

Der Materialfußabdruck: Umweltfolgen und Ressourceneffizienzpotenziale am Beispiel von Gips

Hessische Rohstoff- und
Ressourcenkonferenz 2025

25. November 2025

Dilan Glanz, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. habil. Clemens Mostert

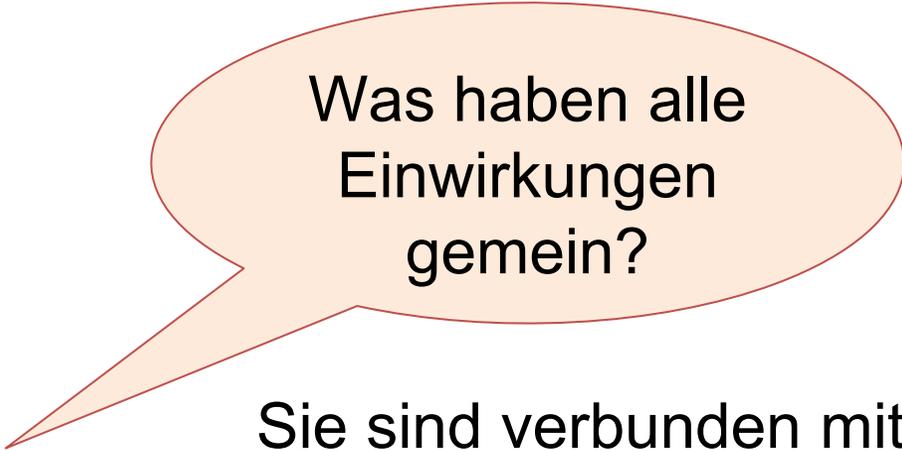
Center for Environmental Systems Research (CESR)

Kassel Institute for Sustainability

Universität Kassel

Einwirkungen des menschlichen Handels auf die Umwelt

- **ernährungsphysiologische** z.B. Stickstoffeinträge in Böden
- **toxische** z.B. Schwermetalle in Gewässern
- **physisch-chemische** z.B. Treibhausgase in Atmosphäre
- **mechanische** z.B. Extraktion und Ernte



Was haben alle
Einwirkungen
gemein?

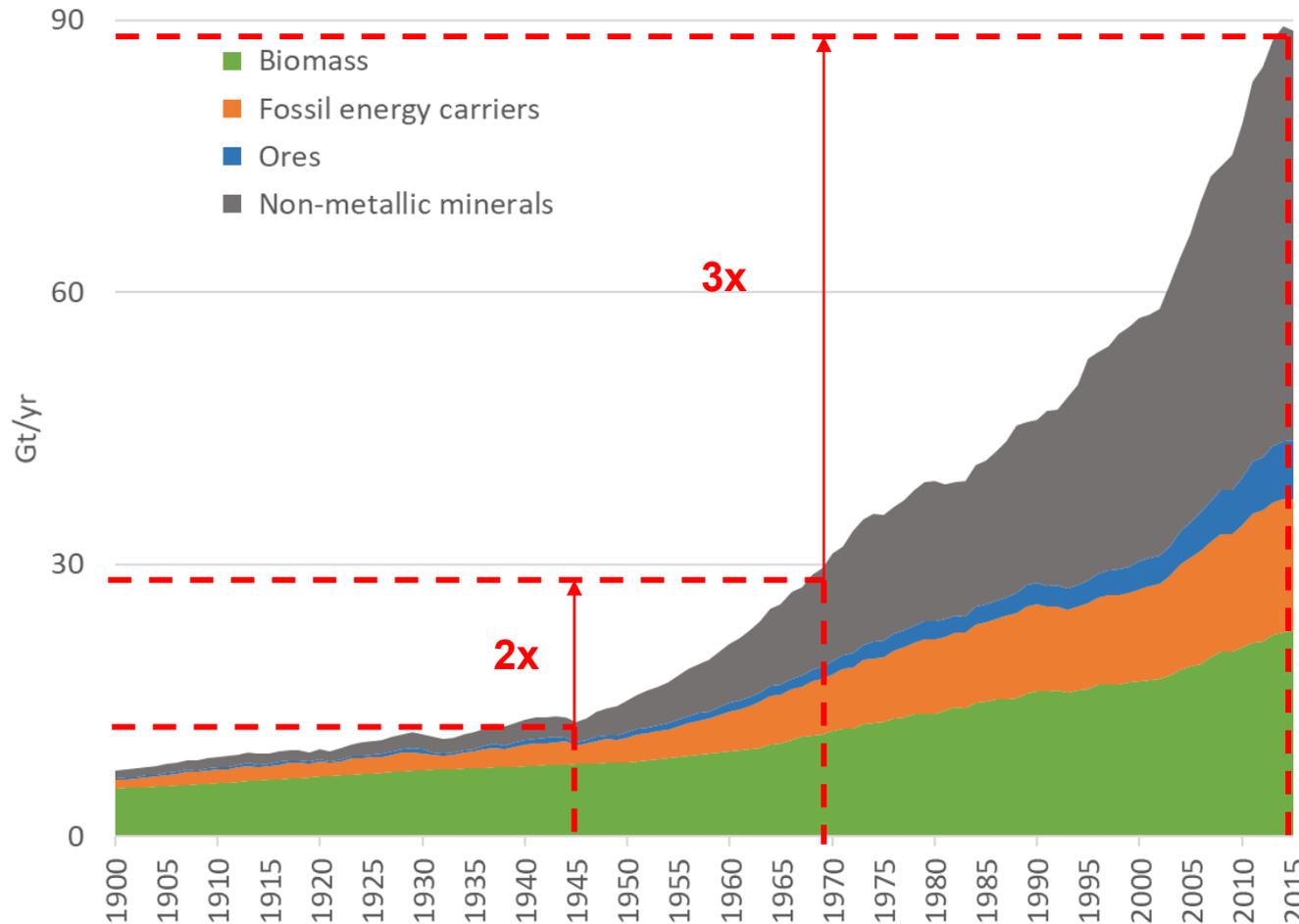
Sie sind verbunden mit einer

**Stoff- bzw. Materialabgabe
in die Umwelt**

oder mit einer

**Stoff- bzw. Materialentnahme
aus der Umwelt**

Entwicklung der globalen Stoff- und Materialentnahme (Rohstoffe)



- 106 Mrd. Tonnen im Jahr 2024
- Wesentlicher Treiber sind Rohstoffe für Gebäude und Infrastrukturen
- Wachstum ca. 2,5 % pro Jahr
- Anstieg auf 160 Mrd. Tonnen pro Jahr im Jahr 2060 ohne Maßnahmen

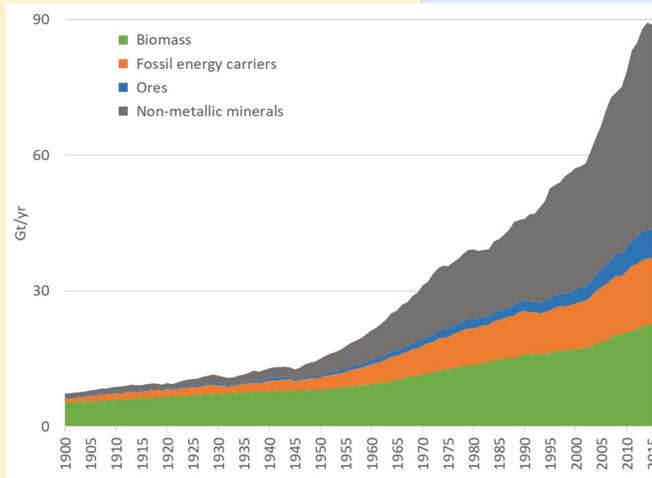
Der Materialfluss durch das globale Wirtschaftssystem

NATURSYSTEM

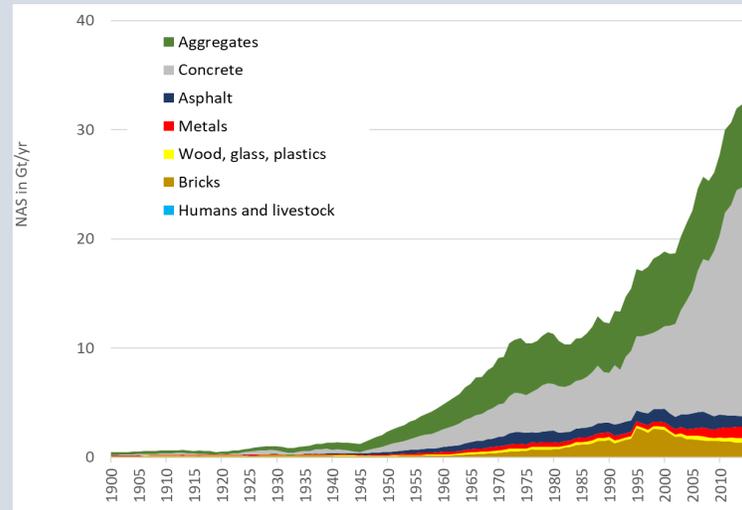
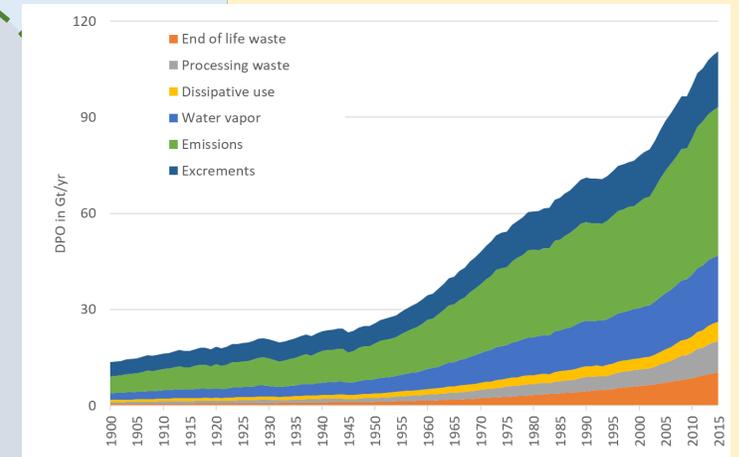
MENSCHSYSTEM

WIRTSCHAFTSSYSTEM

Material-Input



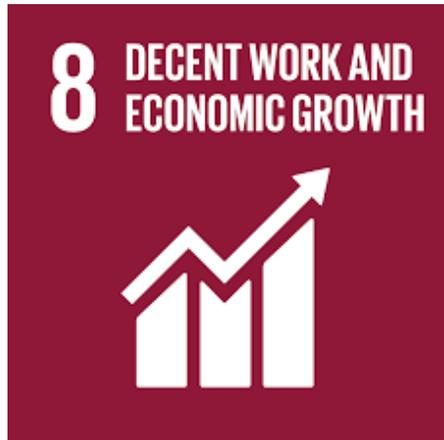
Material-Output



Rohstoffe

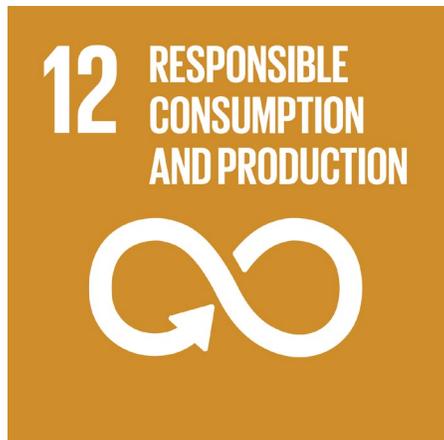
Abfälle

Der Materialfußabdruck als Indikator der globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs)



Ziel 8.4: Die weltweite Ressourceneffizienz in Konsum und Produktion bis 2030 schrittweise verbessern und darauf hinarbeiten, Wirtschaftswachstum von Umweltschäden zu entkoppeln.

Indikator 8.4.1: Materialfußabdruck, Materialfußabdruck pro Kopf und Materialfußabdruck pro BIP.



Ziel 12.2: Bis 2030 die nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen erreichen.

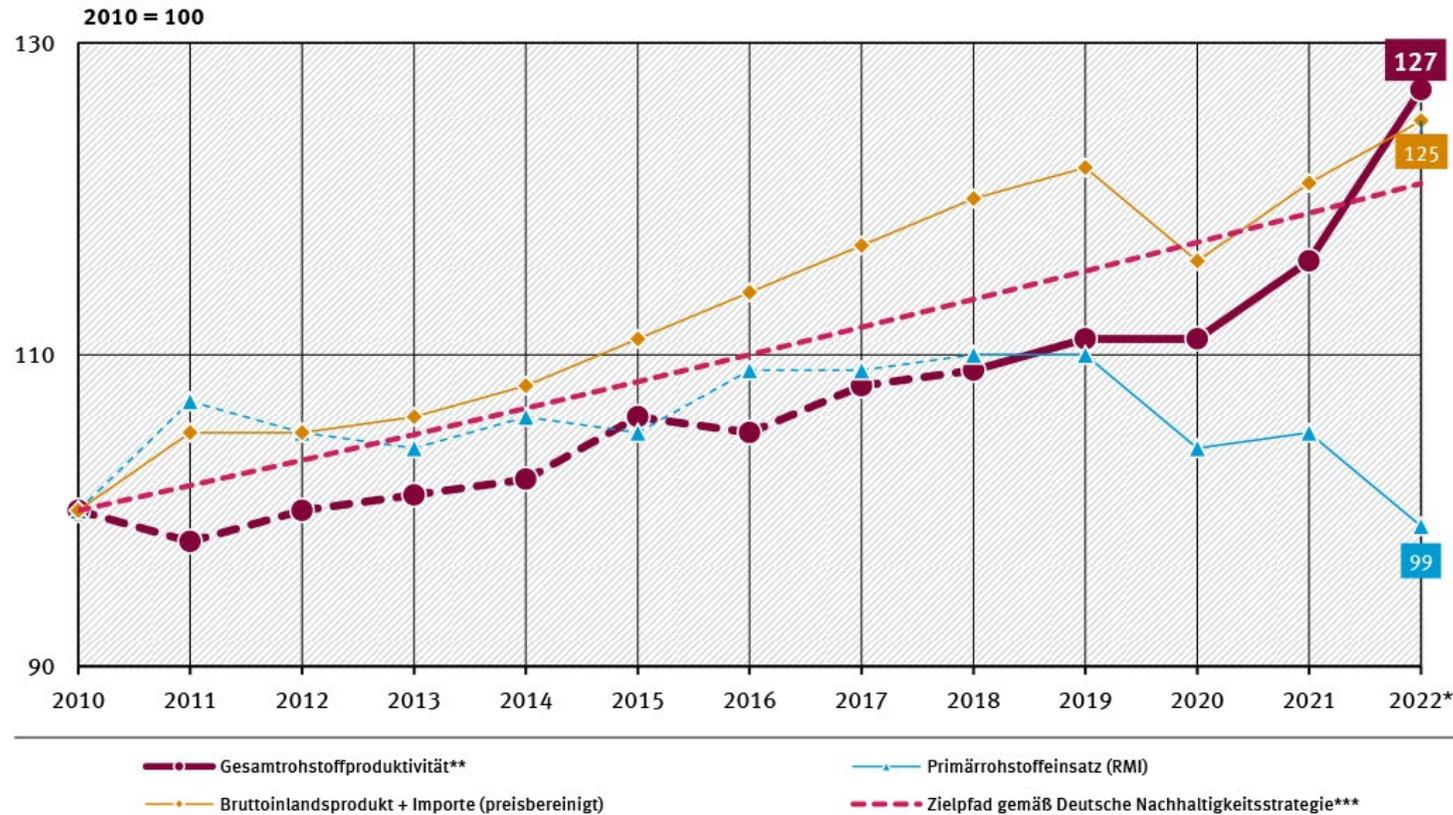
Indikator 12.2.1: Materialfußabdruck, Materialfußabdruck pro Kopf und Materialfußabdruck pro BIP.

Materialfußabdruck wird als Rohstoffeinsatz (engl. Raw Material Input RMI) oder national als Rohstoffkonsum (engl. Raw Material Consumption RMC) gemessen.

Der Rohstoffeinsatz (RMI) in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie

Gesamtrohstoffproduktivität

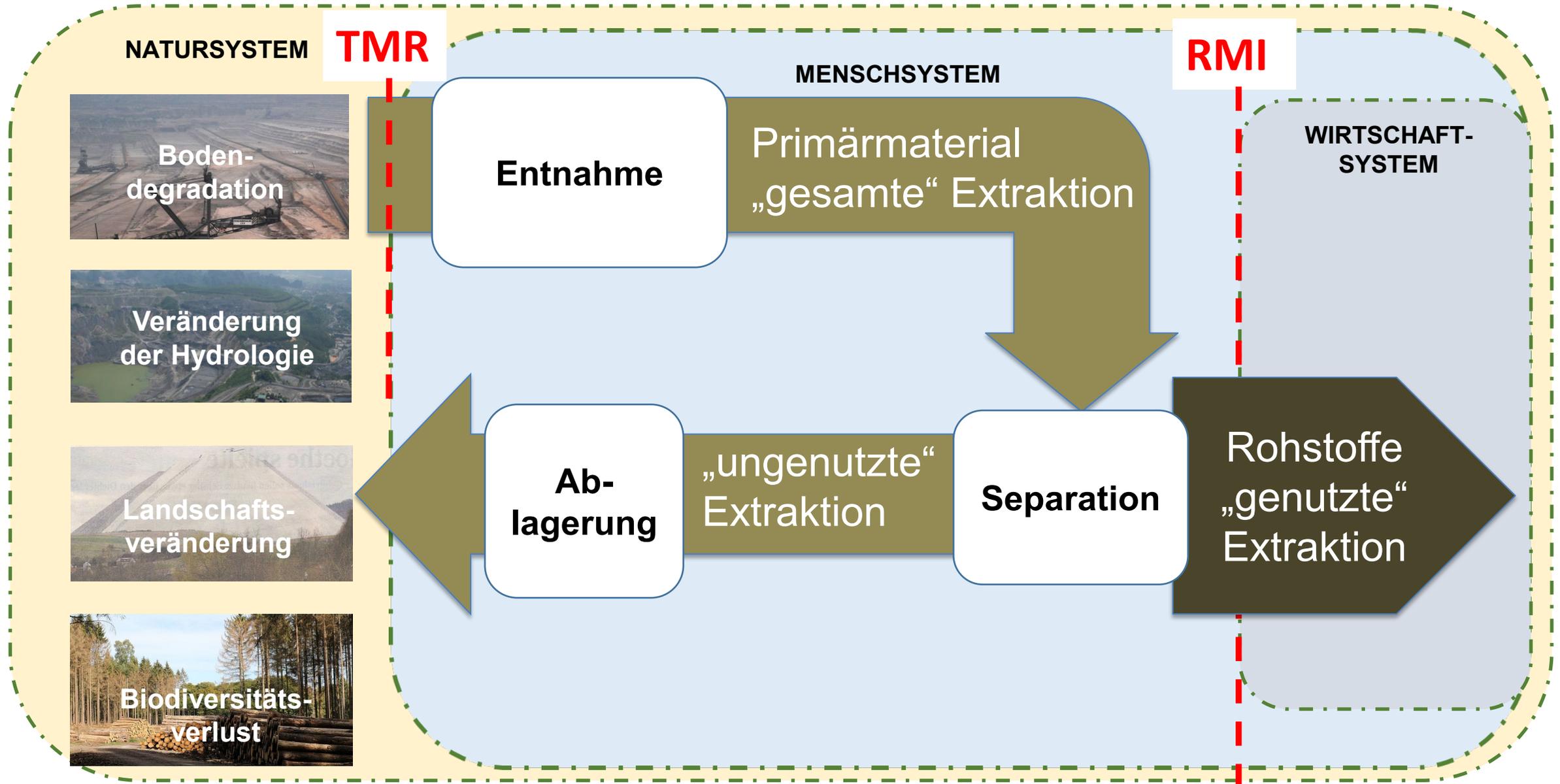
Summe von Bruttoinlandsprodukt und Importen im Verhältnis zum Primärrohstoffeinsatz (RMI)



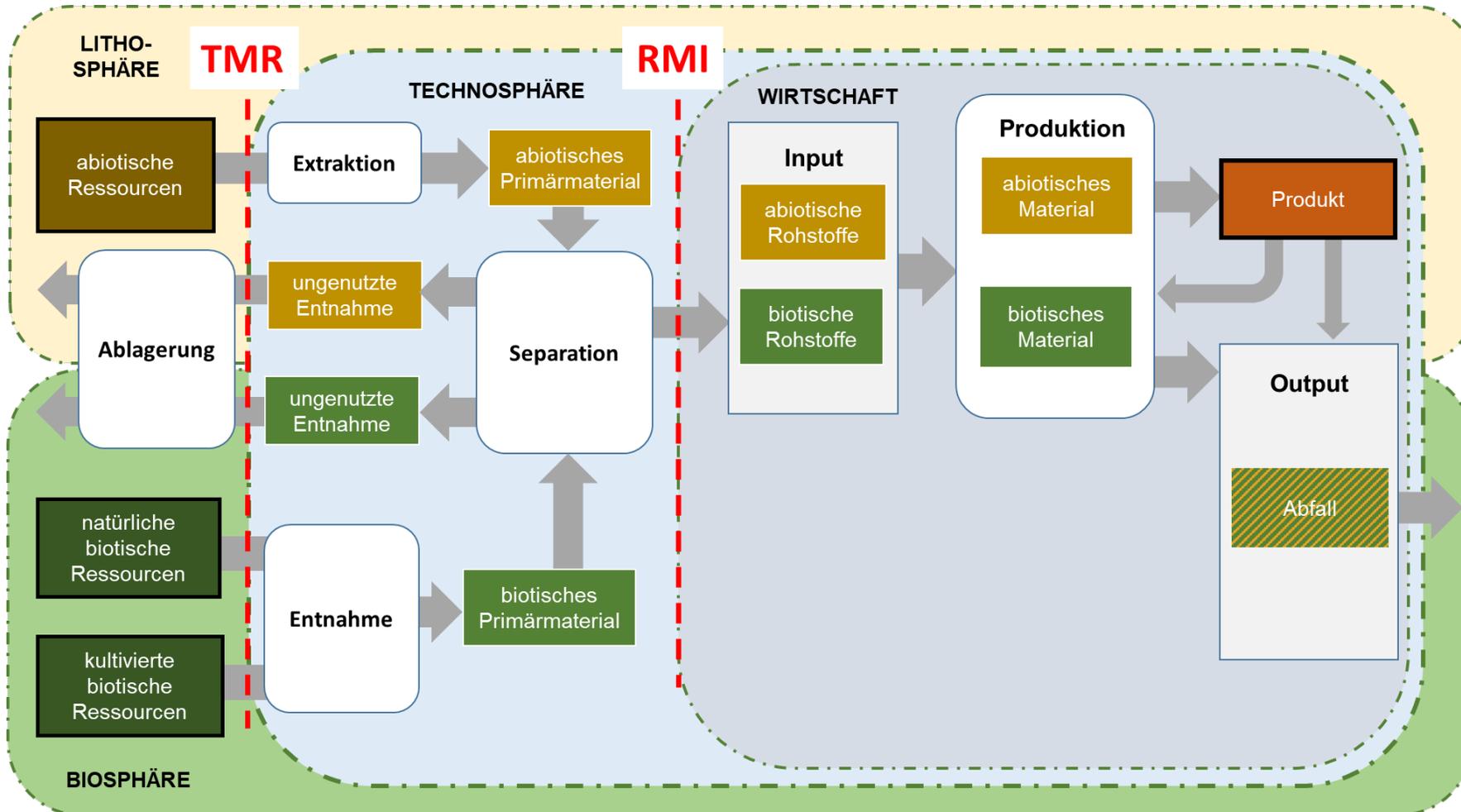
<https://www.umweltbundesamt.de>

- Gesamtrohstoffproduktivität = $(\text{BIP} + \text{Importe}) \div \text{RMI}$
- Gesamtrohstoffproduktivität stieg von 2010-2018 um ca. 1% pro Jahr.
- Der nationale RMI sinkt seit 2019 deutlich.
- Ziel, 1,6% Steigerung der Gesamtrohstoffproduktivität wird damit erstmalig erreicht.

Zwei Indikatoren zur Bestimmung des Materialfußabdrucks: TMR und RMI



Ökobilanzielle Messung berücksichtigt abiotische und biotische Ressourcen



abiotische Ressourcen

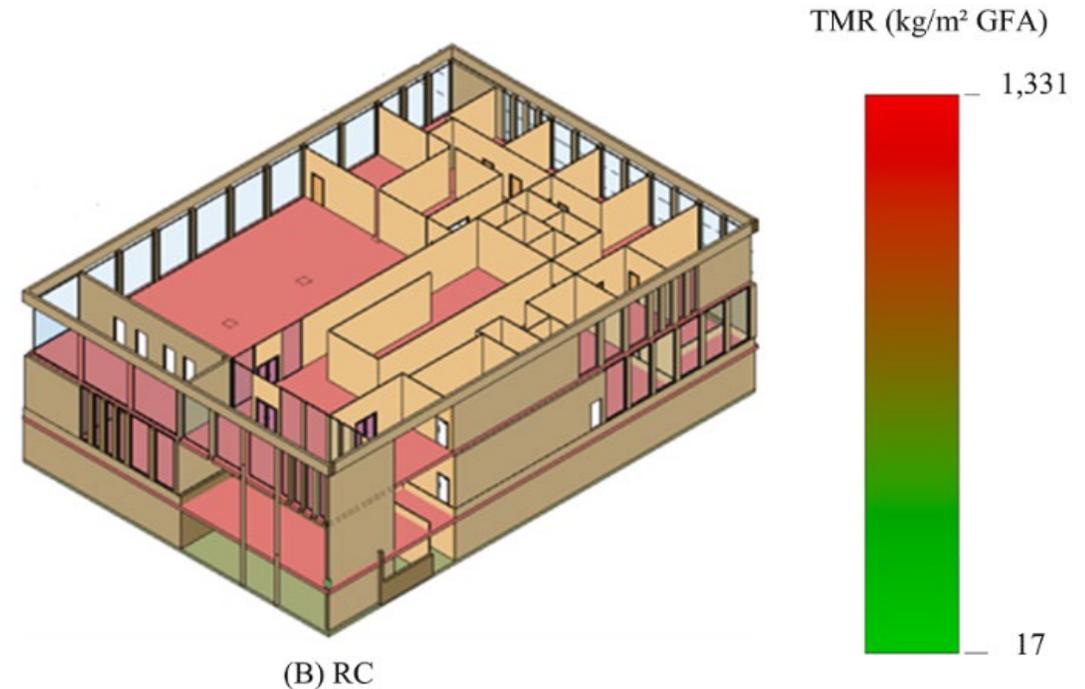
- mineralisch
- metallisch
- fossil

biotische Ressourcen

- agrarisch
- forstwirtschaftlich
- aquatisch

Praktische Anwendung des Materialfußabdrucks im Baubereich

- Aufnahme der Indikatoren Rohstoffeinsatz (RMI) und Gesamtprimärmaterialbedarf (TMR) in die **ÖKOBAUDAT**¹
- Grundlage für den Einsatz dieser Indikatoren in Gebäudebewertungs- und Zertifizierungssystemen
- **SURAP**: Software zur Berechnung von RMI/TMR anhand von digitalen Gebäudemodellen als Ausgründung aus der Universität Kassel



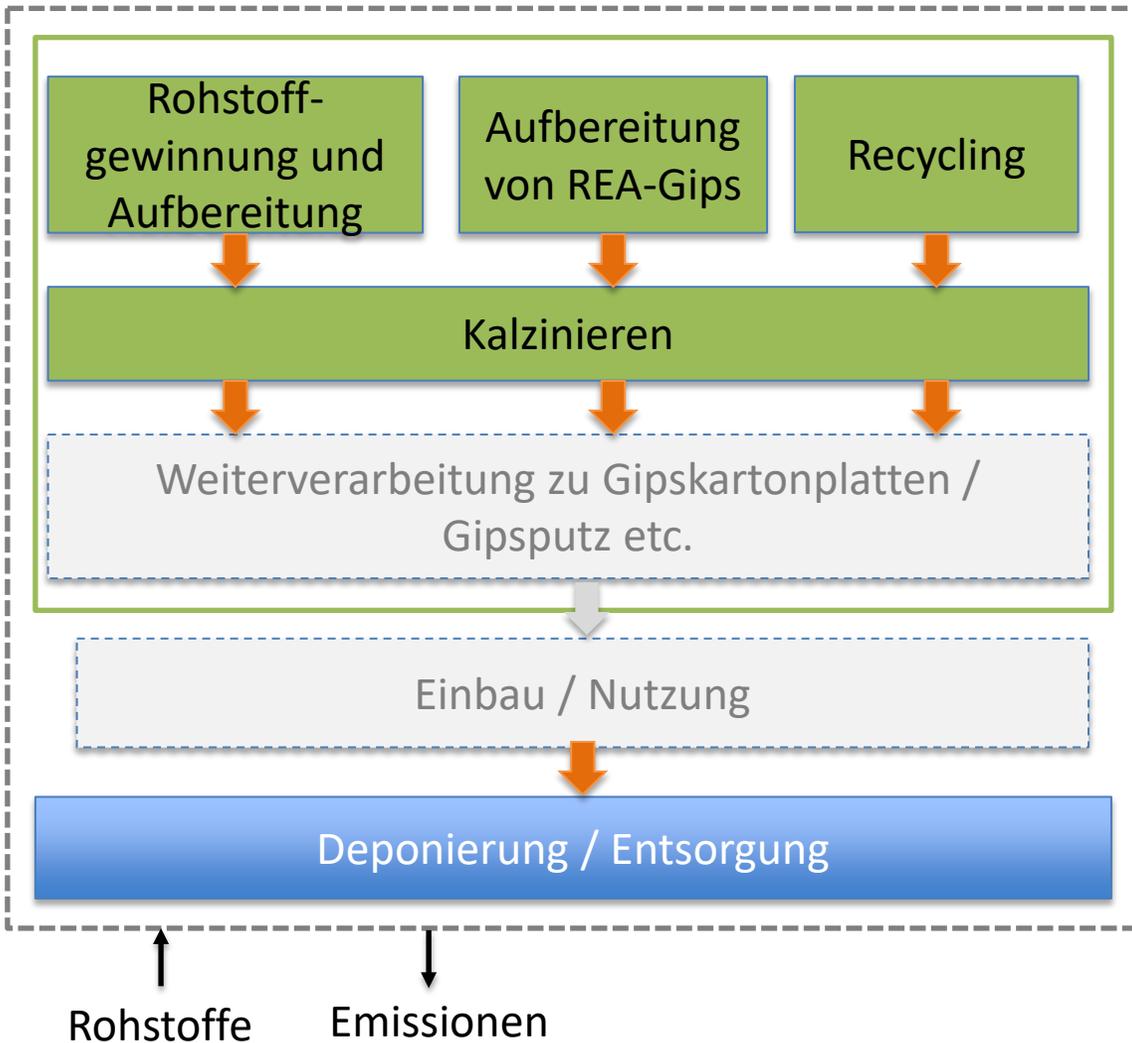
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105767>

¹ BBSR (Hrsg.) (2024) Rohstoffaufwand in der ÖKOBAUDAT <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/jahr/2023/rohstoffaufwand-oekobaudat/>

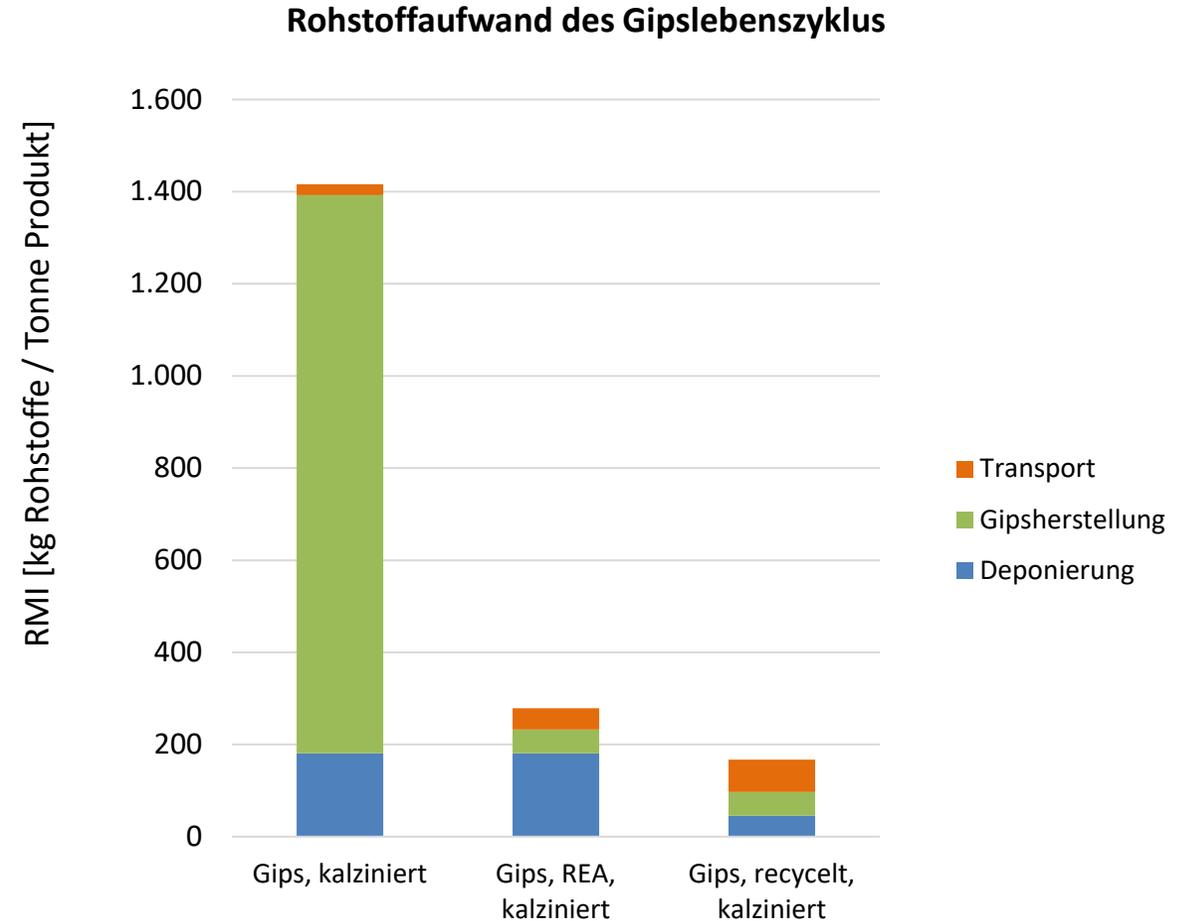
² <https://www.surap.de>

Rohstoffaufwand (RMI) pro Tonne Gips: Produkte aus Naturgips vs. REA-/Recyclinggips

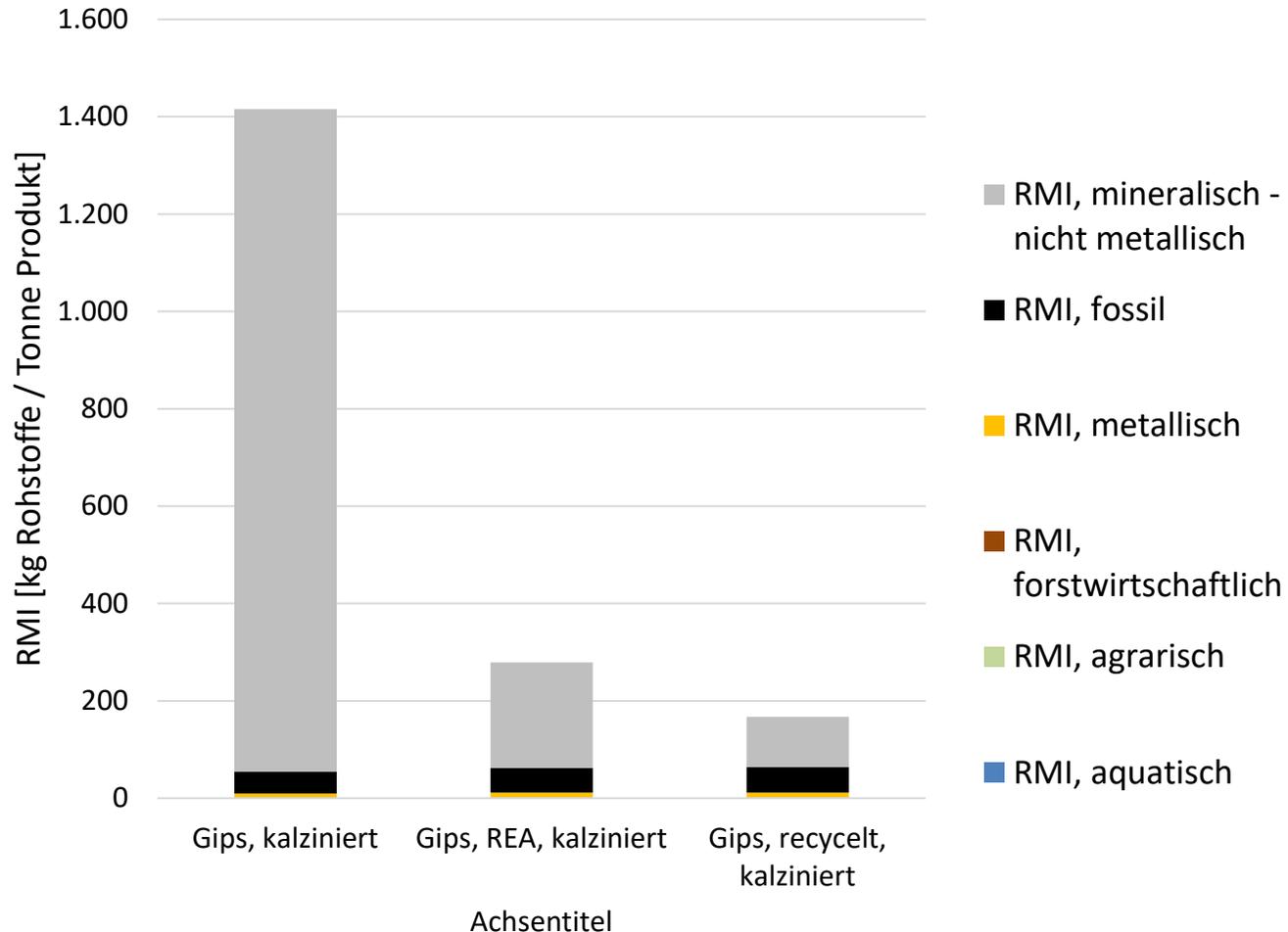
Systemgrenze



Lebenszyklusanalyse (LCA)

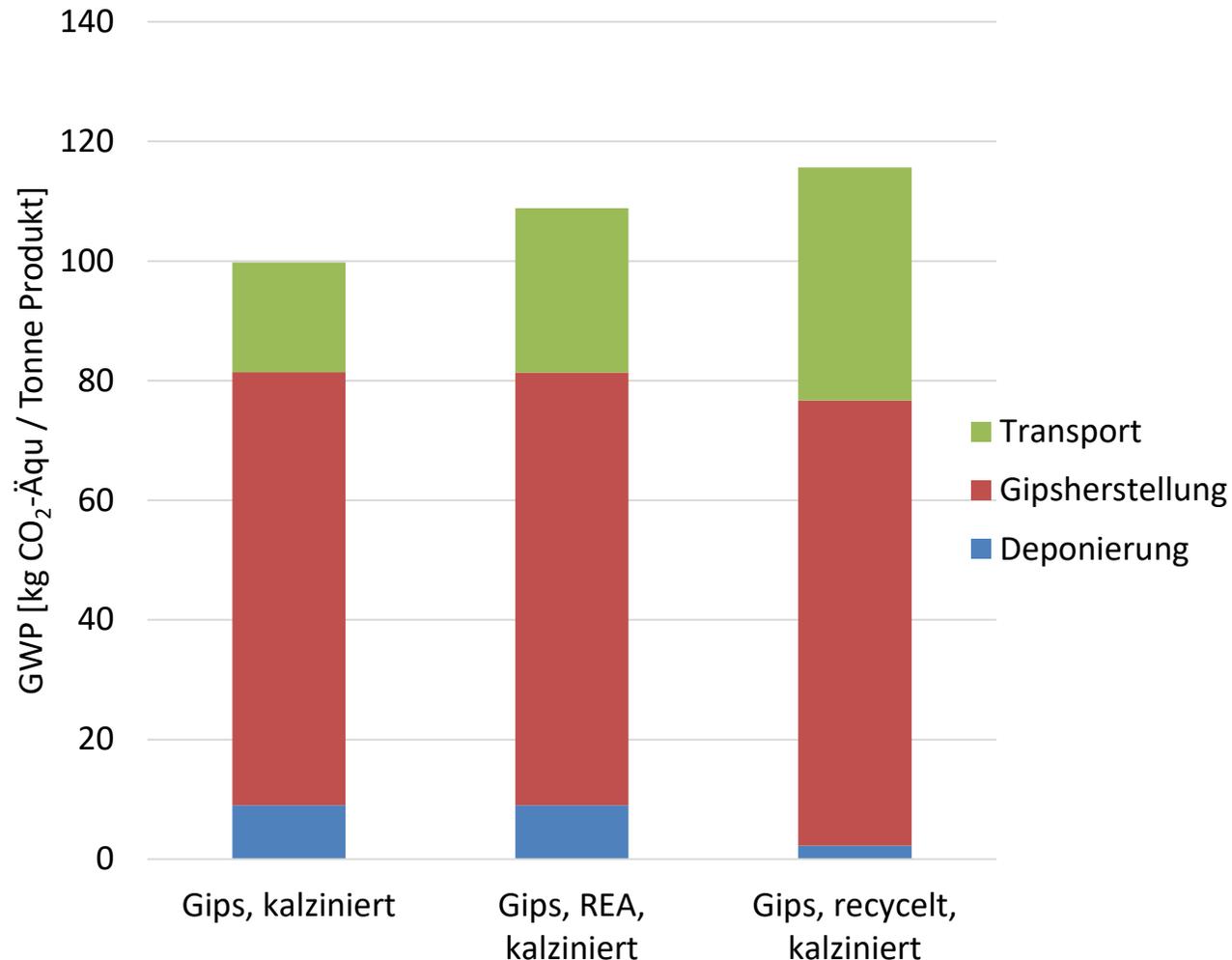


Rohstoffaufwand (RMI) pro Tonne Gips: Produkte aus Naturgips vs. REA-/Recyclinggips: Rohstoffkategorien



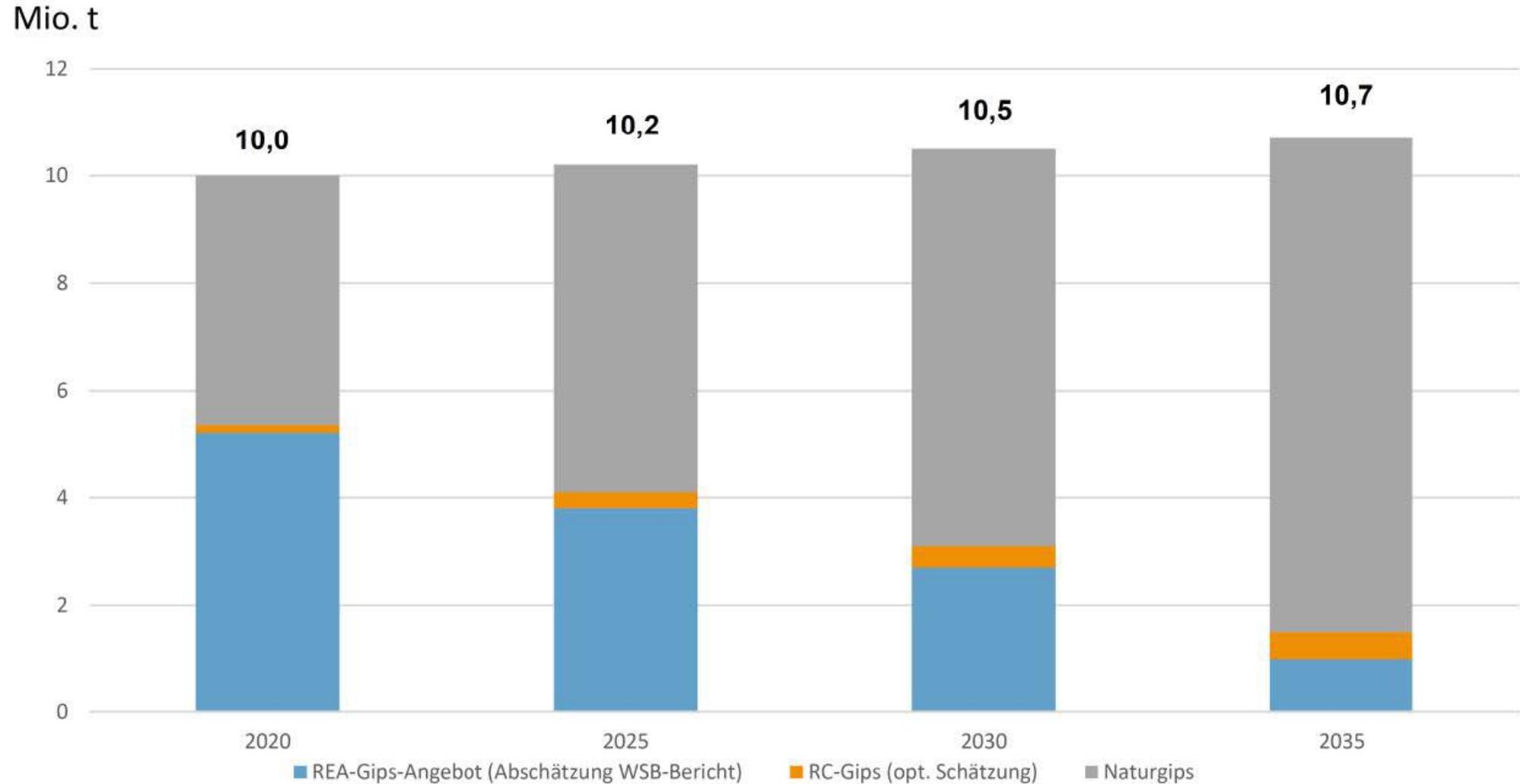
- Überwiegend mineralische Anteile aus der Rohstoffgewinnung
- Herstellung einer Tonne Naturgips erfordert **ca. 1,4 Tonnen Rohstoffeinsatz.**
- REA-Gips und Recycling-Gips haben im Vergleich zu Naturgips einen um mehr als **80 % reduzierten Materialfußabdruck.**

Klimafußabdruck (GWP) pro Tonne Gips: Produkte aus Naturgips vs. REA-/Recyclinggips



- Durchschnittliche Transportdistanzen zum Werk unbekannt
- Annahme:
 - Naturgips: 50 km,
 - REA-Gips: 100 km, Recycling-Gips: 200 km
- Höherer Transportaufwand könnte zu einem höheren Klimafußabdruck von REA- und Recyclinggips führen
- Ausbau der Recyclinginfrastruktur könnte Klima-Trade-off beim Recycling reduzieren

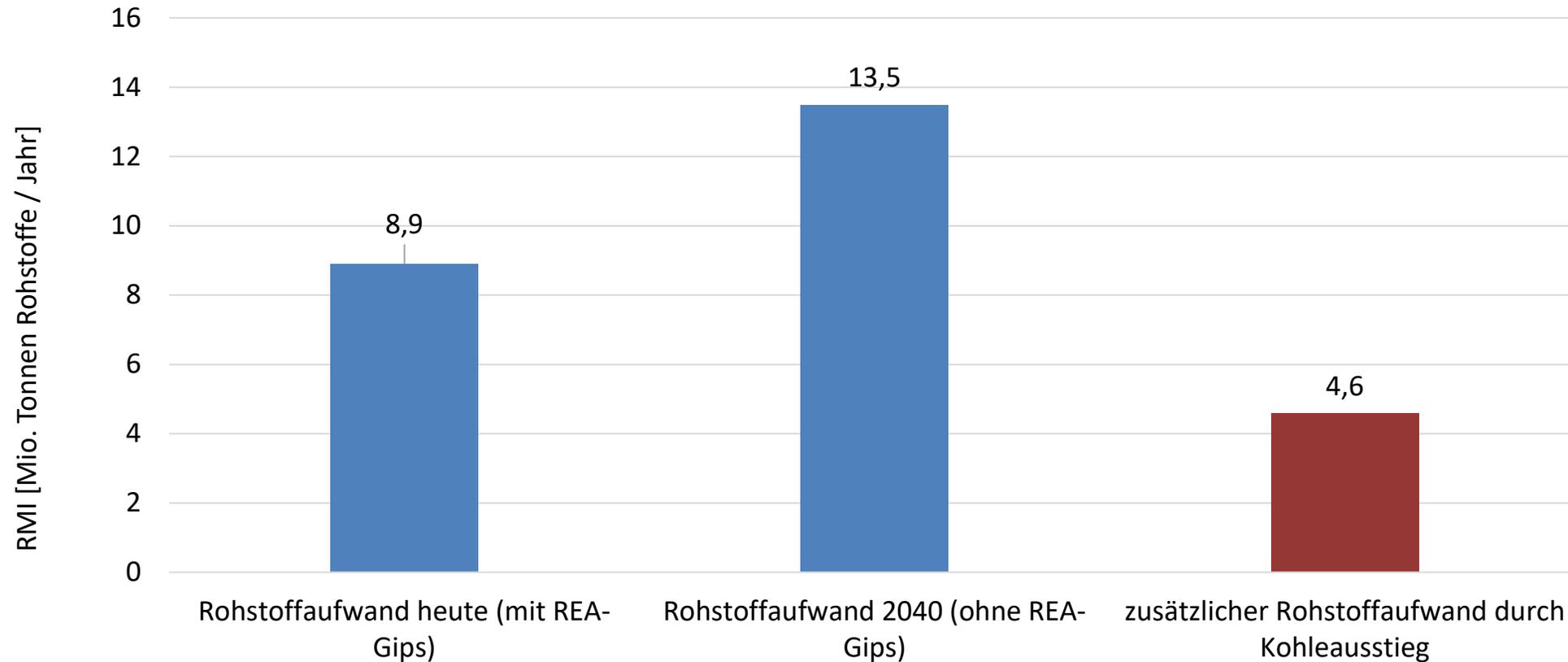
Gesamtwirtschaftliche Betrachtung: Entwicklung der Gips-Quellen bis 2035



Quelle: BBS Rohstoffstudie 2019, Bundesverband der Gipsindustrie e.V.

Gesamtwirtschaftliche Betrachtung: Abschätzung des zukünftigen Rohstoffaufwands der Gipsindustrie

Jährlicher Rohstoffaufwand der deutschlandweiten Gipsproduktion heute (2025) und nach dem Kohleausstieg (2040)



Zusammenfassung und Ausblick

- **Globale Rohstoffentnahme:** 106 Mrd. Tonnen (2024), Anstieg auf 160 Mrd. Tonnen bis 2060 erwartet, **Haupttreiber:** Baumaterialien für Gebäude und Infrastruktur
- **Materialfußabdruck (MF):** Messung über **RMI (Raw Material Input)** und **TMR (Total Material Requirement)**: misst Materialentnahme und erlaubt Abschätzung der Umweltfolgen
- MF ist Teil der **Umweltfußabdrücke** und sollte zusammen mit allen Ressourcenfußabdrücken und dem Klimafußabdruck betrachtet werden.
- Indikator der **UN-Nachhaltigkeitsziele 8 und 12:** Ziel der Erhöhung der Rohstoffproduktivität
- MF ist ein wichtiges **Steuerungsinstrument für Ressourceneffizienz** gewinnt in der Gebäudeökobilanzierung zunehmend an Bedeutung
- REA- und Recyclinggips haben einen **bis zu 80% niedrigeren MF** im Vergleich zu Naturgips.

Kontakt

Dilan Glanz, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. habil. Clemens Mostert

Universität Kassel
Kassel Institute for Sustainability
Center for Environmental Systems Research (CESR)
Wilhelmshöher Allee 47
34117 Kassel, GERMANY

Tel: +49 561 804-6131

Mail: mostert@uni-kassel.de