

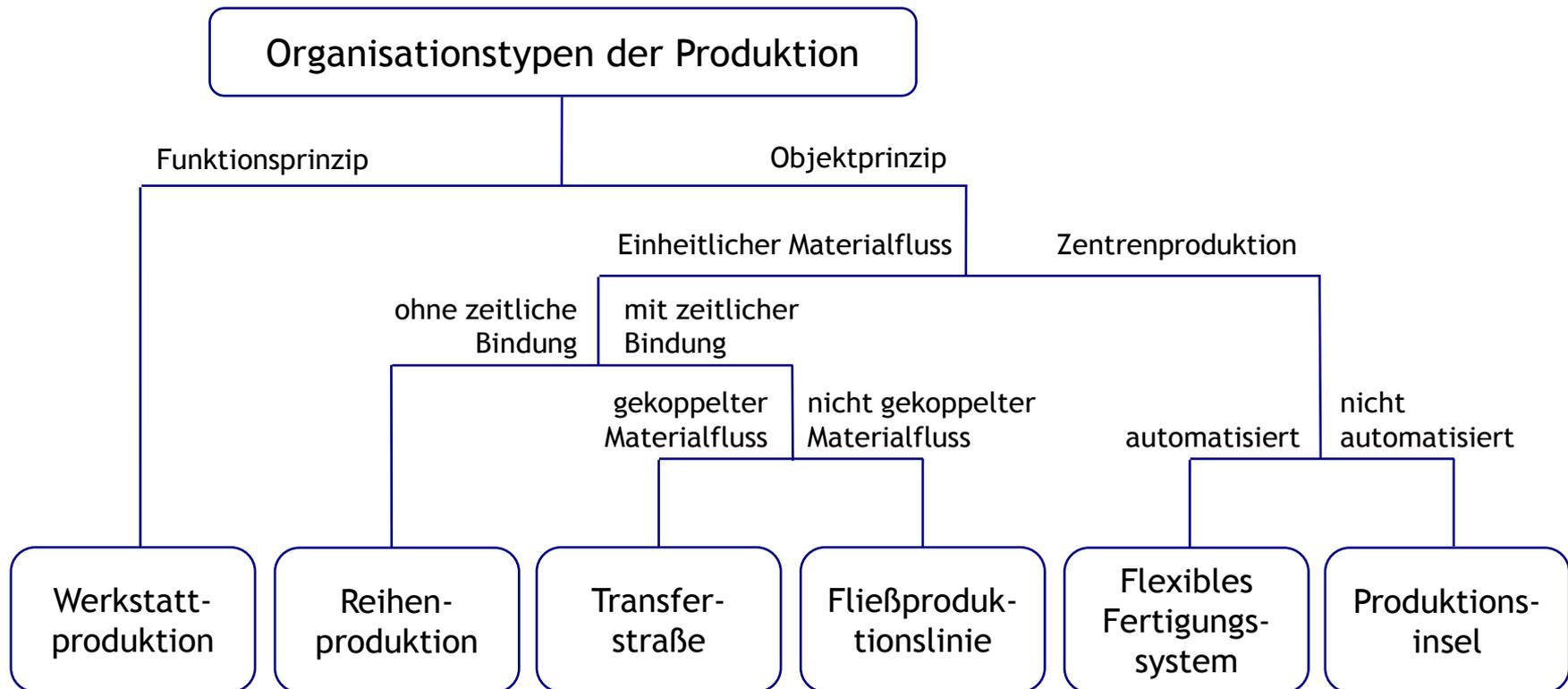
# Automatisierte Losgrößenplanung für kleine und mittlere Unternehmen

Prof. Dr. Ulf Lorenz

# Inhalt

- Einleitung - Organisationstypen der Produktion
- Produktionsplanung
- Vorstellung Forschungsgebiete

# Einleitung



Quelle: Günther, Tempelmeier - Produktion & Logistik 2009

# Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

## Keine Bildung von Losen

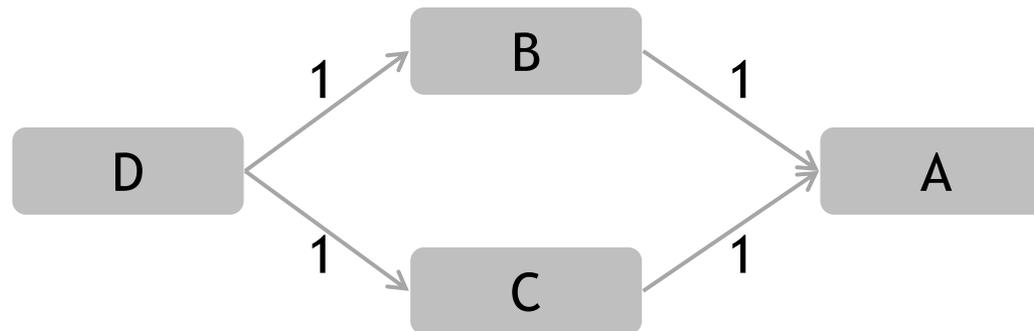
- Sukzessive Einplanung von Fertigungsaufträgen
- Ableiten von resultierenden Fertigungsaufträgen
- Schrittweise Erstellung eines Produktionsplans als Zusammenfügen von Aufträgen

## Losgrößenplanung

- Sukzessive Bildung von Losen für einzelne Produkte
- Ignorieren von
  - Kapazitätsgrenzen
  - Rüstzeiten
  - Mehrstufigkeit
  - Vorlaufzeiten
- Anschließendes „Reparieren“ der Pläne

# Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

## Erzeugnis- und Prozessstruktur



- Bearbeitung auf einer Maschine
- Pro Produkt (Zwischenprodukt) ein Arbeitsgang
- Pro Stück eine Zeiteinheit
- Pro Rüstvorgang 10 Zeiteinheiten

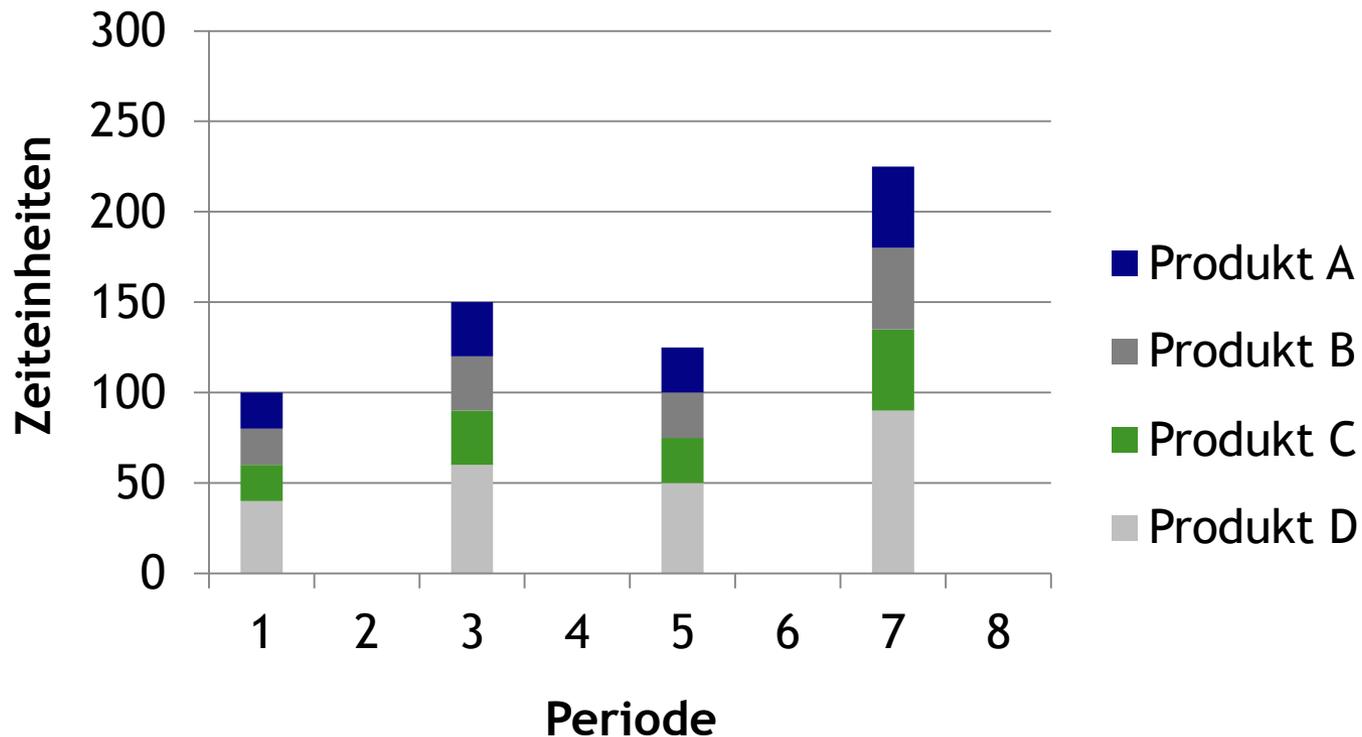
# Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

## Nettobedarfsmengen und Losgrößen

	Periode t	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Problem 1:</i> <i>Endprodukt A</i>	Nettobedarf		10	10	25	5	20	5	25	20
	<b>Losgrößen</b>		<b>20</b>	-	<b>30</b>	-	<b>25</b>	-	<b>45</b>	-
	Lagerbestand	0	10	-	5	-	5	-	20	-
<i>Problem 2:</i> <i>Erzeugnis B</i>	Nettobedarf		20	-	30	-	25	-	45	-
	<b>Losgrößen</b>		<b>20</b>	-	<b>30</b>	-	<b>25</b>	-	<b>45</b>	-
	Lagerbestand	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Problem 3:</i> <i>Erzeugnis C</i>	Nettobedarf		20	-	30	-	25	-	45	-
	<b>Losgrößen</b>		<b>20</b>	-	<b>30</b>	-	<b>25</b>	-	<b>45</b>	-
	Lagerbestand	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Problem 4:</i> <i>Erzeugnis D</i>	Nettobedarf		40	-	60	-	50	-	90	-
	<b>Losgrößen</b>		<b>40</b>	-	<b>60</b>	-	<b>50</b>	-	<b>90</b>	-
	Lagerbestand	0	-	-	-	-	-	-	-	-

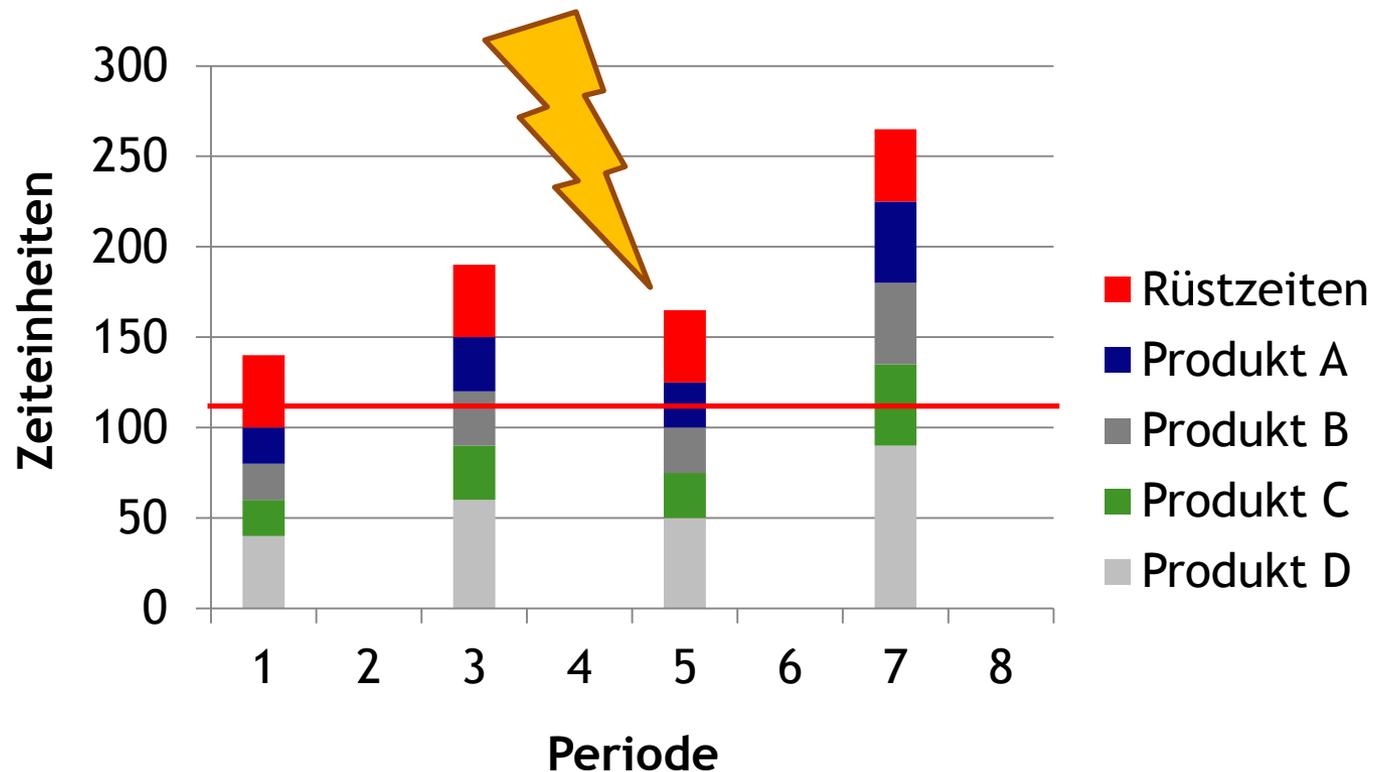
## Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

### Belegung der Maschine (*ohne* Kapazitätsbeschränkung und Rüstzeiten)



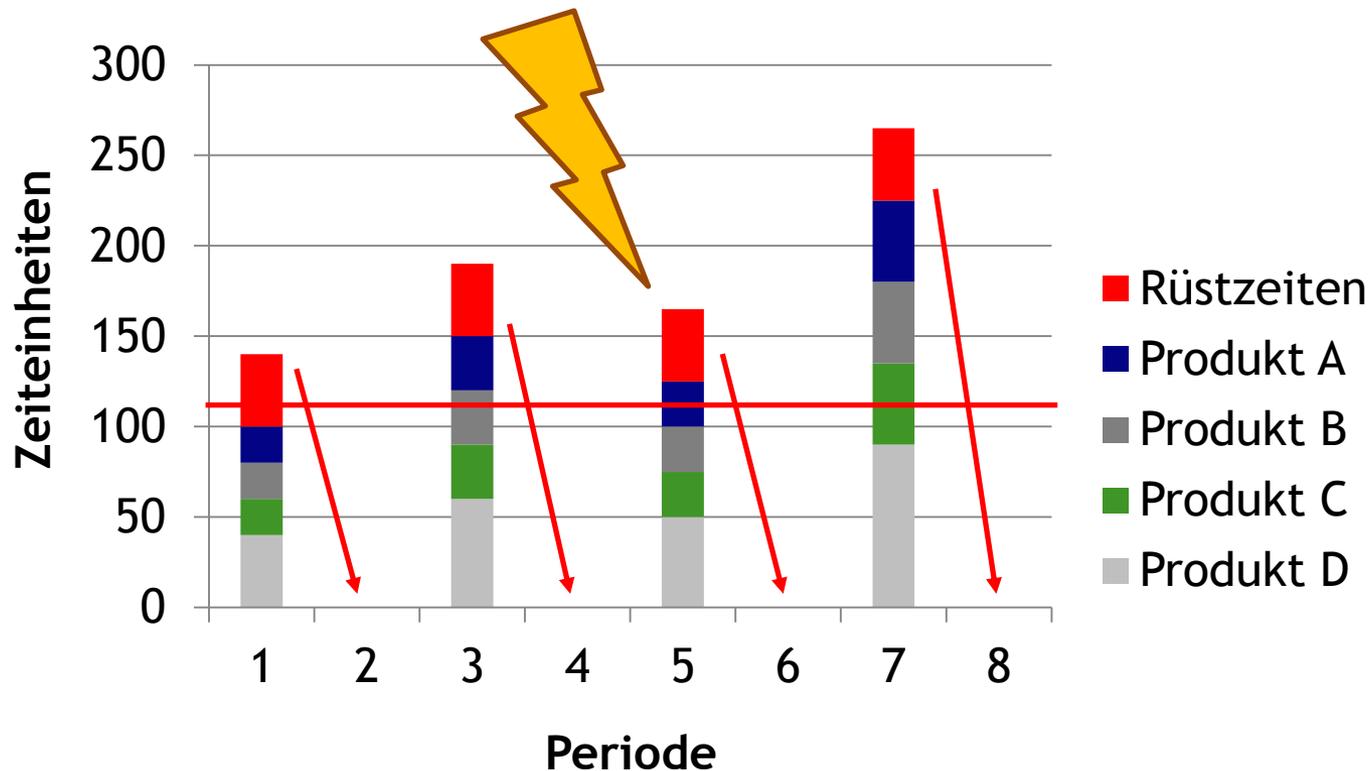
## Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

### Belegung der Maschine (*mit Kapazitätsbeschränkung und Rüstzeiten*)



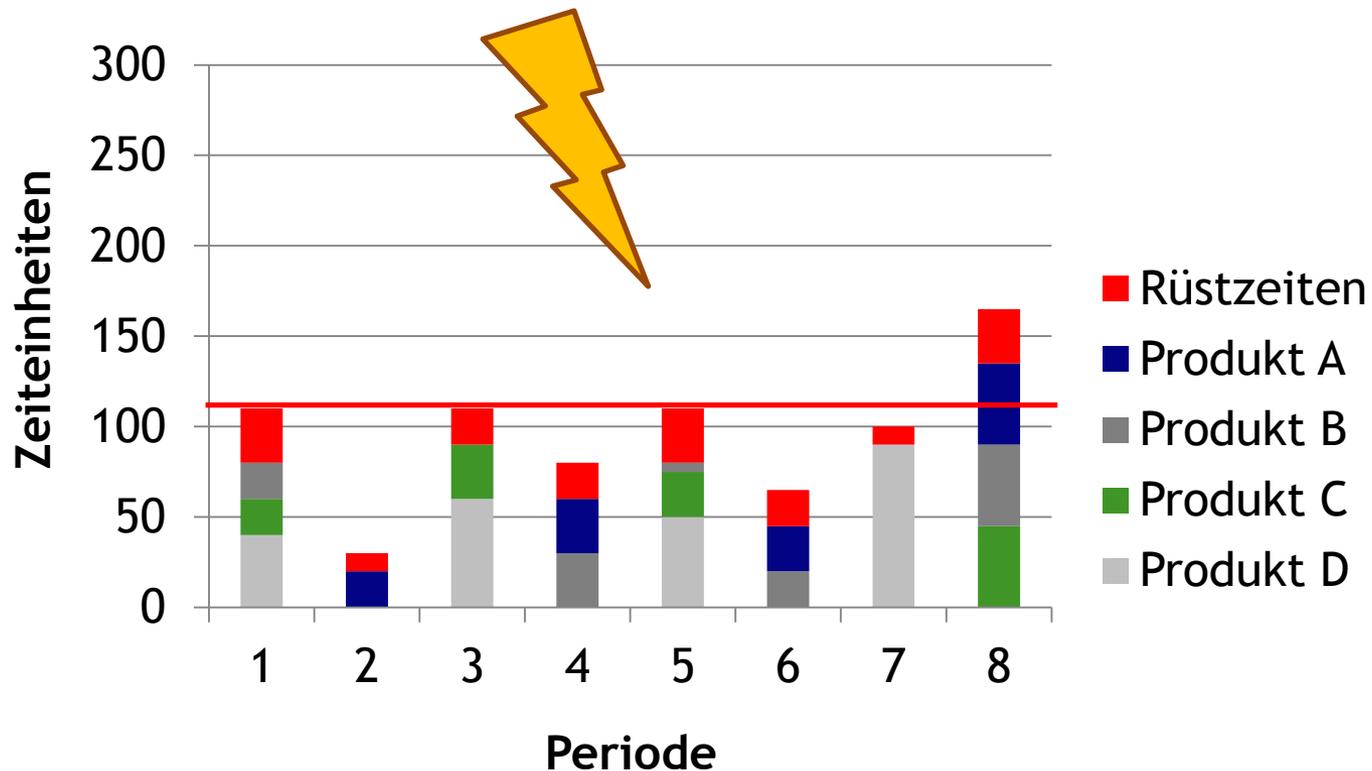
## Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

### Belegung der Maschine (*mit Kapazitätsbeschränkung und Rüstzeiten*)



## Produktionsplanung - Gängiger Ansatz

### Belegung der Maschine (*mit Kapazitätsbeschränkung und Rüstzeiten*)



# Produktionsplanung - Ganzheitliches Konzept

## Konzeptionelle Planungsfehler

- Sukzessive Bildung von Losen für einzelne Produkte
- Ignorieren von
  - Kapazitätsgrenzen
  - Rüstzeiten
  - Mehrstufigkeit
  - Vorlaufzeiten
- Anschließendes „Reparieren“ der Pläne

## Konsequenzen

- Fehlmengen bzw. Terminabweichungen
- Einsatz von Zusatzkapazitäten
- Unvorhergesehene Wartezeiten
- Hohe Bestände an Zwischenprodukten

# Produktionsplanung - Ganzheitliches Konzept

## Daten

- Prozess-dokumentation
- Geeignete Strukturierung
- Laufende Aktualisierung

## Produktionsplanung

- Produkte werden simultan betrachtet
- Produktaufbau wird einbezogen
- Lose werden gebildet unter Berücksichtigung von
  - Kapazitäten
  - Rüstzeiten
  - Vorlaufzeiten
  - Mehrstufigkeit

## Planungsprozess

- Hinreichende Dokumentation
- Laufende Aktualisierung

 Modelle MLCLSP / SLULSP

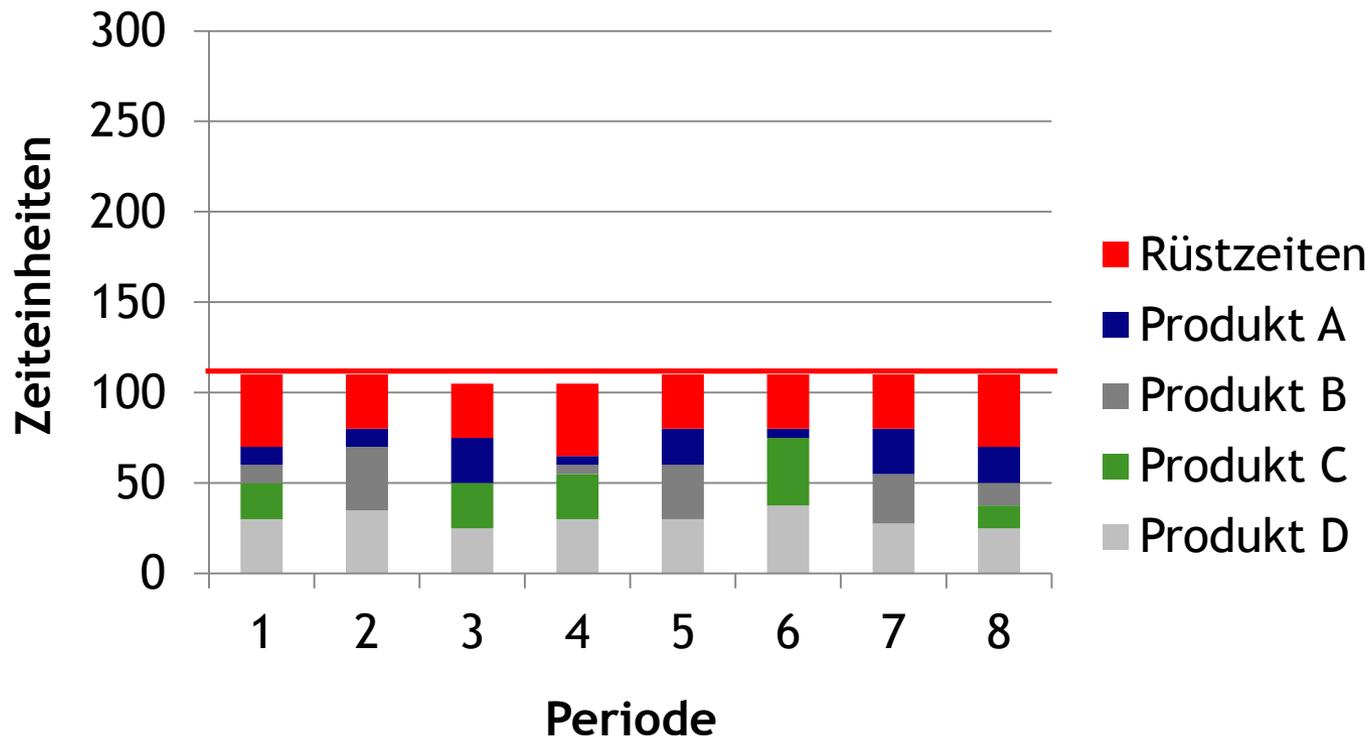
# Produktionsplanung - Ganzheitliches Konzept

## Optimierte Nettobedarfsmengen und Losgrößen

	Periode t	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Problem 1:</i> <i>Endprodukt A</i>	Nettobedarf		10	10	25	5	20	5	25	20
	<b>Losgrößen</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>20</b>
	Lagerbestand	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Problem 2:</i> <i>Erzeugnis B</i>	Nettobedarf		10	10	25	5	20	5	25	20
	<b>Losgrößen</b>		<b>10</b>	<b>35</b>	-	<b>5</b>	<b>30</b>	-	<b>27,5</b>	<b>12,5</b>
	Lagerbestand	0	-	25	-	-	10	5	7,5	-
<i>Problem 3:</i> <i>Erzeugnis C</i>	Nettobedarf		10	10	25	5	20	5	25	20
	<b>Losgrößen</b>		<b>20</b>	-	<b>25</b>	<b>25</b>	-	<b>37,5</b>	-	<b>12,5</b>
	Lagerbestand	0	10	-	-	20	-	32,5	7,5	-
<i>Problem 4:</i> <i>Erzeugnis D</i>	Nettobedarf		30	35	25	30	30	37,5	27,5	25
	<b>Losgrößen</b>		<b>30</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>37,5</b>	<b>27,5</b>	<b>25</b>
	Lagerbestand	0	-	-	-	-	-	-	-	-

# Produktionsplanung - Ganzheitliches Konzept

## Belegung der Maschine (*mit Kapazitätsbeschränkung und Rüstzeiten*)



# SMI - Kompetenzen und Hilfestellung

## Projektskizze

### 1. Prozessdokumentation

Auswertung der vorhandenen Dokumentation, Datenanalyse, falls nötig: Interviews mit Kompetenzträgern

### 2. Konzeption eines Tools zur Entscheidungsunterstützung

Maßgeschneiderte Planungsmethode, auf das Unternehmen abgestimmte Schnittstellen

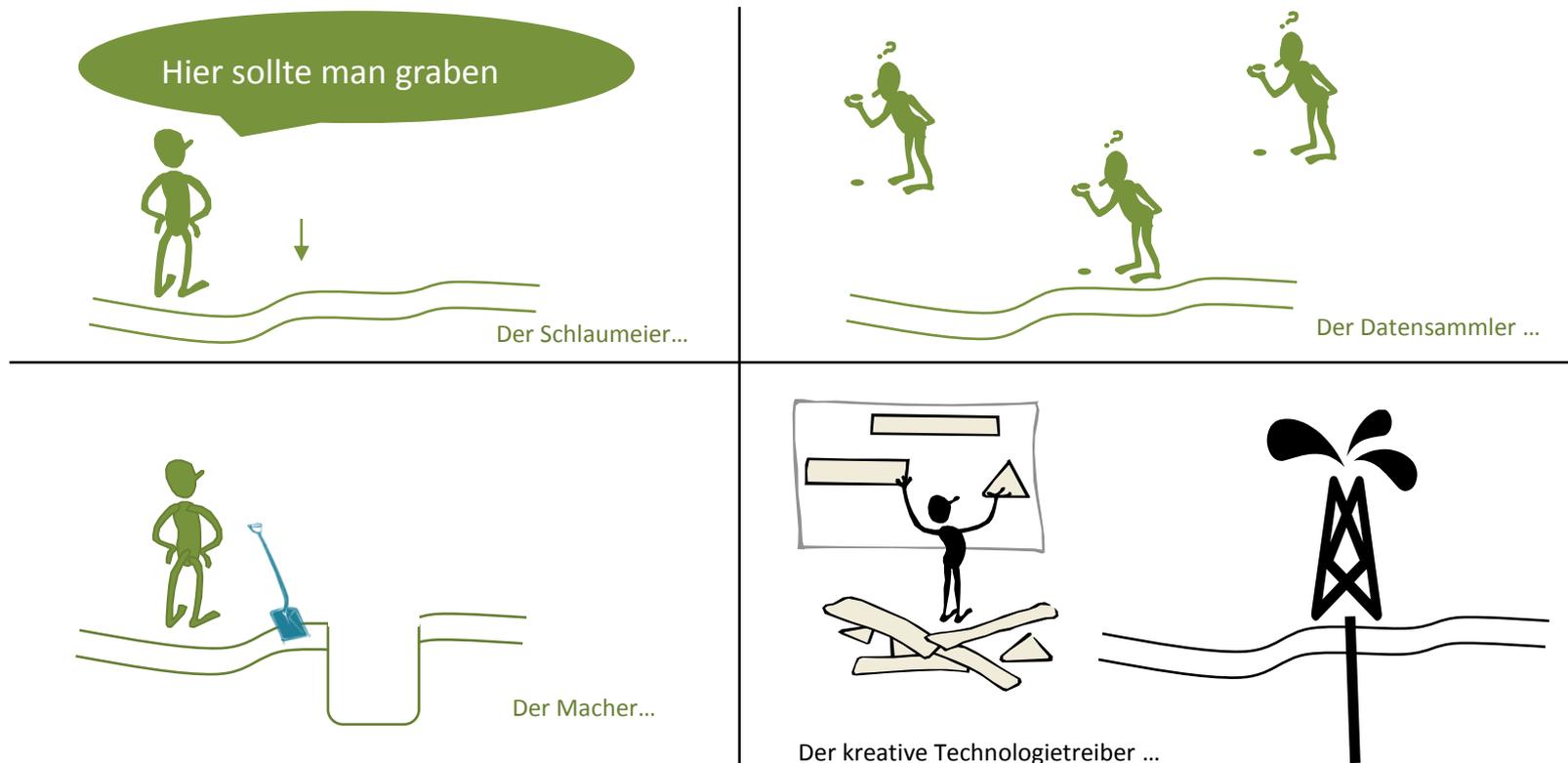
### 3. Erstellung eines Prototyps

Umsetzung des Konzepts, Evaluation anhand von Praxisdaten

### 4. Implementierung in der EDV-Landschaft des Unternehmens

# Technologiemanagement

## Mehr und weniger sinnvolle Vorgehensweisen bei der Ölsuche



# Technologiemanagement

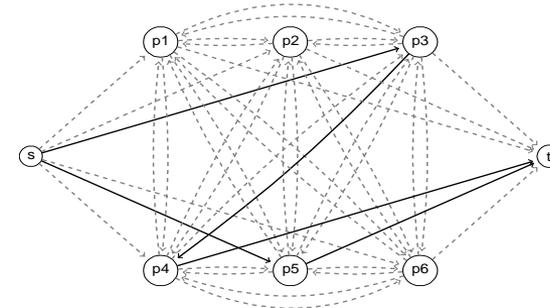
## Technical Operations Research

### Druckerhöhungsanlage

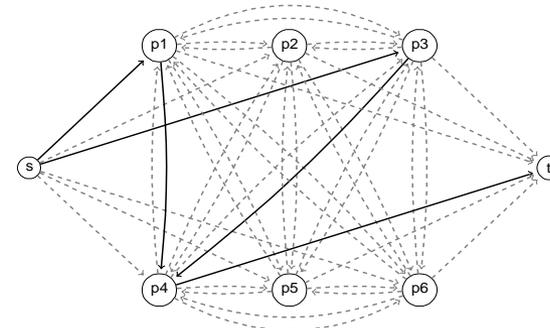
(Source: KSB AG)



### TOPOLOGIE / GRAPH 1



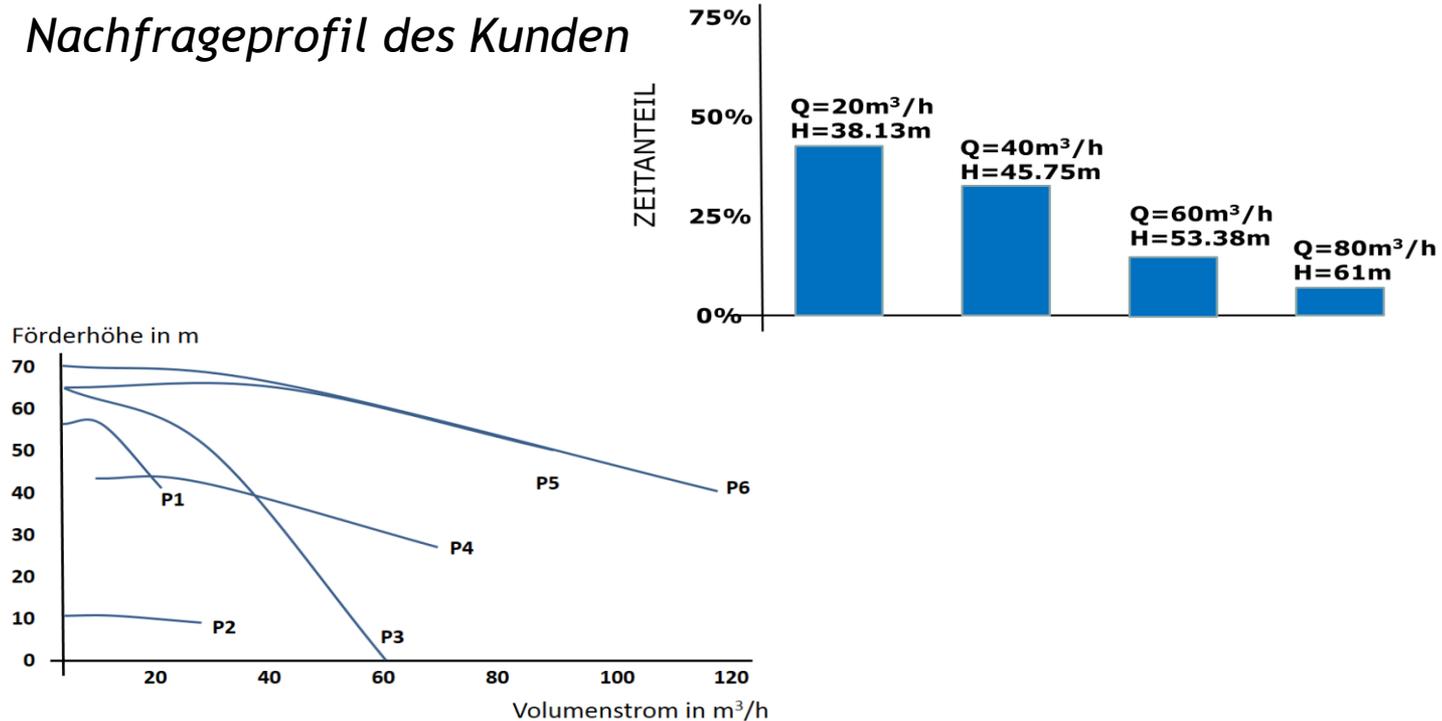
### TOPOLOGIE / GRAPH 2



# Technologiemanagement

## Technical Operations Research

*Nachfrageprofil des Kunden*



# Technologiemanagement

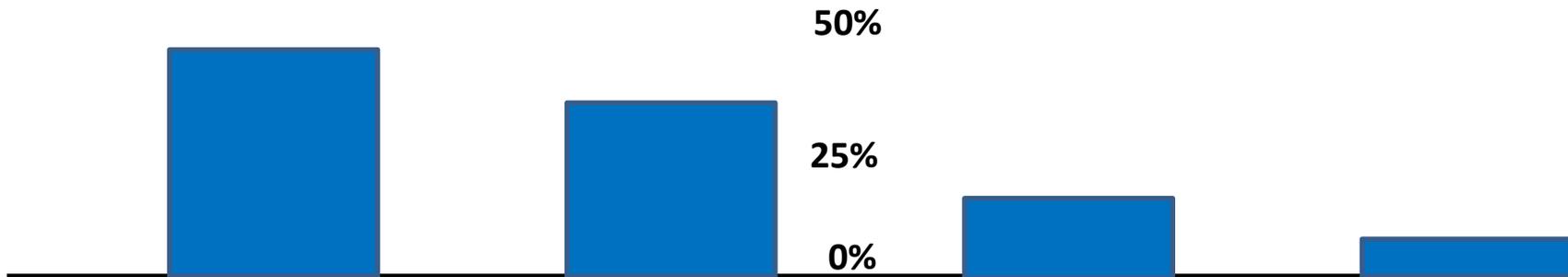
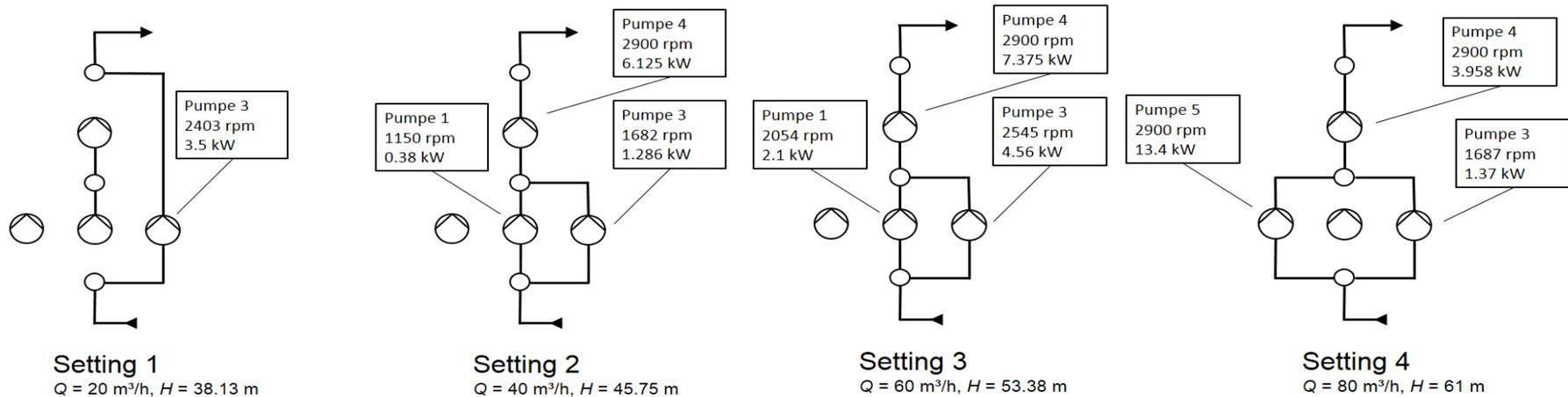
## Technical Operations Research

### MIP MODEL FOR ALL(!) COMBINATIONS

$$\begin{aligned} \sum_{(i,v) \in E} q_{s,i,v}^E &= q_{s,v}^V \quad \forall s \in S, v \in V : v \neq v_s \\ q_{s,v}^V &= \sum_{(i,v) \in E} q_{s,i,v}^E \quad \forall s \in S, v \in V : v \neq v_t \\ h_{s,i}^{V-} - h_{s,i}^{V+} &\leq 2h_s^{S+} \cdot (1 - x_{s,i,j}^E) \quad \forall s \in S, (i,j) \in E \\ h_{s,i}^{V+} - h_{s,i}^{V-} &\leq 2h_s^{S+} \cdot (1 - x_{s,i,j}^E) \quad \forall s \in S, (i,j) \in E \\ h_{s,v}^{V+} + h_{s,v}^{V-} &= h_{s,v}^{V-} \quad \forall s \in S, v \in V \\ \sum_{(p,l) \in K^{(2D)} : (p,l+1) \in K^{(2D)}} k_{s,p,l}^z &= 1 \quad \forall s \in S, p \in P^{(2D)} \\ k_{s,p,l}^s &\leq k_{s,p,l}^z \quad \forall s \in S, (p,l) \in K^{(2D)} : (p,l+1) \in K^{(2D)} \\ q_{s,p}^V &= \sum_{(p,l) \in K^{(2D)}} k_{p,l}^q \cdot k_{s,p,l}^z + (k_{p,l+1}^q - k_{p,l}^q) \cdot k_{s,p,l}^s \quad \forall s \in S, p \in P^{(2D)} \\ h_{s,p}^V &= \sum_{(p,l) \in K^{(2D)}} k_{p,l}^h \cdot k_{s,p,l}^z + (k_{p,l+1}^h - k_{p,l}^h) \cdot k_{s,p,l}^s \quad \forall s \in S, p \in P^{(2D)} \\ p_{s,p}^V &= \sum_{(p,l) \in K^{(2D)}} k_{p,l}^p \cdot k_{s,p,l}^z + (k_{p,l+1}^p - k_{p,l}^p) \cdot k_{s,p,l}^s \quad \forall s \in S, p \in P^{(2D)} \\ n_{s,p}^V &= n_P^{(max)} \quad \forall s \in S, p \in P \end{aligned}$$

# Technologiemanagement

## Technical Operations Research

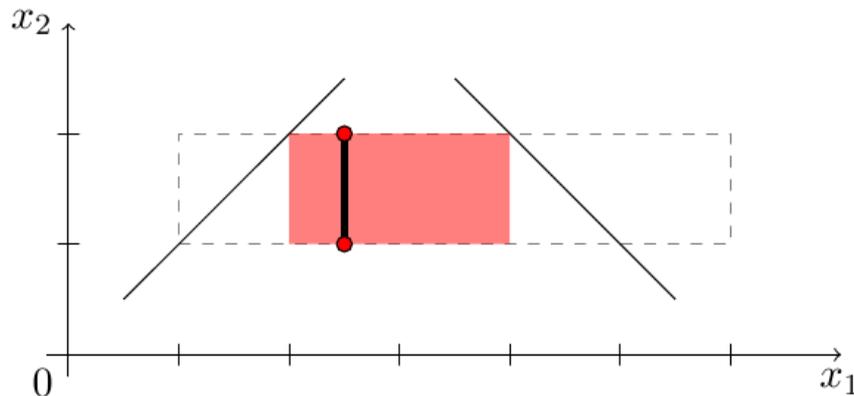


# Technologiemanagement

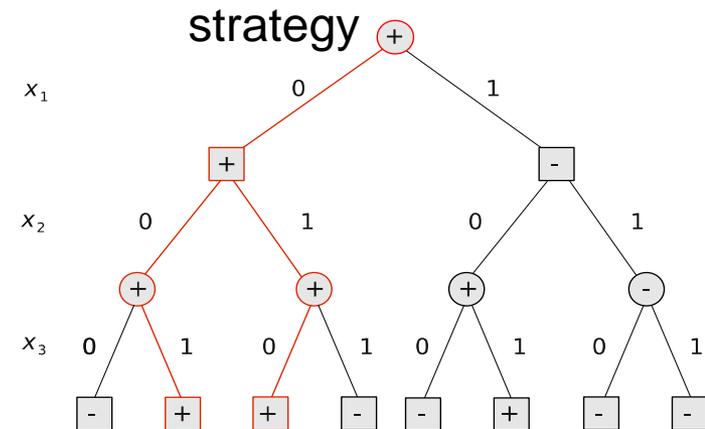
## Optimierung unter Unsicherheit

$$\exists x_1 \in [0, 1] \forall x_2 \in [0, 1] \exists x_3 \in [0, 1] :$$

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$



$$\exists x_1 \in [1, 6] \forall x_2 \in [1, 2] : x_1 + x_2 \leq 6 \wedge x_2 - x_1 \leq 0$$



## Kontakt

### **SMI - Siegener Mittelstandsinstitut**

Hölderlinstraße 3

57076 Siegen

Tel. +49 (0) 271/ 740 3995

Email: [daniel.schnitzler@uni-siegen.de](mailto:daniel.schnitzler@uni-siegen.de)

[www.uni-siegen.de/smi](http://www.uni-siegen.de/smi)

