

# Kreislaufwirtschaft für die Dekarbonisierung des EU-Bausektors - Modellierung ausgewählter Stoffströme und Treibhausgasemissionen

(9) Kritische Rohstoffe / Kreislaufwirtschaft

Meta Thurid LOTZ<sup>1(1)</sup>, Andrea HERBST<sup>(1)</sup>, Matthias REHFELDT<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

## Motivation und zentrale Fragestellung

Vor dem Hintergrund steigender Materialbedarfe und fortschreitender Klimakrise gewinnt die Kreislaufwirtschaft für die Treibhausgasemissionsreduktion auch politisch an Bedeutung. Die Umsetzung solcher Maßnahmen ist insbesondere in Grundstoffindustrien relevant, da diesen ein Großteil der Treibhausgasemissionen zugeordnet werden kann und deren Dekarbonisierung besonders herausfordernd ist. Da die Auswirkungen von Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette zeigen, ist die Betrachtung typischer Endverwendungsgüter und zugehöriger Grundstoffe zielführend [1]. In diesem Beitrag werden die mengen- und emissionsmäßig relevanten Grundstoffe Stahl und Zement für den Einsatz im Bausektor untersucht. Er beantwortet die Frage, wie relevante Materialflüsse im EU-Bausektor quantifiziert werden können und welches theoretische Treibhausgasminderungspotenzial Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen haben.

## Methodische Vorgangsweise

Basierend auf der Fragestellung wird ein zweiteiliges Vorgehen umgesetzt. Zunächst werden die Stahl- und Zementflüsse im Bausektor der EU für ein Basisjahr quantifiziert. Anschließend werden relevante Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen identifiziert und den Materialflüssen zugeordnet. Hierdurch kann das theoretische Potenzial der Treibhausgasminderung abgeschätzt werden [2, 3].

Für die Quantifizierung der Materialflüsse und der dazugehörigen Treibhausgasemissionen wird eine Materialflussanalyse umgesetzt. Angelehnt an die grundsätzliche Struktur der Materialflussanalyse aus [4] wird die in Abbildung dargestellte Modellstruktur für Stahl und Zement genutzt. Die Systemgrenze entspricht hierbei der geographischen Abgrenzung der EU-28 Mitgliedsstaaten. Neben den dargestellten Materialflüssen wird der Außenhandel berücksichtigt. Für die Umsetzung der Modellierung wird das Software-Framework ODYM angewendet [5]. Als Datenquellen werden im Wesentlichen Veröffentlichungen der relevanten Branchenverbände genutzt.

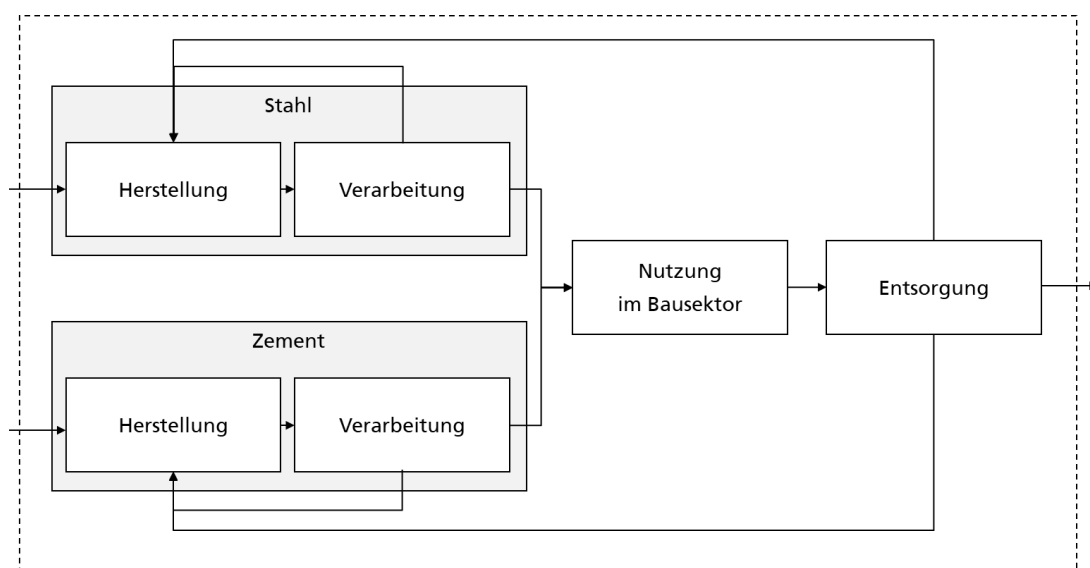


Abbildung 1: Modellstruktur

<sup>1</sup> Jungautorin, Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe, Deutschland, 0721 6809 579, meta.thurid.lotz@isi.fraunhofer.de

Für die Bestimmung der theoretischen Treibhausgasminderungspotenziale werden zunächst Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen für den Bausektor identifiziert. Basierend auf den folgenden Kriterien werden anschließend bedeutende Maßnahmen ausgewählt und den jeweiligen Prozessschritten aus Abbildung 1 zugeordnet:

- Wirkung,
- Anwendbarkeit,
- Machbarkeit und
- Messbarkeit.

Durch die entsprechende Anpassung der Materialflussmodellierung können die veränderten Materialflüsse und die resultierenden Treibhausgasminderungen bestimmt werden. Abschließend erfolgt die graphische Aufbereitung in einem Stoffstrombild mit Kennzeichnung der berücksichtigten Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen sowie die Darstellung der theoretischen Potentiale zur Treibhausgasminderung. Eine Berücksichtigung der Interaktion der Maßnahmen erfolgt hierbei nicht.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse werden entsprechend der beschriebenen Vorgehensweise zweigeteilt gegliedert. Zunächst erfolgt die Darstellung des Stoffstrombildes für Stahl und Zement im Bausektor für ein aktuelles Stichjahr. In Abhängigkeit von der Datenverfügbarkeit wird neben der Gesamtbetrachtung der EU28 die Betrachtung ausgewählter Mitgliedsstaaten angestrebt. Die Stoffstrombilder können sich aufgrund struktureller Unterschiede in den Regionen und materialspezifischer Charakteristika bei Herstellung und Verarbeitung unterscheiden. Anschließend erfolgt die Zusammenfassung der ausgewählten Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen sowie die Einordnung der Maßnahmen in das bestehende Stoffstrombild. In diesem Zusammenhang erfolgt auch die Darstellung der theoretischen Treibhausgasminderungspotentiale der einzelnen Maßnahmen.

Die Ergebnisse sind Grundlage für weitere Untersuchungen zur Dekarbonisierung des EU-Bausektors und dazugehöriger Grundstoffindustrien. So können aufbauend auf der dargestellten Modellierung durch Dynamisierung und Berücksichtigung der Bedarfsentwicklung prospektive Szenarien für den Materialbedarf und Treibhausgasemissionen entwickelt werden. Im Rahmen dieser Szenarien spielt neben den theoretischen Potentialen zur Treibhausgasminderung auch die praktische Umsetzung der Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen eine wesentliche Rolle. Folglich können Interaktion und Reihenfolge der Maßnahmenumsetzung abgebildet werden. Außerdem ist die Einbindung der Materialflussmodellierung in weitere Modellierungsansätze zur Energiesystembetrachtung oder Gebäudebestandentwicklung relevant. Insgesamt kann die Kreislaufwirtschaft so in die Analyse von Treibhausminderungspfaden integriert werden.

## **Literatur**

- [1] Hertwich, E. G.; Lifset, R.; Pauliuk, S.; Heeren, N.; Ali, S.; Tu, Q.; Ardente, F.; Berrill, P.; Fishman, T.; Kanaoka, K.; Kulczycka, J.; Makov, T.; Masanet, E.; Wolfram, P. (2020): Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future.
- [2] Shanks, W.; Dunant, C. F.; Drewniok, M. P.; Lupton, R. C.; Serrenho, A.; Allwood, J. M. (2019): How much cement can we do without? Lessons from cement material flows in the UK. In: Resources, Conservation and Recycling, 141, pp. 441–454.
- [3] Le Den, X.; Porteron, S.; Collin, C.; Hvid Horup Sorensen, L.; Herbst, A.; Rehfeldt, M.; Pfaff, M.; Hirschnitz-Garbers, M.; Velten, E. (2020): Quantification methodology for, and analysis of, the decarbonisation benefits of sectoral circular economy actions. Final report.
- [4] Pauliuk, S.; Majeau-Bettez, G.; Müller, D. B. (2015): A General System Structure and Accounting Framework for Socioeconomic Metabolism. In: Journal of Industrial Ecology, 19 (5), pp. 728–741.
- [5] Pauliuk, S.; Heeren, N. (2020b): ODYM—An open software framework for studying dynamic material systems: Principles, implementation, and data structures. In: Journal of Industrial Ecology, 24 (3), pp. 446–458.