauftypen  
der Fertigung]
    
    Org --> Org1[Fließfertigung]
    Org --> Org2[Werkstattfertigung]
    Org --> Org3[Gruppenfertigung]
    Org --> Org4[Baustellenfertigung]
    
    Perf --> Perf1[Einzelfertigung]
    Perf --> Perf2[Mehrfachfertigung]
    
    Perf1 --> Perf1_1[Chargenfertigung]
    Perf1 --> Perf1_2[Sortenfertigung]
    Perf1 --> Perf1_3[Serienfertigung]
    Perf1 --> Perf1_4[Massenfertigung]
    
    Proc --> Proc1[Flowshop-Fertigung]
    Proc --> Proc2[Jobshop-Fertigung]
    
```

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


406

Ablauftypen der Fertigung: Unterscheidung nach Kontinuität

Flowshop-Fertigung: Kontinuierliche Fertigung
Die Bearbeitungsreihenfolge ist an allen Arbeitsstationen gleich.

Jobshop-Fertigung: Diskontinuierliche Fertigung (auch: Chargenfertigung). Die Bearbeitungsreihenfolge ändert sich an jeder Arbeitsstation bzw. kann sich bei jeder Arbeitsstation verändern.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

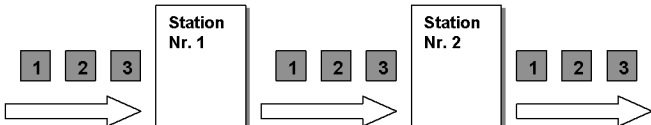
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

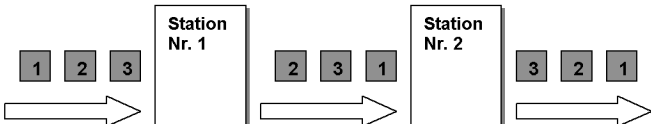
Logistik

407

Ablauftypen der Fertigung: Unterscheidung nach Kontinuität




Flowshop-Fertigung



Jobshop-Fertigung

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

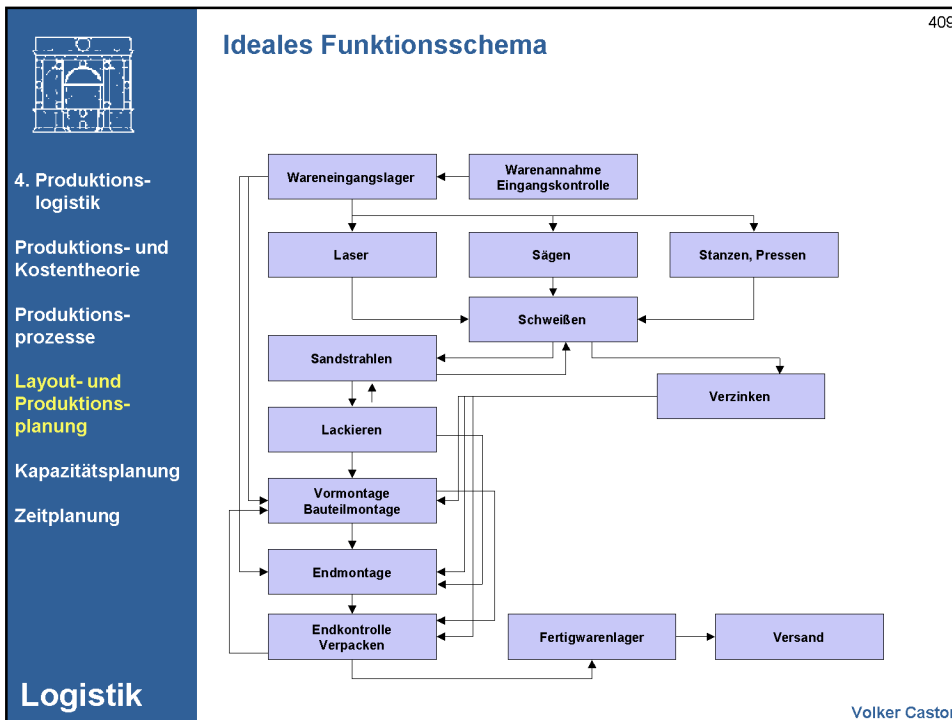
408

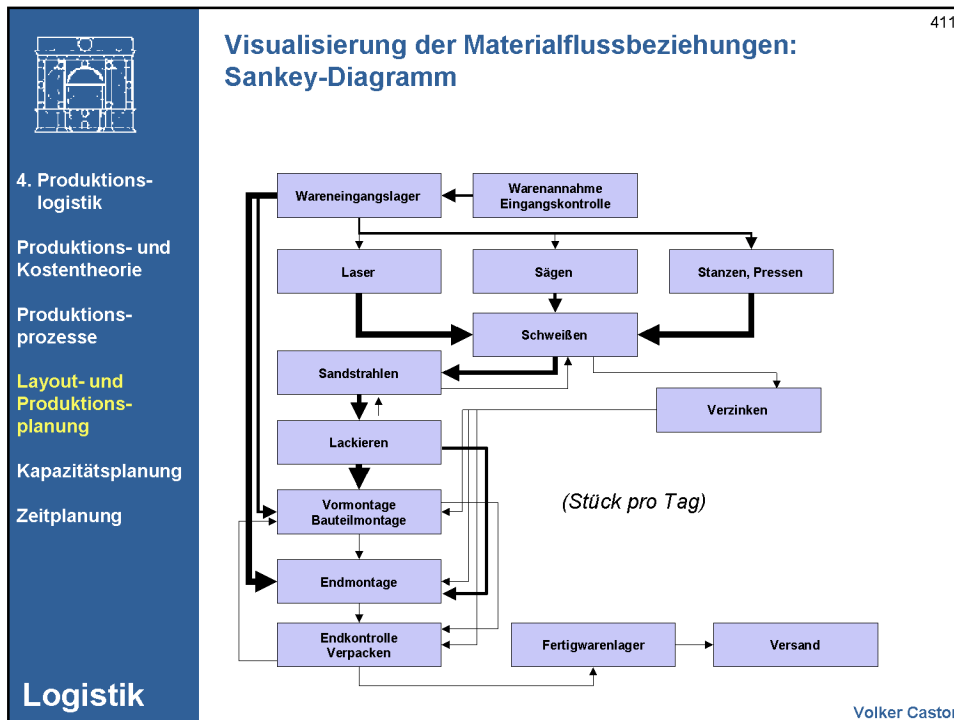
Layout- und Produktionsplanung

Hauptinhalt der bereichsbezogenen Strukturplanung ist die Ermittlung der räumlichen Anordnungen (Topologie) von bereichsbezogenen Funktionseinheiten (z.B. Fertigung, Montage, Lager) innerhalb des Werksgeländes. Dies wird auch als **Makrostrukturierung** von Flächen bezeichnet.

Hingegen ist der Hauptinhalt der werkstattbezogenen Strukturplanung eine Ermittlung räumlicher Anordnungsstrukturen von werkstattbezogenen Funktionseinheiten (Arbeitsplätze und Ausrüstungen) innerhalb von Bereichen. Daher auch die Bezeichnung als **Mikrostrukturierung** von Flächen

Volker Castor







4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

413

Materialflussmatrix


Mittels einer **Materialflussmatrix** können Materialflussabläufe übersichtlich dargestellt und optimiert werden. Durch die Erfassung der Bewegung „von“ und „nach“ ergibt sich sowohl eine Orientierung des Materialflusses in Flussrichtung (Normalfall) sowie etwaige Rückläufe.

Rückläufe erscheinen in den Feldern jeweils unterhalb der Diagonalen und resultieren z.B. aus Leergutrücksendungen oder alternierenden Arbeitsfolgen.

Bei der Erstellung der Materialflussmatrix ist darauf zu achten, dass die in den Spalten angeordneten Betriebsmittel in Bezeichnung und Reihenfolge mit den in den Zeilen angeordneten Betriebsmitteln identisch sind.

Die Materialflussmatrix wird i.d.R. auf Basis Stück erstellt und dann in Transporteinheiten umgerechnet (**Transportmatrix**).

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


414

Transportmatrix

nach von	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
A		10,0	22,5	15,0	2,5					50,0
B			10,0		22,5	2,5				35,0
C				32,5						35,0
D		22,5	2,5		10,0	10,0	2,5	2,5		50,0
E						12,5	10,0	12,5		35,0
F							25,0		12,5	37,5
G								15,0	22,5	37,5
H				2,5		12,5			15,0	30,0
I										0,0
	0,0	35,0	35,0	50,0	35,0	37,5	37,5	30,0	50,0	310,0

Beispiel: Transportmatrix (in Transporteinheiten)

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


415

Entfernungsmatrix

nach von	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		40,0	22,0	20,0	27,0				
B	40,0		20,0	22,0	42,0	30,0			
C	22,0	20,0		15,0					
D	20,0	22,0	15,0		22,0	25,0	45,0	35,0	
E	27,0	42,0		22,0		30,0	35,0	12,0	
F		30,0		25,0	30,0		25,0	35,0	48,0
G				45,0	35,0	25,0		30,0	47,0
H				35,0	12,0	35,0	30,0		15,0
I						48,0	47,0	15,0	

Beispiel: Entfernungsmatrix (in Metern)

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

416


Transportintensitätsmatrix

Zur Erstellung einer **Entfernungsmatrix** wird das Layout herangezogen, das die Positionen der Betriebs- und Transportmittel im Ist-Zustand enthält (**Normallayout**).

Da nur die Entfernungen zwischen denjenigen Betriebsmitteln relevant sind, zwischen denen Materialflüsse stattfinden, ist es hilfreich, die vorab erstellte **Transportmatrix** zu betrachten. Es ist unbedingt erforderlich, dass die Zeilen und Spalten exakt mit denen der Transportmatrix übereinstimmen. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Entfernungen nicht direkt von Mittelpunkt zum Mittelpunkt der Betriebsmittel in direkter Linie berücksichtigt werden, sondern dass die **tatsächlich zurückzulegenden Transportwege** ausgewiesen werden.

Die **Transportintensitätsmatrix** verknüpft die Transportmatrix mit der Entfernungsmatrix. Dies wird durch Produktbildung der jeweils korrespondierenden Zelleneinträge realisiert.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


417

Transportintensitätsmatrix

nach von	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
A		400,0	495,0	300,0	67,5					1262,5
B			200,0		945,0	75,0				1220,0
C		50,0		487,5						537,5
D		495,0	37,5		220,0	250,0	112,5	87,5		1202,5
E						375,0	350,0	150,0		875,0
F							625,0		600,0	1225,0
G								450,0	1057,5	1507,5
H				87,5		437,5			225,0	750,0
I										0,0
	0,0	945,0	732,5	875,0	1232,5	1137,5	1087,5	687,5	1882,5	8580,0

Beispiel: Transportintensitätsmatrix (in Transporteinheiten x Meter)

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

418


Materialflussoptimierung

Im letzten Schritt der Materialflussanalyse, der **Materialflussoptimierung**, wird geprüft, ob ein gerichteter Materialfluss grundsätzlich möglich ist.

Dazu wird eine **schrittweise Neusortierung der Transportmatrix** durchgeführt. Die Materialflussanalyse wird dann als Basis für weitere Optimierungen des Transportsystems und für die abschließende Layoutplanung verwendet.

Es ergibt sich ein **Blocklayout**, des die optimierten Materialflüsse berücksichtigt.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

419

Blocklayout als Ideallayout

Warenannahme Eingangskontrolle	Wareneingangslager		
Sägen	Lasert	Stanzen Pressen	
Schweißen			
Verzinken	Lackieren		Sandstrahlen
Vormontage		Endmontage	
Versand	Fertigwarenlager		Endkontrolle Verpackung

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

420


Blocklayout als Ideallayout

Die kompakte Zusammenführung der Betriebsbereiche in ein Gebäuderaster unter möglichst weitgehender Einhaltung der idealen Zuordnung ergibt das Blocklayout (Ideal-Layout) des Betriebes bzw. des untersuchten Betriebsteils.

Hauptmerkmale des Blocklayouts als Ideal-Layout:

- Zusammenführung der Betriebsbereiche in ein Gebäuderaster
- Möglichst weitgehende Einhaltung der idealen Zuordnung
- Ideal-Grundriss bei Neuplanung oder Reorganisation

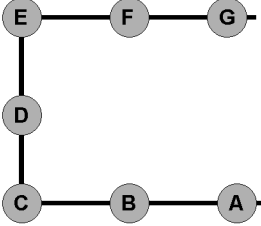
Volker Castor



Materialfluss-Grundtypen: U-Shape

421

- **U-Shape:** U-förmiger Fertigungsfluss mit innenliegendem Logistik- und Versandbereich, geeignet bei zentralem Logistik-konzept.



Volker Castor

4. Produktions-logistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktions-prozesse

Layout- und Produktions-planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik



Materialfluss-Grundtypen: Ringstruktur

422

- **Ringstruktur:** Verkettung unterschiedlicher Flächen Funktions-erfüllung im Ring nur durch lückenlosen Bau der gesamten Ringstruktur möglich, deshalb Nachteil für Projekte mit unter-schiedlichen Baustufen, die zeitlich versetzt realisiert werden.



Volker Castor

4. Produktions-logistik

Produktions- und Kostentheorie


Produktions-prozesse

Layout- und Produktions-planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

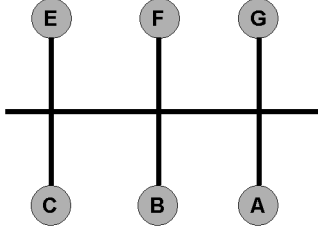
Zeitplanung

Logistik


423

Materialfluss-Grundtypen: Spine

- **Spine:** Gliederung in dienende und bediente Flächen, in Invarianten (Erschließung, Materialversorgung) und Varianten (Fertigungsflächen). Es ergeben sich hier zwei Möglichkeiten der Erweiterung: Makroerweiterung (Spine-Verlängerung), Mikroerweiterung (Verlängerung der Fertigungsflächen).



Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

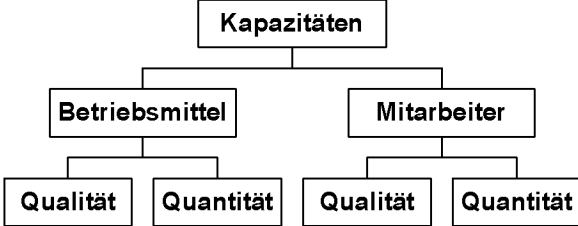
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


424

Kapazitätsplanung



<p style="text-align: center; font-weight: bold; border: 1px solid black; display: inline-block;">Qualität</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; border: 1px solid black; display: inline-block;">Quantität</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; border: 1px solid black; display: inline-block;">Qualität</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; border: 1px solid black; display: inline-block;">Quantität</p>
<p style="font-size: 0.8em;">Leistungsvermögen z.B. Genauigkeit</p>	<p style="font-size: 0.8em;">Anzahl Zeitpunkt Dauer</p>	<p style="font-size: 0.8em;">Leistungsvermögen z.B. Berufsqualifikation</p>	<p style="font-size: 0.8em;">Anzahl und zeitliche Verfügbarkeit</p>

Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

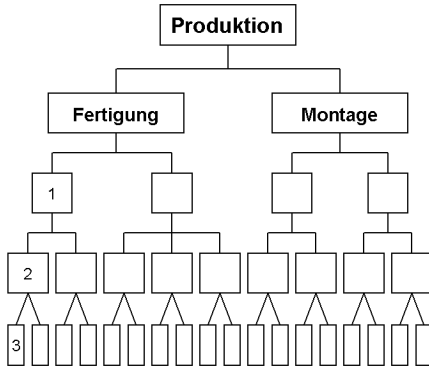
Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Kapazitätsplanung



Produktionskapazität

Bereichskapazität

Teilbereichskapazität


Gruppenkapazität

Einzelkapazität

Beispiele:
 1 Drehen
 2 Vordrehen
 3 Drehmaschine(n)

425

Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

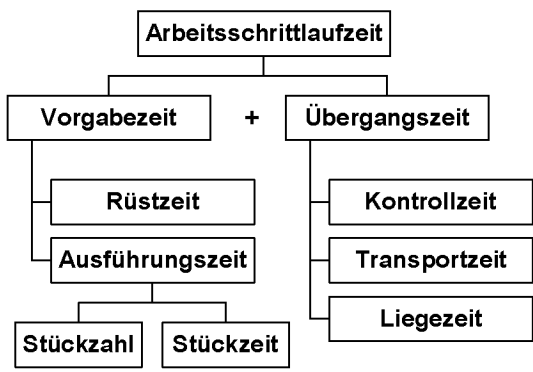
Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Kapazitätsplanung




***) Wartezeit für Bearbeitung, Kontrolle und Transport**

426

Volker Castor

427



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Maschinenbelegungsplanung

Bei der Lösung des als **Maschinenbelegungsproblem** bezeichneten Reihenfolgeproblems sind mehrere Zielsetzungen zu beachten, zwischen denen z.T. deutliche **Zielkonflikte** bestehen:

- maximale Kapazitätsauslastung
- minimale Durchlaufzeit der Aufträge
- minimale Zwischenlagerkosten
- minimale Terminabweichungen

Volker Castor

428



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Maschinenbelegungsplanung: Prioritätsregeln

KOZ-Regel (= Kürzeste Operationszeit-Regel): Der Auftrag mit der kürzesten Operationszeit (Bearbeitungszeit) auf der jeweiligen Produktionsstufe wird als erster bearbeitet.


LOZ-Regel (= Längste Operationszeit-Regel): Die höchste Priorität erhält der Auftrag in der Warteschlange, der die längste Operationszeit hat.

GRB-Regel (= Größte Restbearbeitungszeit-Regel, Längste Fertigungsrestzeitregel): Derjenige Auftrag wird zuerst bearbeitet, dessen im Moment der Belegung noch verbleibende Bearbeitungszeit auf allen noch benötigten Maschinen die größte ist.

KRB-Regel (= Kürzeste Restbearbeitungszeit-Regel, Kürzeste Fertigungsrestzeitregel): Derjenige Auftrag wird zuerst bearbeitet, dessen im Moment der Belegung noch verbleibende Bearbeitungszeit auf allen noch benötigten Maschinen die kürzeste ist.

Volker Castor

429



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Maschinenbelegungsplanung: Prioritätsregeln

WT-Regel (= Wert-Regel): Der Auftrag mit dem größten Produktendwert wird zuerst bearbeitet oder alternativ: Der Auftrag mit dem höchsten Produktwert vor Ausführung des jeweiligen Arbeitsvorgangs erhält die höchste Priorität (dynamische Wertregel).


SZ-Regel (= Schlupf-Zeit-Regel): Der Auftrag mit der kleinsten Differenz zwischen dem Liefertermin und der bleibenden Bearbeitungszeit, sein Schlupf, wird als erster bearbeitet.

FLT-Regel (= Früheste Liefertermin-Regel): Der Auftrag mit dem frühesten Liefertermin erhält die höchste Priorität.

MAA-Regel (= Regel der meisten noch auszuführenden Arbeitsvorgänge): Derjenige Auftrag wird zuerst bearbeitet, der die meisten noch auszuführenden Arbeitsvorgänge hat.

Volker Castor

430



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Maschinenbelegungsplanung: Prioritätsregeln


WAA-Regel (= Regel der wenigsten noch auszuführenden Arbeitsvorgänge): Derjenige Auftrag wird zuerst bearbeitet, der die wenigsten noch auszuführenden Arbeitsvorgänge hat.

FCFS-Regel (= First-come-first-served-Regel) Der Arbeitsvorgang, der zuerst auf der jeweiligen Maschine ankommt, wird als erster bearbeitet.

GGB-Regel (=Größte Gesamtbearbeitungszeit-Regel): Der Auftrag mit der größten Gesamtbearbeitungszeit auf allen Maschinen erhält die höchste Priorität.

KGB-Regel (= Kleinste-Gesamtbearbeitungszeit-Regel): Der Auftrag mit der kleinsten Gesamtbearbeitungszeit auf allen Maschinen erhält die höchste Priorität.

Volker Castor



Maschinenbelegungsplanung: Prioritätsregeln

431

4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


	Kürzeste Operationszeit- Regel	Fertigungs- restzeit- Regel	Dynamische Wertregel	Schlupf-Zeit- Regel
maximale Kapazitätsauslastung	sehr gut	gut	mäßig	gut
minimale Durchlaufzeit der Aufträge	sehr gut	gut	mäßig	mäßig
minimale Zwischenlagerkosten	gut	mäßig	sehr gut	mäßig
minimale Terminabweichungen	schlecht	mäßig	mäßig	sehr gut

Grundsätzlich liefert die **KOZ-Regel** die besten Ergebnisse. Durch die Verzögerung von Aufträgen mit längeren Bearbeitungszeiten schneidet diese Regel in bezug auf die Minimierung der Terminabweichungen jedoch schlecht ab.

Es ist deshalb erforderlich, die KOZ-Regel mit der **Schlupf-Zeitregel** zu verknüpfen.

Allgemein werden mit **kombinierten Prioritätsregeln** bessere Ergebnisse als mit einfachen Prioritätsregeln erzielt.

Volker Castor



Maschinenbelegungsplanung: KOZ-Regel

432

4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


Beispiel zur Anwendung der KOZ-Regel:

Im nachfolgenden Fallbeispiel sollen fünf Kundenaufträge (A bis E) über vier Maschinen (1 bis 4) bearbeitet werden.

Für alle Aufträge existiert eine technologisch bedingte Reihenfolge der Maschinenbelegung.

Alle Aufträge sollen im Sinne einer Job-shop-Fertigung an allen Arbeitsstationen variierbar sein.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


433

Maschinenbelegungsplanung: KOZ-Regel

		Maschine			
		1	2	3	4
Aufträge	A	72	99	36	27
	B	45	27	81	108
	C	18	45	45	72
	D	63	9	54	36
	E	90	54	27	45

		Maschinenfolge			
		1.	2.	3.	4.
Aufträge	A	1	2	3	4
	B	3	2	4	1
	C	2	1	4	3
	D	1	3	2	4
	E	1	3	2	4

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

434

Maschinenbelegungsplanung: KOZ-Regel

Maschine 1	D	C	A	E	B
Maschine 2	C	B	D	A	E
Maschine 3	B	D	C	E	A
Maschine 4	C	D	B	A	E

(in Minuten)

↑

D 189

↑

C 198

↑

Fertigstellungen
(in Minuten)

↑

A 333

↑

B 342

↑


E 378

Beispiel zur KOZ-Regel: Lösung

Die Leer- / bzw. Stillstandszeiten der einzelnen Maschinen sind im Beispiel grau dargestellt und betragen insgesamt 297 Minuten.

Die mittlere Durchlaufzeit aller Aufträge beträgt 288 Minuten.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

435

Optimale Losgröße


Im Rahmen einer **Serien- oder Sortenproduktion** erfolgt die Kapazitätsanalyse im Rahmen der Ermittlung der optimalen Losgröße.

Das Losgrößenproblem entsteht, wenn auf derselben Maschine bzw. maschinellen Anlage verschiedene Produktsorten hergestellt werden.

In diesem Fall ist für jede Produktsorte eine Entscheidung über die Größe eines Loses (= Zahl der von einer Sorte nacheinander ohne Unterbrechung des Fertigungsprozesses hergestellten Mengeneinheiten) zu fällen.

Das Ziel der Entscheidung ist die Ermittlung der Losgröße, die bei gegebener Gesamtproduktionsmenge einer Sorte zu minimalen Stückkosten führt.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

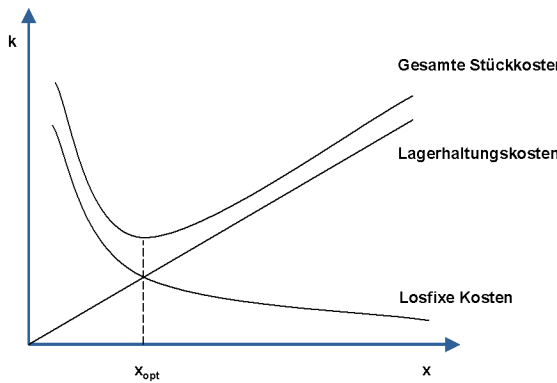
Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


436

Optimale Losgröße



The graph illustrates the relationship between unit costs (k) and quantity (x). It features three curves: 'Gesamte Stückkosten' (Total unit costs), 'Lagerhaltungskosten' (Holding costs), and 'Losfixe Kosten' (Fixed costs per unit). The 'Gesamte Stückkosten' curve is U-shaped, and its minimum point is indicated by a vertical dashed line to the x-axis, labeled x_{opt} . The 'Lagerhaltungskosten' curve is a straight line starting from the origin, and the 'Losfixe Kosten' curve is a downward-sloping curve.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

437


Optimale Losgröße

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{200 \cdot M \cdot k_f}{h \cdot L_{HS}}}$$

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot M \cdot k_f}{h \cdot L_H}}$$

m_{opt} = Optimale Losgröße
 M = Jahresbedarfsmenge
 k_f = losgrößenfixe Kosten pro Einrichtung der Maschine
 h = Herstellkosten pro Mengeneinheit
 L_{HS} = Lagerhaltungskostensatz (%)
 L_H = Lagerhaltungskosten pro Mengeneinheit (**Euro**)

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

438

Kapazitätsabstimmung

		Kapazitätsabstimmung				
		Kapazitätsanpassung		Belastungs- anpassung	Belastungsabgleich	
		Anpassung der Arbeitskräfte	Anpassung der Betriebsmittel		zeitlicher Ausgleich	technologischer Ausgleich
Reaktionszeit	kurz	Überstunden- aufbau / -abbau Innerbetrieblicher Austausch von Arbeitskräften			Auftreten der Lose Vorziehen / Aufschieben von Aufträgen oder Einzelbedarfen	Ausweichen auf andere Betriebsmittel
	mittel	zusätzliche Schicht / Kurzarbeit	Wiedernutzung / Stilllegung von Anlagen	Fremdvergabe von Aufträgen / Annahme von Fremdaufträgen		
	lang	Einstellung / Entlassung von Mitarbeitern	Beschaffen / Abstoßen von Anlagen			

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

439

Zeitliche Kapazitätsplanung

Die **zeitliche Kapazitätsplanung** wird immer dann notwendig, wenn z.B. die Absatzentwicklung nicht kontinuierlich verläuft.

- **Synchronisation:** Anpassung der Produktion an die Absatzentwicklung (niedrige Lagerbestände aber unterschiedliche Produktionsauslastungen)
- **Emanzipation:** Produktion auf konstantem Niveau (führt zu umfangreichen Lagerkapazitäten)
- **Oszillation:** Produktion wird nur für bestimmte Zeitabschnitte konstant gehalten (Mischung aus Synchronisation und Emanzipation)
- **Phasenverschiebung:** Produktion mehrerer Produkte, deren saisonale Schwankungen zu einander verschoben sind (theoretisches Modell, hoher Aufwand für Betriebsmittel und Produktionsplanung)
- **Auftragsvergabe:** Spitzenausgleich durch Produktionsaufträge an Dritte.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

440


Zeitplanung: Balkenpläne

Die **Gantt-Technik** (Henry Laurence Gantt), die auch als einfache Balkendiagrammtechnik bezeichnet werden kann, vereinfacht die Terminplanung durch eine grafische Darstellung. Über die Zeitachse werden die einzelnen Vorgänge analog ihrer zeitlichen Dauer abgetragen.

Die **PLANNET-Technik** (PLANning NETwork) ist eine Weiterentwicklung der Gantt-Technik. Der wesentlichen Nachteil der Gantt-Technik, dass die terminlichen Abhängigkeiten nicht erkennbar sind, wird dadurch vermieden, dass diese mit verbindenden Strichen dargestellt werden. Hiermit ergibt sich automatisch der **Ausweis von Pufferzeiten**.

→ Die Pufferzeit ist die Zeitspanne, um die die Lage eines Vorganges verändert werden kann, ohne dass sich dies auf die Projektdauer auswirkt. Diese Zeiten werden gestrichelt dargestellt.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

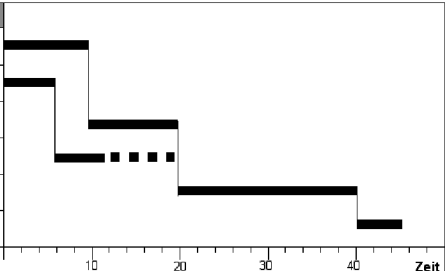
Zeitplanung

Logistik

441


Zeitplanung: Balkenpläne

Nr.	Vorgang
1	Schwachstellenanalyse Auftragsabwicklung
2	Schwachstellenanalyse Lagerwesen
3	Anforderungsdefinition Auftragsabwicklung
4	Anforderungsdefinition Lagerwesen
5	Entwicklung Sollkonzept
6	Anwenderabstimmung



PLANNET-Technik

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik


442

Zeitplanung: Netzpläne

Die Netzplantechnik beinhaltet alle Verfahren zur Analyse, Beschreibung, Planung und Steuerung von Abläufen. Sie stellt ein Hilfsmittel dar, das vor allem folgenden Zwecken dient:

- Die logischen Zusammenhänge eines Projektes vom Anfang bis zum Abschluss können übersichtlich dargestellt werden.
- Für alle Vorgänge eines Projektes kann mit Hilfe der Netzplantechnik ein Zeitplan entwickelt werden.
- Kritische Vorgänge und Ressourcenengpässe, welche die Einhaltung des Endtermins gefährden können, lassen sich leicht identifizieren.
- Netzpläne bilden die Basis für die laufende Projektkontrolle und Terminüberwachung.

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

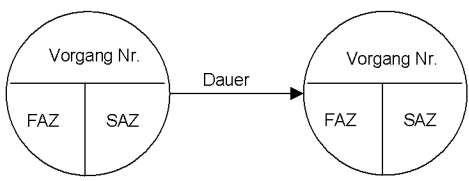
Zeitplanung

Logistik

443


Zeitplanung: Netzpläne

Die **Critical Path Method (CPM)** wurde in den USA entwickelt, um in der chemischen Industrie die Stillstandszeiten hochwertiger Anlagen während der Wartungsarbeiten zu verkürzen. Mit Hilfe der Netzplantechnik konnte die Zeit für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten auf ca. 60 % reduziert werden. Darstellungsform: **Vorgangspfeilnetzplan (VPN)**



FAZ = Frühester Anfangszeitpunkt
SAZ = Spätester Anfangszeitpunkt

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

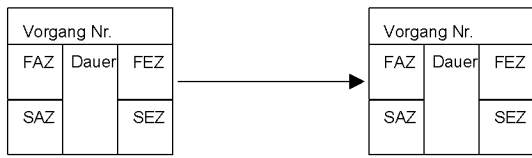
Zeitplanung

Logistik

444


Zeitplanung: Netzpläne

Die **Metra Potential Method (MPM)** wurde 1958 in Frankreich zur Planung von Atomkraftwerken entworfen. Darstellungsform: **Vorgangsknotennetzplan (VKN)**



FAZ = Frühester Anfangszeitpunkt
FEZ = Frühester Endzeitpunkt
SAZ = Spätester Anfangszeitpunkt
SEZ = Spätester Endzeitpunkt

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung


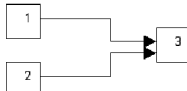
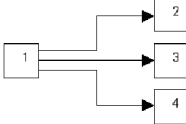
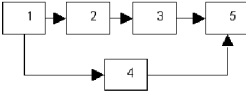
Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

445

Ablaufstrukturen im Netzplan

<p>Einfache Beziehung (ohne Verknüpfung): Zwei Vorgänge folgen direkt aufeinander.</p> 	<p>Und-Zusammenfügung: Mehrere Vorgänger haben einen gemeinsamen Nachfolger.</p> 
<p>Und-Verzweigung: Ein Vorgang hat mehrere Nachfolger.</p> 	<p>Parallelvorgänge: Einer Und-Verzweigung folgt später eine Und-Zusammenfügung.</p> 

Volker Castor



4. Produktions-
logistik

Produktions- und
Kostentheorie

Produktions-
prozesse

Layout- und
Produktions-
planung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

446

Ablaufstrukturen im Netzplan


Vorgänge und Scheinvorgänge

Normale Vorgänge beginnen mit dem **Ende** des jeweils vorgelagerten Vorgangs. Hier wird das Ergebnis der Tätigkeit **nach** Fertigstellung an den nachfolgen Prozess weitergegeben. Normale Vorgänge werden im Netzplan i.d.R. durch **durchgezogene Pfeile** gekennzeichnet.

Scheinvorgänge beginnen mit dem **Anfang** des Vorgängers. In diesem Fall wird nicht das Ergebnis der Tätigkeit, sondern eine Information an einen anderen Vorgang weitergeleitet (z.B. die fehlerfreie Anzahl von Werkstücken, die zur Abkühlung in ein Zwischenlager eingelagert werden, wird an den nachfolgen Prozess gemeldet, damit dieser seine Abläufe besser planen kann). Scheinvorgänge werden im Netzplan i.d.R. durch **gestrichelte Pfeile** gekennzeichnet.

Volker Castor

447



Ablaufstrukturen im Netzplan

Hinrechnung

Erster Schritt bei der Ermittlung der Werte im Netzplan ist die Berechnung der Werte vom ersten bis zum letzten Vorgang (jeweils FAZ und FEZ) in der Reihenfolge des zeitlichen Ablaufes des Gesamtprozesses. Besonders beachtet werden müssen hier immer jene Prozesse, die über mehrere Vorgänger verfügen (begonnen werden kann dann immer nur zu dem Zeitpunkt, an dem der spätste Vorgänger fertig ist).


FAZ = spätester FEZ eines der Vorgänger

4. Produktionslogistik
Produktions- und Kostentheorie
Produktionsprozesse
Layout- und Produktionsplanung
Kapazitätsplanung
Zeitplanung

Logistik

Volker Castor

448



Ablaufstrukturen im Netzplan

Rückrechnung

Zweiter Schritt ist dann die Berechnung des Netzplans vom Ende her zum Anfang (jeweils SAZ und SEZ) genau entgegengesetzt zum zeitlichen Ablauf des Gesamtprozesses. Hierbei müssen immer diejenigen Teilprozesse besonders beachtet werden, die (im normalen Zeitablauf) über mehrere Nachfolger verfügen.

SEZ wird durch den frühesten / kleinsten SAZ eines der Nachfolgeprozesse bestimmt.

4. Produktionslogistik
Produktions- und Kostentheorie
Produktionsprozesse
Layout- und Produktionsplanung
Kapazitätsplanung
Zeitplanung

Logistik

Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung

Zeitplanung

Logistik

Ablaufstrukturen im Netzplan

Kritischer Pfad

Der Kritische Pfad ist die Verbindung aller miteinander verbundenen Vorgänge **ohne** Zeitpuffer (FAZ = SAZ und FEZ = SEZ). D.h. eine Verzögerung einer dieser Vorgänge führt zur Verzögerung des Gesamtprozesses. Bestimmt wird der jeweilige Zeitpuffer durch den Vergleich der Werte aus Hin- und Rückrechnung im Netzplan.

Nichtkritische Vorgänge verfügen über einen Zeitpuffer, in dem Einzelverzögerungen noch nicht zur Gesamtverzögerung führen. Ist eine Einzelverzögerung jedoch größer als der jeweilige Einzelpuffer, werden aus bis dahin nicht-kritischen Vorgängen kritische Vorgänge (Umkappen des kritischen Pfades).

Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

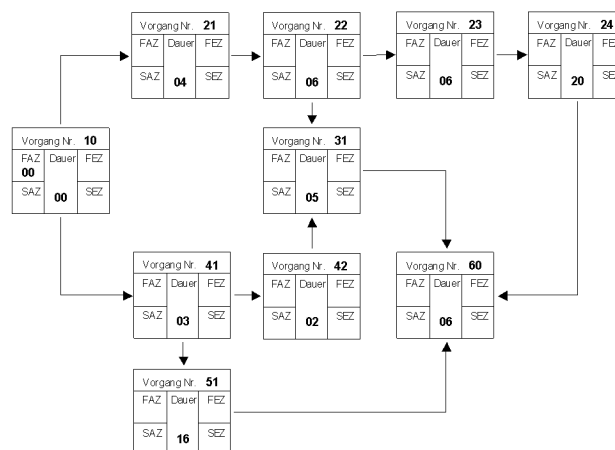
Layout- und Produktionsplanung

Kapazitätsplanung


Zeitplanung

Logistik

Ablaufstrukturen im Netzplan
Beispiel: Vorgangsknotennetzplan



Volker Castor



4. Produktionslogistik

Produktions- und Kostentheorie

Produktionsprozesse

Layout- und Produktionsplanung

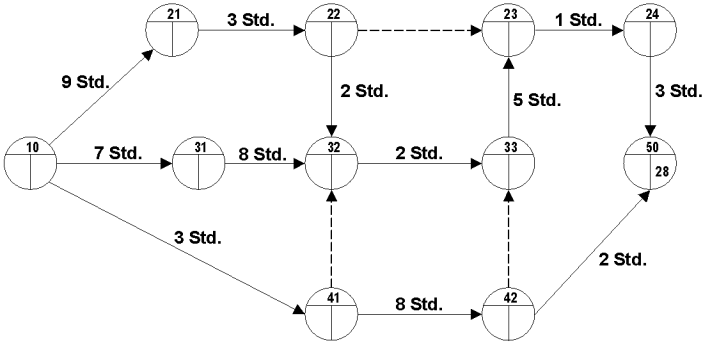
Kapazitätsplanung

Zeitplanung


Logistik

451

Ablaufstrukturen im Netzplan Beispiel: Vorgangspfeilnetzplan



Volker Castor



1. Überblick

2. Beschaffungslogistik

3. Lagerlogistik

4. **Produktionslogistik**

5. Distributionslogistik


6. Entsorgungslogistik

Logistik

452

Produktionslogistik

- **Produktions- und Kostentheorie** ✓
- **Produktionsprozesse** ✓
- **Layout- und Produktionsplanung** ✓
- **Kapazitätsplanung** ✓
- **Zeitplanung** ✓



Volker Castor