



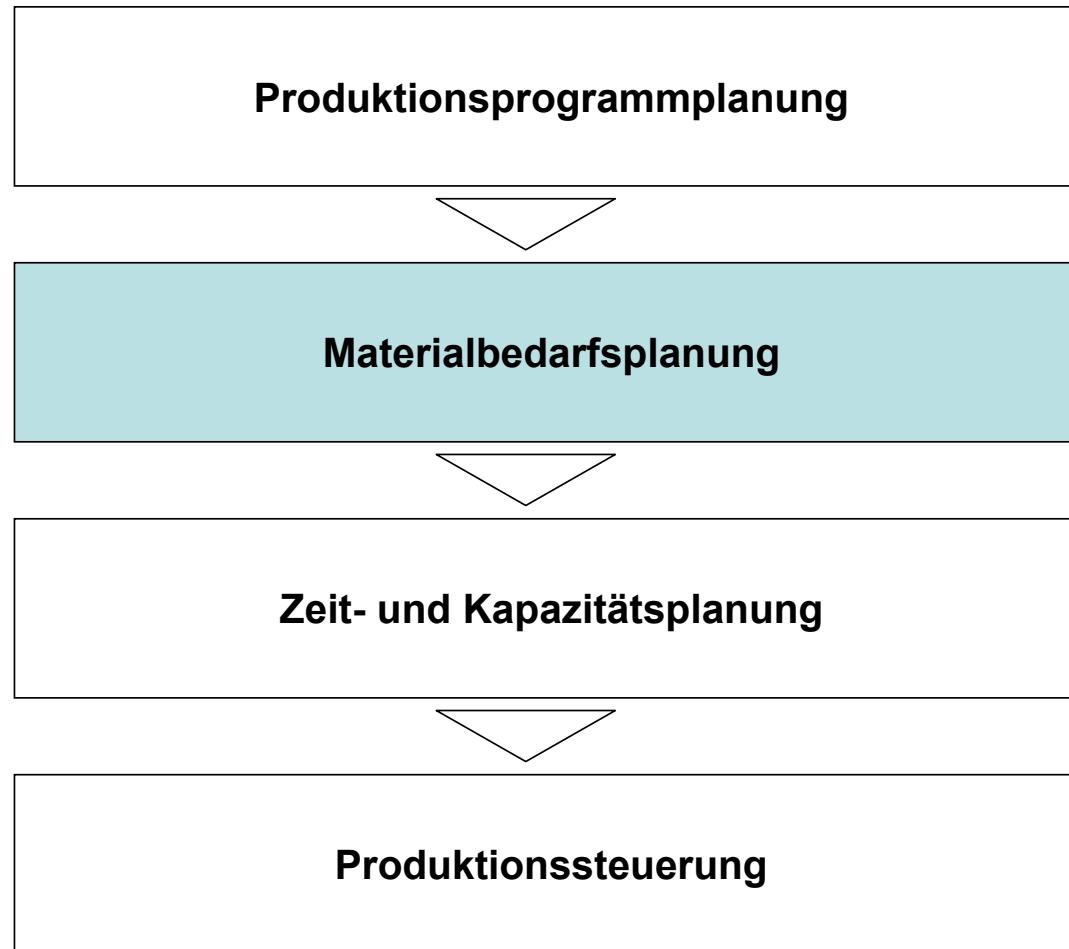
# Losgrößenplanung

---

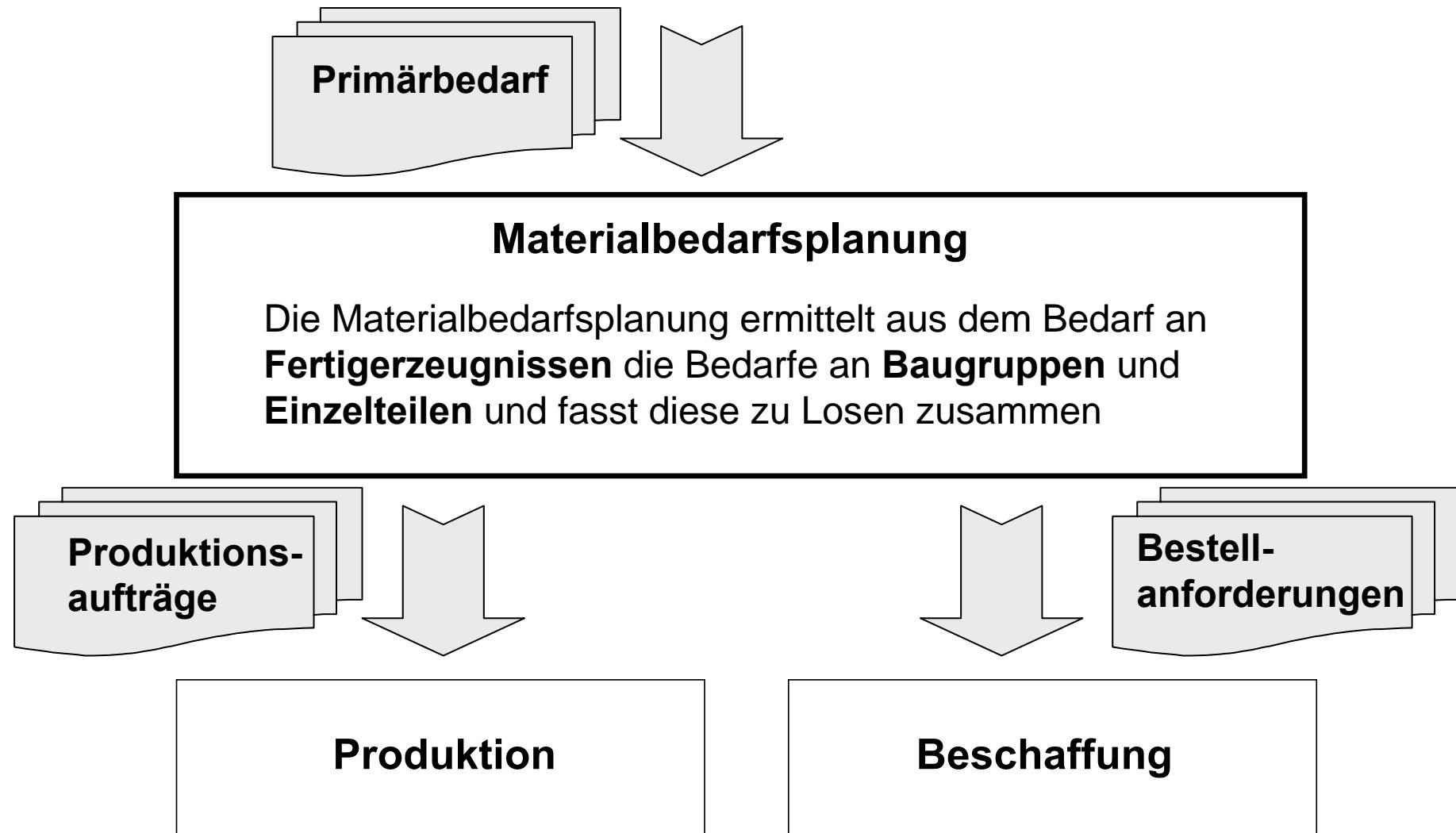


Dr. Claudia Höck, Dr. Nils Boysen

Termin	Thema
23.10.07	Grundlagen der Produktion und Produktionsplanung; Einführung in die strategische Produktionsplanung
30.10.07	Langfristige Absatzprognose
06.11.07	Langfristige Absatzprognose + Produktinnovation
13.11.07	Produktinnovation
20.11.07	Optimierungsmodelle zur Produktauswahl
27.11.07	Strategien zur Bewältigung von Produktvielfalt
04.12.07	Einführung in die operative Produktionsplanung + Produktionsprogrammplanung
11.12.07	Losgrößen- und Bestellmengenplanung
18.12.07	Zeit- und Kapazitätsplanung
08.01.08	Maschinenbelegung
15.01.08	Fließfertigung
22.01.08	Projektplanung in der Baustellenfertigung
29.01.08	Supply Chain Management (Gastvortrag PD Dr. Michael Höck)
05.02.08	Abschlussklausur



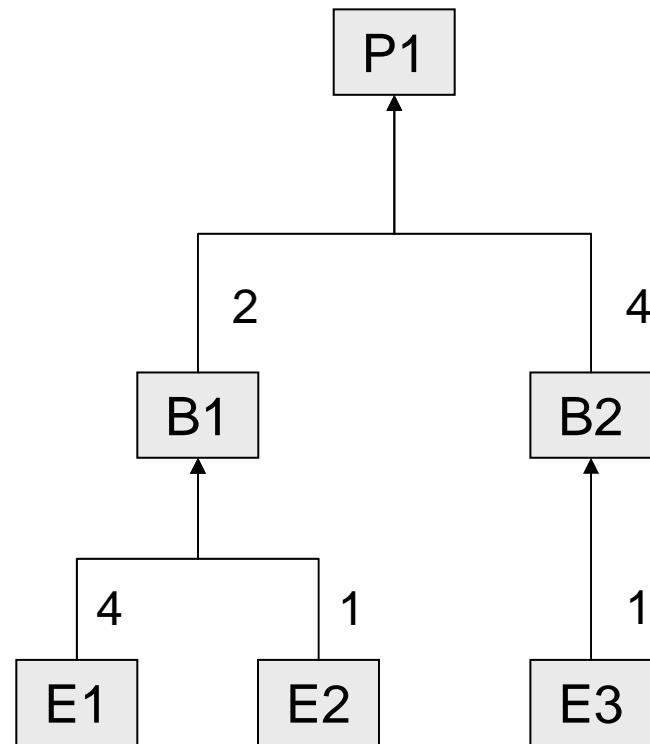
## Aufgabe der Materialbedarfsplanung



- (1) Die **Stücklistenauflösung** ermittelt die zur Herstellung des Primärbedarfs nötigen Mengen an Einzelteilen und Baugruppen (Sekundärbedarf).
- (2) Die **Brutto-Netto-Rechnung** konsolidiert den Brutto-Bedarf um z.B. vorhandene Lagerbestände und ermittelt die tatsächlich zu fertigenden bzw. zu beschaffenden Netto-Mengen.
- (3) Die **Losgrößenplanung** fasst den Netto-Bedarf entsprechend der Lager- und Bestellfixen Kosten zusammen.

**Ergebnis:** grob terminierte Fertigungsaufträge bzw. Bestellanforderungen

## Gozintograph



## Stückliste

	Koeffizient	Bedarf
P1	-	50
B1	2	100
E1	4	400
E2	1	100
B2	4	200
E3	1	200

Primärbedarf  
Sekundärbedarf

Teile : Tabelle

	Teile_Nr	Bezeichnung
►	B1	Vernebeler
	E1	Osmose-Anlage
	E7	Ventilsteuerung
	E8	Pumpe
	P1	Luftbefeuchtungssystem
	P2	LBS mit mehrfacher Vernebelung
*		

Datensatz: [◀] [◀] [1] [▶] [▶] [▶] [▶] von 6

Struktur : Tabelle

	Oberteil_Nr	Unterteil_Nr	Menge
	B1	E7	3
	B1	E8	1
►	P1	B1	1
	P1	E1	1
	P2	B1	2
	P2	E1	1
*			0

Datensatz: [◀] [◀] [3] [▶] [▶] [▶] [▶] von 6

## Mengenmäßige Fixierung des Netto-Bedarfs

Bruttobedarf

- + Reservierungen
- Lageranfangsbestand
- + Sicherheitsbestand
- geplanter Lagerzugang

---

= Nettobedarf

## Zeitliche Fixierung des Netto-Bedarfs

Bedarfsperiode des übergeordneten  
Materials

- Durchlaufzeit des übergeordneten  
Materials
- + Vorlaufzeit des Materials

---

= Bedarfsperiode des Materials

# Brutto-Netto-Rechnung

	Periode	0	1	2	3	4
P1	<b>Nettobedarf</b>	0	50	40	30	50
	<b>Losbildung</b>	0	50	70	0	50
B1	<b>Nettobedarf</b>	100	140	0	100	0
	<b>Losbildung</b>	100	140	0	100	0
E1	<b>Nettobedarf</b>	400	560	0	400	0
	<b>Losbildung</b>	960	0	0	400	0
E2	<b>Nettobedarf</b>	100	140	0	100	0
	<b>Losbildung</b>	340	0	0	0	0
B2	<b>Nettobedarf</b>	0	200	280	0	200
	<b>Losbildung</b>	0	480	0	0	200
E3	<b>Nettobedarf</b>	480	0	0	200	0
	<b>Losbildung</b>	480	0	0	200	0

## Definition:

Eine **Losgröße** bezeichnet eine Anzahl gleichartiger Objekte, die auf einem Arbeitsträger unmittelbar nacheinander ohne Rüstvorgänge zu fertigen sind.

Entsprechend ist eine **Bestellmenge** eine Anzahl gleichartiger Objekte, die gleichzeitig bestellt werden, bzw. zu liefern sind.

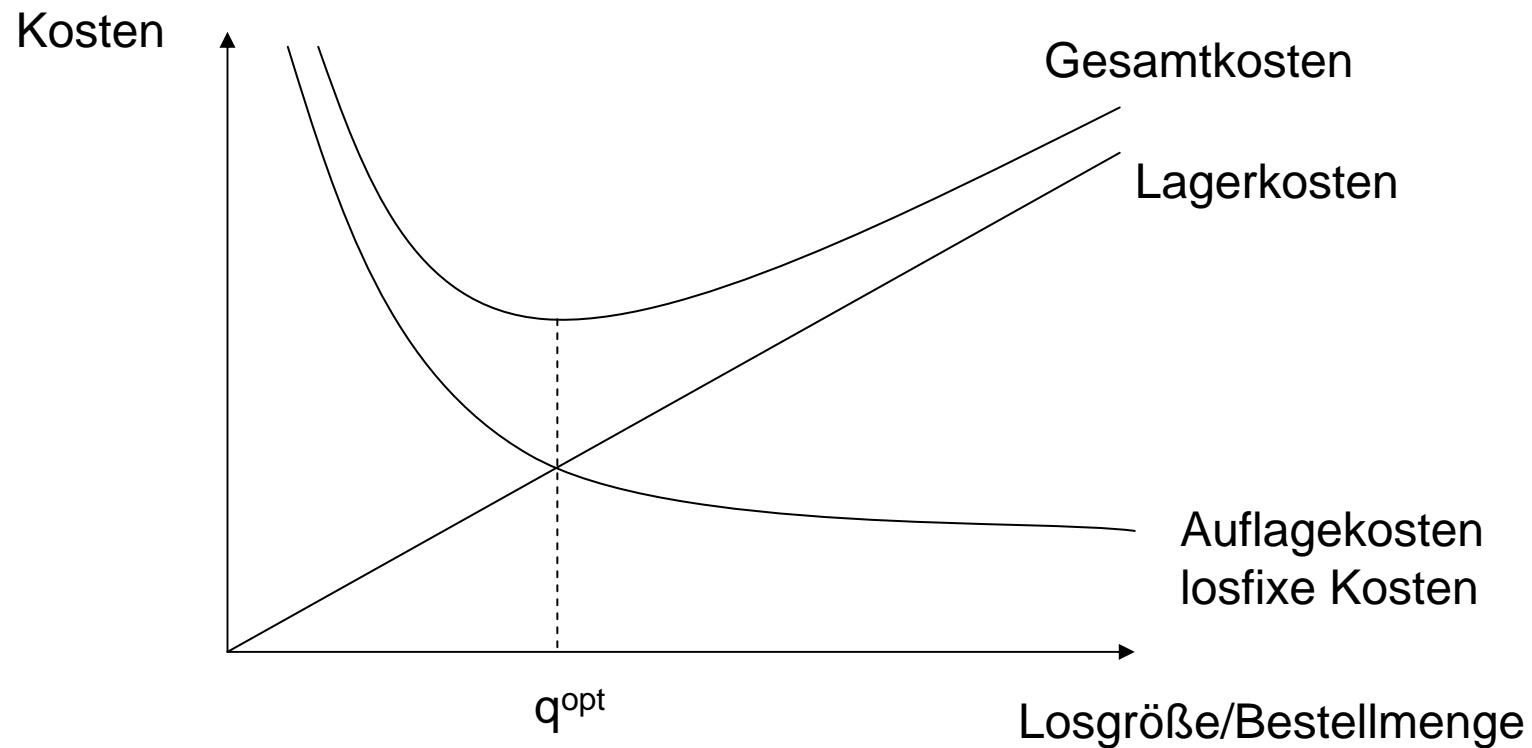
## Aufgaben:

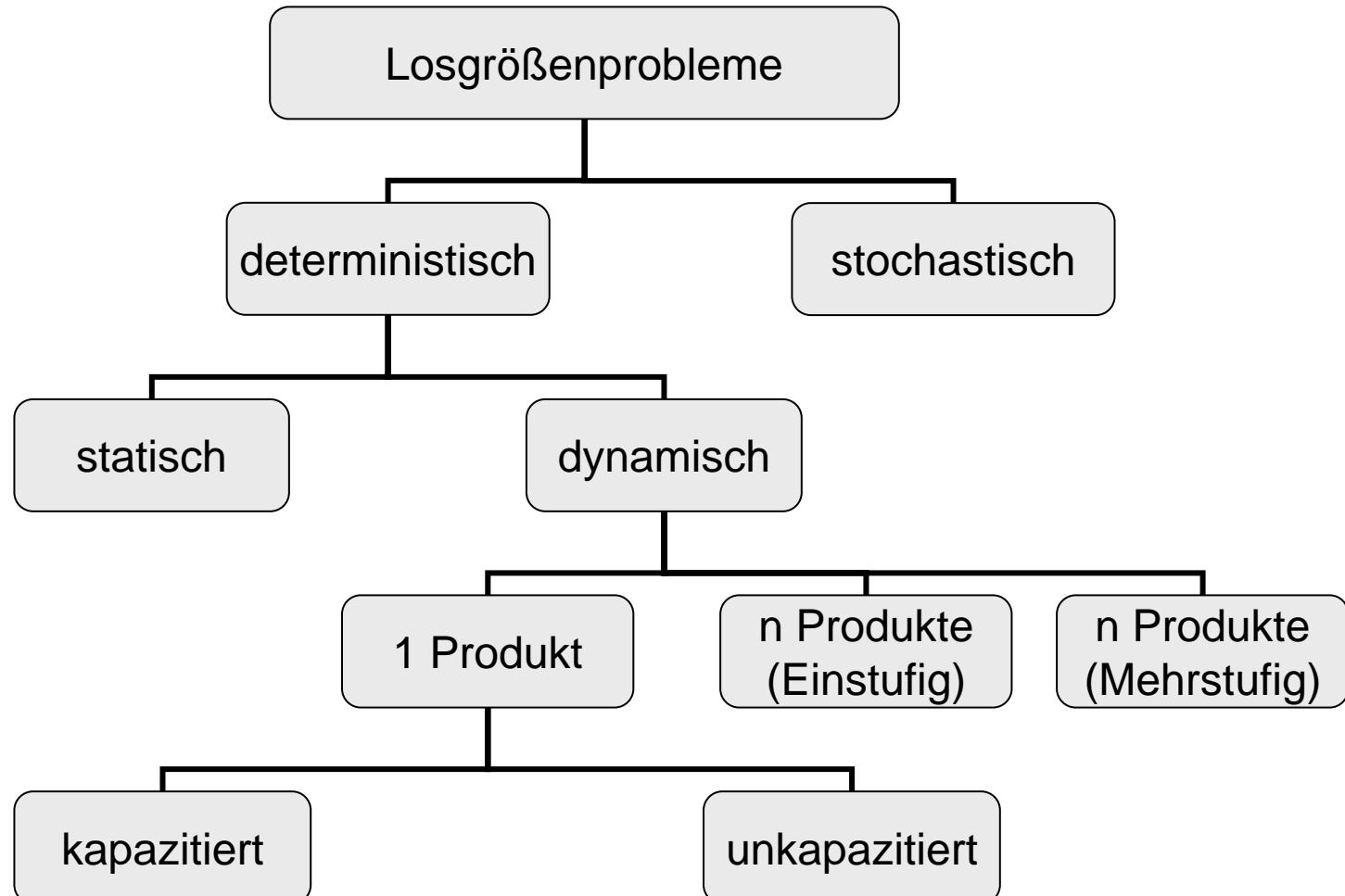
Entscheidung darüber

- wie viele **Mengeneinheiten** gleichzeitig bestellt, bzw. ohne Umrüsten gefertigt werden sollen.
- zu welchen **Zeitpunkten** bestellt, bzw. gefertigt werden soll.

## Zentrales Problem:

Gegenläufige Kostenentwicklung von fixen **Auflage-/Bestellkosten** und **Lagerkosten** in Abhängigkeit von der Losgröße, bzw. Auflagehäufigkeit





Lagerkostensatz  $c=1$

Fixkosten  $F = 40$

<b>Losgröße:</b>	50	40	30	50	
<b>Lagermenge:</b>	0	0	0	0	
<b>Nettobedarfe:</b>	50	40	30	50	
	1	2	3	4	Perioden
<b>Auflagekosten:</b>	40	40	40	40	
<b>Lagerkosten:</b>	0	0	0	0	
<b>Gesamtkosten:</b>	40	40	40	40	160

## ■ Index:

- ▶ Perioden  $t=1, \dots, T$

## ■ Parameter:

- ▶  $F$  = losfixe Kosten
- ▶  $c$  = Lagerkostensatz pro Mengeneinheit und Periode
- ▶  $b_t$  = Bedarf zum Zeitpunkt  $t$

## ■ Variablen:

- ▶  $q_t$  = kontinuierliche Variable: Bestellmenge in  $t$
- ▶  $l_t$  = kontinuierliche Variable: Lagermenge in  $t$
- ▶  $y_t$  = Binärvariable: 1, Bestellung in  $t$ ; 0, sonst



## Wagner Whitin - Modellformulierung

**Zielfunktion:**

$$K(q, l, y) = \sum_{t=1}^T F \cdot y_t + c \cdot l_t \rightarrow \min!$$

**Nebenbedingungen:**

$$l_{t-1} + q_t - b_t = l_t \quad \forall \quad t = 1, \dots, T$$

$$q_t \leq \sum_{t'=t}^T b_{t'} \cdot y_t \quad \forall \quad t = 1, \dots, T$$

$$l_t \geq 0; \quad q_t \geq 0 \quad y_t \in \{0;1\} \quad \forall \quad t = 1, \dots, T$$
$$l_0 = l_T = 0$$

$$K(q, l, y) = \sum_{t=1}^T F \cdot y_t + c \cdot l_t \rightarrow \min!$$

Lagerkosten      + c · l<sub>t</sub>  
F · y<sub>t</sub>      Auflage-/Bestellkosten

---

F: fixe Losauflagekosten [GE]

y<sub>t</sub>: 1, wenn in Periode t ein Los aufgelegt wird; 0 sonst

c: Lagerkostensatz [GE]

l<sub>t</sub>: Lagermenge in Periode t

Lagerzu-/abgang

$$I_{t-1} + q_t - b_t = I_t \quad \forall \quad t = 1, \dots, T$$

Anfangsbestand

$I_t$ : Lagermenge in Periode t

$q_t$ : Losgröße in Periode t

$b_t$ : Nettobedarf in Periode t

$$q_t \leq \sum_{t'=t}^T b_{t'} \cdot y_t \quad \forall \quad t = 1, \dots, T$$

Ausreichend große Zahl

-----  
 $q_t$ : Losgröße in Periode t

$y_t$ : 1, wenn in Periode t ein Los aufgelegt wird; 0 sonst

$b_t$ : Nettobedarf in Periode t

Lagerkostensatz  $c=1$

Fixkosten  $F = 40$

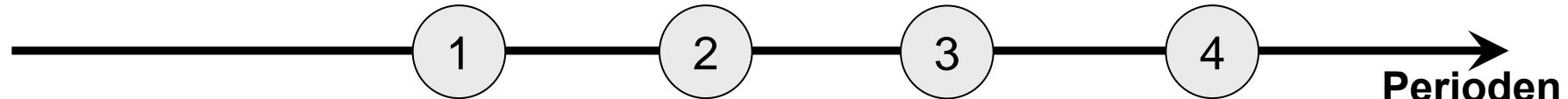
**Vorproduzieren einer Einheit**



<b>Losgröße:</b>	50	40	30	50
------------------	----	----	----	----

<b>Lagermenge:</b>	0	0	0	0
--------------------	---	---	---	---

<b>Nettobedarfe:</b>	50	40	30	50
----------------------	----	----	----	----



<b>Auflagekosten:</b>	40	40	40	40
-----------------------	----	----	----	----

<b>Lagerkosten:</b>	0	0	0	0
---------------------	---	---	---	---

<b>Gesamtkosten:</b>	40	40	40	40	160
----------------------	----	----	----	----	-----

Lagerkostensatz  $c=1$

Fixkosten  $F = 40$

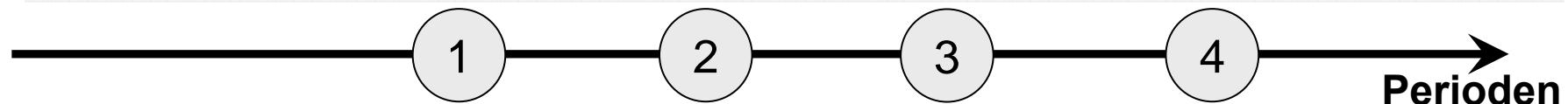
**Vorproduzieren einer Einheit**



<b>Losgröße:</b>	51	39	30	50
------------------	----	----	----	----

<b>Lagermenge:</b>	1	0	0	0
--------------------	---	---	---	---

<b>Nettobedarfe:</b>	50	40	30	50
----------------------	----	----	----	----



<b>Auflagekosten:</b>	40	40	40	40
-----------------------	----	----	----	----

<b>Lagerkosten:</b>	1	0	0	0
---------------------	---	---	---	---

<b>Gesamtkosten:</b>	41	40	40	40	161
----------------------	----	----	----	----	-----

Lagerkostensatz  $c=1$

Fixkosten  $F = 40$

## Vorproduzieren des gesamten Periodenbedarfs



<b>Losgröße:</b>	90	0	30	50	
<b>Lagermenge:</b>	40	0	0	0	
<b>Nettobedarfe:</b>	50	40	30	50	
	1	2	3	4	Perioden

<b>Auflagekosten:</b>	40	0	40	40	
<b>Lagerkosten:</b>	40	0	0	0	
<b>Gesamtkosten:</b>	80	0	40	40	160

## Zero-Inventory Property:

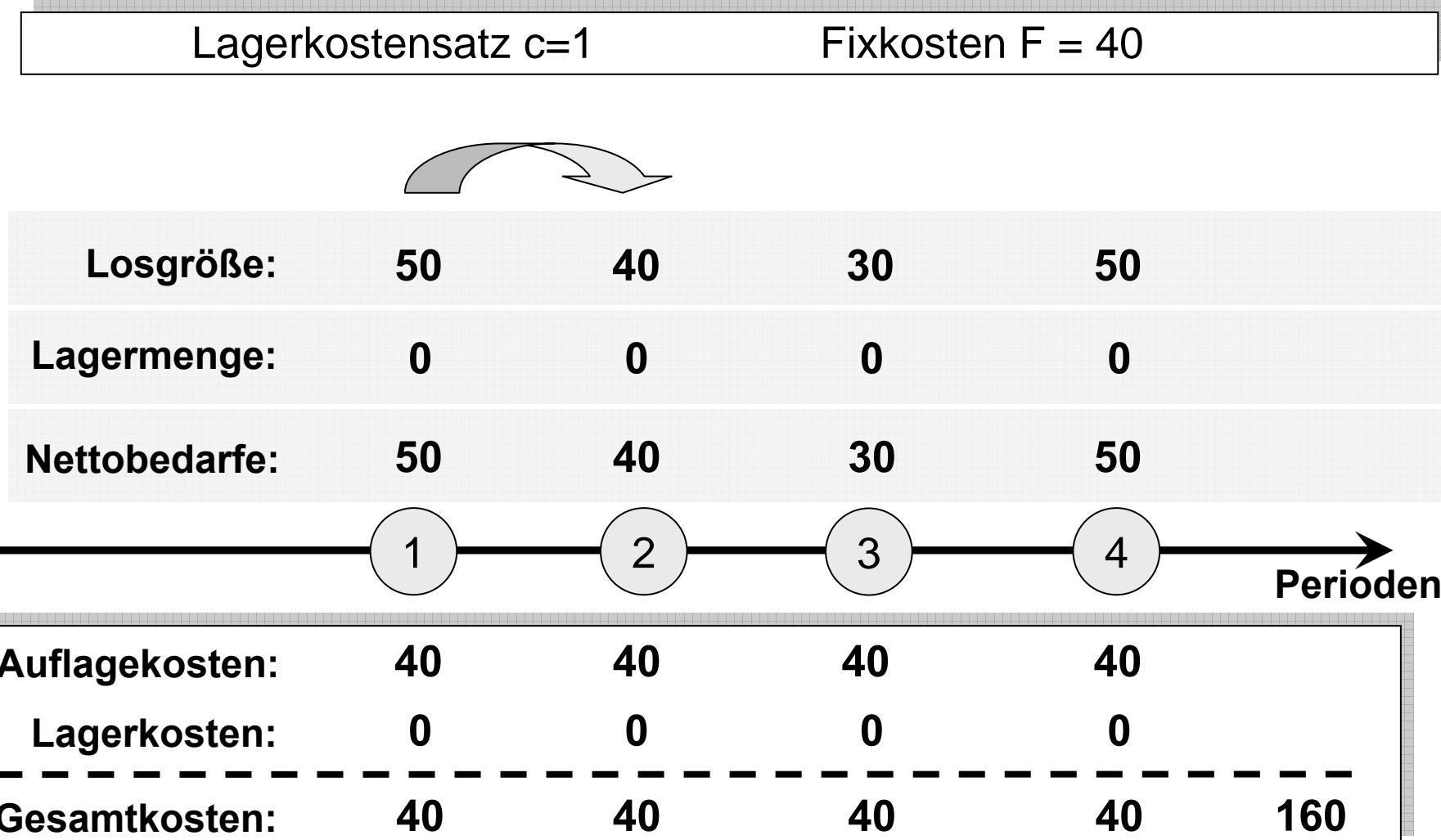
Für einen optimalen Bestellplan gilt:

$$q_t \cdot I_{t-1} = 0 \quad \forall t = 1, \dots, T$$

Wenn produziert wird ( $q_t > 0$ ), dann muss das Lager leer sein ( $I_{t-1} = 0$ ).

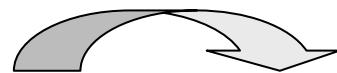
**Beweis:** Wenn ein Lagerbestand in der Periode  $t$  besteht, der nicht den gesamten Bedarf der Periode  $t+1$  mit deckt, dann muss durch den Ausschluss von Fehlmengen in der Periode  $t+1$  produziert werden. Dann fallen Auflagekosten an. Die Lagermenge kann dann in der Periode  $t+1$  mit produziert werden und die Lagerkosten eingespart werden.

**Folge:** Die Losgröße  $q$  umfasst immer eine Summe aus **vollständigen Periodenbedarfen**.



Lagerkostensatz  $c=1$

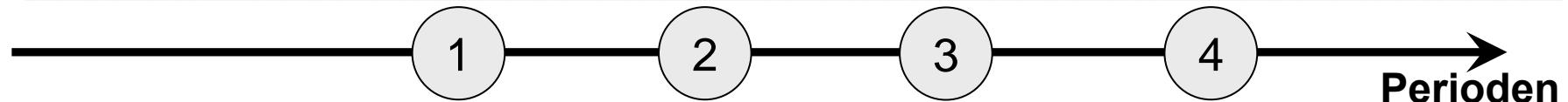
Fixkosten  $F = 40$



**Losgröße:** 90 0 30 50

**Lagermenge:** 40 0 0 0

**Nettobedarfe:** 50 40 30 50



**Auflagekosten:** 40 0 40 40

**Lagerkosten:** 40 0 0 0

**Gesamtkosten:** 80 0 40 40 160

Lagerkostensatz  $c=1$

Fixkosten  $F = 40$



<b>Losgröße:</b>	120	0	0	50
<b>Lagermenge:</b>	70	30	0	0
<b>Nettobedarfe:</b>	50	40	30	50
	1	2	3	4
				Perioden
<b>Auflagekosten:</b>	40	0	0	40
<b>Lagerkosten:</b>	70	30	0	0
<b>Gesamtkosten:</b>	110	30	0	40
				180

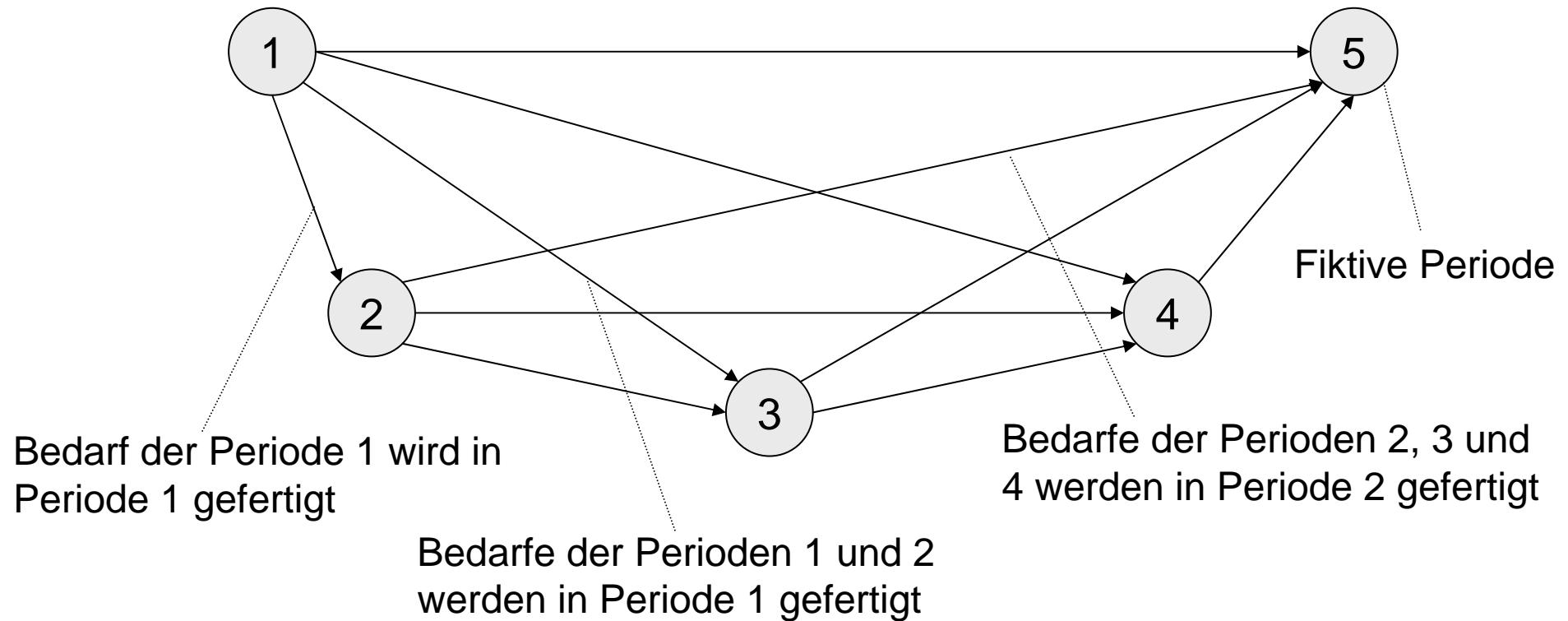
## Konsequenz der Zero-Inventory Property – Periode 1

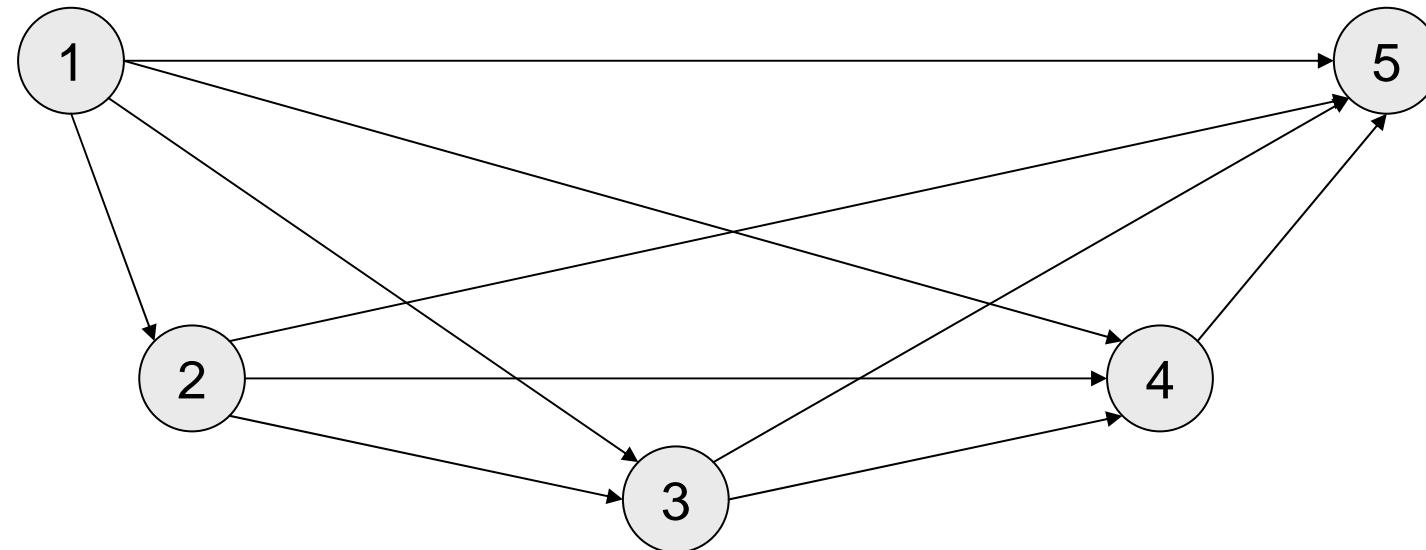
Lagerkostensatz  $c=1$

Fixkosten  $F = 40$



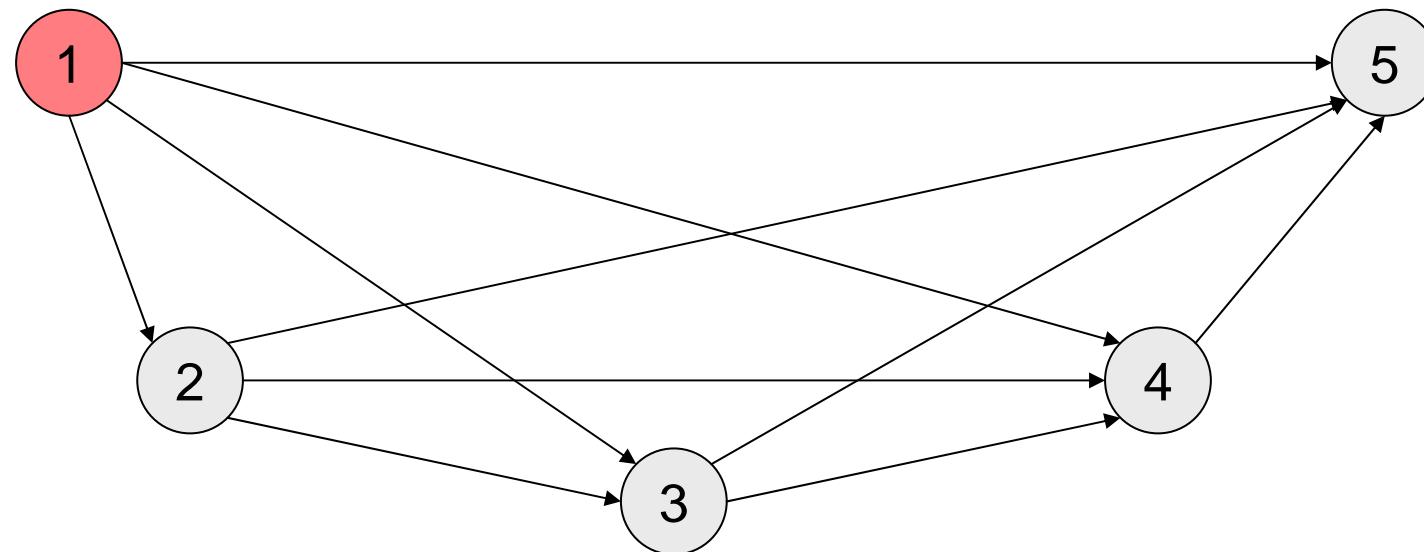
<b>Losgröße:</b>	170	0	0	0
<b>Lagermenge:</b>	120	80	50	0
<b>Nettobedarfe:</b>	50	40	30	50
	1	2	3	4
				Perioden
<b>Auflagekosten:</b>	40	0	0	0
<b>Lagerkosten:</b>	120	80	50	0
<b>Gesamtkosten:</b>	160	80	50	0
				290





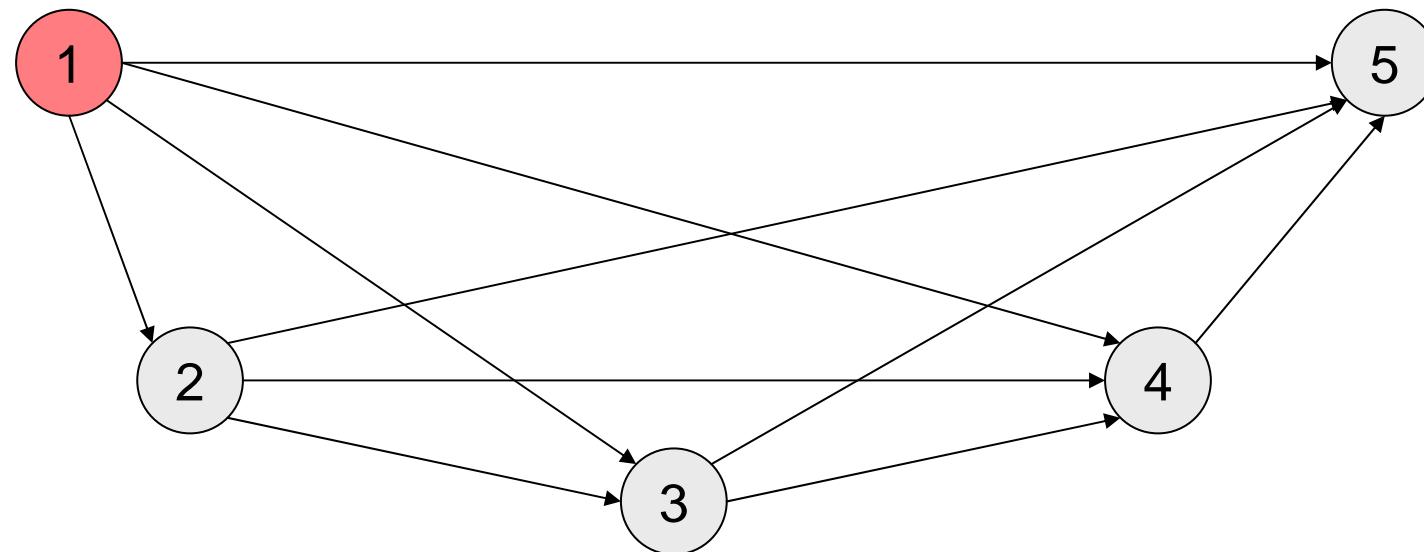
Periode	1	2	3	4
$b_t$	50	40	30	50
$c$	1	1	1	1
$F$	40	40	40	40

	2	3	4	5
1	40			
2	-			
3	-	-		
4	-	-	-	-



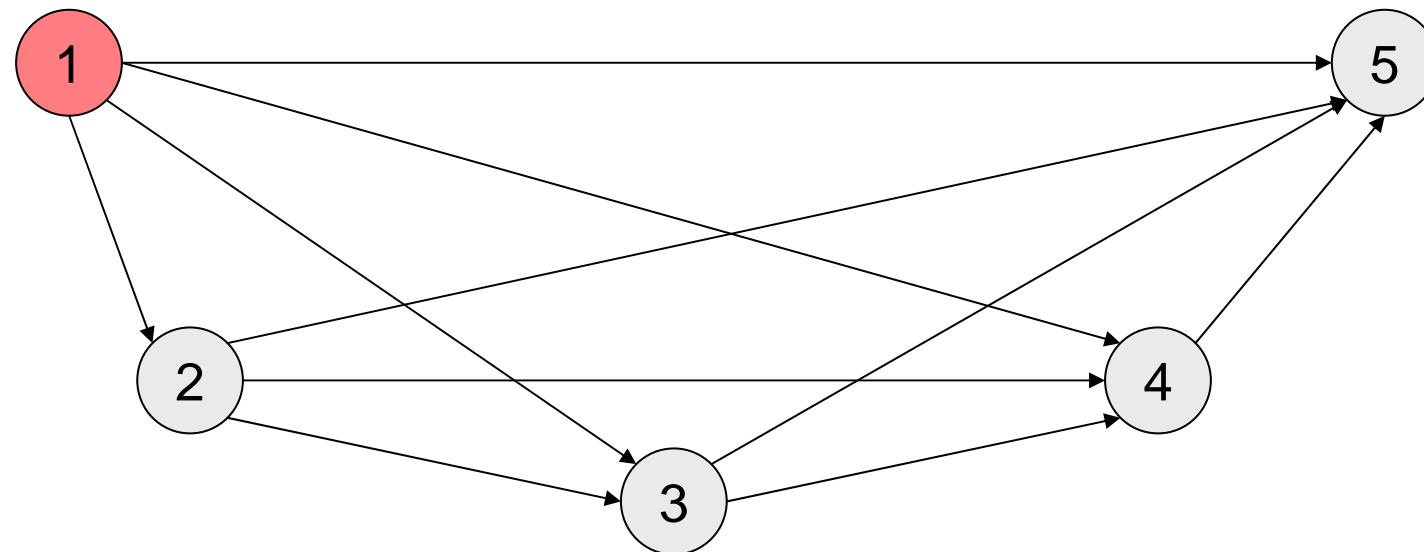
Periode	1	2	3	4
$b_t$	50	40	30	50
$c$	1	1	1	1
$F$	40	40	40	40

	2	3	4	5
1	40	80		
2	-			
3	-	-		
4	-	-	-	



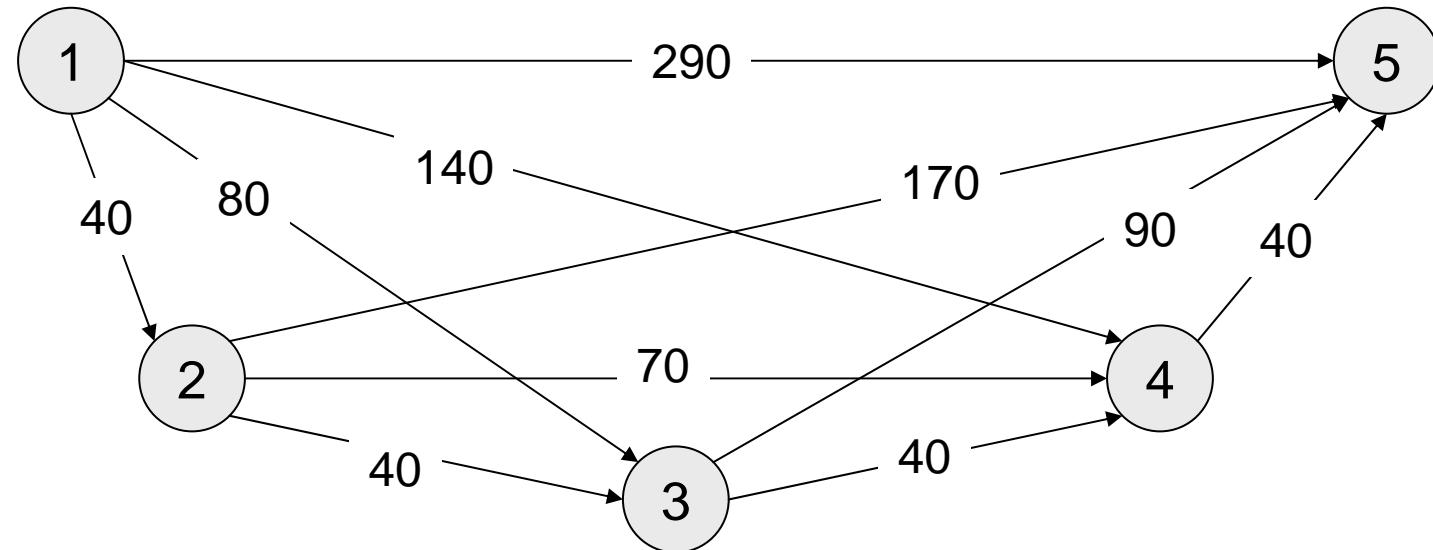
Periode	1	2	3	4
$b_t$	50	40	30	50
$c$	1	1	1	1
$F$	40	40	40	40

	2	3	4	5
1	40	80	140	
2	-			
3	-	-		
4	-	-	-	



Periode	1	2	3	4
$b_t$	50	40	30	50
$c$	1	1	1	1
$F$	40	40	40	40

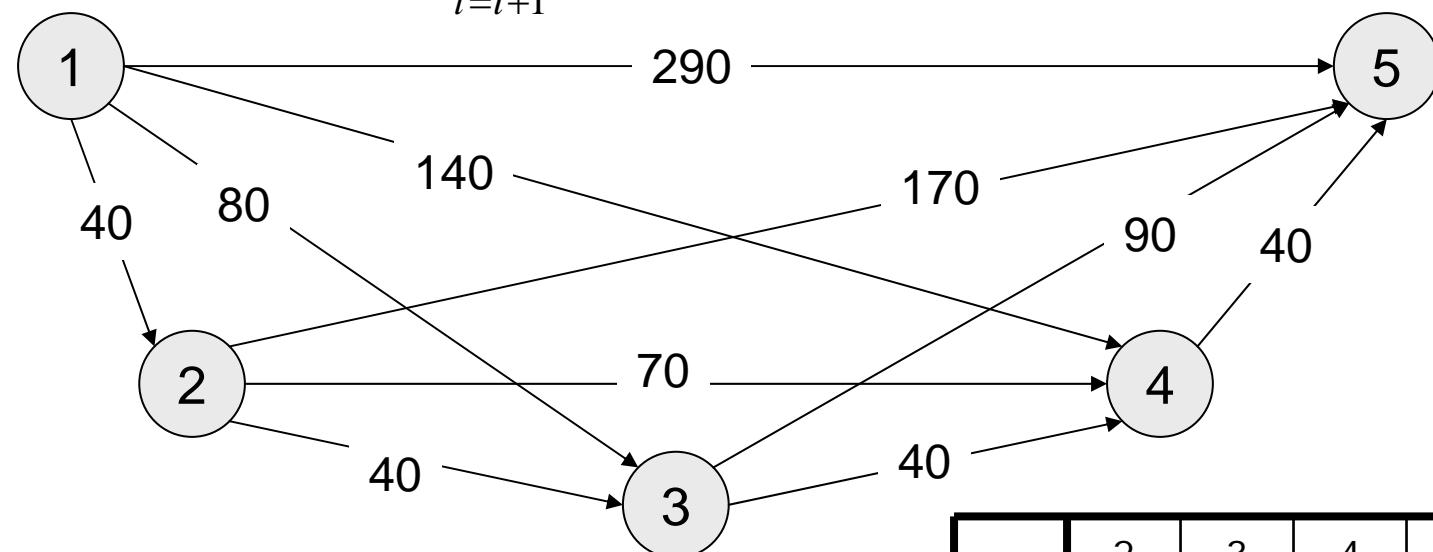
	2	3	4	5
1	40	80	140	290
2	-			
3	-	-		
4	-	-	-	



Periode	1	2	3	4
$b_t$	50	40	30	50
$c$	1	1	1	1
$F$	40	40	40	40

	2	3	4	5
1	40	80	140	290
2	-	40	70	170
3	-	-	40	90
4	-	-	-	40

$$r_{ij} = F + \sum_{t=i+1}^{j-1} b_t \cdot c \cdot (t - i) \quad \forall (i, j) \in E$$

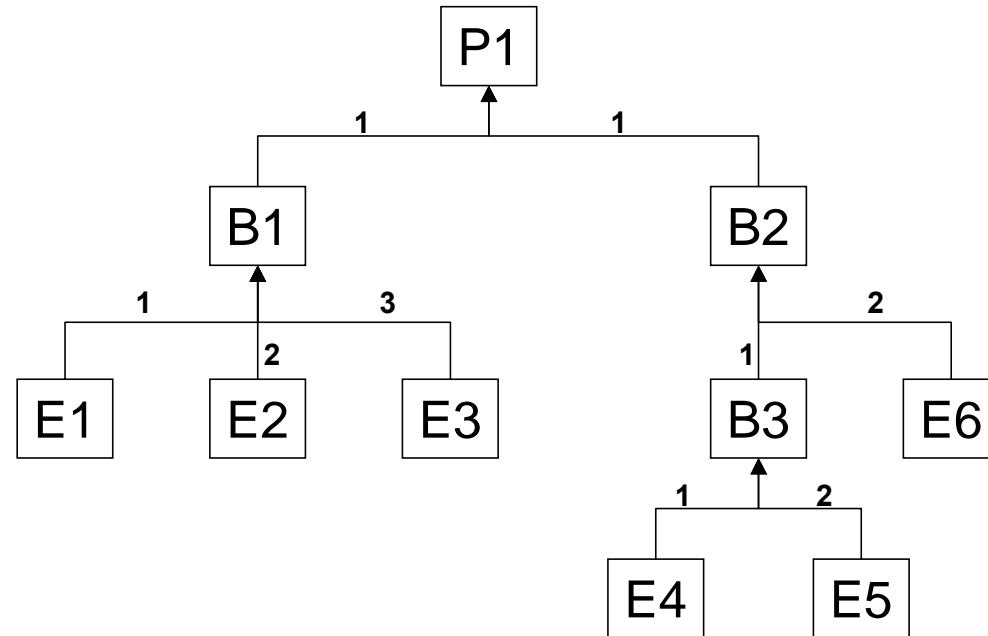


Periode	1	2	3	4
$b_t$	50	40	30	50
$c$	1	1	1	1
$F$	40	40	40	40

	2	3	4	5
1	40	80	140	290
2	-	40	70	170
3	-	-	40	90
4	-	-	-	40

# Mängel des PPS-Konzeptes (1)

Industrielles Management



Stufe	Primärbedarf										Kr	Ik	s
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	P1	0	0	0	25	10	0	30	5	30	30	2	1
	B1										25	1	1
	B2										35	2	1
2	E1										40	2	1
	E2										10	1	1
	E3										25	3	1
3	B3										20	3	1
	E6										15	2	1
4	E4										35	1	1
	E5										25	2	1

Kr = Rüstkosten pro Losauflage [GE]

Ik = Lagerkosten pro Stück und Periode [GE/(ME\*ZE)]

s = Stückbearbeitungszeit [ZE]

# Mängel des PPS-Konzeptes (2)

Industrielles Management

Lösung nach dem MRP2-Prinzip

		Primärbedarf									Kosten	
Stufe	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		P1	0	0	0	35	0	0	35	0	30	120
	2	B1	0	0	35	0	0	35	0	30	0	75
		B2	0	0	35	0	0	35	0	30	0	105
	3	E1	0	35	0	0	35	0	30	0	0	120
		E2	0	70	0	0	70	0	60	0	0	30
		E3	0	105	0	0	105	0	90	0	0	75
		B3	0	35	0	0	35	0	30	0	0	60
		E6	0	70	0	0	70	0	60	0	0	45
	4	E4	35	0	0	35	0	30	0	0	0	60
		E5	70	0	0	70	0	60	0	0	0	75

$\Sigma 810$

ungültig

Optimale Lösung ohne Kapazitätsengpass

		Primärbedarf									Kosten	
Stufe	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		P1	0	0	0	35	0	0	65	0	0	210
	2	B1	0	0	35	0	0	65	0	0	0	50
		B2	0	0	35	0	0	65	0	0	0	70
	3	E1	0	35	0	0	65	0	0	0	0	80
		E2	0	70	0	0	130	0	0	0	0	20
		E3	0	105	0	0	195	0	0	0	0	50
		B3	0	35	0	0	65	0	0	0	0	40
		E6	0	70	0	0	130	0	0	0	0	30
	4	E4	35	0	0	65	0	0	0	0	0	70
		E5	70	0	0	130	0	0	0	0	0	50

$\Sigma 670$

nicht kostenminimal

		Kapazitätsbedarf										
Stufe	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		1	0	0	0	35	0	0	35	0	30	40
	2	2	0	0	70	0	0	70	0	60	0	80
		3	0	315	0	0	315	0	270	0	0	300
	4	4	105	0	0	105	0	90	0	0	0	110

## Lösung:

Mehrstufige Losgrößenplanung  
unter Beachtung des Kapazitätsangebotes.



## Literaturhinweis:

Günther und Tempelmeier (2000):  
Produktion und Logistik 4. Aufl., S.  
179-213.