



Virtuelle Akademie **Nachhaltigkeit**

# Produktion und Nachhaltigkeit

## Episode 2: Entscheidungsunterstützung

Prof. Dr. Grit Walther  
RWTH Aachen

 Universität Bremen

**ZMML**  
Zentrum für Multimedia  
in der Lehre

DBU 

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Veranstaltung: Nachhaltigkeit und Betriebswirtschaftslehre *erstellt und gefördert durch*





# Übersicht der Lerneinheit

Episode 1:

Strategien und Planungsaufgaben

**Episode 2:**

**Entscheidungsunterstützung**

Episode 3:

Interview



## Lernziele dieser Episode

### **Lernziel 1:**

Sie kennen Rahmenbedingungen, Planungsaufgaben und Planungsunsicherheiten bei der Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe.

### **Lernziel 2:**

Sie kennen die Potenziale, Herausforderungen und Planungsunsicherheiten des Einsatzes von aufgearbeiteten Ersatzteilen im Rahmen eines Closed Loop Supply Chain Managements.

### **Lernziel 3:**

Sie können am Beispiel der dargestellten Fallstudien die Komplexität der Planungsaufgaben aufzeigen und erläutern, warum zur Lösung stoffstrombasierte Entscheidungsunterstützungssysteme notwendig sind.



# Gliederung

1

Fallstudie 1:  
Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische  
Biokraftstoffe

- Rahmenbedingungen
- Entscheidungsunterstützungssystem
- Anwendung

2

Fallstudie 2:  
Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

3

Fazit

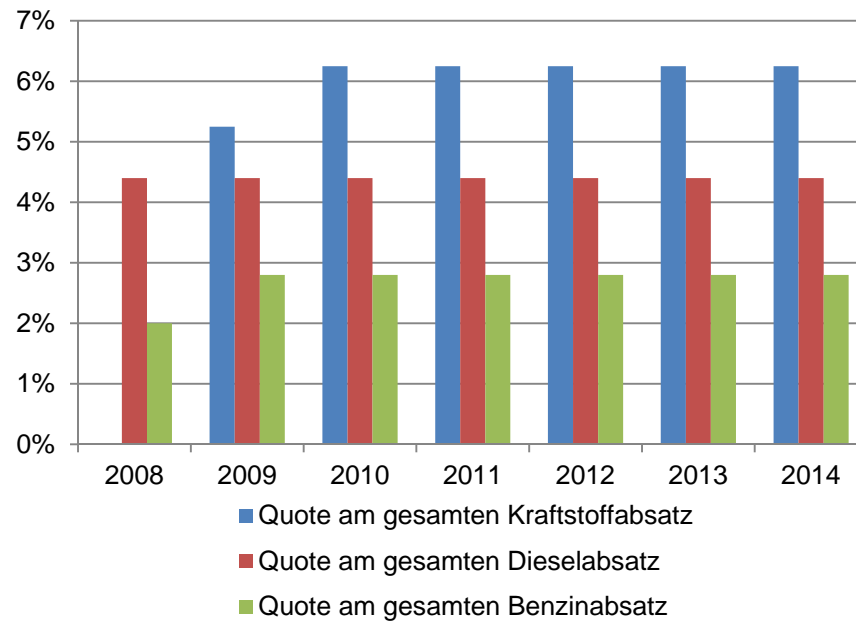


## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

#### Biokraftstoffquoten-Gesetz:

Mindestanteile von Biokraftstoffen am Kraftstoffabsatz





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

#### **Biokraftstoffquoten-Gesetz:**

Mindestanteile von Biokraftstoffen am Kraftstoffabsatz

#### **Biokraftstoffe der 1. Generation**

„Biokraftstoff E10 verteuert Lebensmittel“

**„Das Auto isst mit“**

[Süddeutsche Zeitung, 11.04.2011]

**„E10-Biosprit ist gefährlich für alle Autos“**

„Das neue Benzin könnte für die Motoren erheblich schädlicher sein als bislang bekannt. BMW und Daimler wollen einen neuen Verdacht gemeinsam untersuchen.“

[Die Welt, 06.03.2011]



## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

#### Biokraftstoffquoten-Gesetz:

Mindestanteile von Biokraftstoffen am Kraftstoffabsatz

##### Biokraftstoffe der 1. Generation

„Biokraftstoff E10 verteuert Lebensmittel“

„Das Auto isst mit“

[Süddeutsche Zeitung, 11.04.2011]

„E10-Biosprit ist gefährlich für alle Autos“

„Das neue Benzin könnte für die Motoren erheblich schädlicher sein als bislang bekannt. BMW und Daimler wollen einen neuen Verdacht gemeinsam untersuchen.“

[Die Welt, 06.03.2011]



##### Synthetische Biokraftstoffe der 2. Generation

- Reststoffe als Rohstoff
- Hohe Flächenausbeuten
- Hohes CO<sub>2</sub>-Minderungspotential
- Technische Verträglichkeit



## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

#### Biokraftstoffquoten-Gesetz:

Mindestanteile von Biokraftstoffen am Kraftstoffabsatz

##### Biokraftstoffe der 1. Generation

„Biokraftstoff E10 verteuert Lebensmittel“

„Das Auto isst mit“

[Süddeutsche Zeitung, 11.04.2011]

„E10-Biosprit ist gefährlich für alle Autos“

„Das neue Benzin könnte für die Motoren erheblich schädlicher sein als bislang bekannt. BMW und Daimler wollen einen neuen Verdacht gemeinsam untersuchen.“

[Die Welt, 06.03.2011]



##### Synthetische Biokraftstoffe der 2. Generation

- Reststoffe als Rohstoff
- Hohe Flächenausbeuten
- Hohes CO<sub>2</sub>-Minderungspotential
- Technische Verträglichkeit



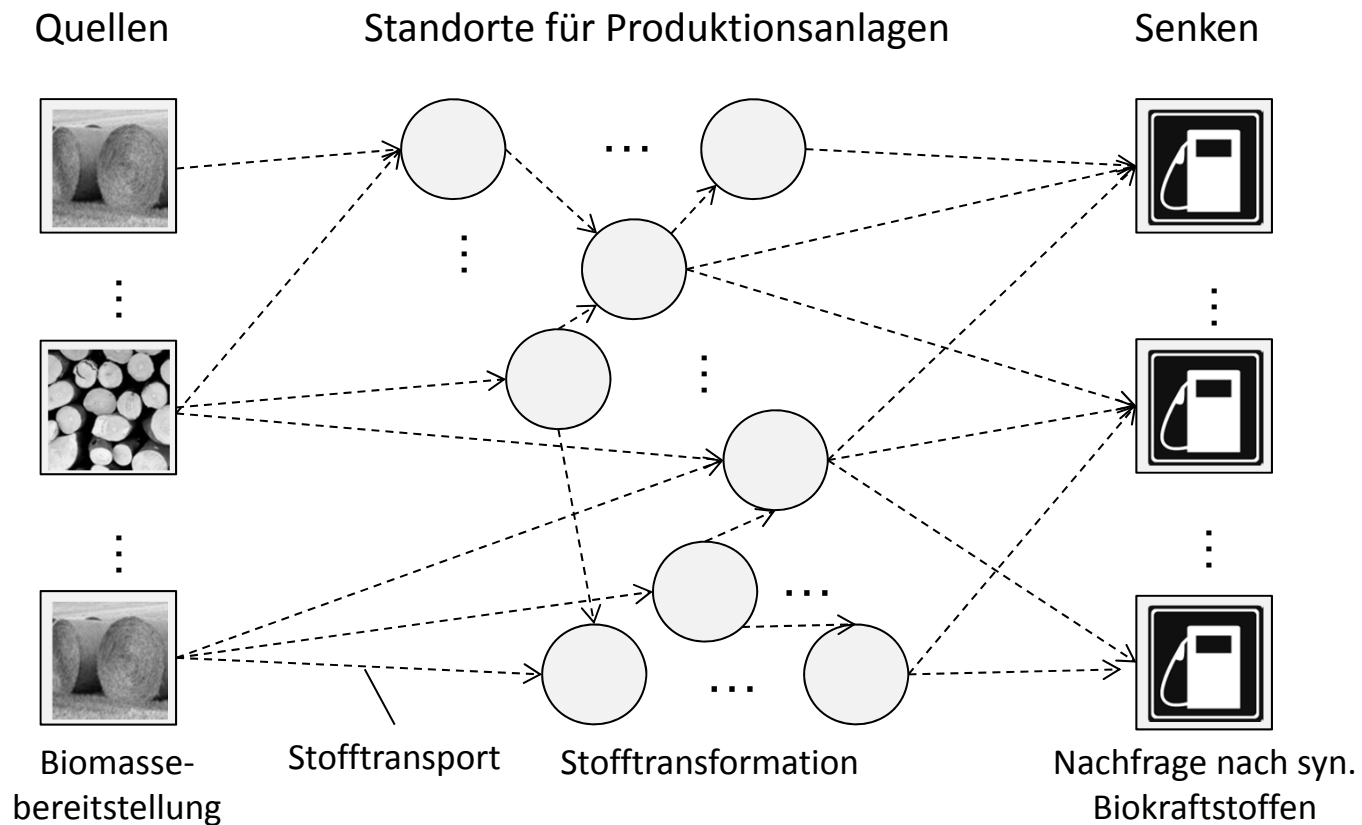
Entscheidungsunterstützung zur Gestaltung von Netzwerken für die Produktion von synthetischen Biokraftstoffen der 2. Generation





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

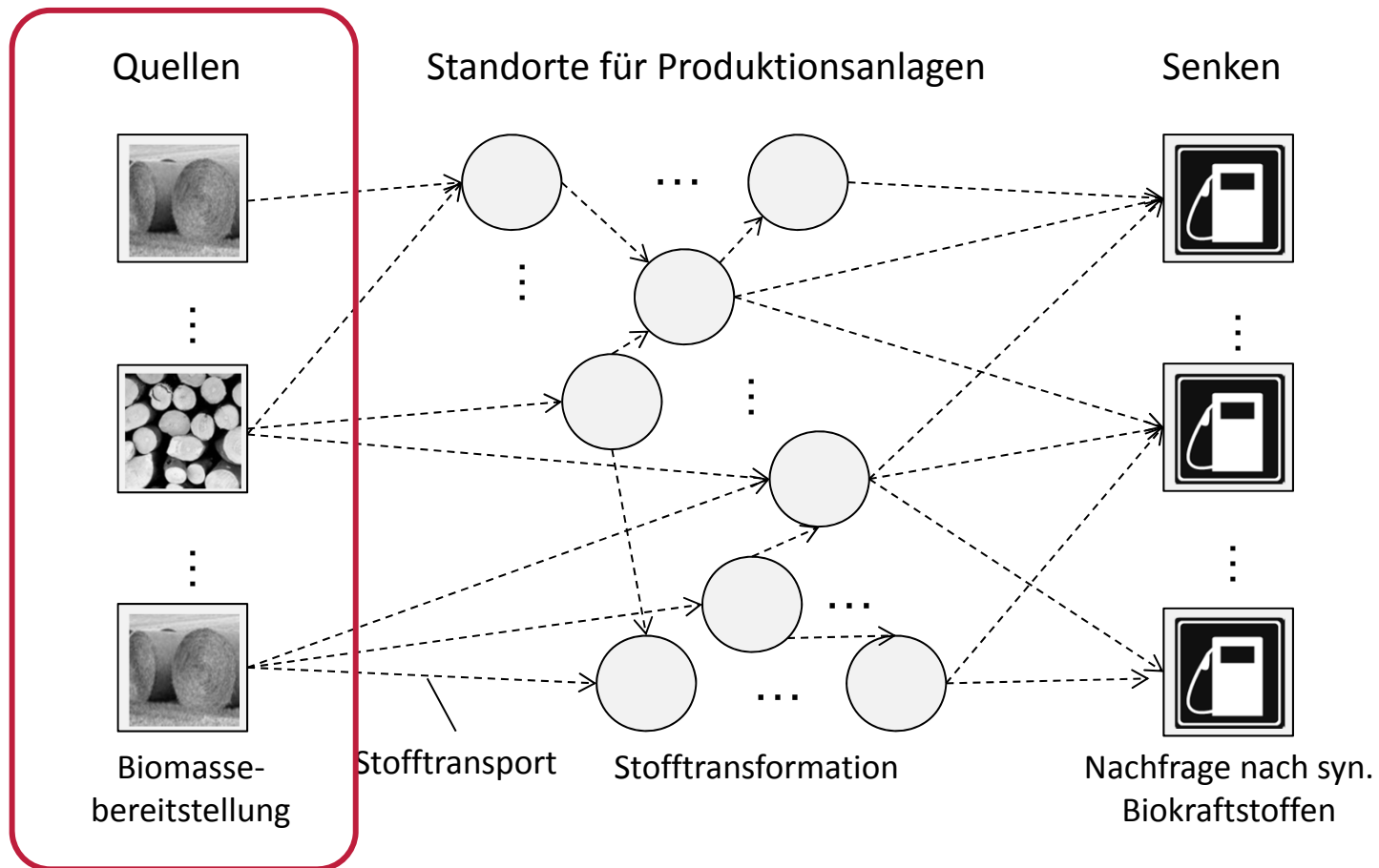
### Rahmenbedingungen





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

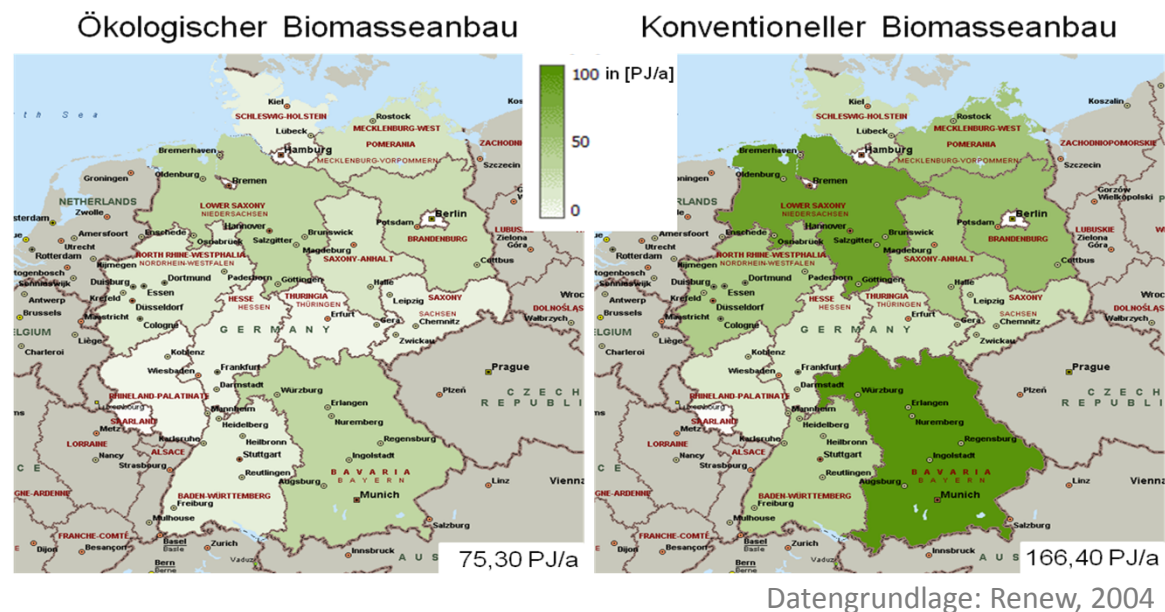




## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

Art und Menge der zur Verfügung stehenden Biomasse wird determiniert durch:  
Anbauszenarien, Flächenausbeuten, Preise, Nutzungsoptionen, ...

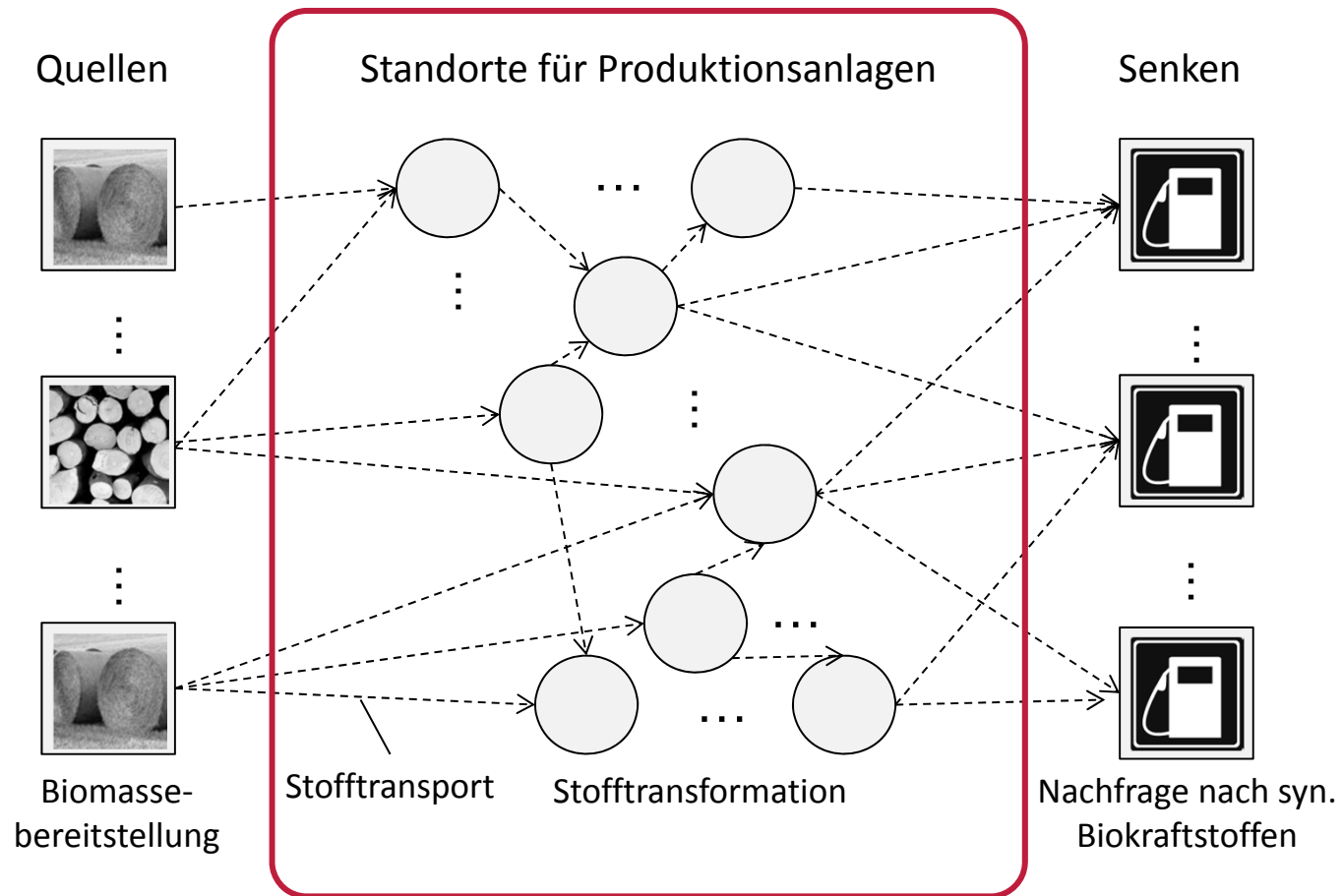


➔ Das zukünftig verfügbare Biomassepotenzial ist unsicher hinsichtlich Massen, Preise und Qualitäten



## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

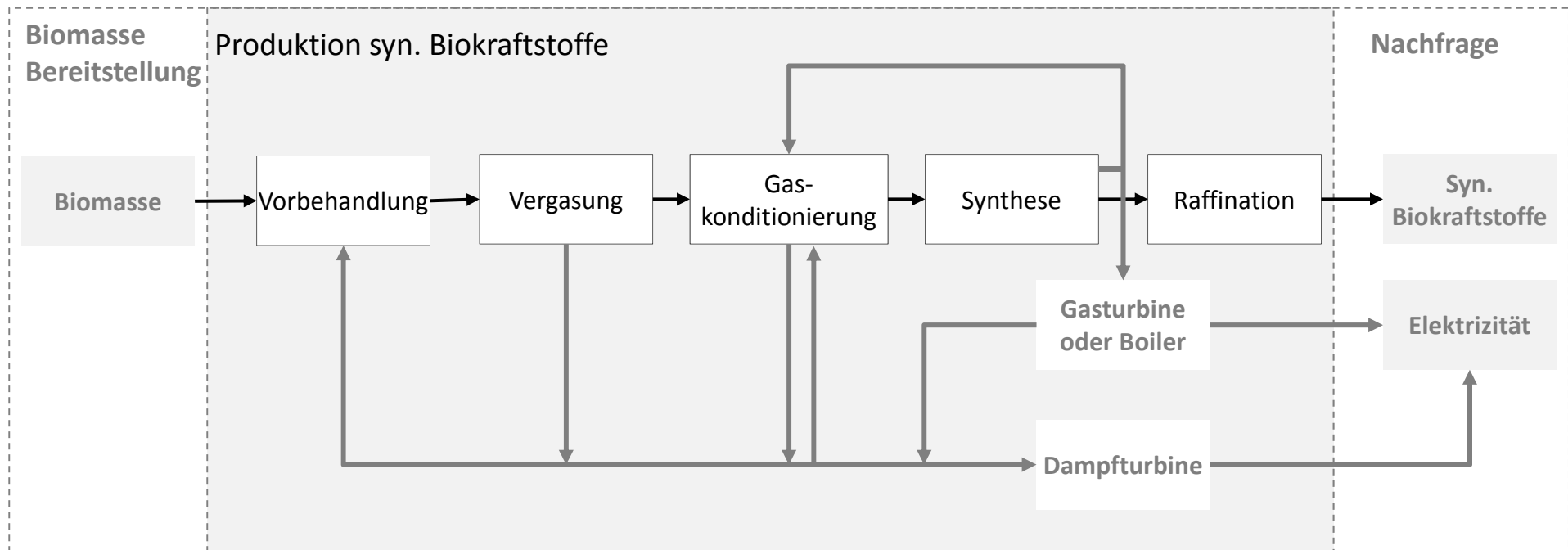
### Rahmenbedingungen





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Generisches Grundfließbild





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

#### Zentrale Verfahren

- Transformation von Biomasse in Biokraftstoff erfolgt in einer (zentralen) Anlage
- Beta-Anlage der Fa. Choren in Freiberg, Kap. 18 Mio. l/a

#### Dezentrale Verfahren

- In einem ersten Schritt erfolgt die Transformation von Biomasse in ein energiereiches Zwischenprodukt in einer dezentralen Anlage nahe am Ort der Biomasseproduktion
- In einem zweiten Schritt wird dieses Zwischenprodukt in einer zentralen Anlage in Biokraftstoff umgewandelt.
- Forschungsanlage (Lurgi, Forschungszentrum Karlsruhe)

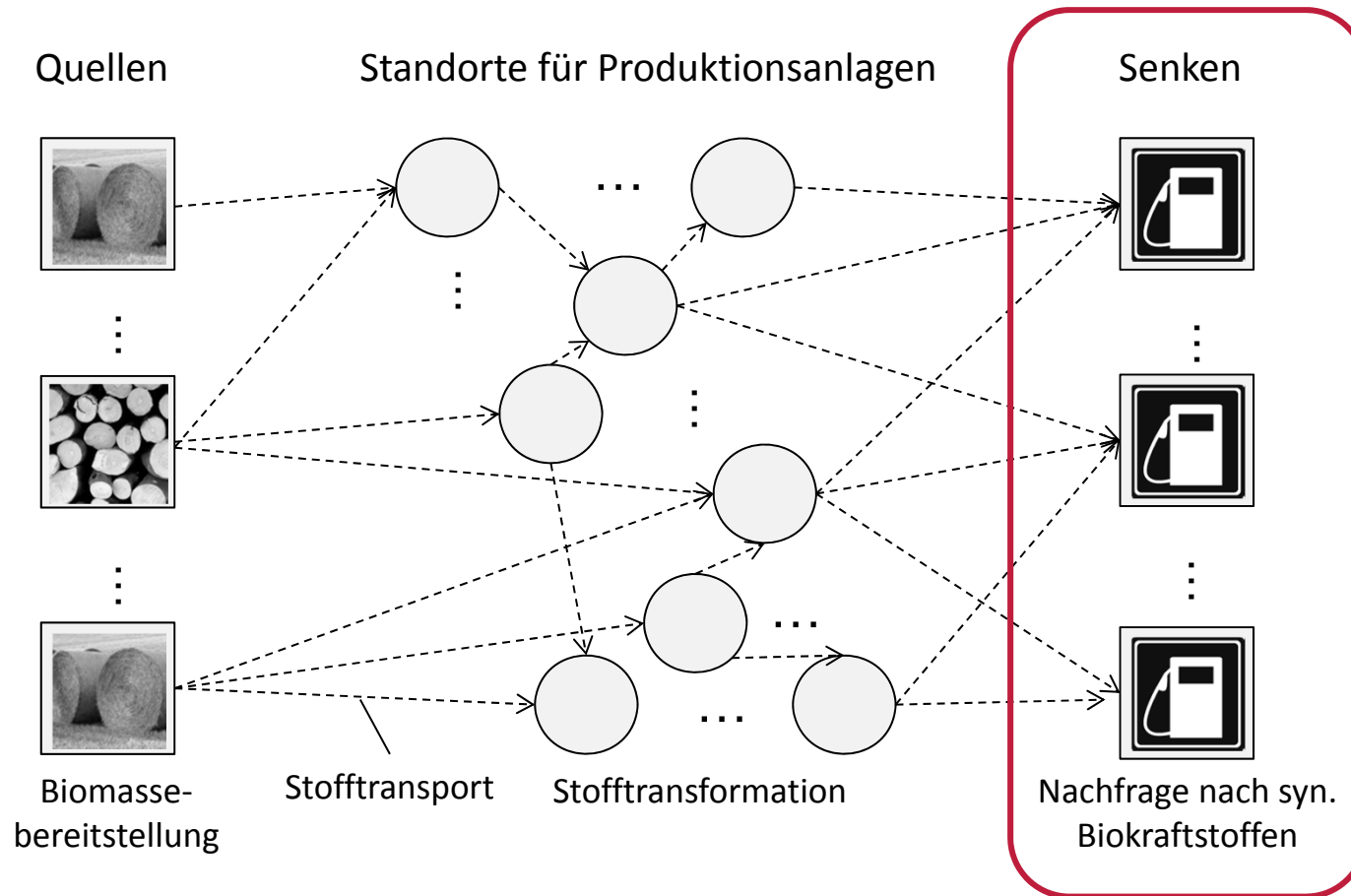


Unsicherheiten bezüglich der Prozessausbeuten und Investitionen für die großindustrielle Produktion sowie bezüglich der vorteilhaften Anlagenkonzepte und Kapazitäten



## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

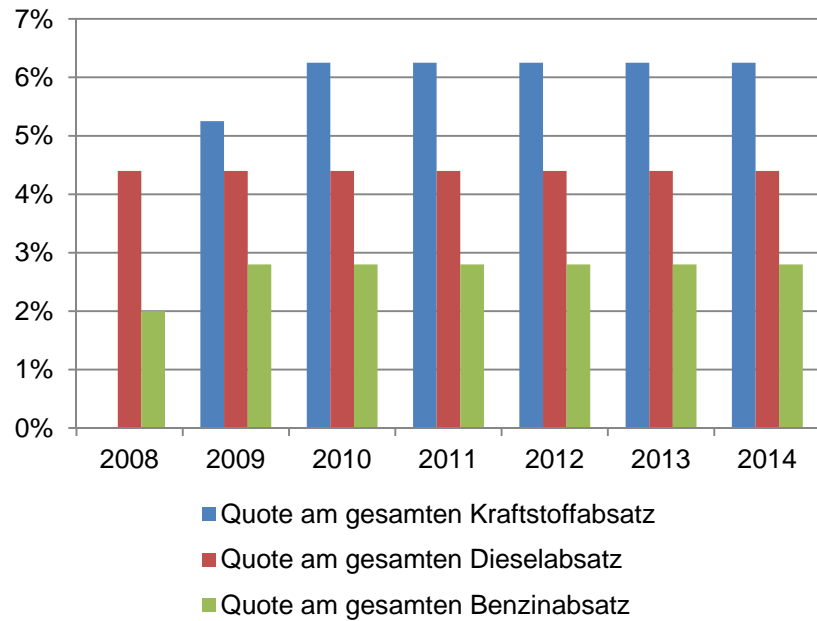




## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Rahmenbedingungen

Biokraftstoffquoten



[Datengrundlage BioKraftQuG]

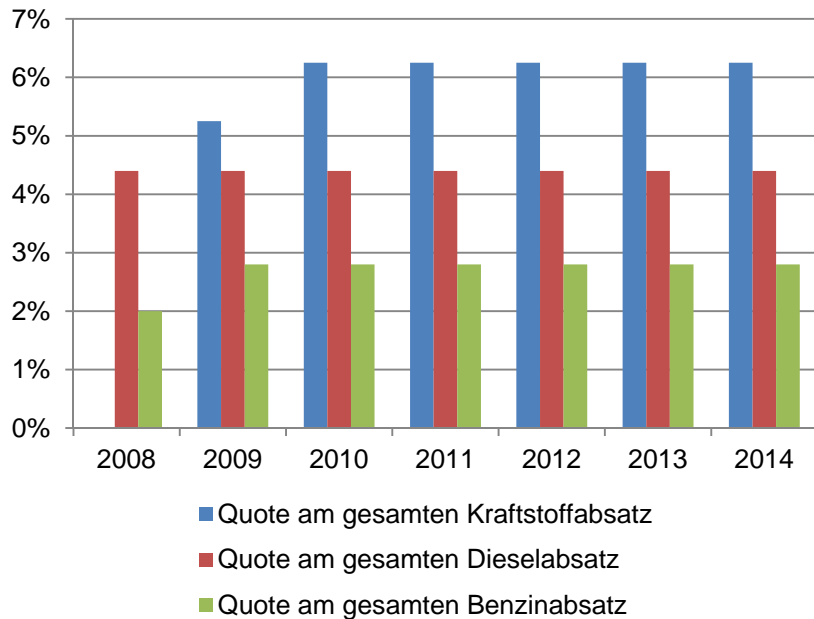




## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

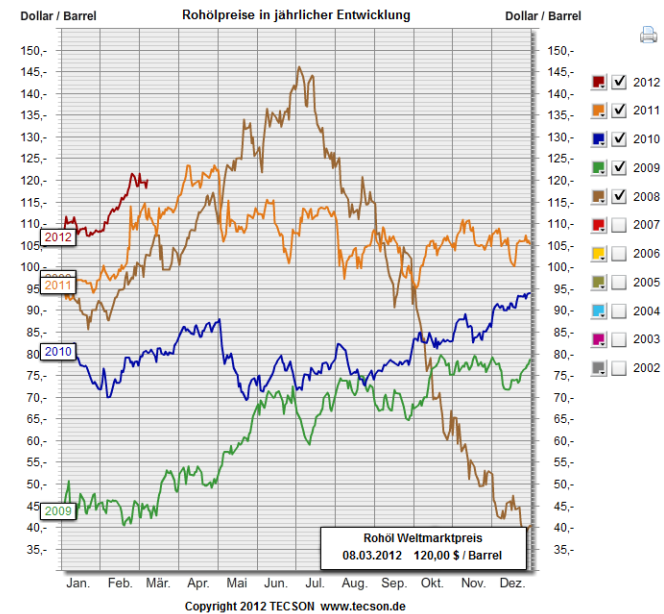
### Rahmenbedingungen

Biokraftstoffquoten



[Datengrundlage BioKraftQuG]

Preisentwicklungen am Kraftstoffmarkt



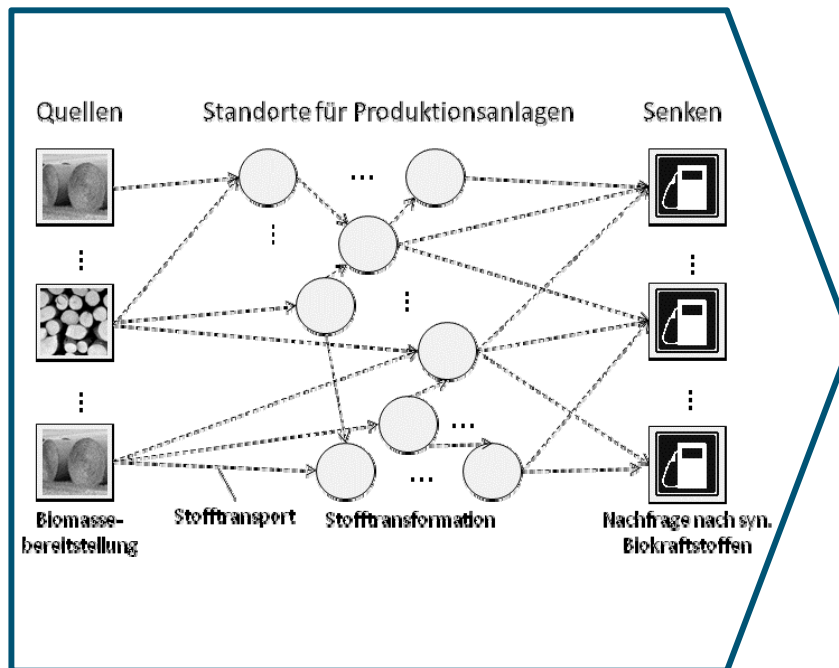
➔ Die Nachfrage nach synthetischen Biokraftstoffen wird durch (unsichere) gesetzliche Vorgaben und Preisentwicklungen am Kraftstoffmarkt determiniert.



## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Anforderungen



#### Berücksichtigung von

- Komplexen Produktionsprozessen
- Stofftransformationen
- Zentralen und dezentralen Anlagenkonzepten
- Flexiblen Netzwerkstrukturen
- Größendegressionseffekten
- Entwicklungen im Zeitverlauf
- Unsicherheiten

[Walther 2010; Schatka 2011]

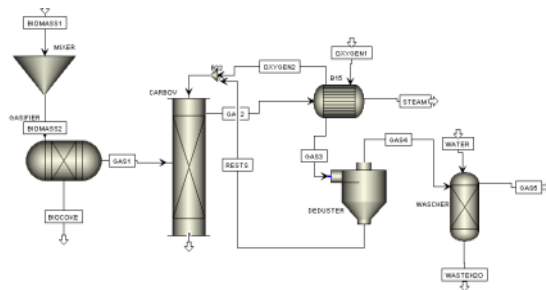


## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Ermittlung der (potenziellen) Stoff- und Energieströme

##### Technische Simulation



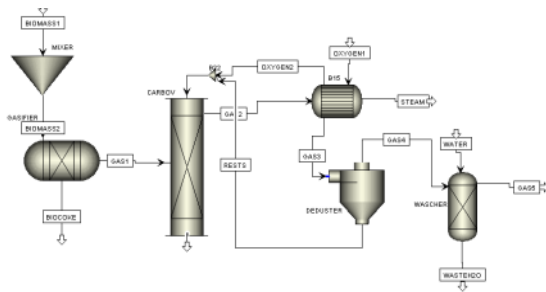


## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Entscheidungsunterstützungssystem

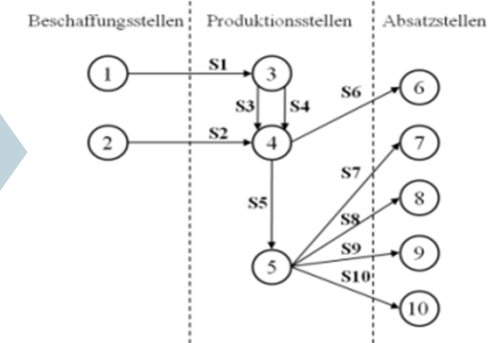
#### Ermittlung der (potenziellen) Stoff- und Energieströme

##### Technische Simulation



Aggregation der Stoff- und Energiebilanzen

##### Input-Output Modelle



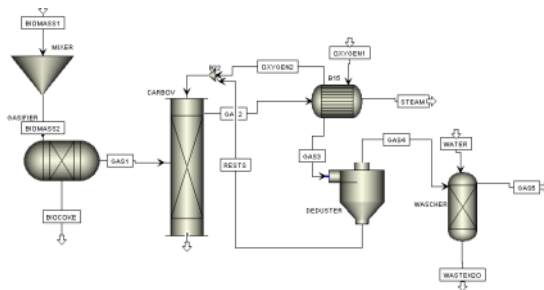


## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Entscheidungsunterstützungssystem

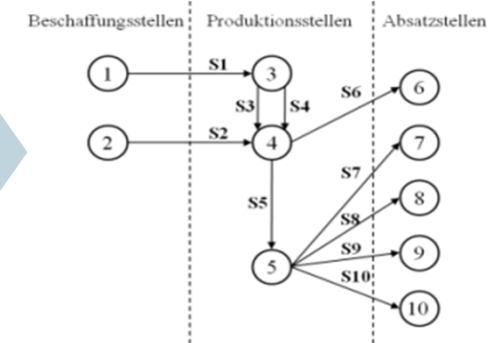
#### Ermittlung der (potenziellen) Stoff- und Energieströme

##### Technische Simulation



Aggregation der Stoff- und Energiebilanzen

##### Input-Output Modelle



- ➔ Stoff- und Energieströme als Grundlage
  - der Technologie- und Kapazitätsplanung
  - der Ermittlung der prozessbedingten variablen Zahlungen
- ➔ Technische Prozessdarstellungen als Basis für die Investitionsschätzung

[Walther 2010; Schatka 2011]

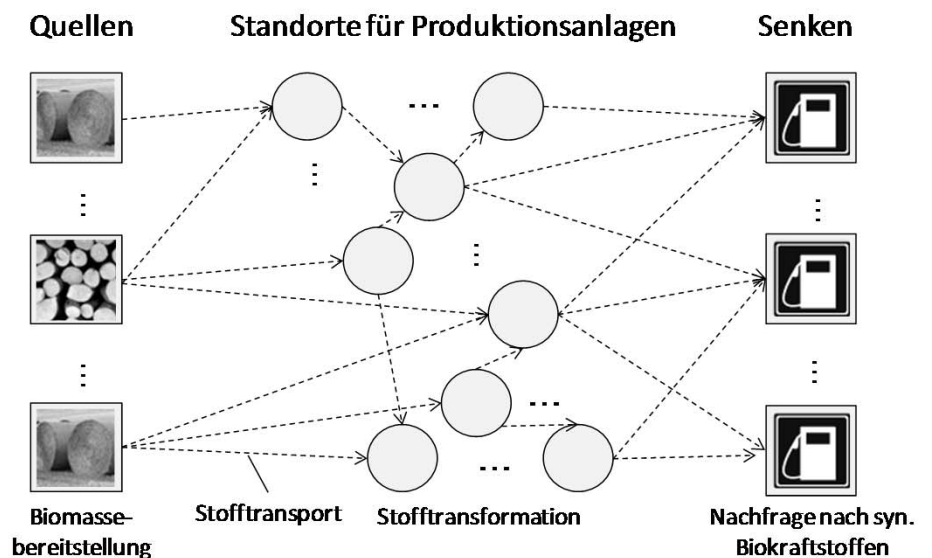


# Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

## Entscheidungsunterstützungssystem

### Optimierungsmodell

[Walther 2010;  
 Schatka 2011]



#### Entscheidungen betreffend:

Netzwerkstruktur

Anlageneröffnung  
*(Verfahren, Kapazität, Standort, Periode)*

Stofftransport

Biomasse    Zwischenproduktmasse    syn. Biokraftstoffmasse  
*(Bezugsquelle bzw. -anlage, Zielanlage bzw. -senke, Periode)*

Stofftransformation

Biomasse oder Zwischenproduktmasse  
*(Anlage, Periode)*



# Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

## Entscheidungsunterstützungssystem

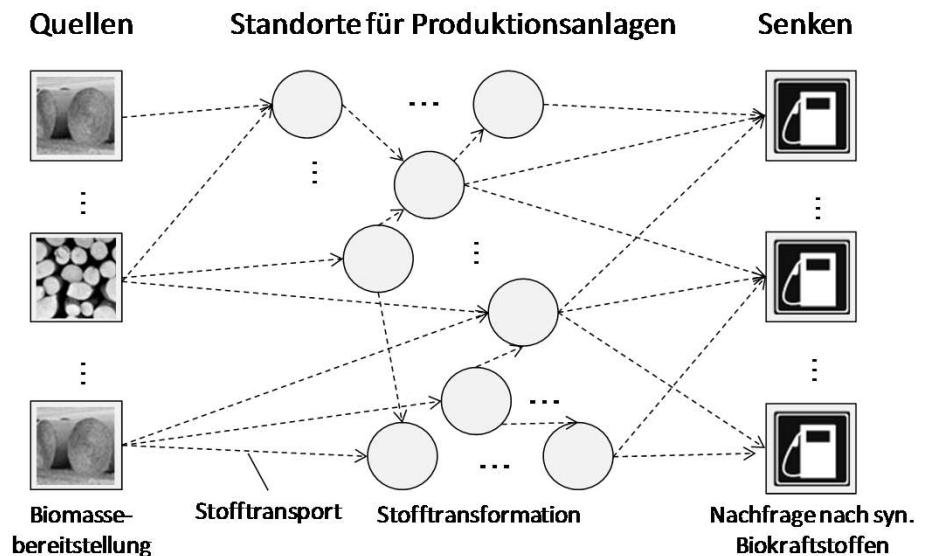
### Optimierungsmodell

[Walther 2010;  
 Schatka 2011]

**Max Kapitalwert**  
 = diskontierte  
 (Investitionen  
 + stoffflussbedingte Zahlungen  
 + prozessbedingte Zahlungen)

u.d.N.

- Massenbilanzen
- Kapazitätsrestriktionen
- Quotenvorgaben
- Variablendeklarationen & Nichtnegativitäts-Bedingungen



### Entscheidungen betreffend:

Netzwerkstruktur

Anlageneröffnung  
 (Verfahren, Kapazität, Standort, Periode)

Stofftransport

Biomasse    Zwischenproduktmasse    syn. Biokraftstoffmasse  
 (Bezugsquelle bzw. -anlage, Zielanlage bzw. -senke, Periode)

Stofftransformation

Biomasse oder Zwischenproduktmasse  
 (Anlage, Periode)



# Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

## Entscheidungsunterstützungssystem

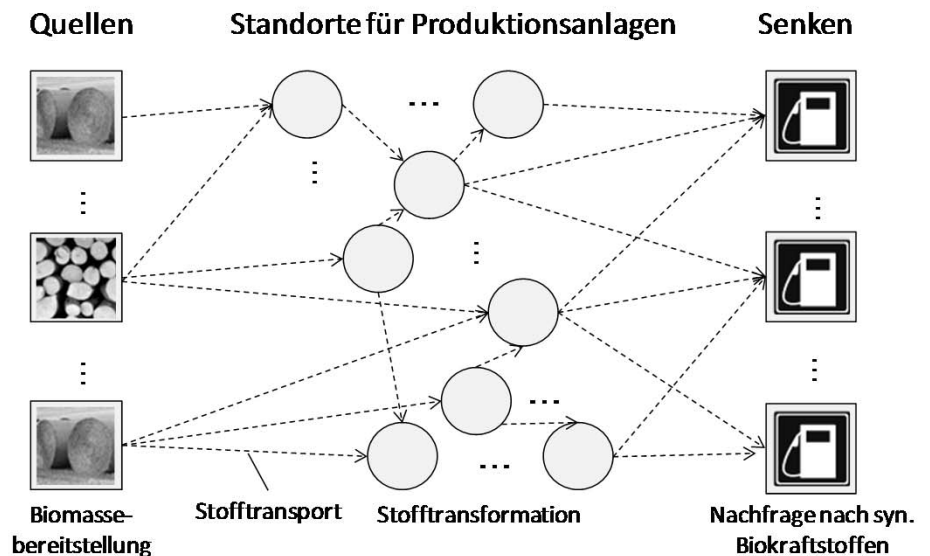
### Optimierungsmodell

[Walther 2010;  
 Schatka 2011]

**Max Kapitalwert**  
 = diskontierte  
 (Investitionen  
 + stoffflussbedingte Zahlungen  
 + prozessbedingte Zahlungen)

u.d.N.

- Massenbilanzen
- Kapazitätsrestriktionen
- Quotenvorgaben
- Variablendeklarationen & Nichtnegativitäts-Bedingungen



### Entscheidungen betreffend:

Netzwerkstruktur

Anlageneröffnung  
 (Verfahren, Kapazität, Standort, Periode)

Stofftransport

Biomasse    Zwischenproduktmasse    syn. Biokraftstoffmasse  
 (Bezugsquelle bzw. -anlage, Zielanlage bzw. -senke, Periode)

Stofftransformation

Biomasse oder Zwischenproduktmasse  
 (Anlage, Periode)

➔ Optimierungsmodell zur integrierten Technologie-, Kapazitäts- und Standortplanung





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Szenario- und Sensitivitätsanalyse

Unsicherheit	Ausprägung	Basis	S2	S3	S4	S5
Biomassepotential	Ökologischer Anbau	X		X	X	X
	Hohe Flächenausbeuten		X			
Investitionen für Produktionstechnologien	Basis Investitionen	X	X		X	X
	Höhere Investitionen			X		
Nachfrage nach synthetischem Biokraftstoff	Geringer als Quote				X	
	Biokraftstoffquote	X	X	X		
	Höher als Quote					X

➔ Szenario- und Sensitivitätsanalyse für die Berücksichtigung von Unsicherheiten

[Schatka 2011]



## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Anwendung

#### Fallbeispiel Niedersachsen

→ Aufbau einer neuen  
Infrastruktur

[Walther et al. 2012]





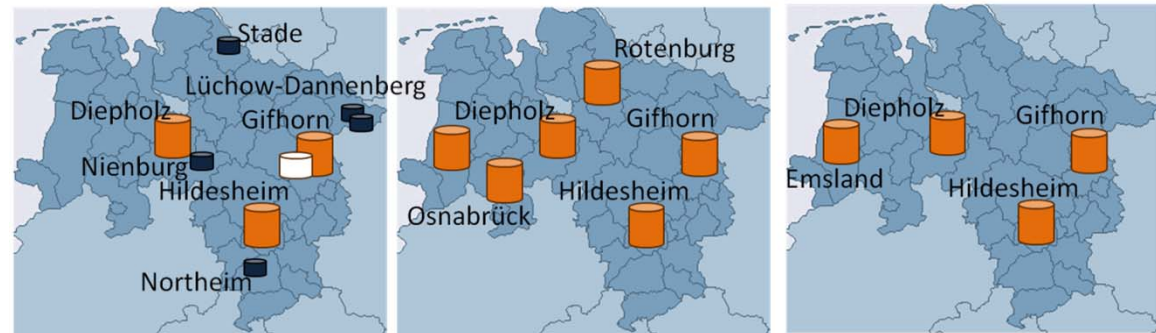
## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Anwendung

#### Fallbeispiel Niedersachsen

→ Aufbau einer neuen  
Infrastruktur

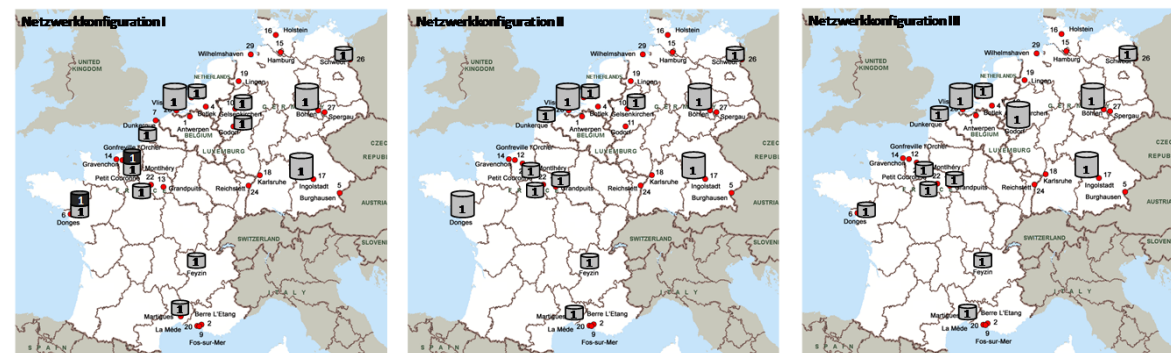
[Walther et al. 2012]



#### Fallbeispiel Europa

→ Integration in bestehende  
Raffinerie-Infrastruktur

[Schatka 2011]





## Fallstudie 1 – Gestaltung von Produktionsnetzwerken für synthetische Biokraftstoffe

### Anwendung

#### Handlungsempfehlungen

##### ... an potenzielle Investoren

- Zentrale Anlagenkonzepte in Regionen mit hohem Biomassepotenzial
- Kleinere Anlagenkapazitäten in regional ausgerichteten Produktionsnetzwerken
- Sukzessiver Kapazitätsausbau
- Identifikation robuster Anlagenstandorte: Identifikation von Standorten, die gute Lösungen für verschiedene Entwicklungen sind

##### ... an umweltpolitische Entscheidungsträger

- Langfristig stabile politische Rahmenbedingungen: Biokraftstoffquoten/Subventionen
- Nutzungsprioritäten (Biogas, Biokraftstoffe,...)



# Gliederung

1

Fallstudie 1:  
Einführung neuer Antriebstechnologien in der  
Automobilindustrie

2

Fallstudie 2:  
Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

- Rahmenbedingungen
- Entscheidungsunterstützungssystem
- Anwendung

3

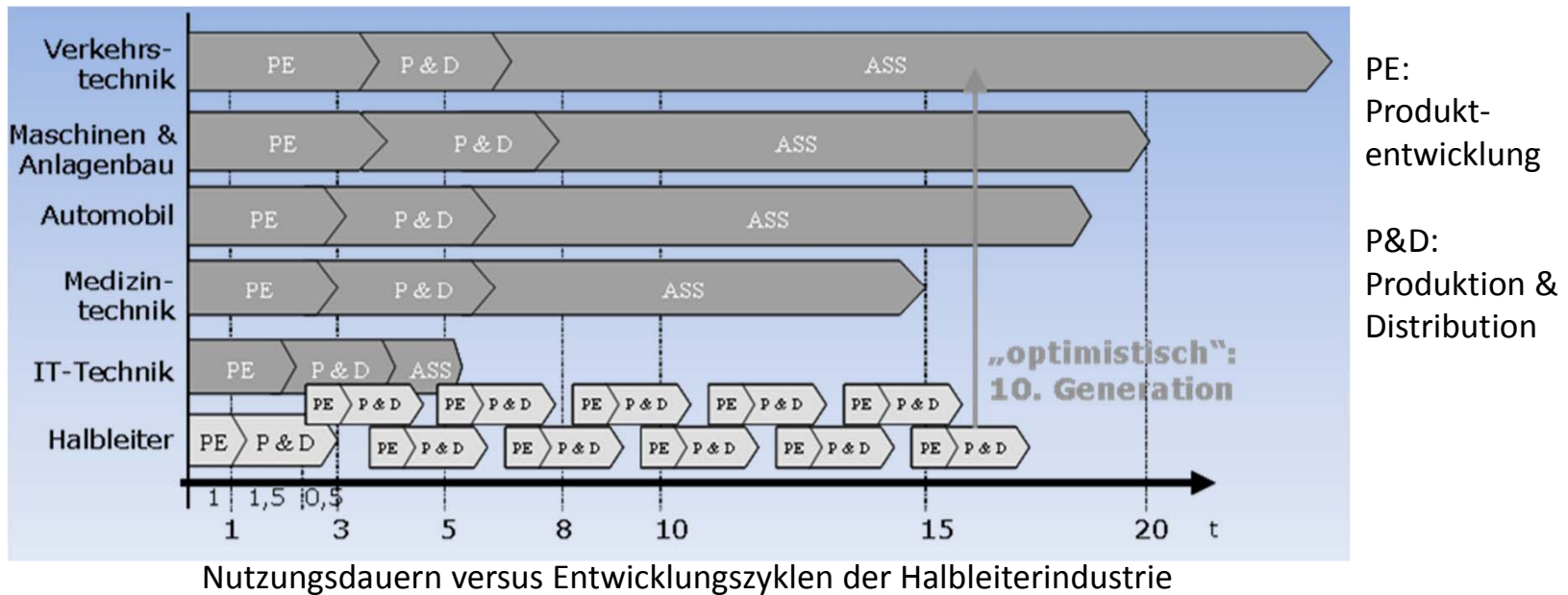
Fazit



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Ersatzteilversorgungspflicht in der Nachserie

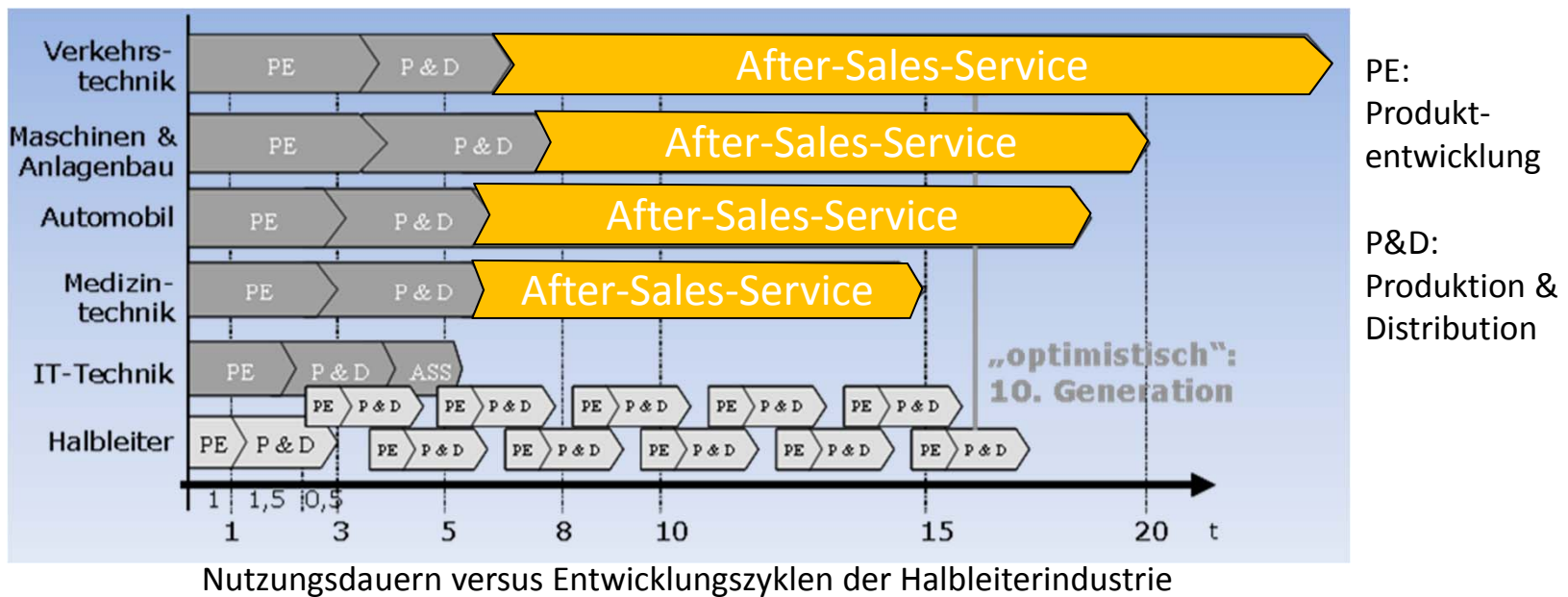




## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Ersatzteilversorgungspflicht in der Nachserie

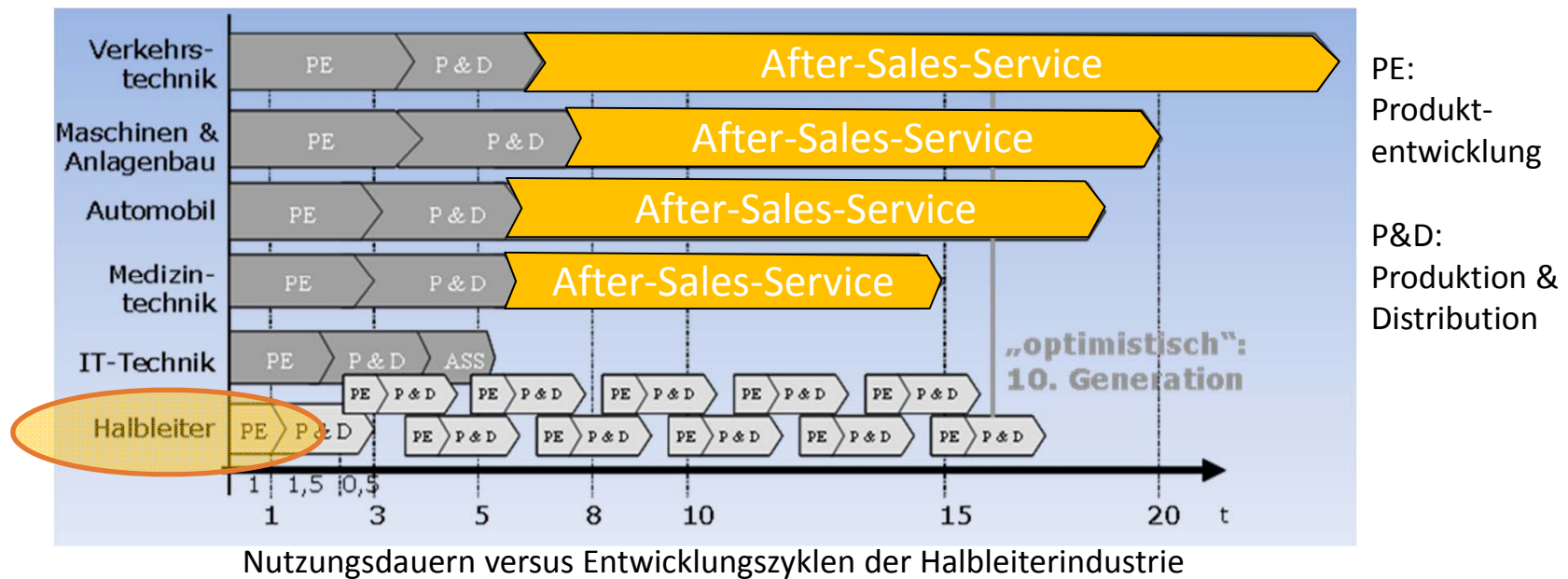




## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Ersatzteilversorgungspflicht in der Nachserie



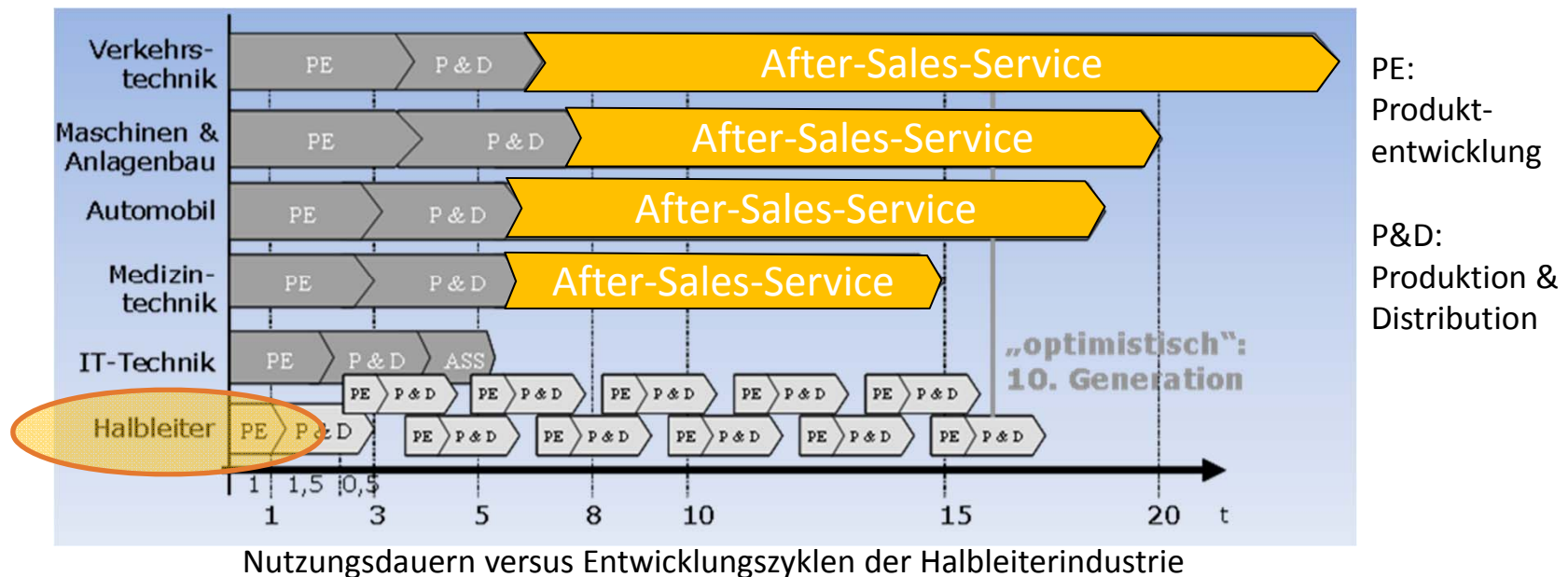




## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Ersatzteilversorgungspflicht in der Nachserie



ABER:

- Zeitlich begrenzte Verfügbarkeit von Technologien/Produktionskapazitäten
- Zulieferer stellen erforderliche Bauteile nicht mehr her (Abkündigung)
- Lagerfähigkeit von Bauteilen/Baugruppen begrenzt



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Herstellerstrategien

Abschlusslos

- + Größendegressionseffekte
- Kapitalbindung
- Fehlprognosen



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Herstellerstrategien

Abschlusslos

- + Größendegressionseffekte
- Kapitalbindung
- Fehlprognosen

Nachfertigung

- Nur wenn Technologie verfügbar
- Nur wenn Zulieferbauteile noch verfügbar



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Herstellerstrategien

Abschlusslos

- + Größendegressionseffekte
- Kapitalbindung
- Fehlprognosen

Nachfertigung

- Nur wenn Technologie verfügbar
- Nur wenn Zulieferbauteile noch verfügbar

Re-Design

- Kapitalintensiv
- zeitintensiv



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Herstellerstrategien

Abschlusslos

- + Größendegressionseffekte
- Kapitalbindung
- Fehlprognosen

Nachfertigung

- Nur wenn Technologie verfügbar
- Nur wenn Zulieferbauteile noch verfügbar

Re-Design

- Kapitalintensiv
- zeitintensiv

Aufarbeitung von  
Bauteilen/-gruppen  
gebrauchter Geräte

**Vorteilhaftigkeit?**  
**Herausforderungen?**



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Rahmenbedingungen

#### Herstellerstrategien

Abschlusslos

- + Größendegressionseffekte
- Kapitalbindung
- Fehlprognosen

Nachfertigung

- Nur wenn Technologie verfügbar
- Nur wenn Zulieferbauteile noch verfügbar

Re-Design

- Kapitalintensiv
- zeitintensiv

Aufarbeitung von Bauteilen/-gruppen gebrauchter Geräte

**Vorteilhaftigkeit?**  
**Herausforderungen?**



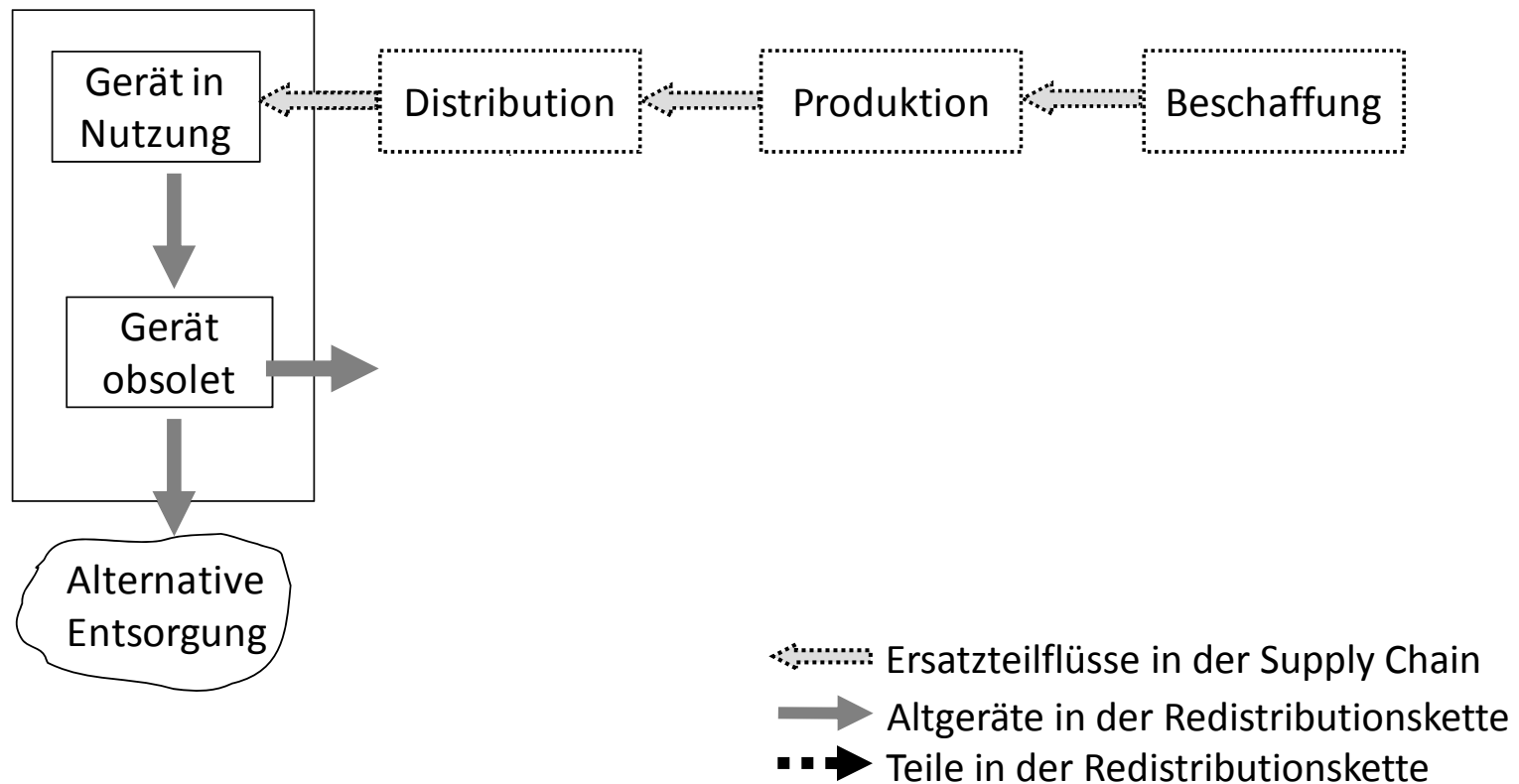
Entscheidungsunterstützungssystem zur strategischen Planung von Closed-Loop Supply Chains (CLSC) zur Ersatzteilversorgung



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Systemanalyse



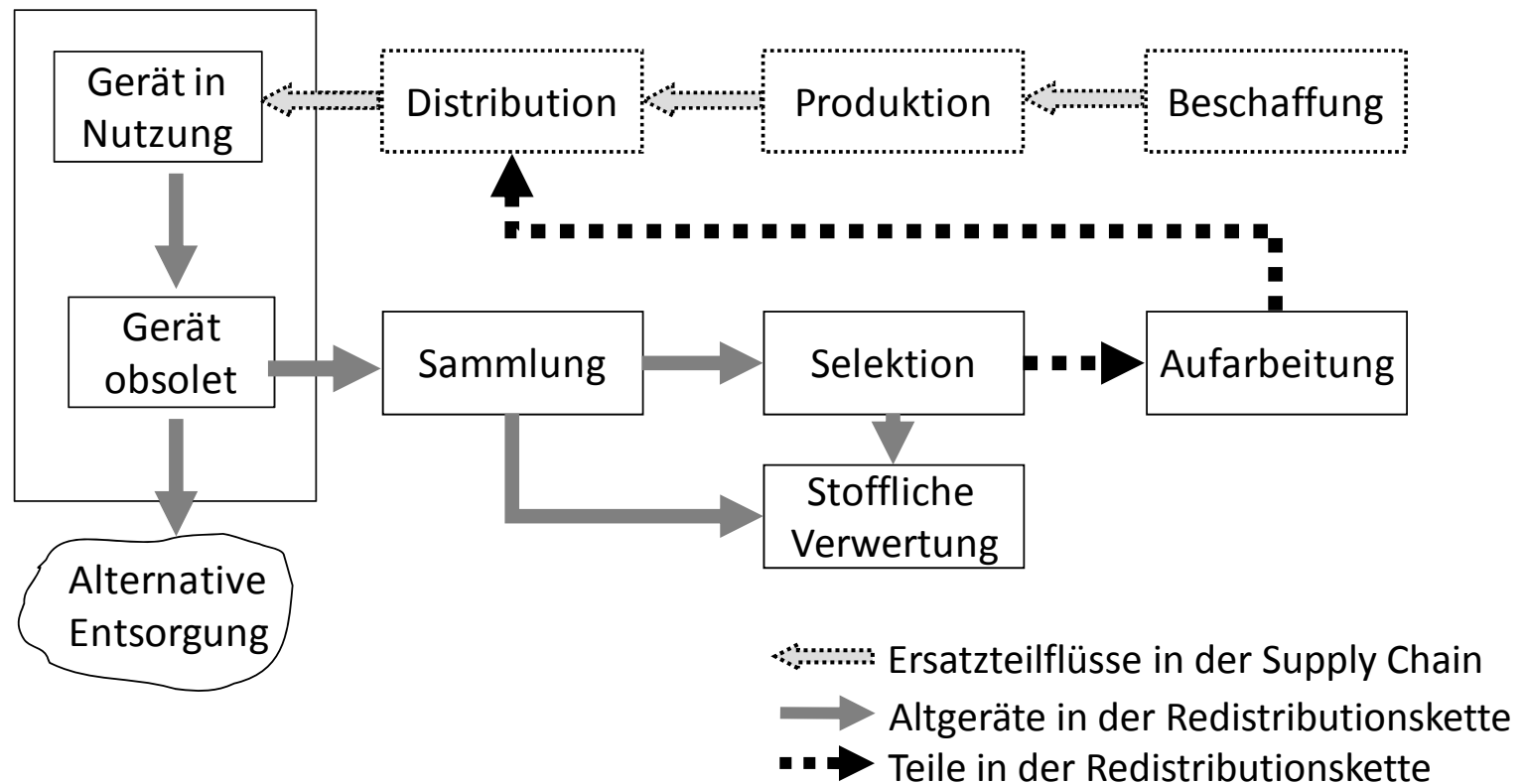
[Schröter, 2006]



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Systemanalyse



[Schröter, 2006]

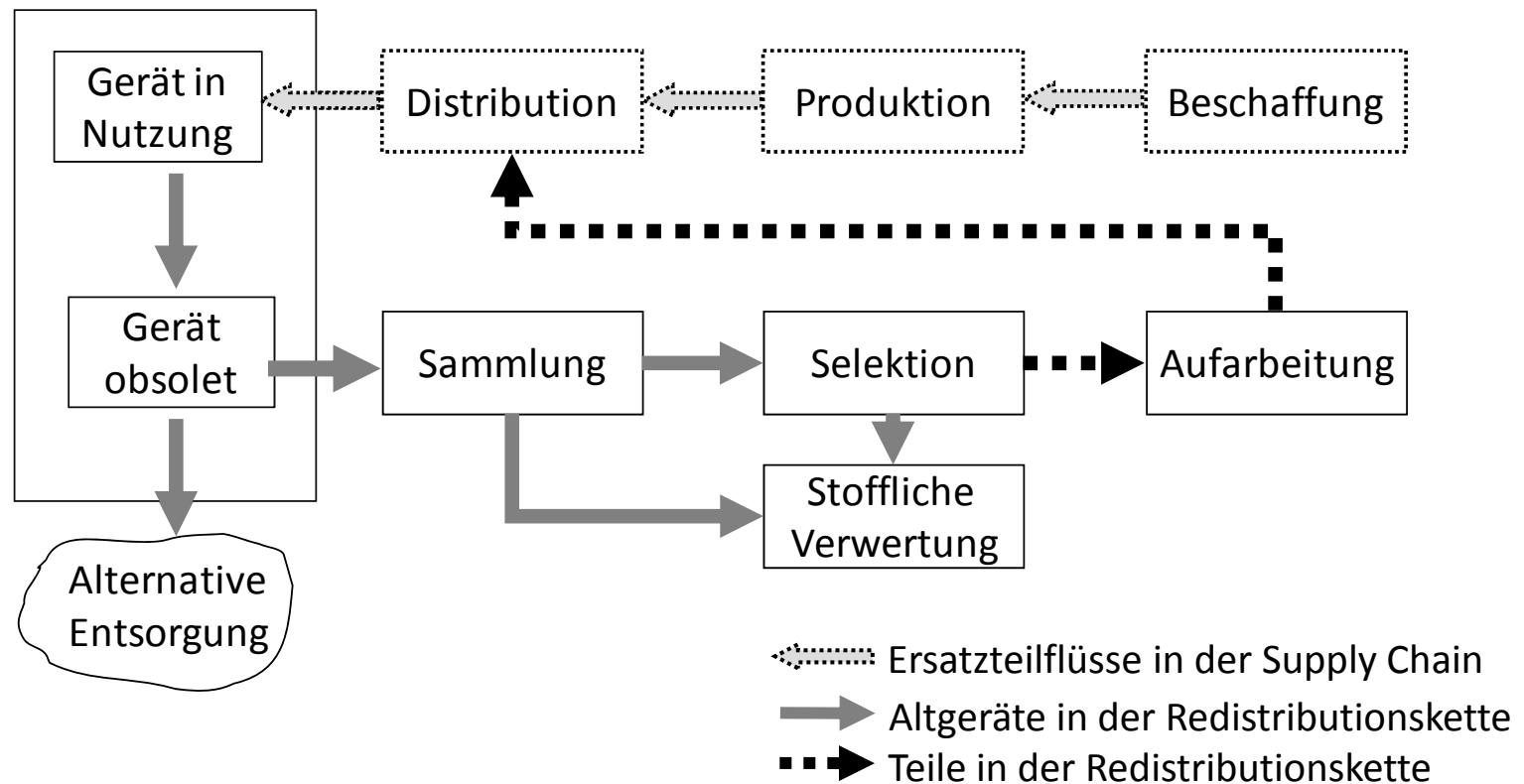




## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Systemanalyse



- Notwendigkeit der Erweiterung der Systemgrenzen
- Berücksichtigung der erweiterten (Closed Loop) Supply Chain

[Schröter, 2006]

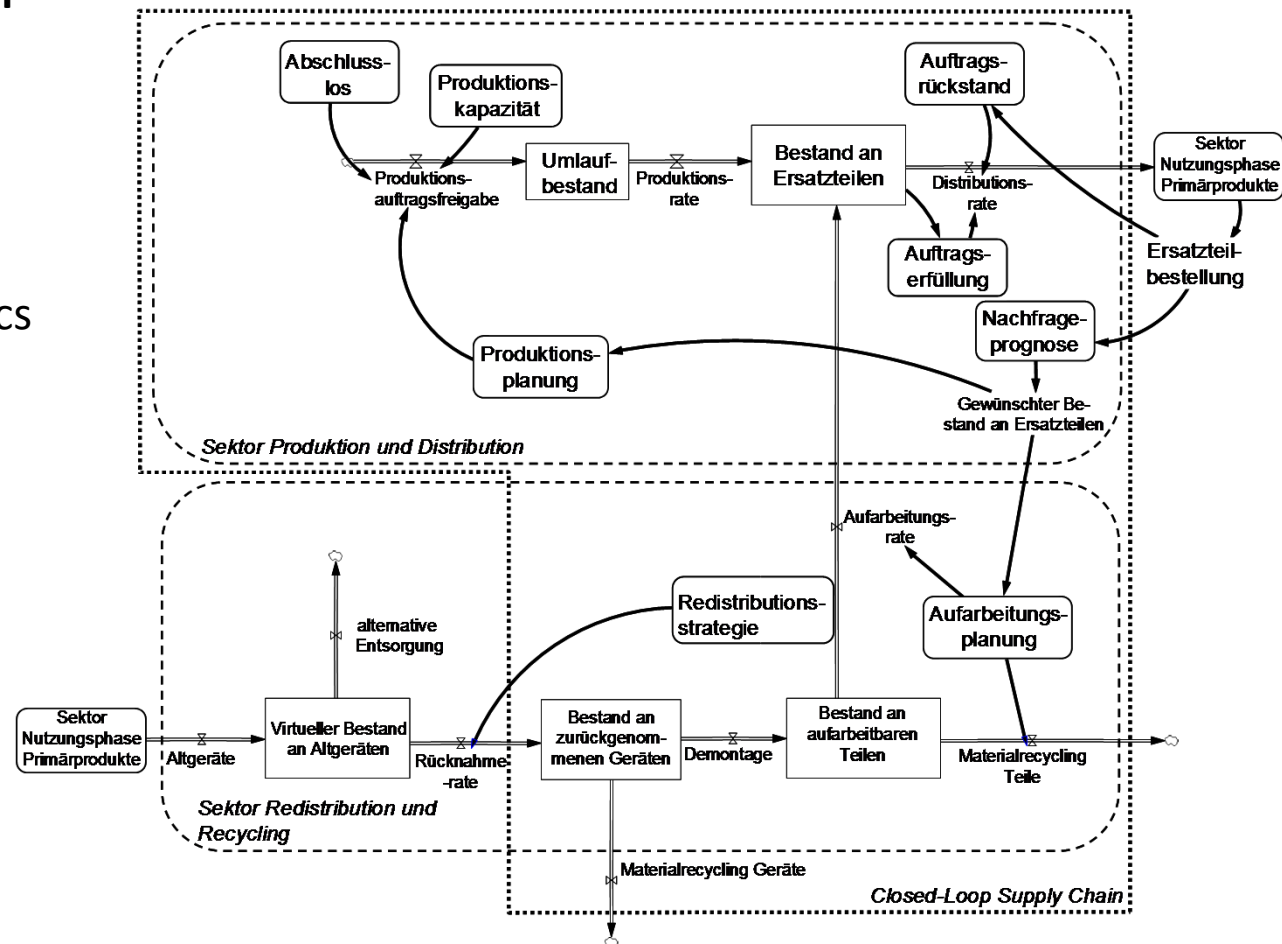


## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Simulationsmodell

- Kontinuierliche Simulation
- Methode: System Dynamics



[Schröter, 2006]

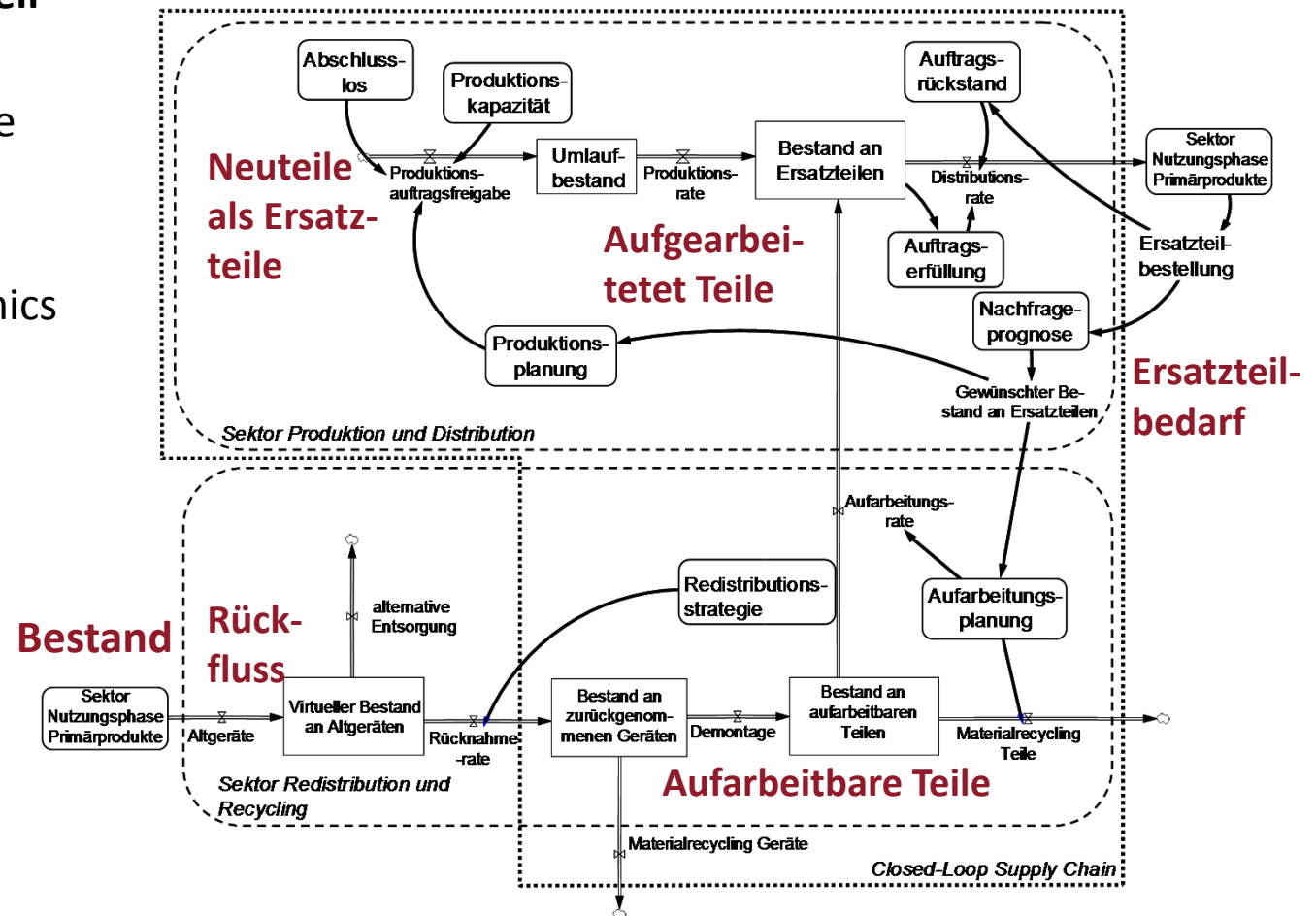


## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Simulationsmodell

- Kontinuierliche Simulation
- Methode: System Dynamics



[Schröter, 2006]

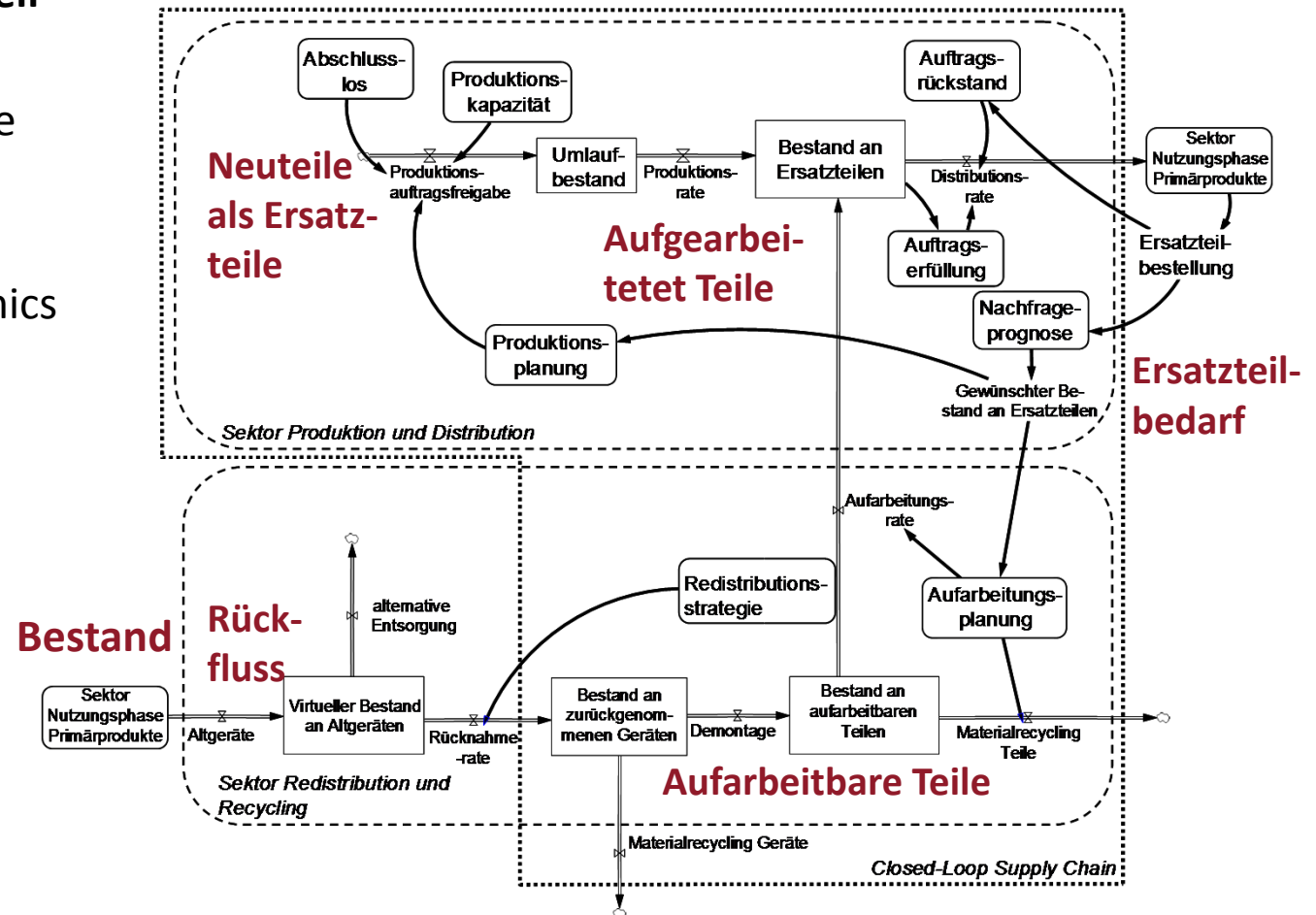


## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Simulationsmodell

- Kontinuierliche Simulation
- Methode: System Dynamics



➔ Ermittlung der entscheidungsrelevanten Stoffströme

[Schröter, 2006]



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Entscheidungsunterstützungssystem

#### Unsicherheiten:

- Rückflussmenge → Variation der Rückflussquote
- Rückflusszeitpunkt → Variation der Nutzungsdauer der Neugeräte
- Zustand der Alt-Teile → Variation der Aufarbeitungsmöglichkeiten
- Nachfrage nach Ersatzteilen → Variation der Nachfrage in der Nachserie

#### Simulationsexperimente:

➔ Szenario- und Sensitivitätsanalysen zur Berücksichtigung der Planungsunsicherheiten

[Schröter, 2006]

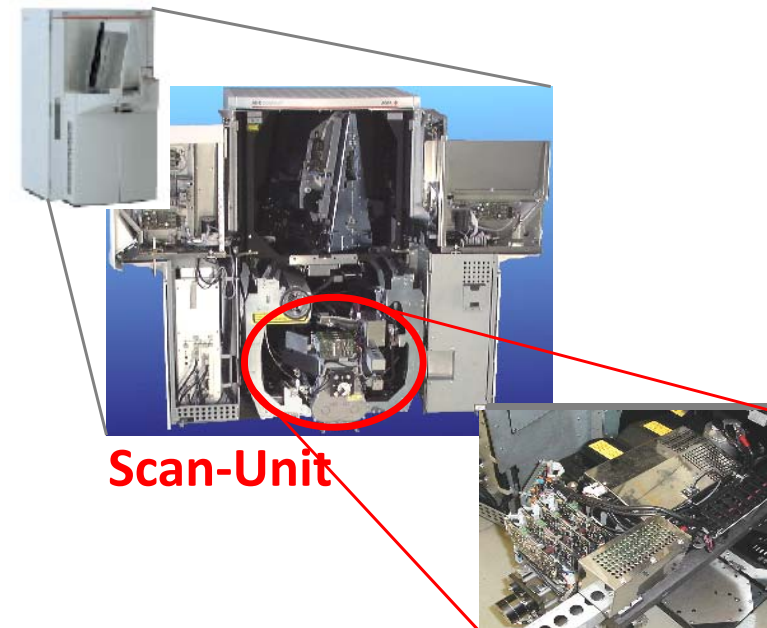


## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Anwendung

Ersatzteilversorgung eines medizintechnischen Gerätes

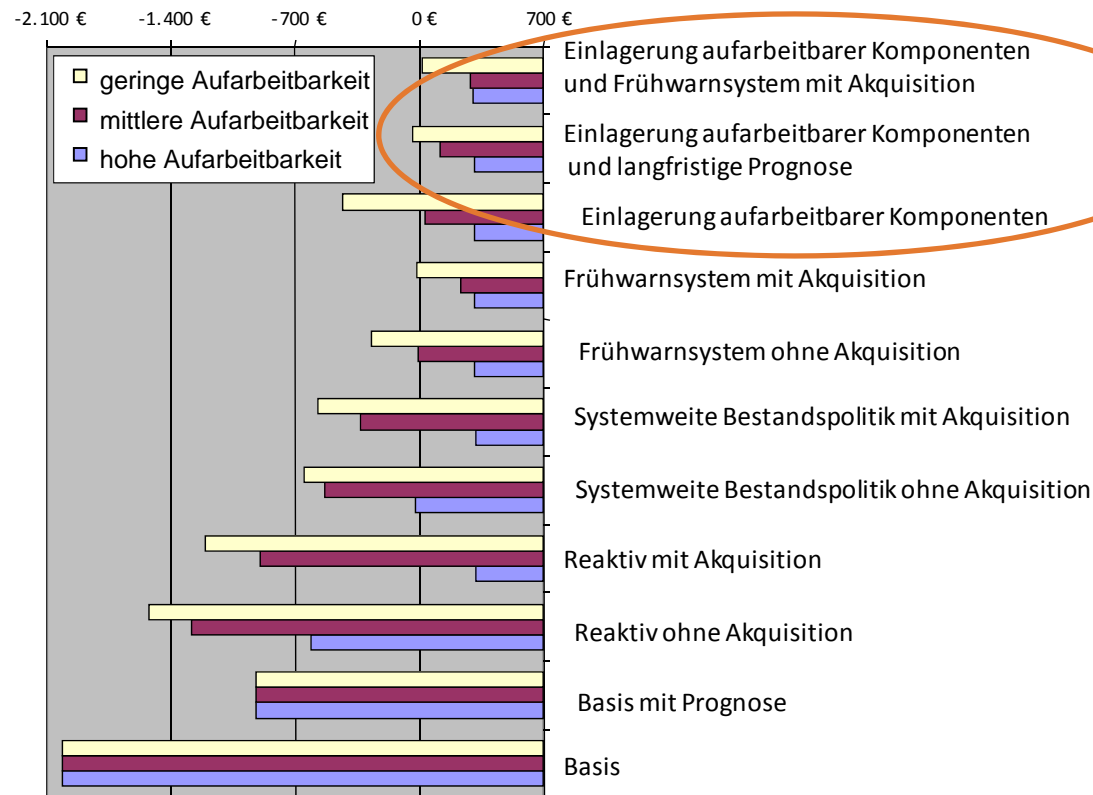
- „ADC Compact“ der Agfa-Gevaert AG
- Einsatz in Krankenhäusern und Arztpraxen
- Scanner als wichtigstes Ersatzteil



[Schröter, 2006]



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains



Nutzung der durch eine Aufarbeitung von Komponenten zurückgenommener Geräte entstehenden Freiheitsgrade ist vorteilhaft



## Fallstudie 2 – Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

### Anwendung

#### Handlungsempfehlungen

- Nutzung von Ressourcen aus Recycling/Aufarbeitung birgt ökonomische Potenziale
- Aufarbeitung von Teilen aus Altgeräten kann Beitrag zur Reduzierung der Risiken der Ersatzteilversorgung während der Nachserie leisten
- Chance zur Reduzierung der Lagerbestände
- Chance zur Reduzierung von Fehlbeständen

#### Herausforderungen

- Aufbau einer Closed Loop Supply Chain
  - Kooperation und Koordination zwischen den Akteuren erforderlich
  - Informationsflüsse und -systeme
- Komplexitätssteigerung





# Gliederung

1

Fallstudie 1:  
Einführung neuer Antriebstechnologien in der  
Automobilindustrie

2

Fallstudie 2:  
Aufarbeitung von Ersatzteilen in Closed Loop Supply Chains

3

Fazit



## Fazit aus den Fallstudien

### Planungsaufgaben:

- Explizite Berücksichtigung zukünftiger gesellschaftlicher, umweltrechtlicher sowie ressourcen- und emissionsorientierter Anforderungen im Rahmen der Produktionsplanung
- Es bestehen große Planungsunsicherheiten:
  - Entwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen
  - Entwicklung der Kundenpräferenzen
  - Technische Entwicklung / Produktinnovationen
  - Entwicklung der Ressourcenverfügbarkeit
  - Rückflüsse/Produktzustand bei Kreislaufstrategien



**Im Rahmen der Planung sind zunehmend komplexe Planungsaufgaben mit hohen Unsicherheiten zu bewältigen**



## Fazit aus den Fallstudien

### Modellbasierte Entscheidungsunterstützung:

- Eine modellbasierte Entscheidungsunterstützung ist notwendig, da die Wirkung komplexer Gesetze, veränderlicher Rahmenbedingungen und innovativer Herstellerstrategien nicht mehr intuitiv abgeschätzt werden kann
- Modellierung:
  - Nutzung eines geeigneten Detaillierungsgrades
  - Erfassung und Bewertung aller entscheidungsrelevanten Stoffströme
  - Einsatz techno-ökonomischer Modelle als Basis der Entscheidungsunterstützung
  - Berücksichtigung der Planungsunsicherheiten, z.B. über Szenarien, Sensitivitätsanalysen



**Stoffstrombasierte Entscheidungsunterstützungssysteme als Grundlage der Planung**



## Aufgaben für das Selbststudium

1. Charakterisieren Sie die beiden Fallstudien hinsichtlich der in Episode 1 dargestellten Aspekte (jeweils mit Erläuterung):
  - Liegt Kuppelproduktion vor?
  - Welche Umweltbasisstrategie wird verfolgt?
  - Welche Planungsaufgaben bestehen auf welcher Planungsebene?
2. Welchen gesellschaftlichen bzw. ressourcen- und emissionsbasierten Planungsunsicherheiten bestehen in der strategischen und taktischen Planung derzeit a) für einen KfZ-Hersteller und b) für einen Energieerzeuger? Welche Szenarien resultieren hieraus im Rahmen einer Entscheidungsunterstützung?
3. Informieren Sie sich über 2 weitere Fallstudien, in denen stoffstrombasierte Entscheidungsunterstützungssysteme als Grundlage für die Planung entwickelt wurden!

### Literaturhinweise:

- a. Arretz, M.; Jungmichel, N.; Meyer, N. (2009): Kumulierte Emissionsintensität in globalen Wertschöpfungsketten – Praxisbeispiel Textilindustrie. *Umweltwirtschaftsforum* 17, Seiten 201–209.
- b. Chang, L.; Mrowietz, M.; Engel, B.; Holbein, D.; Spengler, T.S.; Walter, G. (2009): KEI – ein neuer Ansatz zur Bewertung von Produktionsstandorten eines Unternehmens. *Umweltwirtschaftsforum* 17, Seiten 211–218.
- c. Steinborn, J.; Judkowiack, D.; Walther, G. (2010): Aufarbeitung von Geldgewinnspielgeräten und deren Komponenten. *Umweltwirtschaftsforum* 18, Seiten 131–138.
- d. Kieckhäfer, K.; Walther, G.; Spengler, T.S. (2009): Konzeption einer Entscheidungsunterstützung für die Entwicklung von Produktstrategien im Automobilsektor. In: Geldermann, J.; Lauven, L.-P. (Hrsg): *Einsatz von OR-Methoden zur Entscheidungsunterstützung*, Shaker, Aachen, 5-21
- e. Spengler, T.; Walther, G.; Queiruga, D. (2005): Formulierung und Anwendung eines Planungsmodells zur Standortwahl von Recyclinganlagen für Haushaltsgroßgeräte in Spanien. *Logistik Management*, Sonderheft Sustainability and Logistics, Heft 1/2005, S. 25-41.
- f. Jahns, P.; Menssen, I. (2010): Ressourceneffizienz in produzierenden Unternehmen – Erfahrungen aus Beratungsprogrammen in NRW. *Umweltwirtschaftsforum* 18, Seiten 165-170.



## Literatur und weiterführende Quellen

- Walther, G.; Schatka, A.; Spengler, Th. S. (2012): Design of regional production networks for second generation synthetic bio-fuel - A case study in Northern Germany. *European Journal of Operational Research* 218 (1), pp. 280–292.
- Schatka, A. (2011): Strategische Netzwerkgestaltung in der Prozessindustrie – Eine Untersuchung am Beispiel der Produktion von synthetischen Biokraftstoffen. Gabler-Verlag, Wiesbaden.
- Walther, G. (2010): Nachhaltige Wertschöpfungsnetzwerke – Überbetriebliche Planung und Steuerung von Stoffströmen entlang des Produktlebenszyklus. Gabler-Verlag, Wiesbaden.
- Schröter, M. (2006): Strategisches Ersatzteilmanagement in Closed-Loop Supply Chains – Ein systematischer Ansatz. DUV, Wiesbaden.
- Spengler, T.; Herrmann, C. (Hrsg.) (2004): Stoffstrombasiertes Supply-Chain-Management in der Elektro(nik)industrie zur Schließung von Materialkreisläufen : Projekt StreaM. Verein Deutscher Ingenieure. Fortschritt-Berichte VDI: Reihe 16, Technik und Wirtschaft, Nr. 169, Düsseldorf.

**Anmerkung zu den rechtlichen Grundlagen:** Die Rechte der Bilder und Graphiken liegen, sofern nicht anders angegeben, beim Verfasser der Folien. Die Folientexte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eigene Forschungs-, Lehr- und Praxistransfer-Tätigkeiten und sind deshalb bei deren Verwendung zu zitieren.