INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Ziegel – Roadmap zur Ressourceneffizienz

Nadine Muchow, Florian Knappe, Joachim Reinhardt

Heidelberg, Dezember 2024

ifeu Wilckensstraße 3 D – 69120 Heidelberg Telefon +49 (0)6 221. 47 67 - 0 Telefax +49 (0)6 221. 47 67 - 19 E-Mail ifeu@ifeu.de www.ifeu.de



_____

Dip.-Ing. Nadine Muchow
Leiterin des Teams Kreislaufwirtschaft, Fachbereich Ressourcen
Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH

Inhalt

Abbildungsverzeichnis **4**
Tabellenverzeichnis **6**
Abkürzungsverzeichnis **7**

1 Ziel der Studie **8**

2 Methodisches Vorgehen **9**

3 Status Quo des Ressourceneinsatzes **18**
3.1 Herstellungsverfahren von Dach- und Mauerziegeln 18
3.2 Stoffstrombilanz Dachziegel 20
3.3 Stoffstrombilanz Vormauerziegel und Klinker 23
3.4 Stoffstrombilanz Hintermauerziegel 24
3.5 Bewertung des Status Quo des Ressourceneinsatzes 26
3.5.1 Ressourceneffizienz der Produktionsprozesse 28
3.5.2 Ressourceneffizienz der Rohstoffversorgung 29

4 Aufkommen und Entsorgung von Ziegelabfällen **33**
4.1 Das Aufkommen von getrennt erfassten Ziegelabfällen 33
4.2 Die Erfassung von Ziegelabfällen im Bauabfallgemisch 35
4.3 Verhältnis von Dachziegeln und Mauerziegeln in den Abfallfraktionen 37
4.4 Entsorgungswege von Ziegelabfällen 39
4.5 Die Behandlung in Bauschuttaufbereitungsanlagen 42

5 Ansätze zur Optimierung der Ressourcennutzung **47**
5.1 Einsatz von Recyclingmaterial 47
5.2 Einsatz von Sekundärrohstoffen 50
5.3 Ressourceneinsparung 55

6 Ökologische Bewertung **57**
6.1 Ökologische Bewertung der Produktionsprozesse 57
6.2 Ökologische Bewertung der Entsorgungswege 60
6.3 Gesamtbetrachtung der Szenarien 64
6.4 Ökologische Effekte durch Materialeinsparung 68
6.5 Fazit und Empfehlungen an die Ziegelindustrie 70

7 Indikatoren der Nachhaltigkeitsbewertung **72**
7.1 Verwertungsquote gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz 72

Inhalt

7.2 Baustoffspezifische Substitutionsquoten 74
7.3 Gebäudezertifizierungssysteme 75
7.4 Gebäuderessourcenpass 77
7.5 Material Cycle Status 78
7.6 Fazit und Empfehlungen an die Ziegelindustrie 80

8 Lösungsansätze zur Förderung der Ressourceneffizienz außerhalb der Ziegelindustrie 82
8.1.1 Deponierungsverbot für Bauabfälle – Beispiel Österreich 82
8.1.2 Überarbeitung der Abfallverzeichnisverordnung zur Einstufung von Abfällen 83
8.1.3 Verbesserung der Getrennthaltung durch Vollzug der Gewerbeabfallverordnung 84
8.1.4 Umsetzung von flankierenden Maßnahmen – Wer ist wie in der Pflicht? 85

Literaturverzeichnis 88

Literaturverzeichnis

Bischof, S. (2010): Ökobilanzen rezyklierter Gesteinskörnung für Beton - Ein Forschungsbericht der Holcim (Schweiz) AG. Holcim (Schweiz) AG, Zürich. S. 110.

Böing, R.; Knappe, F.; Müller, C.; Reiners, J.; Reinhardt, J.; Theis, S. (2022): Schlussberichte zum BMBF-Verbundforschungsvorhaben „R-Beton - Ressourcenschonender Beton – Werkstoff der nächsten Generation“ - Schwerpunkt 3: Ökobilanz, Praxistest und Transfer. Deutscher Aussschuss für Stahlbeton Heft 641 Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin. S. 170.

BTR RC-StB (2014): Brandenburgische Technische Richtlinien für Recycling-Baustoffe im Straßenbau (BTR RC-StB) - Ausgabe 2014.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2020): Deutschland - Rohstoffsituation 2019. Hannover. S. 150. *https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=4* (13.04.2022).

bvse-Fachverband Mineralik - Recycling und Verwertung (2021): Österreich beschließt Deponieverbot für Beton, Asphalt und Straßenaufbruch. In: *https://www.bvse.de*. https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/7081-oesterreich-beschliesst-deponieverbot-fuer-beton-asphalt-und-strassenaufbruch.html. (23.04.2022).

DESTATIS (2021a): 32111-0004: Abfallentsorgung: Deutschland, Jahre, Anlagenart, Abfallarten.

DESTATIS (2021b): 32141-0001: Bauschuttaufbereitungsanlagen, Asphaltmischanlagen: Deutschland, Jahre, Abfallarten. *https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=statistic&levelindex=&levelid=&code=32141&option=table#abreadcrumb* (17.11.2021).

Dr. Buchert, M.; Knappe, F.; Bleher, D.; Dr. Bulach, W.; Muchow, N.; Reinhardt, J.; Meinshausen, I. (2022): Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen. *UBA Texte 47/2022*, Dessau-Roßlau. *https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kartierung-des-anthropogenen-lagers-iii-kartal-iii* (22.04.2022).

Feeß, W.; Knappe, F.; Müller, A.; Susset, B. (2020): Entwicklung eines Verfahrens zur vollständigen Aufbereitung und hochwertigen Verwertung von Boden- und Bauschuttmaterial für ressourcenschonende Baustoffe. Heinrich Feeß GmbH & Co. KG; Institut für Angewandte Bauforschung Weimar; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; Zentrum für Angewandte Geowissenschaften (ZAG). Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Kirchheim/Teck. S. 116. *https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32046_01-Hauptbericht.pdf* (26.03.2022).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (Ausgabe 2004/Fassung 2018). FGSV Verlag GmbH, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2020): Technische Lieferbedingungen für Bodenmaterialien und Baustoffe für den Erdbau im Straßenbau (Ausgabe 2020). FGSV Verlag GmbH, Köln.

Geres, R.; Lausen, J.; Weigert, S. (2021): Roadmap für eine treibhausgasneutrale Ziegelindustrie in Deutschland. Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V. (Hrsg.), München. *https://www.ziegel.de/sites/default/files/2021-03/Ziegel_24_110321_Web_200dpi_1.pdf* (27.08.2022).

Hillebrandt, A.; Rosen, A.; Riegler-Floors, P. (2018): Atlas Recyclig - Gebäude als Materialressource. Detail, München.

Industrieverband Garten (IVG) e.V. (2022): Industrieverband Garten (IVG) e.V. - Herstellung. https://substratbuch.ivg.org/substratbuch/herstellung. (20.01.2022).

Knappe, F. (2019): Hochwertiges Recycling in Schleswig-Holstein und Hamburg. 3. Norddeutsches Fachsymposium Recycling-Baustoffe, Kiel 16.05.2019 Kiel. *https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/abfallwirtschaft/Downloads/fachsymposium2019_vortrag_2.pdf?__blob=publicationFile&v=3* (16.01.2022).

Knappe, F.; Muchow, N.; Lobach, T. (2020): Analyse der Recyclingstruktur der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle in Schleswig-Holstein. Heidelberg / Wahlstedt. S. 31. *https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/abfallwirtschaft/Downloads/studieRC_Struktur.pdf?__blob=publicationFile&v=2* (16.01.2022).

Knappe, F.; Reinhardt, J.; Schorb, A.; Theis, S. (2017): Leitfaden zum Einsatz von R-Beton. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. *https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Leitfaden_R-Beton.pdf* (20.03.2022).

Kreislaufwirtschaft Bau (2021): Mineralische Bauabfälle – Monitoring 2018. Hrsg.: Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V., Berlin. *https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-12.pdf* (13.01.2022).

Müller, A. (2016): Erschließung der Ressourceneffizienzpotenziale im Bereich der Kreislaufwirtschaft Bau. Forschungsprogramm Zukunft Bau Berlin. S. 98. *https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/2NachhaltigesBauenBauqualitaet/2016/ressourceneffizienzpotenziale/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2* (16.01.2022).

Ressourcenkommission am Umweltbundesamt (2019): Substitutionsquote - Ein realistischer Erfolgsmaßstab für die Kreislaufwirtschaft! Dessau-Roßlau. S. 16. *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/190722_uba_kommp_substitutionsquote_bf.pdf*.

Rosen, D. (2021): Re-Use und Recycling von Ziegeln: Status quo und Perspektiven. S. 74–81. *https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/dama.202100002* (20.01.2022).

Roth-Kleyer, S. (2018): Recyclingziegel für Vegetationssubstrate im GaLaBau. https://neue-landschaft.de/artikel/recyclingziegel-fuer-vegetationssubstrate-im-galabau-8192.html. (20.01.2022).

Schiller, G.; Lehmann, I.; Gruhler, K.; Hennersdorf, J.; Lützkendorf, T.; Mörmann, K.; Knappe, F.; Muchow, N.; Reinhardt, J. (2022): Kartierung des anthropogenen Lagers IV: Erarbeitung eines Gebäudepass- und Gebäudekatasterkonzepts zur regionalisierten Erfassung des Materialhaushaltes mit dem Ziel der Optimierung des Recyclings. *UBA Texte 05/2022*, Dessau-Roßlau. S. 443. *https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kartierung-des-anthropogenen-lagers-iv-erarbeitung* (01.04.2022).

Stolzenberg-Hepp, K. (2021): Telefoninterview zur Umsetzung der Gewerbeabfallverordnung in Baden-Württemberg am 28.07.2021.

Tretau, A.; Leydolph, B. (2019): Charakterisierung sortierter Ziegel-Recycling-Materialien anhand physikalischer und chemisch-mineralogischer Eigenschaften für die Generierung neuer Stoffströme. *Schlussbericht zu IGF-Vorhaben Nr. 18889 BG*, S. 86.

Umweltbundesamt (2019a): Ziegel Factsheet. Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration

von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen“ (FKZ 3716 35 3230) *https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining/stoffstrommanagement-im-bauwesen#hemmnisse-beseitigen-* (16.01.2022).

Umweltbundesamt (2019b): Beton Factsheet. Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen“ (FKZ 3716 35 3230) *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet_beton_fi_barrierefrei.pdf* (13.01.2022).

Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) (2022): Ressourcen der Zukunft für Zement und Beton - Potenziale und Handlungsstrategien. Düsseldorf. *https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Studie_Ressourcenroadmap_2022.pdf* (24.11.2022).

Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) (2012): .

Werner, M.; Dr. Zentner, A.; Prof. Dr.-Ing. habil. Dornack, C. (2022): Bau- und Abbruchabfälle Was sagen uns verfügbare statistische Daten und was bleibt verborgen? In: *MÜLL und ABFALL*. No. 02.22, S. 71–76.