

A stylized, light grey illustration of a multi-story building with arched windows and a central entrance, serving as a background for the title text.

Umweltbewertung im Wandel: *von der Produktbewertung zum digitalen Produktpass*

Claudia Mair-Bauernfeind

*Institute of Systems Sciences, Innovation, and
Sustainability Research*

Moritz Kettele

*Institute of Systems Sciences, Innovation, and
Sustainability Research*

Josef-Peter Schöggli

*Christian Doppler Laboratory for Sustainable
Product Management*

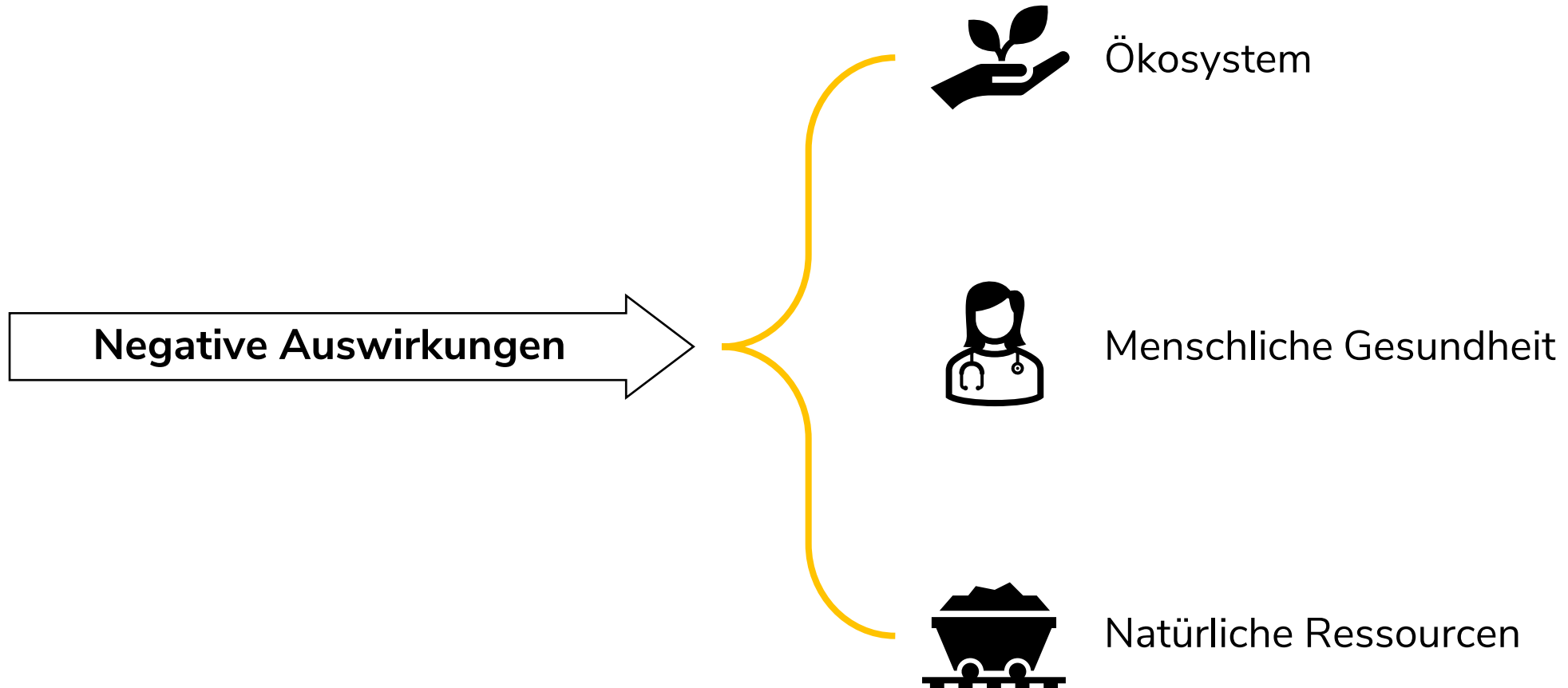
Hintergrund und Relevanz

Globale ökologische Herausforderungen



Hintergrund und Relevanz

Globale ökologische Herausforderungen



Was wird benötigt um diese Auswirkungen zu reduzieren?



Maßnahmen von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft



Sicherstellung / Messung von Maßnahmen

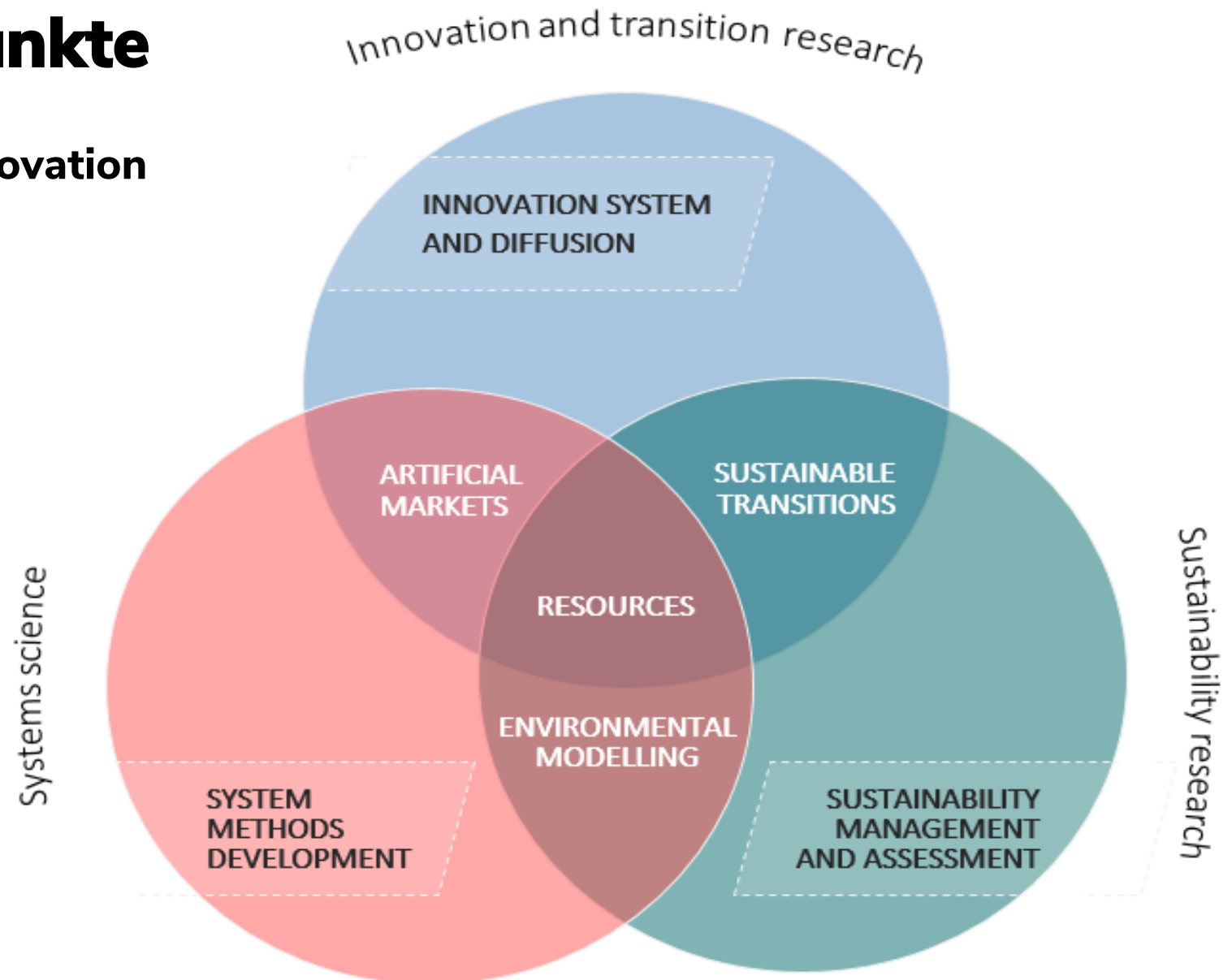


Robuste Methoden und holistische Analysen

Forschungsschwerpunkte

Institute of Systems Sciences, Innovation and Sustainability Research (SIS)

- Innovations- und Transitionsforschung
- Nachhaltigkeitsforschung
- Systemwissenschaften

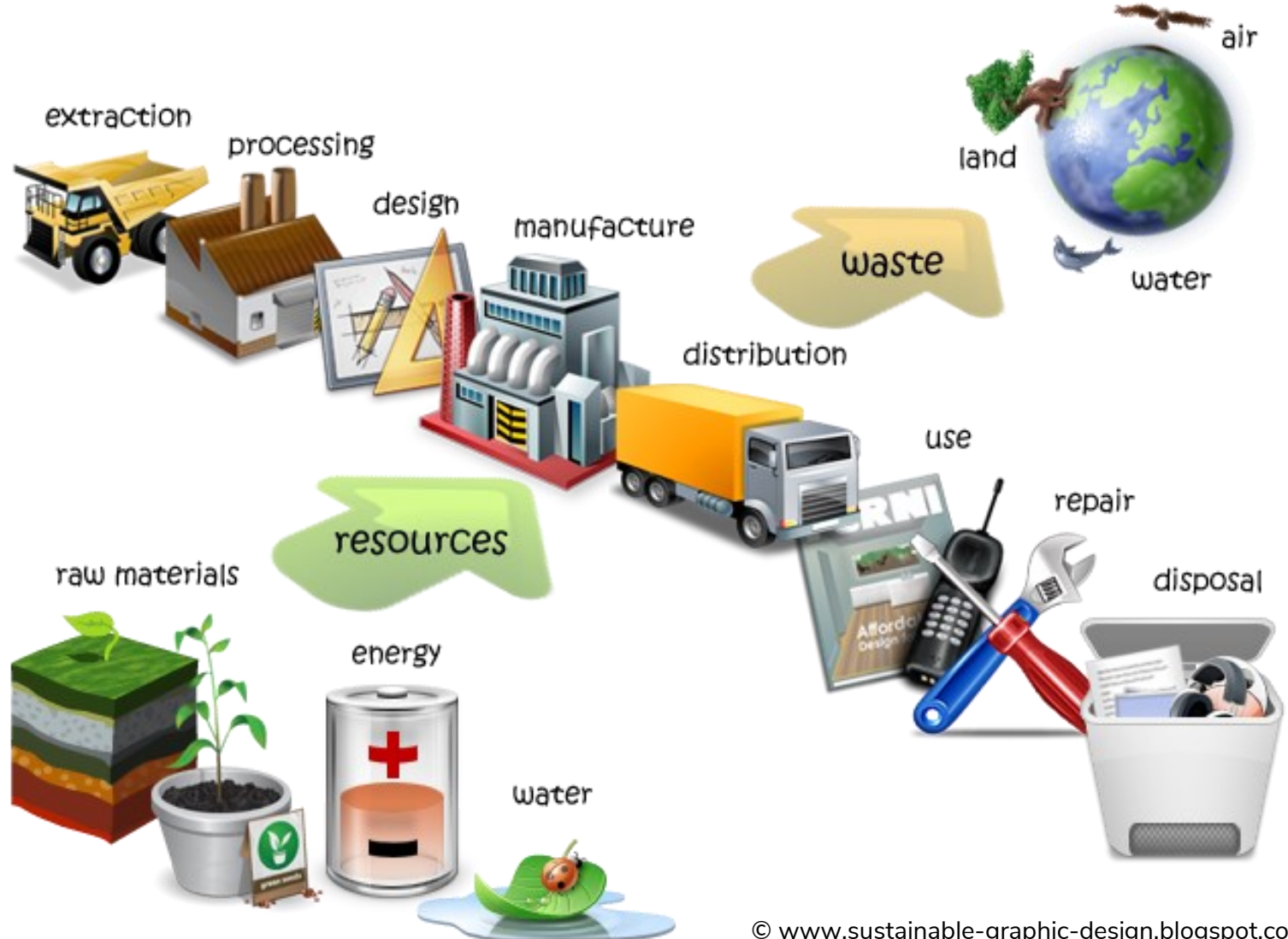


Life Cycle Assessment

Lebenszyklusanalyse, Ökobilanz oder Cradle-to-Grave-Analyse



- Methode zur Bewertung von Umweltauswirkungen
- Standardisiert nach ISO 14040/14044
- Lebenszyklusperspektive



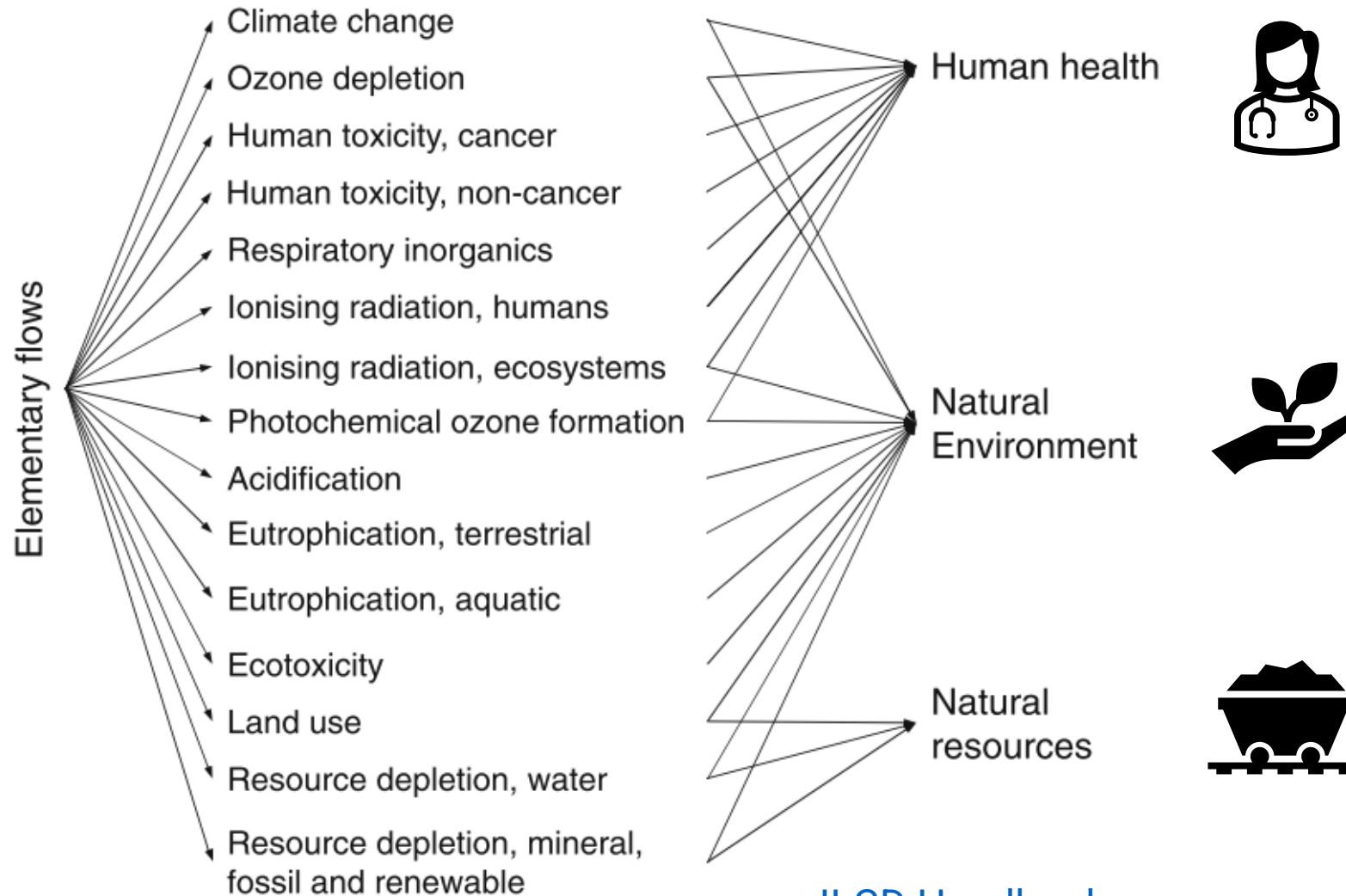
Mehr als CO₂ Fußabdruck

Inventory results

Midpoint

Endpoint

Area of protection



Umweltbewertung am Beispiel der Brotverpackung

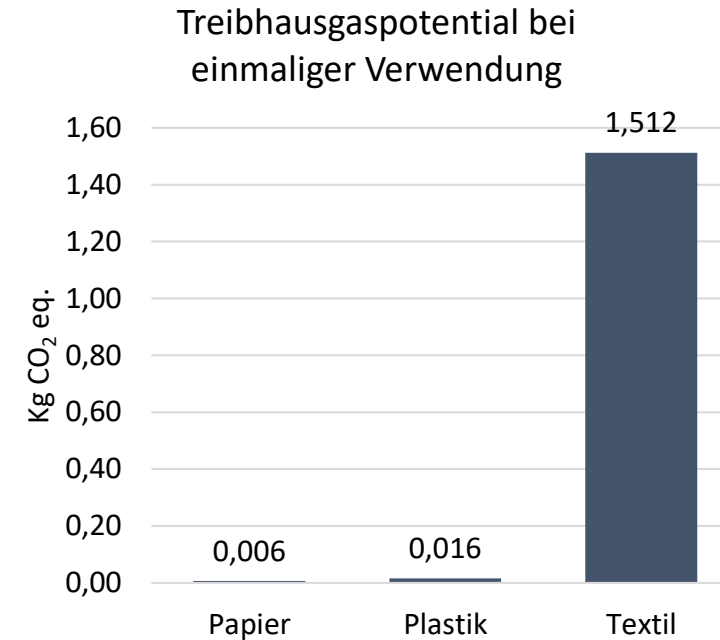
Papier versus Plastik

Anwendungsbeispiel: Brotverpackung



Vergleich von drei Verpackungsvarianten

Verpackungsvariante	Material	Gewicht (gesamt)	Darstellung
Bäckerbeutel 100% Starkraft	Papier: Starkraft Bags	~ 9,1g	 <i>Quelle: eigene Aufnahme</i>
Brotbeutel genadelt	Kunststoff: PP genadelt	~ 4,1g	 <i>Quelle: eigene Aufnahme</i>
Stoffbeutel	Textil: Baumwolle	~ 100g	 <i>Quelle: eigene Aufnahme</i>



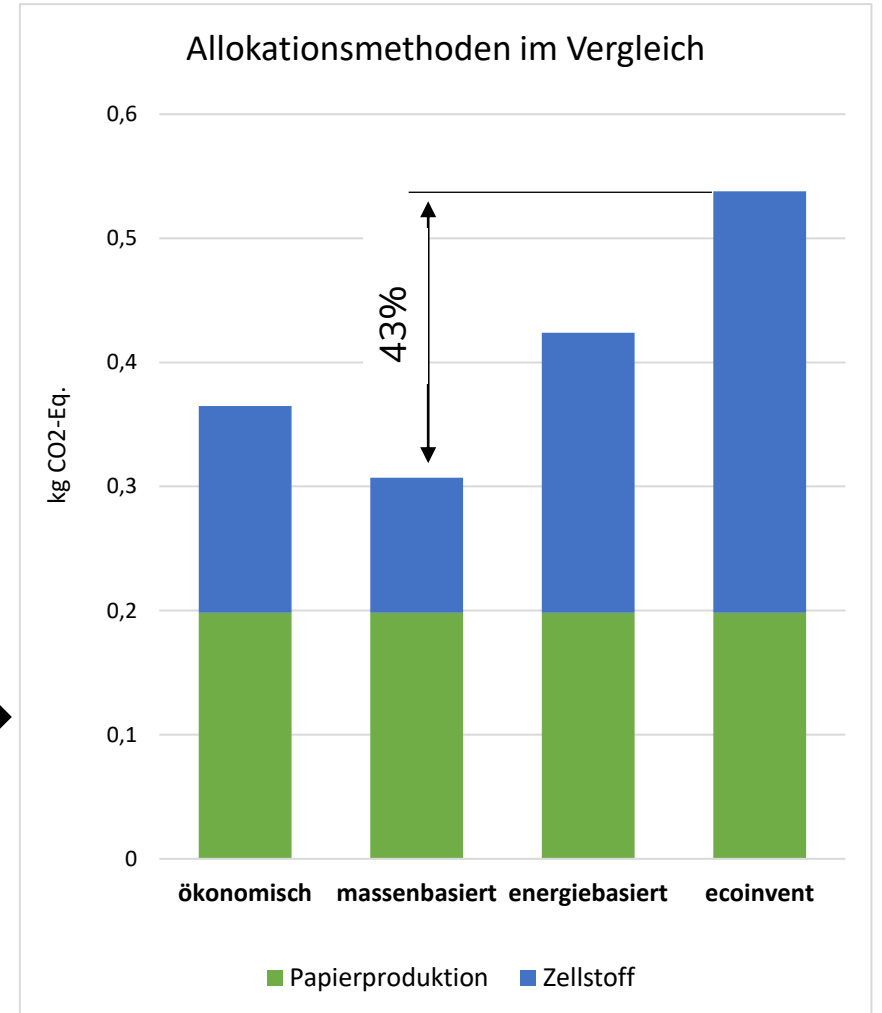
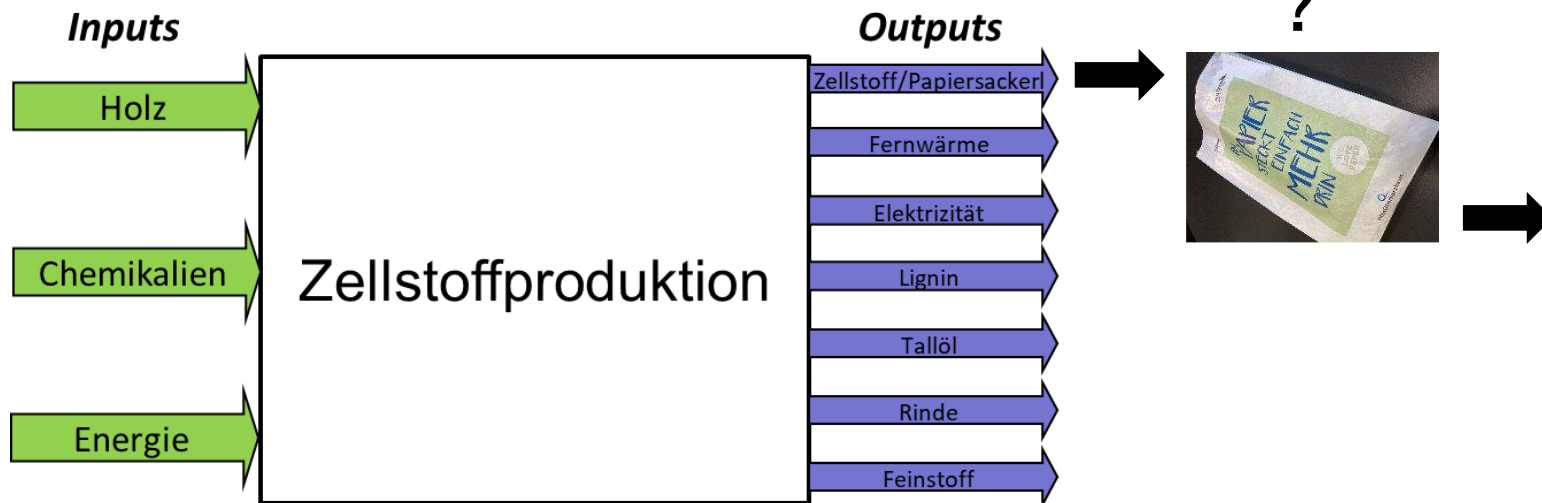
Textilbeutel muss **245 mal** wiederverwendet werden um die gleichen Umweltauswirkungen wie ein **Einweg-Papiersackerl** zu verursachen!

Einfluss von Allokationsmethoden

Anwendungsbeispiel: Brotverpackung



- Wahl der Allokationsmethode hat hohen Einfluss auf die Umweltwirkungen eines Produktes.
- Derzeit existieren keine klaren Empfehlungen zur Wahl der Allokationsmethode.



Holz im Fahrzeugbau: tatsächlich nachhaltiger?

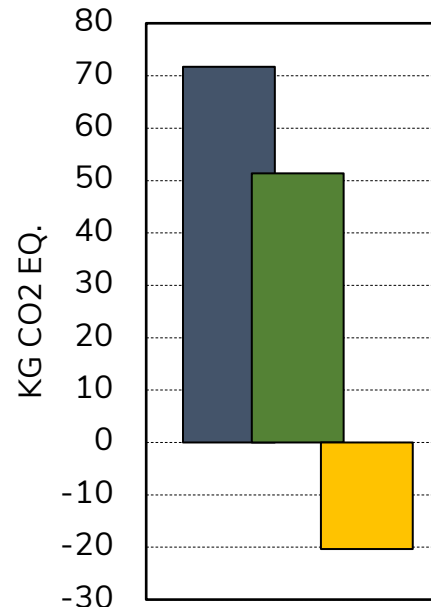
Holz im Fahrzeugbau

Anwendungsbeispiel: Seitenaufprallträger von einem PKW



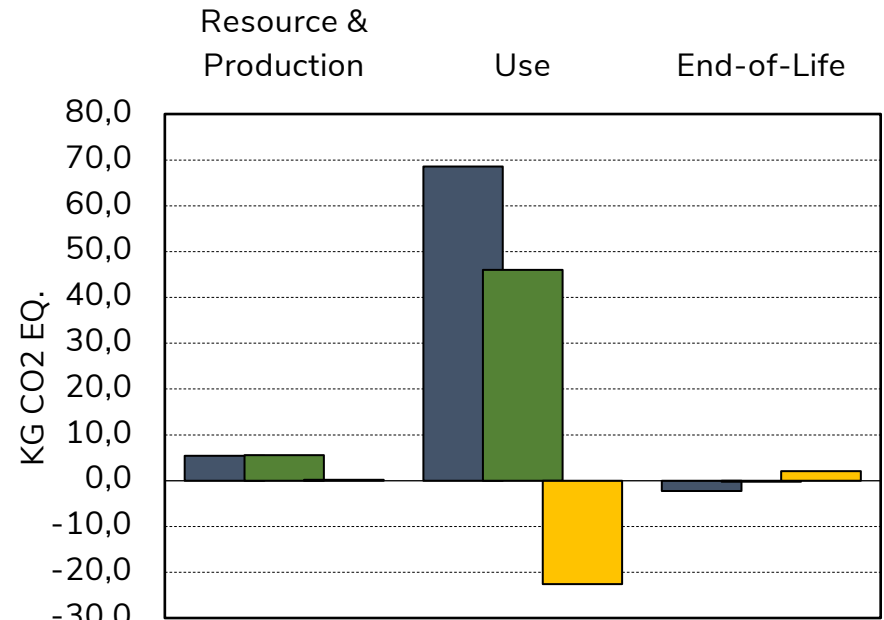
- Reduktion von THG möglich
- Hotspot – Nutzungsphase
- Einsparungen durch Gewichtsreduktion
- **Gewicht** von Fahrzeugkomponenten hat größeren Einfluss als die **Rohstoffbasis**

Total



■ Steel ■ Wood ■ NET effect

per Life Cycle Stage



■ Steel ■ Wood ■ NET effect

Anwendungsbeispiel: Chassis von einem elektrobetriebenen All-Terrain Vehicle

- Nutzungsphase größten Einfluss auf THG Emissionen
- Energiemix ausschlaggebend
 - **USA:** hoher Anteil an fossilen Energieträgern
 - **Skandinavische Länder:** hoher Anteil an erneuerbarer Energie

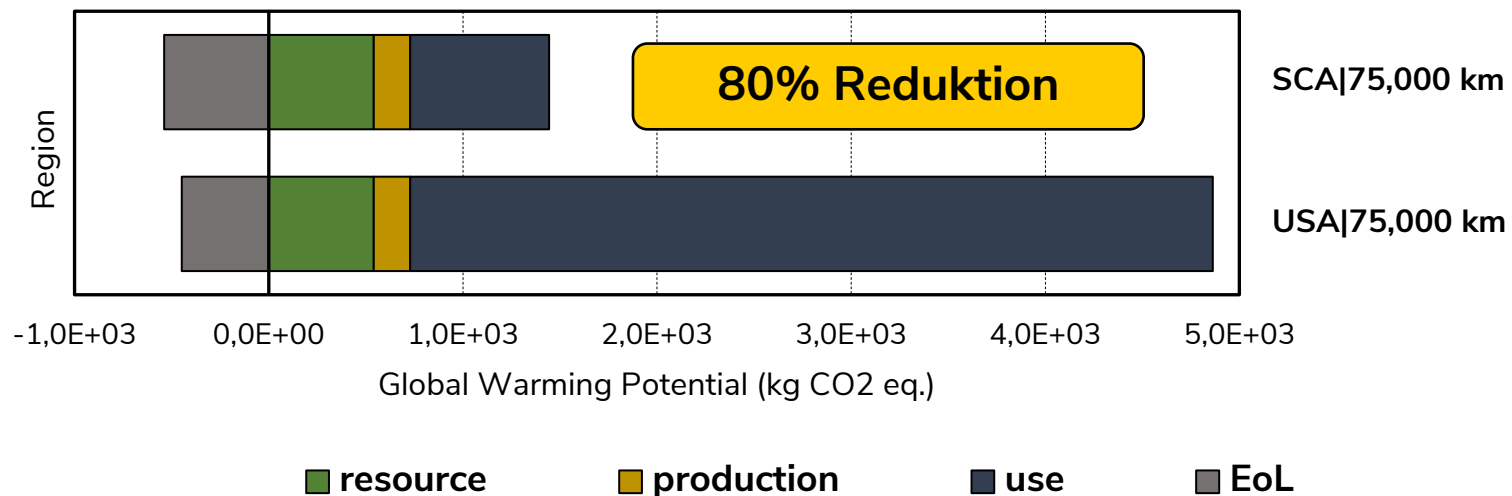
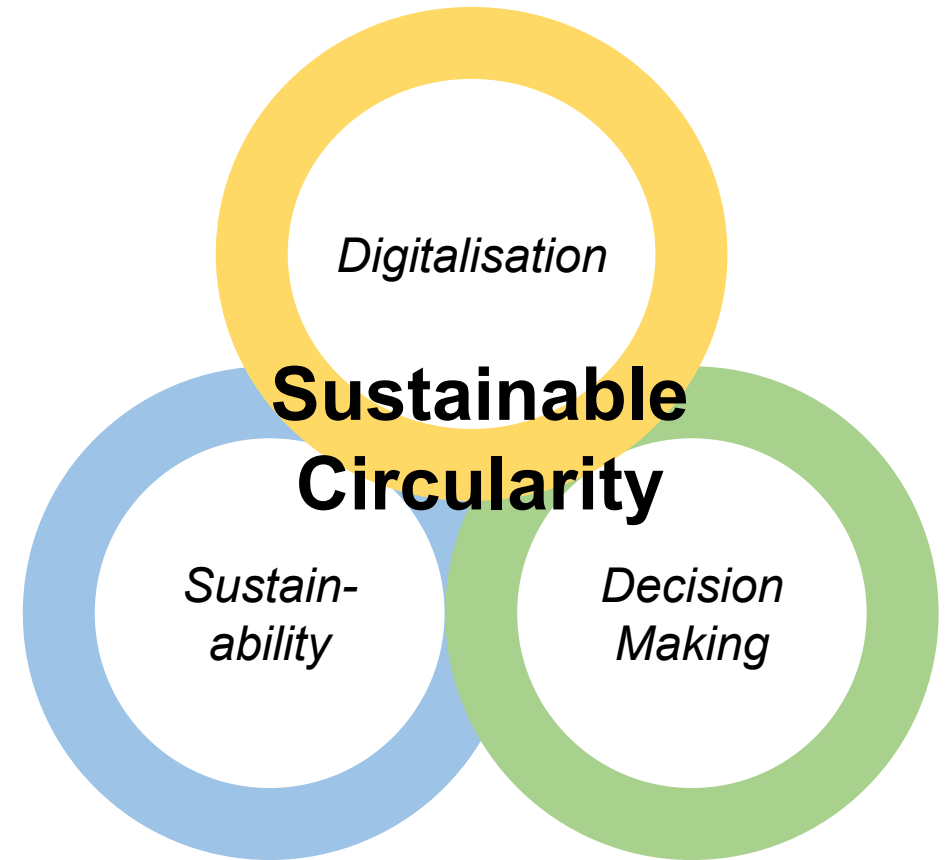
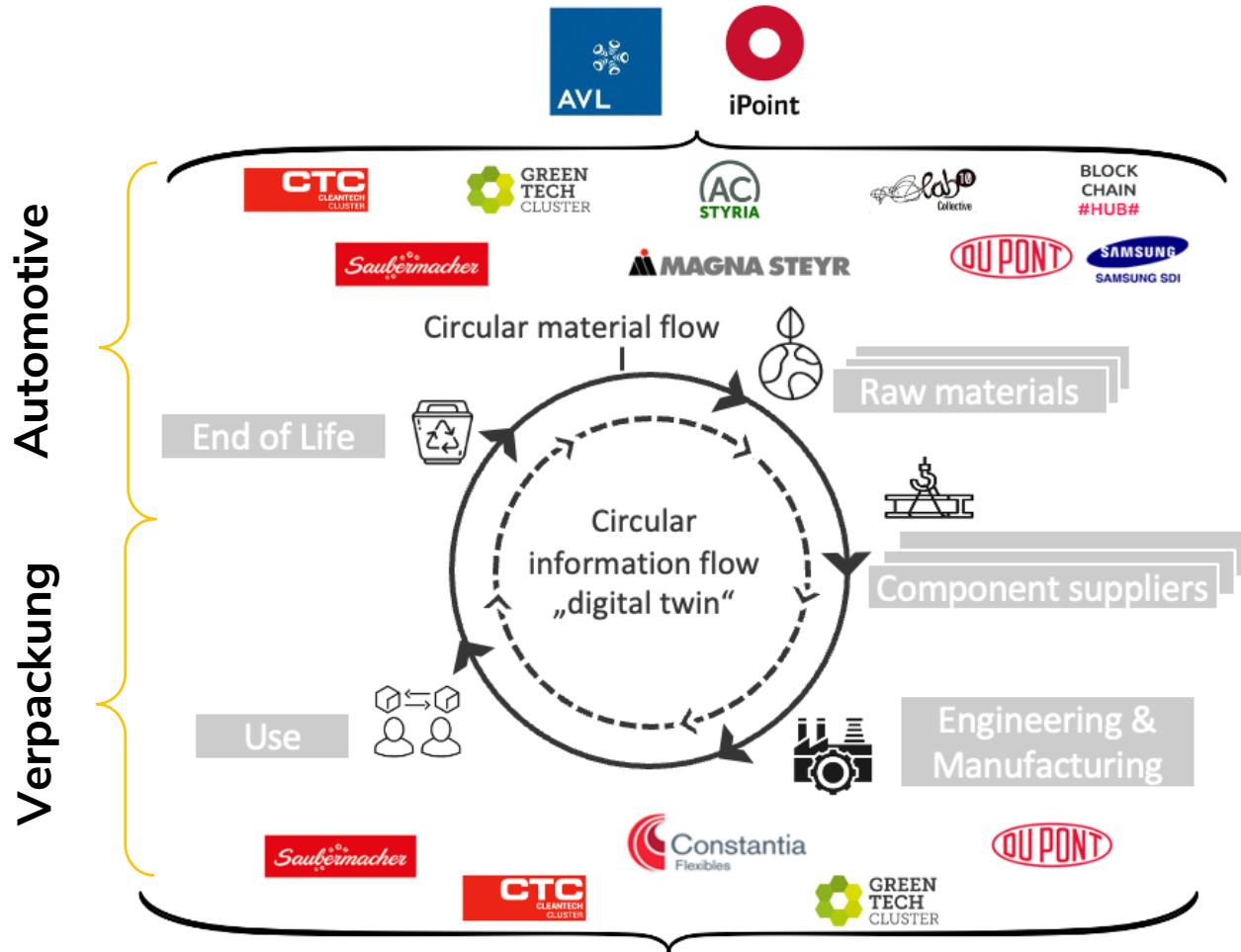


Photo: Mattro

**Wie kann sich die
Umweltbewertung von
Produkten weiterentwickeln?**

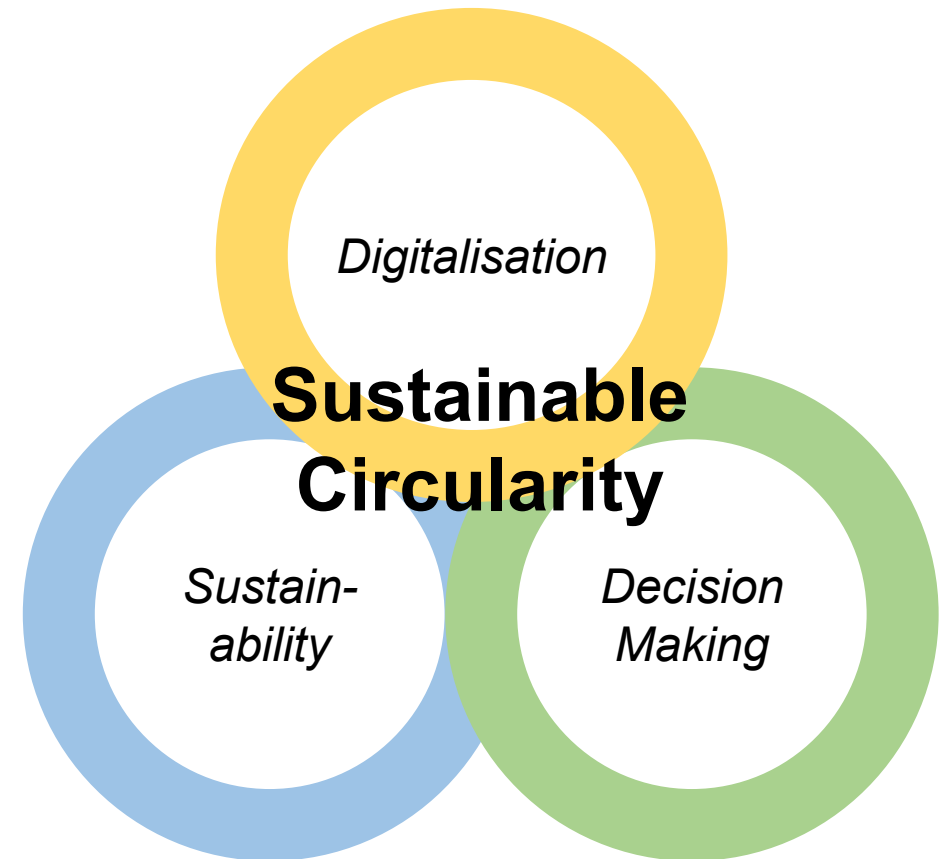
Christian Doppler Labor für nachhaltiges Produktmanagement in einer Kreislaufwirtschaft



Wie kann sich die Umweltbewertung von Produkten weiterentwickeln?



- **Nutzung neuer digitaler Technologien** (z.B. AI, IoT, Blockchain) zur Sammlung von Daten aus und der Analyse von (zirkulären) Produktions- und Konsumsystemen
- **Verbesserung der Entscheidungsrelevanz** von Umweltbewertungen
- **Entwicklung von integrativen Ansätzen der Nachhaltigkeitsbewertung**, welche die Abschätzung von negativen Umweltfolgen um eine soziale- und eine Kreislaufwirtschaftsperspektive erweitern



Umweltbewertung in frühen Produktentwicklungsphasen



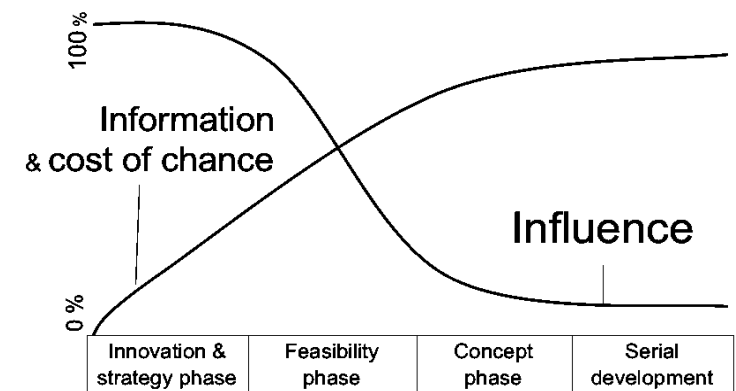
○ Ökodesign-Paradoxon

- Begrenzte Informationen, Unsicherheit
- Aber großes Verbesserungspotenzial
- -> bis zu 80 % der Kosten und Umweltauswirkungen in frühen Phasen determiniert

○ Begrenzte Anwendbarkeit von quantitativen Bewertungsinstrumenten



© Magna Steyr



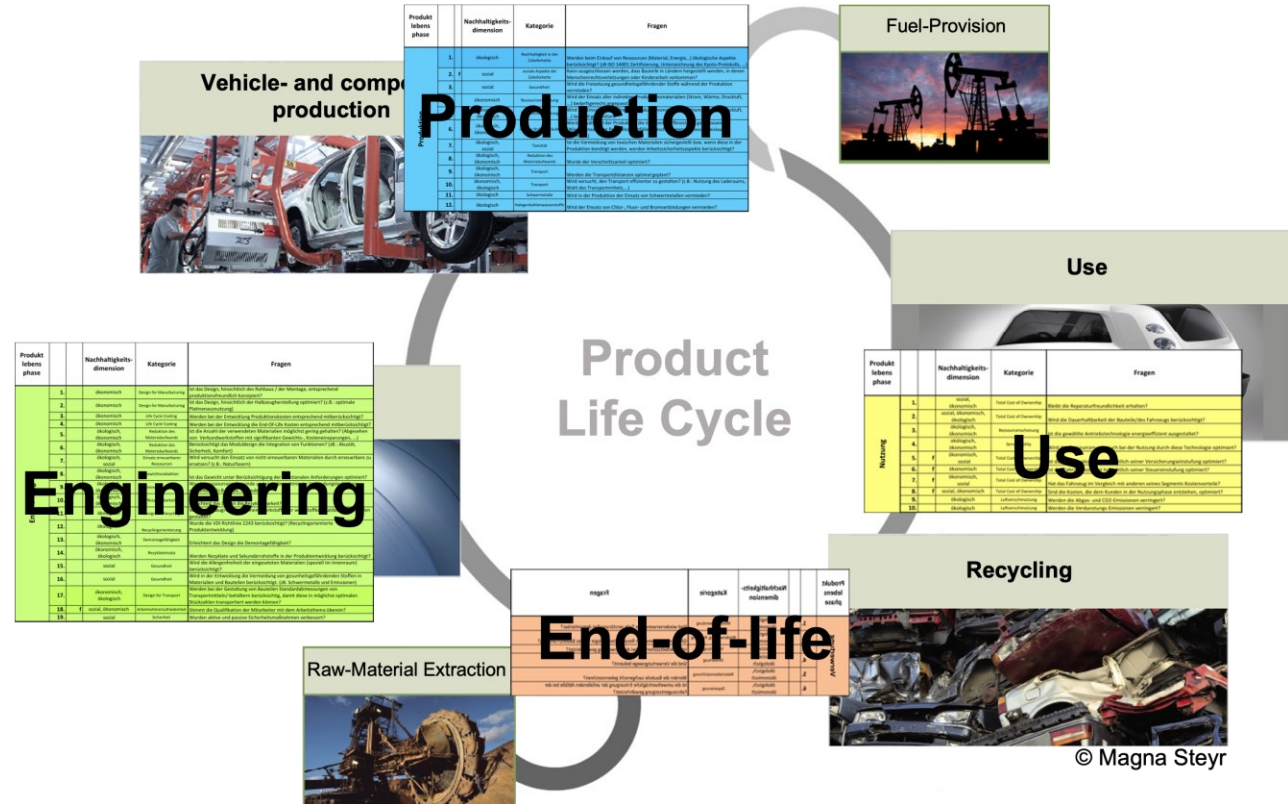
Chebaeva, Natalia, Miriam Lettner, Julia Wenger, Josef-Peter Schöggel, Franziska Hesser, Daniel Holzer, and Tobias Stern. "Dealing with the Eco-Design Paradox in Research and Development Projects: The Concept of Sustainability Assessment Levels." *Journal of Cleaner Production* 281 (January 2021): 125232.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125232>.

Checkliste für nachhaltige Produktentwicklung



- Qualitatives Tool zur Entscheidungsunterstützung in frühen Produktentwicklungsphasen
- erlaubt eine ganzheitliche Bewertung der Nachhaltigkeitsaspekte eines Produkts/Bauteils
- und den Vergleich zwischen Varianten
- Bildet die Grundlage für kreative Lösungsfindung von Entwickler:innen
- Fördert intra- und interorganisationale Zusammenarbeit

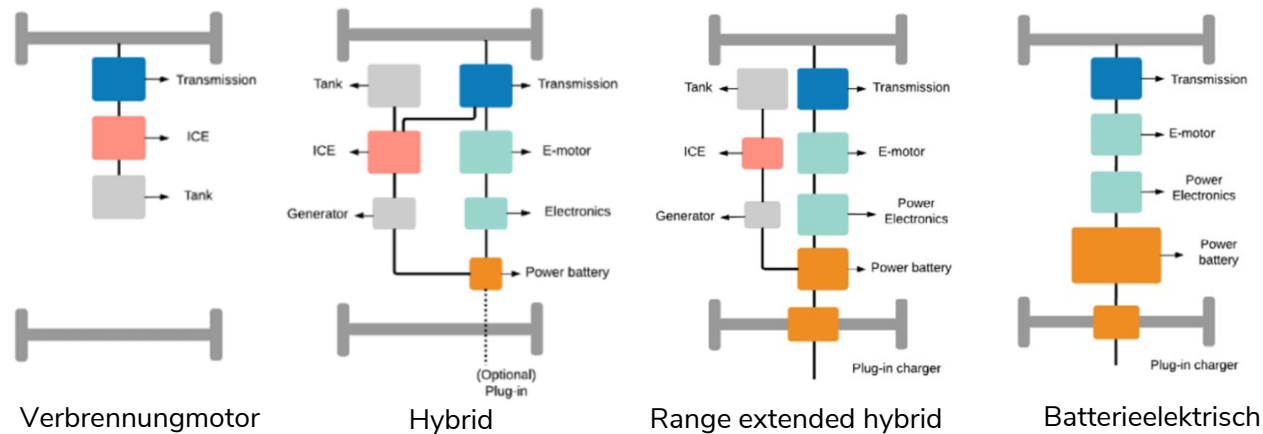


Schögl, Josef-Peter, Rupert J. Baumgartner, and Dietmar Hofer. "Improving Sustainability Performance in Early Phases of Product Design: A Checklist for Sustainable Product Development Tested in the Automotive Industry." *Journal of Cleaner Production* 140 (January 2017): 1602–17. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.195>.

Umwelt-optimale Auslegung von alternativen Antriebssträngen für Nutzfahrzeuge

- Quantifizierung in frühen Entwicklungsphasen durch Beschränkung auf die zu erwarteten Haupttreiber der Umweltauswirkung
- 1. Schritt modulares Bewertungstool
- 2. Schritt „Lebenszyklus Energie Optimierung“ (O'Reilly et al. 2017, Bouchourieb et al. 2021)

Antriebsstrang Architekturen



(Bildquelle: Andrew Smallbone, Boru Jia, Penny Atkins, Anthony Paul Roskilly, The impact of disruptive powertrain technologies on energy consumption and carbon dioxide emissions from heavy-duty vehicles, Energy Conversion and Management: X, Volume 6, 2020, 100030, ISSN 2590-174)

Modellierung der Nutzungsphase

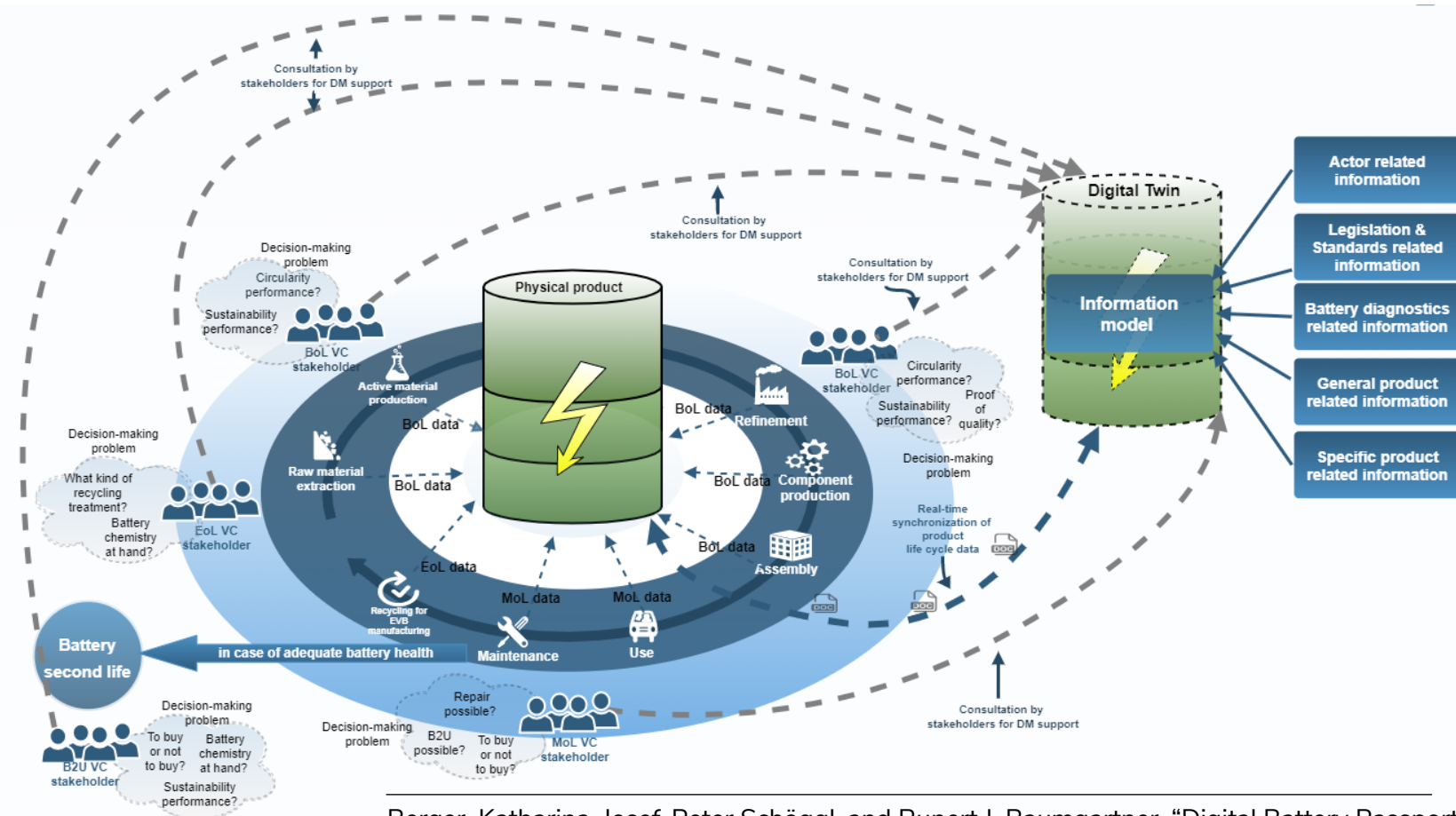
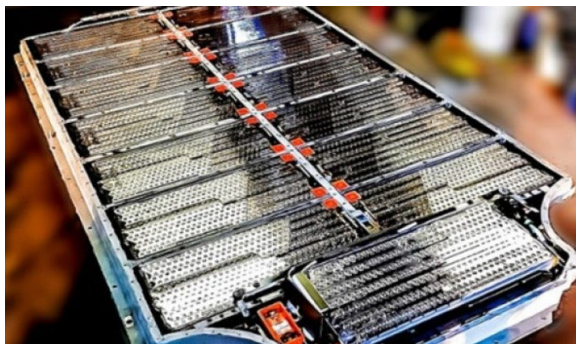


(bildquelle: AVL List GmbH)

Konzept eines digitalen Produktpasses (DPP) für Batterien von Elektrofahrzeugen



- Konzept und Prototypentwicklung eines Produktpasses für Batterien
- Fokus auf der Nutzung des vollen Potentials der Technologie
- EU plant die umfassende Einführung von DPPs für den Großteil von Produkten



Berger, Katharina, Josef-Peter Schöggel, and Rupert J. Baumgartner. "Digital Battery Passports to Enable Circular and Sustainable Value Chains: Conceptualization and Use Cases." *Journal of Cleaner Production* in press (2022). <https://doi.org/10.31235/osf.io/e3pmq>.

Zusammenfassung / Key Messages

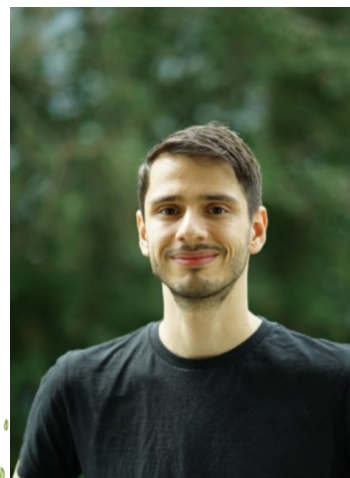


- Die Ökobilanz ist ein leistungsfähiges Bewertungstool mit einem breiten Anwendungsbereich
- Ergebnisse werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst (z.B. Qualität der Daten (primär, sekundär), Annahmen, Bezugssystem, methodischen Entscheidungen – Allokation, ...)
- Schafft Bewusstsein für Faktoren mit hohem ökologischem Einfluss (z.B. Energiemix)
- Wird weiter an Bedeutung gewinnen (für Unternehmen und Konsument:innen)
- Weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Nutzung neuer digitaler Technologien und der Entscheidungsunterstützung

References



- Asada R, Cardellini G, Mair-Bauernfeind C, Wenger J, Haas V, Holzer D, Stern T (2020) Effective bioeconomy? A MRIO-based socioeconomic and environmental impact assessment of generic sectoral innovations. *Technol Forecast Soc Chang* 153
- Berger K. (2020). Use of unconventional materials to achieve environmentally conscious vehicle designs : influential factors of the environmental impact of a wood-based vehicle component. Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.
- Berger, Katharina, Josef-Peter Schögggl, and Rupert J. Baumgartner (2022) "Digital Battery Passports to Enable Circular and Sustainable Value Chains: Conceptualization and Use Cases." *Journal of Cleaner Production* in press <https://doi.org/10.31235/osf.io/e3pmq>.
- Chebaeva, Natalia, Miriam Lettner, Julia Wenger, Josef-Peter Schögggl, Franziska Hesser, Daniel Holzer, and Tobias Stern. "Dealing with the Eco-Design Paradox in Research and Development Projects: The Concept of Sustainability Assessment Levels." *Journal of Cleaner Production* 281 (January 2021): 125232. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125232>.
- Mair-Bauernfeind, C., Zimek, M., Asada, R., Bauernfeind, D., Baumgartner, R. J., & Stern, T. (2020). Prospective sustainability assessment: The case of wood in automotive applications. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(10), 2027-2049.
- McManus, M. C., & Taylor, C. M. (2015). The changing nature of life cycle assessment. *Biomass and bioenergy*, 82, 13-26.
- Schögggl, Josef-Peter, Rupert J. Baumgartner, and Dietmar Hofer. "Improving Sustainability Performance in Early Phases of Product Design: A Checklist for Sustainable Product Development Tested in the Automotive Industry." *Journal of Cleaner Production* 140 (January 2017): 1602–17. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.195>.
- Zimek, M., Schober, A., Mair, C., Baumgartner, R. J., Stern, T., & Füllsack, M. (2019). The third wave of LCA as the "decade of consolidation". *Sustainability*, 11(12), 3283.



Moritz Kettele, MSc

PhD Candidate

**Institute of Systems Sciences, Innovation, and
Sustainability Research, University of Graz**

Merangasse 18/1

8010 Graz,

AUSTRIA

Tel.: +43 (0) 316 380 7337

Email: moritz.kettele@uni-graz.at

web: <http://circular.uni-graz.at/>



Josef Peter Schöggel, PhD

PostDoc Researcher

**Christian Doppler Laboratory for Sustainable
Product Management, University of Graz**

Merangasse 18/1

8010 Graz,

AUSTRIA

Tel.: +43 (0) 316 380 7345

Email: josef.schoeggel@uni-graz.at

web: <http://circular.uni-graz.at/>



Claudia Mair-Bauernfeind, PhD

PostDoc Researcher

**Institute of Systems Sciences, Innovation, and
Sustainability Research, University of Graz**

Merangasse 18/1

8010 Graz,

AUSTRIA

Tel.: +43 (0) 316 380 7346

Fax: +43 (0) 316 380 9585

Email: claudia.mair@uni-graz.at

web: <http://sis.uni-graz.at/>