

Material-effizienz und Umweltauswirkungen der Kunststoffverpackungsabfallwirtschaft in Deutschland

Dr. Sarah Schmidt und Prof. Dr. David Laner



Leoben, 14.11.2024

Kunststoffverpackungen: Nutzen & Risiken





Material-effizienz und Umweltauswirkungen der Kunststoffverpackungsabfallwirtschaft in Deutschland

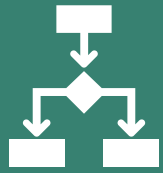


Strategien zur Optimierung der Bewirtschaftung von Kunststoffverpackungsabfällen





Hintergrund & Zielstellung



Forschungsansatz



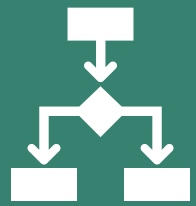
Ergebnisse



Empfehlungen für die Praxis



Schlussfolgerungen



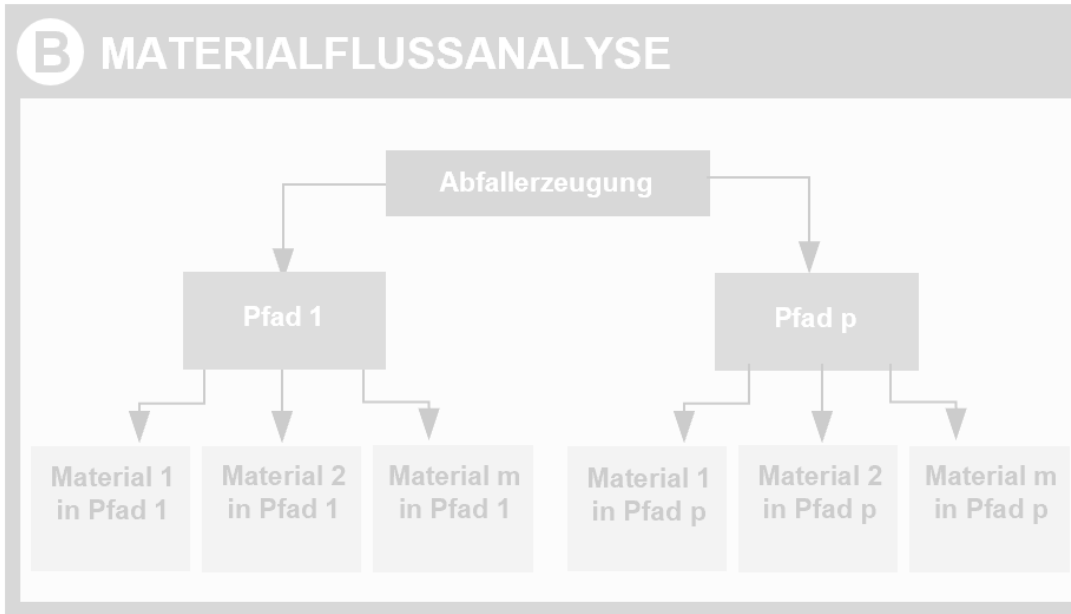
Forschungsansatz

Evaluation der Bewirtschaftung von Kunststoffverpackungsabfällen

A ABFALLANFALL


**Kunststoff-
verpackungsabfälle
aus Privathaushalten
(Deutschland, 2017)**


- Charakterisierungskampagnen
- Statistiken
- Studien





C ÖKOBILANZIERUNG


INVENTARDATEN

Vordergrundsystem 

Hintergrundsystem 

 ecoinvent

Wirkungsabschätzung 

Ergebnisanalyse 

D INDIKATOREN

Materialeffizienz
Recyclingquoten
Getrenntsammlung
Rezyklatgehalt 

Ökologische Abfallwertnutzungskennzahl 



Bewertung des Bewirtschaftungssystems für Kunststoffverpackungsabfälle

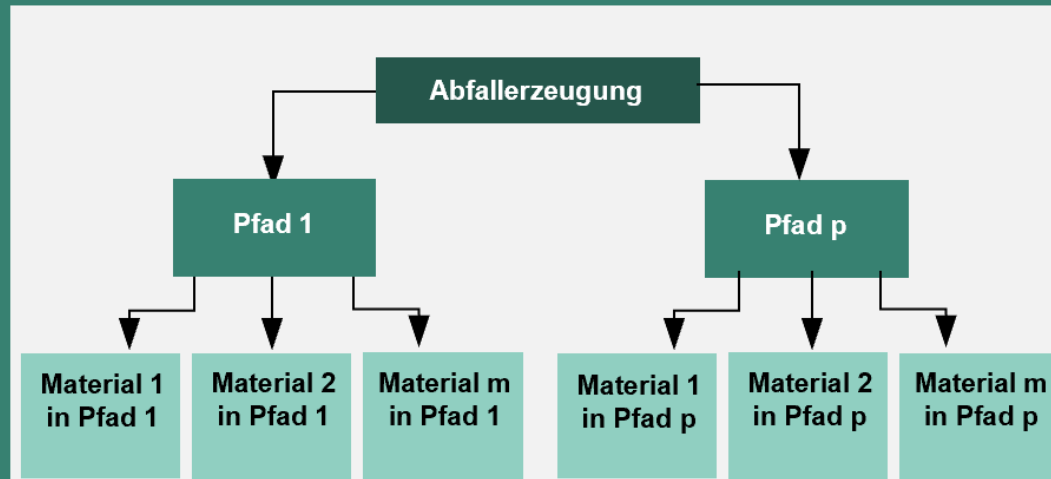
A ABFALLANFALL

Kunststoff-
verpackungsabfälle
aus Privathaushalten
(Deutschland, 2017)

- Charakterisierungskampagnen
- Statistiken
- Studien



B MATERIALFLUSSANALYSE



C ÖKOBILANZIERUNG

INVENTARDATEN

Vordergrundsystem



Hintergrundsystem



ecoinvent



Wirkungs-
abschätzung



Ergebnis-
analyse



D INDIKATOREN

Materialeffizienz

Recyclingquoten
Getrenntsammlung
Rezyklatgehalt



Ökologische
Abfallwert-
nutzungskennzahl

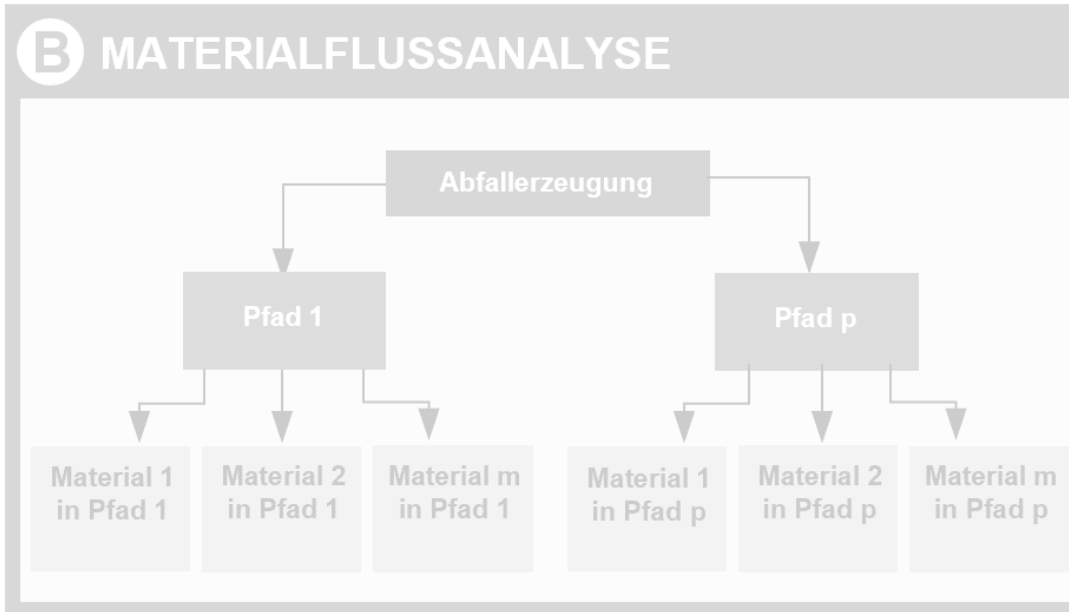


Bewertung des Bewirtschaftungssystems für Kunststoffverpackungsabfälle






A ABFALLANFALL

Kunststoffverpackungsabfälle aus Privathaushalten (Deutschland, 2017)

- Charakterisierungskampagnen
- Statistiken
- Studien



C ÖKOBILANZIERUNG

INVENTARDATEN	Wirkungsabschätzung
Vordergrundsystem 	
Hintergrundsystem  ecoinvent 	Ergebnisanalyse 

D INDIKATOREN

Materialeffizienz
Recyclingquoten
Getrenntsammlung
Rezyklatgehalt 

Ökologische Abfallwertnutzungskennzahl 

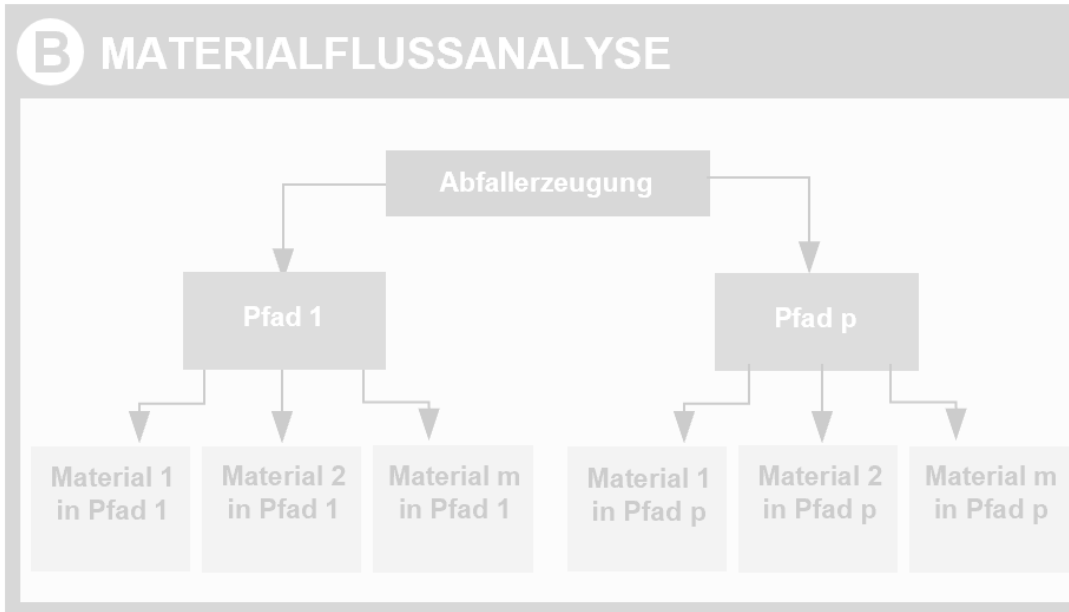


Bewertung des Bewirtschaftungssystems für Kunststoffverpackungsabfälle






A ABFALLANFALL

Kunststoffverpackungsabfälle aus Privathaushalten (Deutschland, 2017)

- Charakterisierungskampagnen
- Statistiken
- Studien



C ÖKOBILANZIERUNG

INVENTARDATEN	Wirkungsabschätzung
Vordergrundsystem 	
Hintergrundsystem 	Ergebnisanalyse 
 ecoinvent	

D INDIKATOREN

Materialeffizienz
Recyclingquoten
Getrenntsammlung
Rezyklatgehalt 

Ökologische Abfallwertnutzungskennzahl 

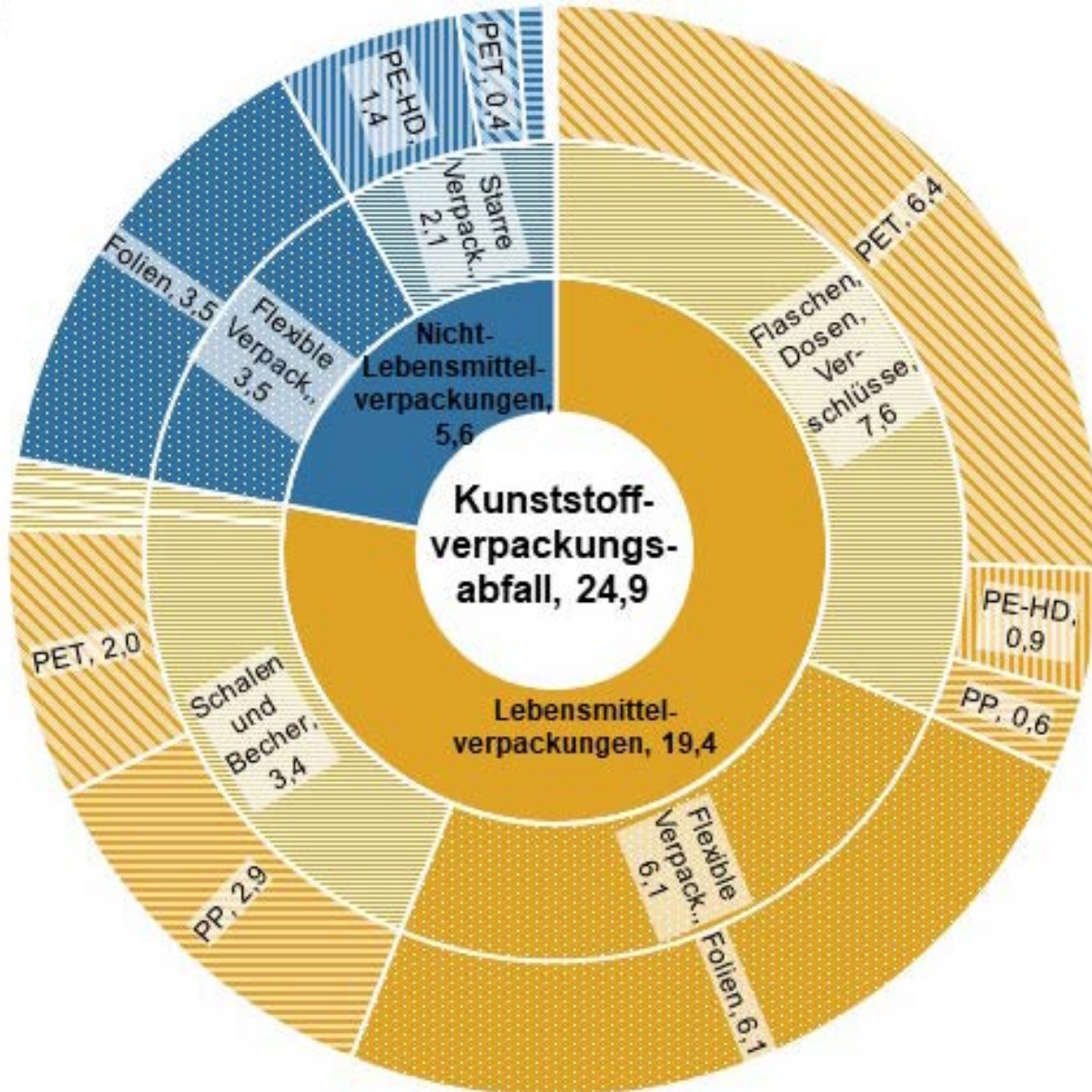




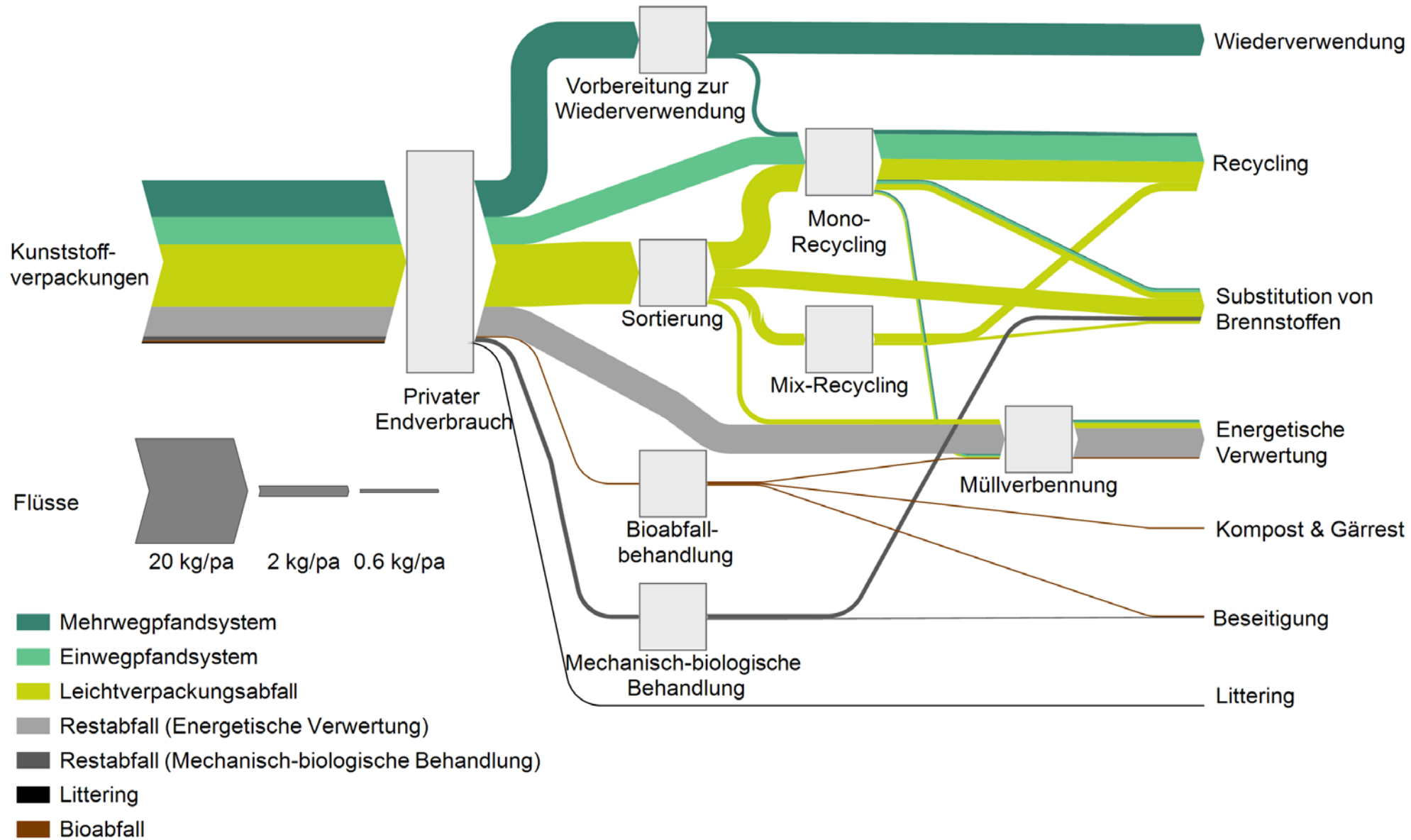
Ergebnisse

Zusammensetzung der Kunststoffverpackungsabfälle

Werte in kg pro Person und Jahr



Kunststoffverpackungsabfallströme in Deutschland im Jahr 2017



Umweltauswirkungen der Bewirtschaftung von Kunststoffverpackungsabfällen

Funktionelle Einheit: Behandlung von 2.554 kt Kunststoffverpackungsabfällen

Umweltauswirkungen in Personenäquivalenten



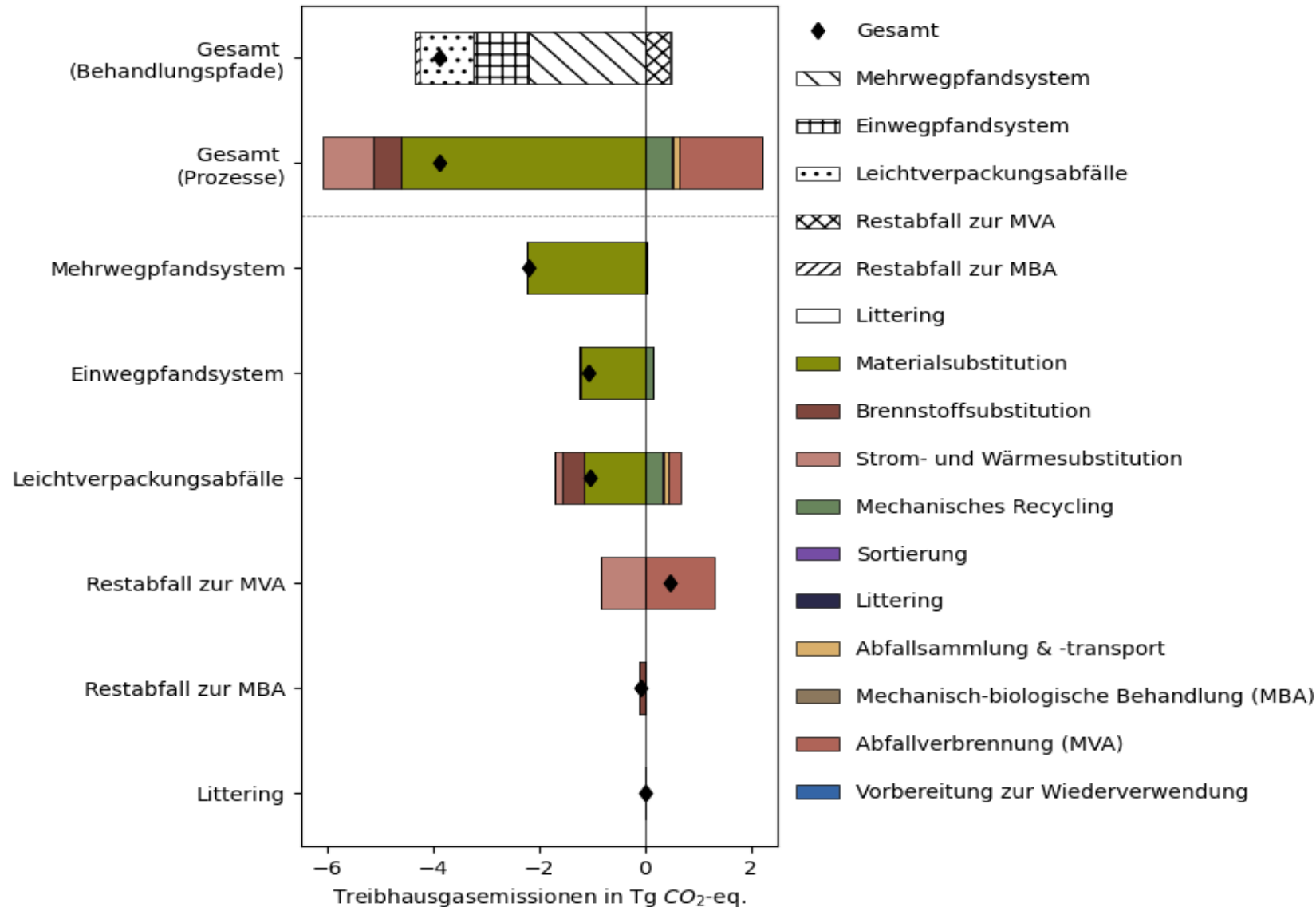
GW – Globale Erwärmung
OD – Ozonabbau
HTc – Humantoxizität, karzinogen
HTnc – Humantoxizität, nicht karzinogen
PM – Feinstaubbildung
IR – Ionisierende Strahlung

POF – Photochemische Ozonbildung
AC – Versauerung
TE – Terrestrische Eutrophierung
FE – Frischwassereutrophierung
ME – Marine Eutrophierung
ET – Ökotoxizität

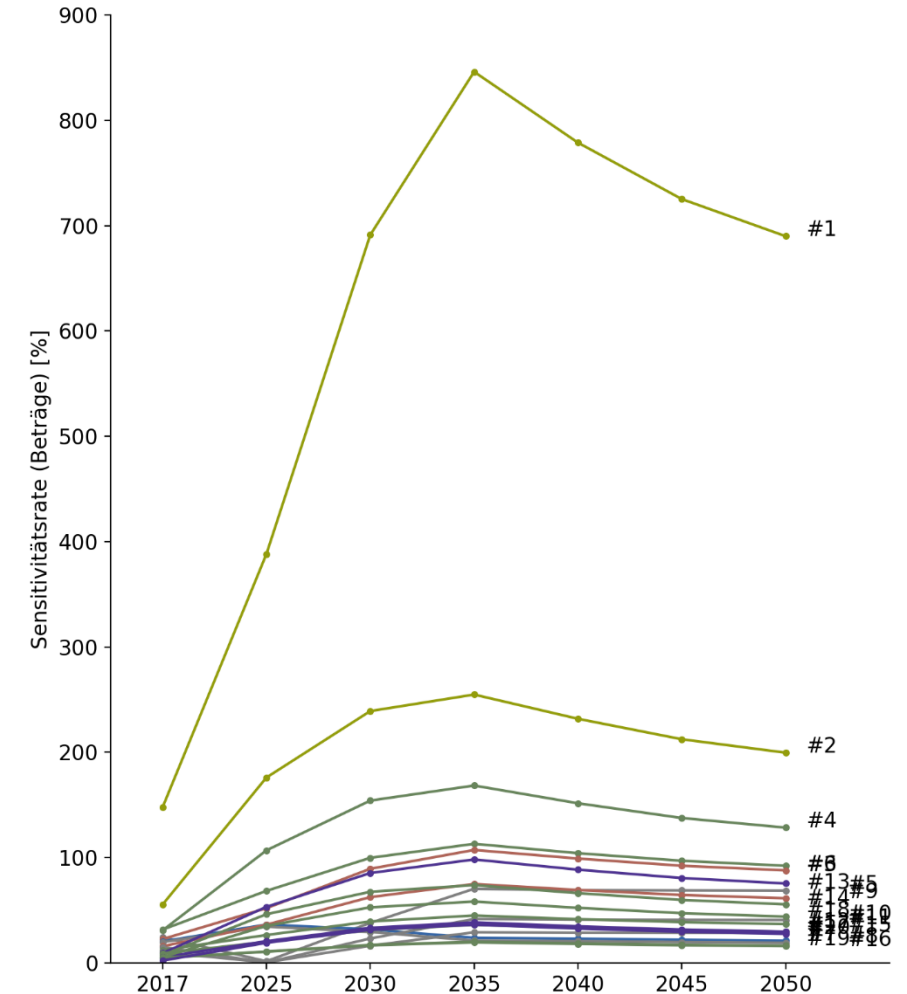
LU – Flächenverbrauch
RDw – Ressourcenverknappung, Wasser
RDm – Ressourcenverknappung, mineralisch
RDf – Ressourcenverknappung, fossil

Umweltauswirkungen der Bewirtschaftung von Kunststoffverpackungsabfällen

Funktionelle Einheit: Behandlung von 2.554 kt Kunststoffverpackungsabfällen



Entwicklung des Hintergrundenergiesystems unter Einhaltung des 1,5 °C Zieles (Bewertungsmodell IMAGE, SSP2-RCP19)



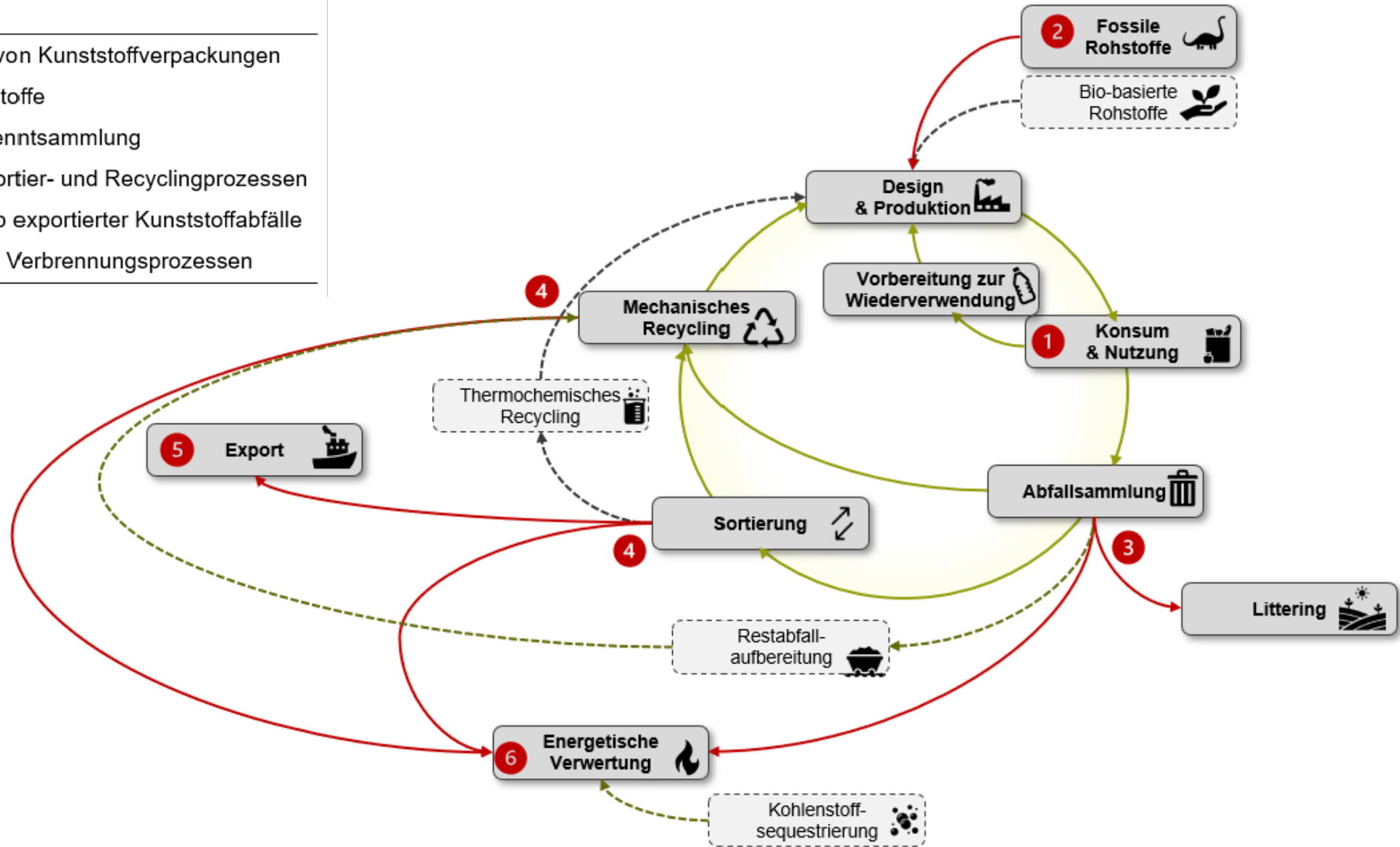


Empfehlungen

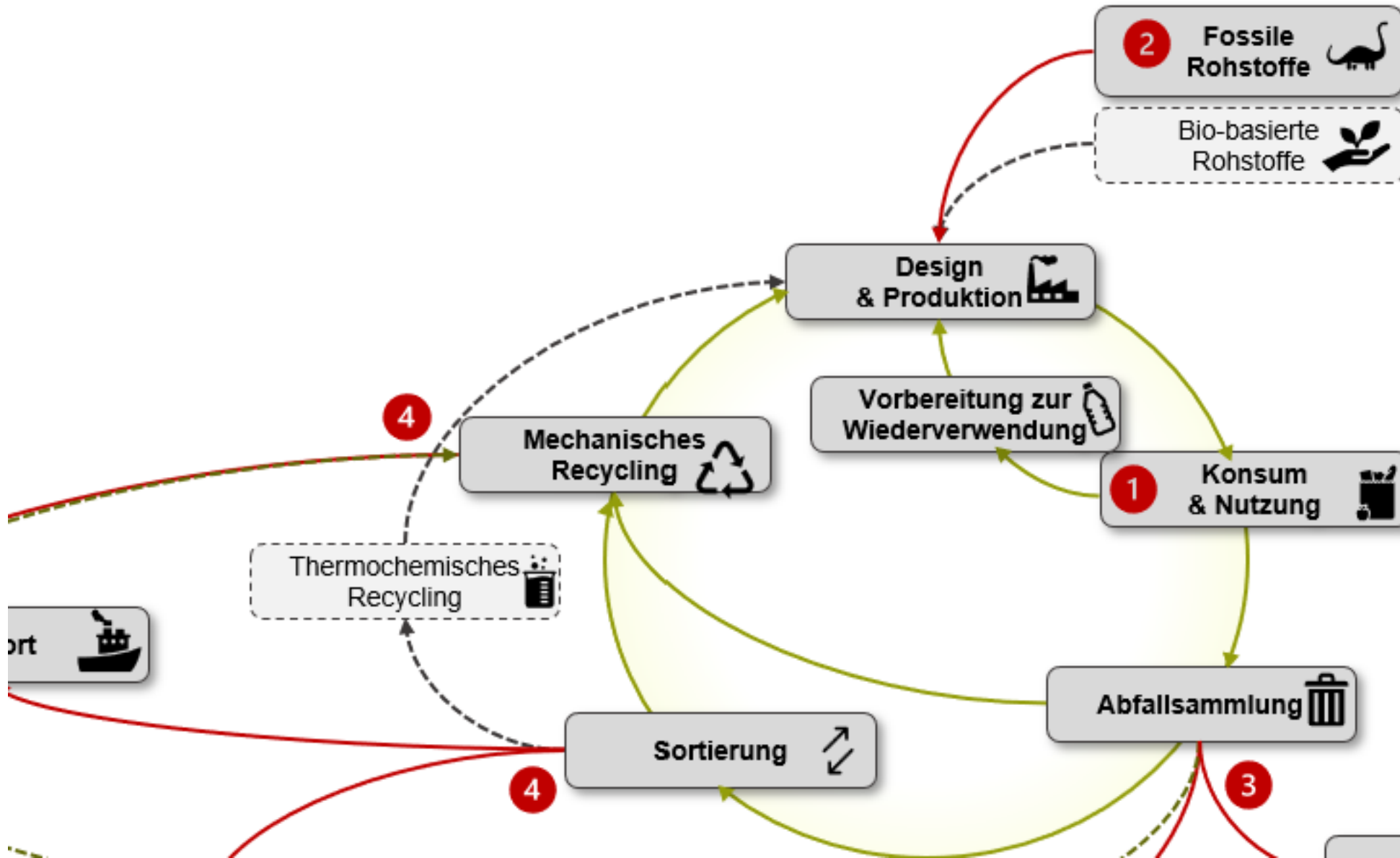
Herausforderungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen

Nr. Herausforderung

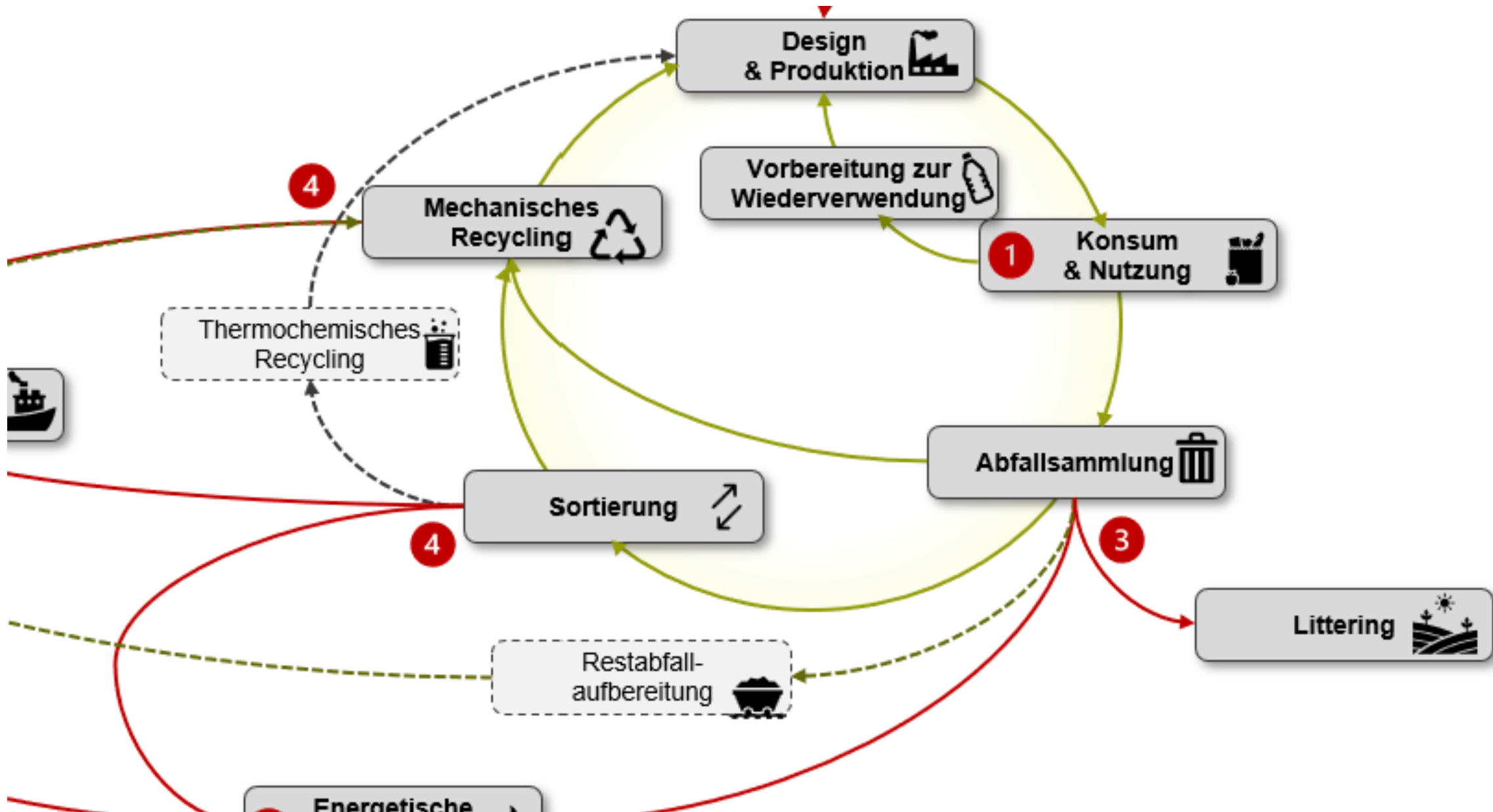
- 1 Steigender Konsum von Kunststoffverpackungen
- 2 Einsatz fossiler Rohstoffe
- 3 Unzureichende Getrenntsammlung
- 4 Materialverluste in Sortier- und Recyclingprozessen
- 5 Unbekannter Verbleib exportierter Kunststoffabfälle
- 6 CO₂-Emissionen aus Verbrennungsprozessen



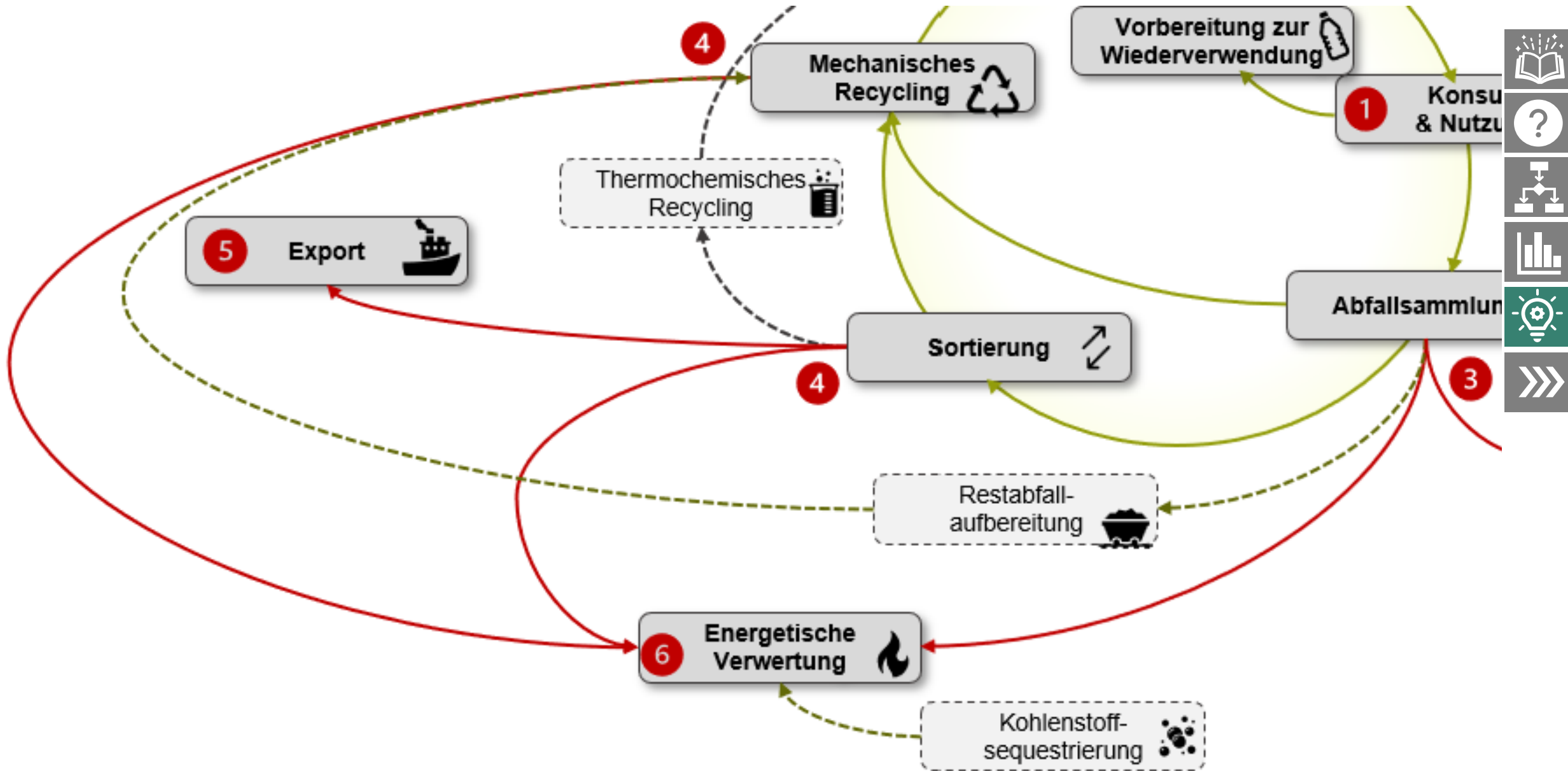
Herausforderungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen



Herausforderungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen



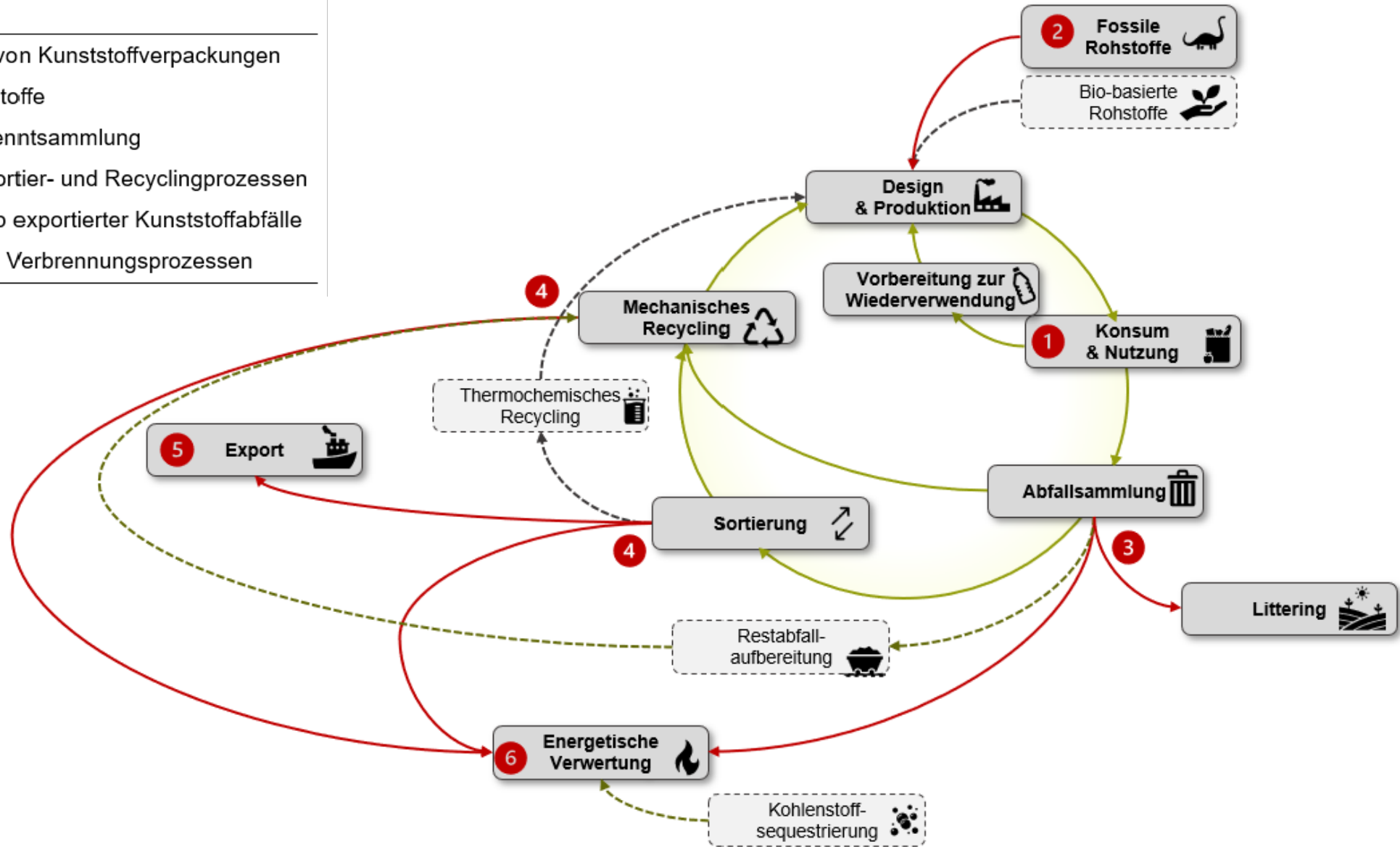
Herausforderungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen

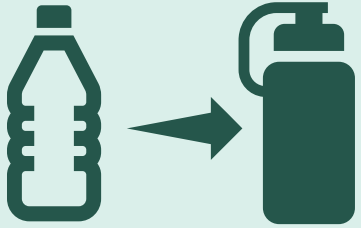


Herausforderungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für Kunststoffverpackungen

Nr. Herausforderung

- 1 Steigender Konsum von Kunststoffverpackungen
- 2 Einsatz fossiler Rohstoffe
- 3 Unzureichende Getrenntsammlung
- 4 Materialverluste in Sortier- und Recyclingprozessen
- 5 Unbekannter Verbleib exportierter Kunststoffabfälle
- 6 CO₂-Emissionen aus Verbrennungsprozessen

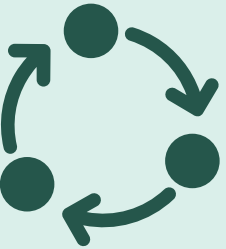




Strategien zur **Abfallvermeidung** beibehalten und erweitern



Getrenntsammlung von Kunststoffverpackungsabfällen stärken



Materialverluste in der Abfallwirtschaft verringern



Geeignete **Überwachungsinstrumente** zur Ermittlung optimaler
Abfallbewirtschaftungsstrategien nutzen





Schlussfolgerungen



KUNSTSTOFFVERPACKUNGSABFALLWIRTSCHAFT

- 73% getrennt gesammelt, **45% recycelt**.
- Die Kunststoffverpackungsabfallwirtschaft führt zu **Netto-Umweltentlastungen**.
- **Zukünftig** ist ein **Rückgang** der Netto-Umweltentlastungen zu erwarten.



OPTIMIERUNGSSTRATEGIEN

- **Abfallvermeidung** essenziell für die Reduktion von Umweltauswirkungen.
- **Getrenntsammlung** sowie **Rezyklatmengen** und **-qualitäten** gewinnen an Bedeutung.
- Zusammenspiel **verschiedener Maßnahmen** nötig, um Herausforderungen zu bewältigen.



Quellenverzeichnis

- Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2017). Handbook of material flow analysis: For environmental, resource, and waste engineers (Second Edition). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Civancik-Uslu, D., Nhu, T. T., van Gorp, B., Kresovic, U., Larrain, M., Billen, P., Ragaert, K., Meester, S. de, Dewulf, J., & Huysveld, S. (2021). Moving from linear to circular household plastic packaging in Belgium: Prospective life cycle assessment of mechanical and thermochemical recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 171, 105633. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105633>
- Clavreul, J., Guyonnet, D., & Christensen, T. H. (2012). Quantifying uncertainty in LCA-modelling of waste management systems. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 32(12), 2482–2495. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.07.008>
- IPCC, 2023. Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6-SYR).
- JRC. (2010). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide on LCA - Detailed guidance. Publications Office of the European Union. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd_handbook-general_guide_for_lca-detailed_guidance_12march2010_isbn_fin.pdf
- OECD. (2003). OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>
- Picuno, C., Alassali, A., Chong, Z. K., & Kuchta, K. (2021). Flows of post-consumer plastic packaging in Germany: An MFA-aided case study. *Resources, Conservation and Recycling*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105515>
- Schmidt, S., & Laner, D. (2021). The multidimensional effects of single-use and packaging plastic strategies on German household waste management. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 131, 187–200. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.003>
- Schmidt, S., & Laner, D. (2023). Environmental Waste Utilization score to monitor the performance of waste management systems: A novel indicator applied to case studies in Germany. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 18, 200160. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200160>
- Schmidt, S., & Laner, D. (2023). The Environmental Performance of Plastic Packaging Waste Management in Germany: Current and Future Key Factors. *Journal of Industrial Ecology*, 27, 1447–1460. <https://doi.org/10.1111/jiec.13411>
- Schmidt, S., Laner, D., Van Eygen, E., & Stanisavljevic, N. (2020). Material efficiency to measure the environmental performance of waste management systems: A case study on PET bottle recycling in Austria, Germany and Serbia. *Waste Management*, 110, 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.011>
- Van Eygen, E., Laner, D., & Fellner, J. (2018). Integrating High-Resolution Material Flow Data into the Environmental Assessment of Waste Management System Scenarios: The Case of Plastic Packaging in Austria. *Environmental Science & Technology*, 52(19), 10934–10945. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b04233>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

KREISLAUFWIRTSCHAFT | KUNSTSTOFFABFALL

Lizenziert für Universität Kassel
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt

Materialeffizienz und Umweltauswirkungen der Kunststoffverpackungsabfall- wirtschaft in Deutschland Status quo und Optimierungspotenziale

Material efficiency and environmental impacts of
plastic packaging waste management in Germany
Status quo and optimization potentials

Dr. Sarah Schmidt und Prof. Dr. David Laner

Zusammenfassung

Ziel des im Jahr 2022 von der Europäischen Kommission veröffentlichten Entwurfs zur Überarbeitung der Rechtsvorschriften über Verpackungen und Verpackungsabfälle ist, die negativen Umweltauswirkungen von Verpackungen und Verpackungsabfällen zu verringern und den Weg für eine Etablierung geschlossener Ressourcenkreisläufe zu bereiten. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse einer umfassenden Bewertung des Bewirtschaftungssystems für Kunststoffverpackungsabfälle in Deutschland in Bezug auf Materialflüsse, Materialeffizienz und Umweltauswirkungen dargestellt und auf dieser Grundlage Herausforderungen und Optimierungsstrategien für die aktuelle und zukünftige Bewirtschaftung von Kunststoffverpackungsabfällen diskutiert. Die Ergebnisse der Materialflussanalyse zeigen, dass 73 % der im privaten Endverbrauch anfallenden Kunststoffverpackungsabfälle getrennt gesammelt und 45 % recycelt wurden. Die Ökobilanz der Bewirtschaftung von Kunststoffverpackungsabfällen resultiert in allen 16 berücksichtigten Umweltwirkungskategorien in Netto-Umweltentlastungen. Die Ergebnisse der Studie unterstreichen die Bedeutung eines tiefreichenden Verständnisses für systemische Effekte bei der Bewirtschaftung von Abfällen unter sich ändernden Randbedingungen. Basierend darauf können optimale Strukturen für die zukünftige Bewirtschaftung von Kunststoffabfällen identifiziert und eine ökologisch robuste Entscheidungsunterstützung angeboten werden.

Abstract

The aim of the revision of the legislation on packaging and packaging waste, proposed by the European Commission in 2022, is to reduce the negative environmental impacts of packaging and packaging waste and to pave the way for the establishment of a circular economy. This article presents the results of a comprehensive assessment of the management system for plastic packaging waste in Germany in terms of material flows, material efficiency and environ-

mental impacts and discusses challenges and optimization strategies for the current and future management of plastic packaging waste. The results of the material flow analysis show that 73 % of the plastic packaging waste generated by private end-users was collected separately and 45 % was recycled. Although less than half of the plastic waste was recycled, the management of plastic packaging waste results in net environmental benefits in all 16 environmental impact categories considered in the life cycle assessment. In order to increase material efficiency and to maintain net environmental benefits in the future, comprehensive measures are needed. The article underlines the importance of an in-depth understanding of systemic effects in waste management with regard to current and changing boundary conditions. This understanding is a prerequisite for identifying optimal structures for the future management of plastic waste and for the provision of sound environmental decision support on waste management strategies.

1. Hintergrund

Seit 1991 stieg der jährliche Verbrauch von Kunststoffverpackungen durch private Endverbraucher in Deutschland von 12 auf 25 kg pro Person an [1, 2]. Kunststoffverpackungen schützen Lebensmittel vor dem Verderben und verhindern mechanische Schäden an verpackten Waren. Zeitgleich stehen Kunststoffverpackungen jedoch aufgrund ihrer Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen, ihrer kurzen Lebensdauer und ihres Beitrags zur Meeresvermüllung in der Kritik. Das Spannungsfeld zwischen der Beliebtheit von Kunststoffverpackungen und den mit der Herstellung und Entsorgung verbundenen umweltbezogenen Herausforderungen unterstreicht die Relevanz optimierter Bewirtschaftungskonzepte für Kunststoffverpackungsabfälle. Dies spiegelt sich auch im aktuellen



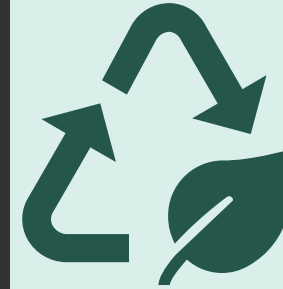
Dr. Sarah Schmidt
Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Ressourcenmanagement und Abfalltechnik an der Universität Kassel



Prof. Dr. David Laner
Leiter des Fachgebietes Ressourcenmanagement und Abfalltechnik an der Universität Kassel



Scan me



Kunststoffverpackungs- abfallwirtschaft in Deutschland



Identifikation von Optimierungsstrategien



Monitoring von Umweltauswirkungen