



Logistik und Nachhaltigkeit

Episode 2: Nachhaltige Gestaltung von Kreislaufsystemen

Prof. Dr. Rainer Souren
Technische Universität Ilmenau

 Universität Bremen

ZMML
Zentrum für Multimedia
in der Lehre

DBU 

Deutsche Bundesstiftung Umwelt





Übersicht der Lerneinheit

Episode 1:

Nachhaltige Gestaltung von Distributionssystemen

Episode 2:

Nachhaltige Gestaltung von Kreislaufsystemen

Episode 3:

Interview



Lernziele dieser Episode

Lernziel 1:

Sie können erläutern, aus welchen Phasen ein Kreislaufsystem besteht und welche Akteursgruppen daran beteiligt sind.

Lernziel 2:

Sie kennen die wichtigsten Aufgabenbereiche der Kreislauflogistik.

Lernziel 3:

Sie kennen wichtige Planungsgegenstände des Behältermanagements als exemplarischem Aufgabenbereich.



Gliederung

1. Kreislaufdenken als Grundprinzip nachhaltiger Logistik
2. Modelle und Aufgabenbereiche der Kreislauflogistik
3. Behältermanagement als exemplarischer Aufgabenbereich der nachhaltigen Kreislauflogistik
 - 3.1 Bestandsmanagement
 - 3.2 Integrierte Tourenplanung

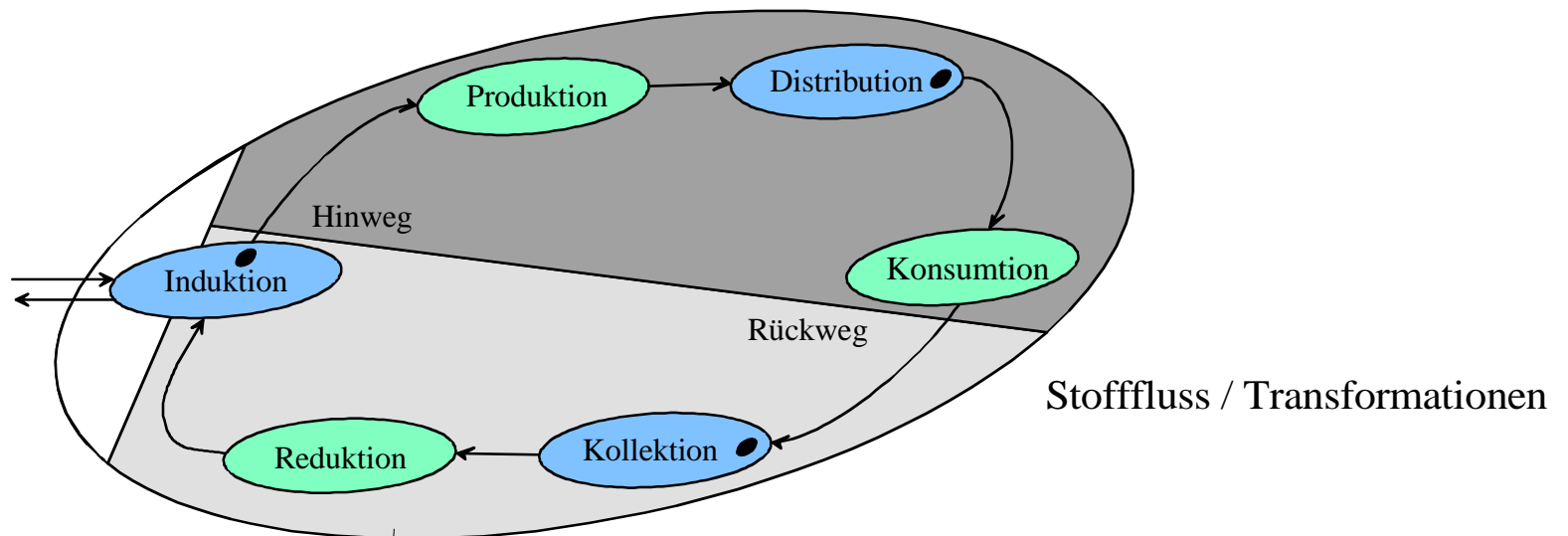


Kreislaufdenken als Grundprinzip der Nachhaltigkeit

- Kreislaufprinzip zentrales Grundprinzip der nachhaltigen Entwicklung und des Nachhaltigkeitsmanagements (neben Verantwortungs- und Kooperationsprinzip).
- Verwertung von Altprodukten
 - Absenkung der Abfallquantitäten
 - Absenkung des Ressourcenverbrauchs.
- im Kreislaufwirtschaftsgesetz (und nachgeordneten Vorschriften) rechtlich umfassend verankert.
- Aufbau von (privatwirtschaftlichen und öffentlichen) Rückflusssystemen.



2-Ebenen-Kreislaufmodell



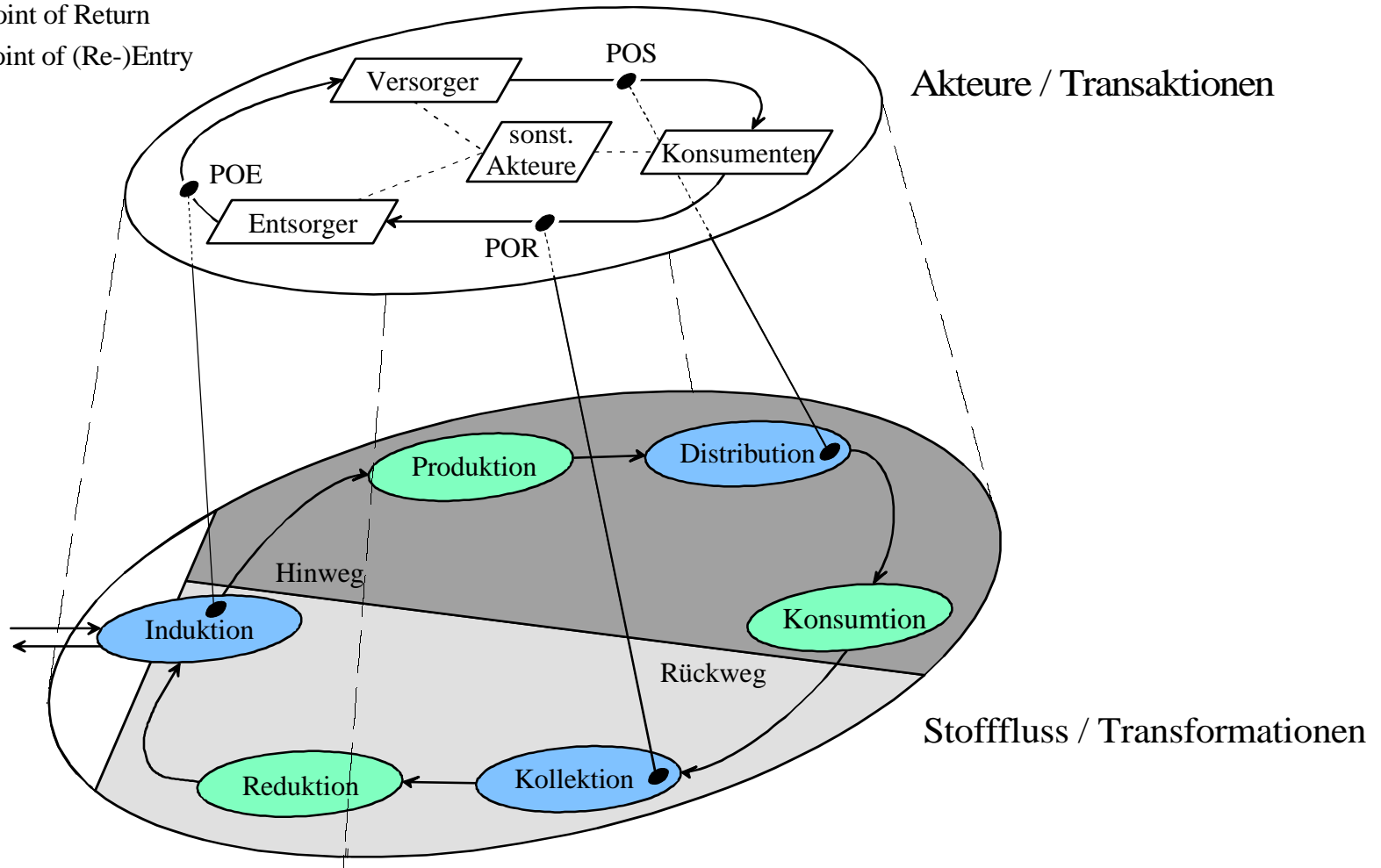


2-Ebenen-Kreislaufmodell

POS: Point of Sale

POR: Point of Return

POE: Point of (Re-)Entry





Lücken bei der Kreislaufschließung (nach Kirchgeorg 1999)

- Kollektionsgap: Fehlende Rückführsysteme, fehlende Anreize für Konsumenten
 - Gegenmaßnahmen: Gesetzlich vorgeschriebene Rückführsysteme, monetäre Anreize.
- Reduktionsgap: Probleme bei der stofflichen Verwertung
 - Gegenmaßnahmen: Wertstoffsartierung, recyclinggerechte Konstruktion.
- Induktionsgap: Sekundärprodukte unterliegen im Wettbewerb gegen Primärprodukte
 - Gegenmaßnahmen: Imageverbesserungen, Subventionierung, Quotenregelungen.



Aufgabenbereiche der Kreislauflogistik

- Ziel: Schließung auftretender Kreislaufücken und Optimierung des Altproduktrückflusses
- Strategische Planung
 - Netzwerkdesign (Rückflussstruktur, Standortplanung für Verwertungsbetriebe, Transportrelationen),
 - Netzwerkkoordination (Closed Loop Coordination),
 - ...
- Taktisch-operative Planung
 - Prozessplanung einzelner Recyclingprozesse (Demontage, Sortierung, ...),
 - Lagerhaltungsplanung (abgestimmte Losgrößenplanung, Bestandsmanagement von Kreislaufobjekten),
 - Tourenplanung (abgestimmte Tourenplanung auf Hin- und Rückweg),
 - ...



Aufgaben des Behältermanagements

- Auswahl des institutionellen Arrangements (eigenes Behältersystem vs. Poolsystem)
- Auswahl des Behältertyps (u. a. Einweg vs. Mehrweg)

strategisch

operativ



Aufgaben des Behältermanagements

- Auswahl des institutionellen Arrangements (eigenes Behältersystem vs. Poolsystem) ↑ strategisch
- Auswahl des Behältertyps (u. a. Einweg vs. Mehrweg)
- **Bestandsmanagement**
- **Integrierte Tourenplanung (Kopplung des Hin- und Rückwegs von Mehrwegbehältern)** ↓ operativ



Bestandsmanagement in Behälterkreisläufen

- Aufgaben:
 - Ermittlung des Behälterbestands (Flottengröße).
 - Ermittlung der Neubeschaffungen.
 - Implementierung eines Bestandsverfolgungssystems.
- Probleme:
 - Dezentrale Bestandshaltung in verschiedenen Unternehmen entlang der Supply Chain sowie beim Endkunden.
 - Saisonale und stochastische Schwankungen bei Abfüllung und Rückfluss.
 - ⇒ Ermittlung der Bestände, Verluste und Umlaufdauern erschwert.



Ermittlung des Behälterbestands im Kreislauf

- Einflussgrößen:
 - Abfüllquantitäten (A_{ABG})
 - Dauer des Rückflusses (τ)
 - Abflüsse (und deren zeitliche Verteilung)
 - Umlaufquote (Q_{UML})
- „Statische“ Bestandsformeln (für unrealistischen Fall konstanter Abfüll-, Rücklaufquantitäten und -dauern).

$$B = A_{ABG} \cdot \tau \cdot Q_{UML}$$



Ermittlung des Behälterbestands im Kreislauf

- Einflussgrößen:
 - Abfüllquantitäten (A_{ABG})
 - Dauer des Rückflusses (τ)
 - Abflüsse (und deren zeitliche Verteilung)
 - Umlaufquote (Q_{UML})
- „Statische“ Bestandsformeln (für unrealistischen Fall konstanter Abfüll-, Rücklaufquantitäten und -dauern).

$$B = A_{ABG} \cdot \tau \cdot Q_{UML}$$

- Beispiel: $A_{ABG} = 1000$, $\tau = 4$, $Q_{UML} = 0,985$

$$B = 1000 \cdot 4 \cdot 0,985 = 3940$$



Ermittlung des Behälterbestands im Kreislauf

- Einflussgrößen:
 - Abfüllquantitäten (A_{ABG})
 - Dauer des Rückflusses (τ)
 - Abflüsse (und deren zeitliche Verteilung)
 - Umlaufquote (Q_{UML})
- „Statische“ Bestandsformeln (für unrealistischen Fall konstanter Abfüll-, Rücklaufquantitäten und -dauern).

$$B = A_{ABG} \cdot \tau \cdot Q_{UML}$$

- Beispiel: $A_{ABG} = 1000$, $\tau = 4$, $Q_{UML} = 0,985$

$$B = 1000 \cdot 4 \cdot 0,985 = 3940$$

- Senkung des Bestands sinnvoll nur durch Senkung von τ



Nachhaltige Behälterkreislaufsysteme

- Ökologisch nachhaltig
 - Gemäß Ökobilanzen (Mehrweg- und bestimmte Einwegbehälter).
 - Umlaufhäufigkeit als zentraler Parameter.
- Systembedingt nachhaltig (in Analogie zu natürlichen Flusssystemen)
 - Stets ausreichenden Behälterbestand an verschiedenen Stellen des Kreislaufsystems (insb. bei Abfüllung).
 - Ständige Beobachtung des Behälterbestands (Wasserstand an verschiedenen Messstellen).
 - (Möglichst) konstante Fließgeschwindigkeit.
 - Weder Fehlbestand (Versiegen) noch zu hoher Bestand (Überlaufen).



Integrierte Tourenplanung (Hin- und Rückweg)

- Auslieferung von Behältern und Einsammlung des Leerguts (z. B. Getränkehandel).
 - Alternative Kopplungen von Hin- und Rückweg:
 - Separate Touren mit gleichen Transportmitteln.
 - Simultane Touren mit gleichen Transportmitteln.
 - Backhauling: Zunächst alle Auslieferungen, dann alle Einsammlungen.
 - Mixing: Auslieferung und Einsammlung in freier Reihenfolge.
- Simultane Einplanung von Hin- und Rückweg ökologisch sinnvoll, aber mit erhöhter Planungskomplexität verbunden (v. a. für Mixing!).



Integrierte Tourenplanung (Beispieldaten)

- Transportmittelkapazität: $C = 100$
- Auslieferungsquantitäten: $D_1 = 30, D_2 = 10, D_3 = 50$
- Einsammelquantitäten: $P_1 = 10, P_2 = 60, P_3 = 30$

Aufgabe: Bilde eine zulässige Tour, in die alle Kunden nacheinander ($1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3$) eingeplant werden.

Aus: Dethloff 2001, S. 87



Integrierte Tourenplanung (Beispiel: Backhauling)

- Transportmittelkapazität: $C = 100$
- Auslieferungsquantitäten: $D_1 = 30, D_2 = 10, D_3 = 50$
- Einsammelquantitäten: $P_1 = 10, P_2 = 60, P_3 = 30$

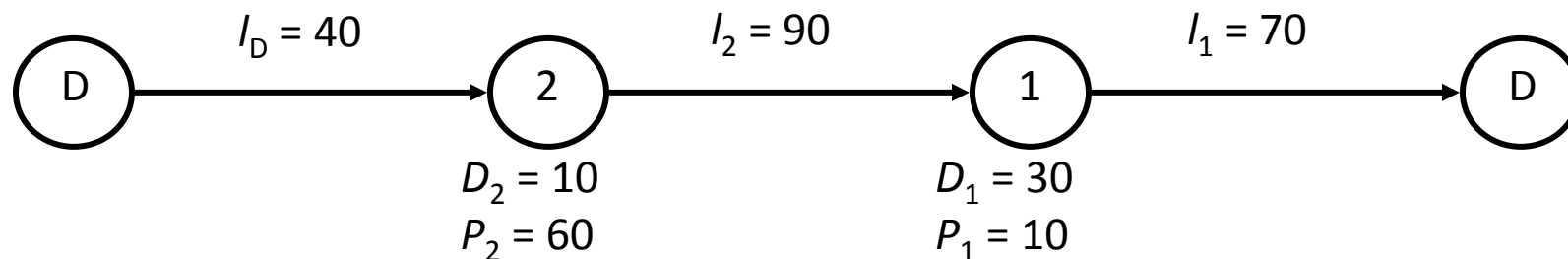
Aufgabe: Bilde eine zulässige Tour, in die alle Kunden nacheinander ($1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3$) eingeplant werden.

Aus: Dethloff 2001, S. 87

Backhauling: Jede Tour möglich, da sowohl Summe der Auslieferungsquantitäten als auch Summe der Einsammelquantitäten ≤ 100



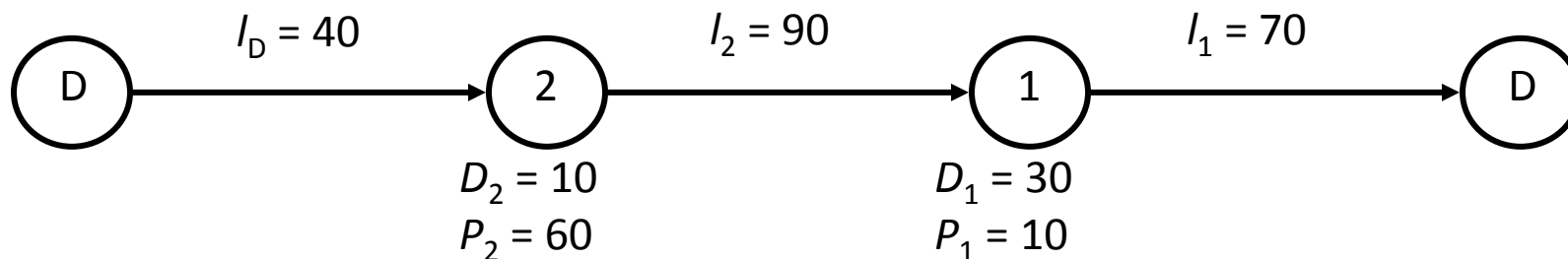
Integrierte Tourenplanung (Beispiel: Mixing)



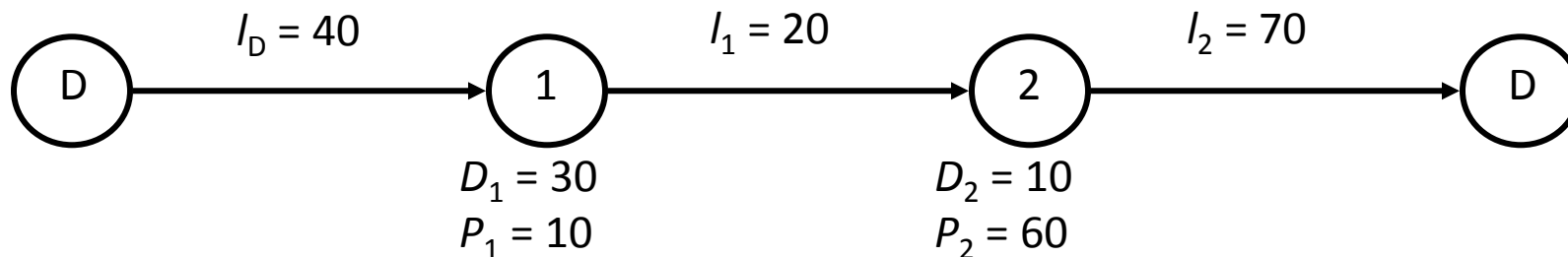
- Kunde 3 ($D_3 = 50$, $P_3 = 30$) weder nach dem Depot noch nach Kunde 2 oder 1 einplanbar!



Integrierte Tourenplanung (Beispiel: Mixing)



- Kunde 3 ($D_3 = 50$, $P_3 = 30$) weder nach dem Depot noch nach Kunde 2 oder 1 einplanbar!



- Kunde 3 ($D_3 = 50$, $P_3 = 30$) nach Depot oder Kunde 1 einplanbar (nicht nach Kunde 2!).



Fazit

- Kreislaufsysteme als wichtige Herausforderung des nachhaltigen Logistikmanagements.
- Zahlreiche Aufgabenbereiche zur nachhaltigen Schließung von Stoff- und Produktkreisläufen:
 - Überbrückung verschiedener Kreislaufgaps.
 - Erweiterung logistischer Planungsgegenstände.
- Behältermanagement als exemplarisches Aufgabengebiet:
 - Nachhaltiges Bestandssystem (Fließgleichgewicht).
 - Integrierte Tourenplanung (ökologische Vorteile bei erhöhter Planungskomplexität).



Aufgaben für das Selbststudium

1. Beschreiben Sie ein reales Kreislaufsystem (z. B. Automobilkreislauf, Duales System Deutschland) anhand des 2-Ebenen-Kreislaufmodells.
2. Welche Planungsgegenstände umfasst die Kreislauflogistik? Diskutieren Sie, inwiefern sie den Aufgaben der Distributionslogistik ähneln oder sich von ihnen unterscheiden.
3. Erläutern Sie die verschiedenen Möglichkeiten, den Hin- und Rückweg in Behältertransportsystemen zu koppeln. Was spricht aus der Perspektive der Nachhaltigkeit für das Mixing? Warum führt es u. U. zu Planungsproblemen?



Kernliteratur

- Dethloff, J.: Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up, in: OR Spectrum (23) 2001, S. 79-96.
- Dyckhoff, H.; Souren, R.: Nachhaltige Unternehmens-führung – Grundzüge industriellen Umweltmanage-ments, Berlin et al. 2008, Kapitel 3.2
- Souren, R.: Alles im Fluss? Ansätze eines nachhaltigen Kreislaufmanagements für Verkaufsverpackungen, in: Hahn, R./Janzen, H./Matten, D. (Hrsg.): Die gesellschaftliche Verantwortung des Unternehmens – Hintergründe, Schwerpunkte und Zukunfts-perspektiven , Stuttgart 2012 (in Vorbereitung).



Weiterführende Literatur und verwendete Quellen

- de Brito, M.P.; Dekker, R.: A Framework for Reverse Logistics, in: Dekker, R. et al. (Hrsg.): Reverse Logistics – Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains, Berlin et al. 2004, S. 3-27.
- Kirchgeorg, M.: Marktstrategisches Kreislaufmanagement – Ziele, Strategien und Strukturkonzepte, Wiesbaden 1999.
- Souren, R.: Konsumgüterverpackungen in der Kreislaufwirtschaft – Stoffströme, Transformationsprozesse, Transaktionsbeziehungen, Wiesbaden 2002.

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.