

Tamara Bimesmeier, Karin Gruhler, Clemens Deilmann
Jan Reichenbach, Sonja Steinmetzer

Sekundärstoffe aus dem Hochbau

Energie- und Materialflüsse entlang der Herstellung
und des Einsatzortes von Sekundärstoffen aus dem
Hochbau für den Baubereich

F 3184

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2020

ISBN 978-3-7388-0482-9

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

SEROBAU – Energie- und Materialflüsse entlang der Herstellung und des Einsatzortes von Sekundärstoffen aus dem Hochbau für den Baubereich

**Endbericht
Stand 26. Juni 2019**

Forschungsprogramm
Zukunft Bau

Projektlaufzeit
01. September 2017 bis 30. April 2019

Aktenzeichen
10.08.18.7-17.45

Autoren:

Tamara Bimesmeier, Karin Gruhler, Prof. Clemens Deilmann, (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR), Dresden)

Jan Reichenbach, Sonja Steinmetzer (INTECUS GmbH – Abfallwirtschaft und umweltintegratives Management, Dresden)

Das Projekt wurde zu 60 % aus Mitteln des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen einer Forschungszuwendung gefördert. Inhaltliche Projektbegleitung: Claus Asam (BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) und Forschungsprojektkoordination: Fabian Brodbeck (Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau). Der Eigenanteil des Auftragnehmers betrug 30 % zuzüglich 10 % Industrieverbandsbeteiligung. Die inhaltliche Verantwortung des Projekts liegt bei den Autoren.



Leibniz-Institut
für ökologische
Raumentwicklung



Abstract

In Germany, the German Resource Efficiency Programme "ProgRess I" and "ProgRess II" formulated the goals of decoupling resource consumption from economic growth, doubling raw material productivity by 2020, reducing the environmental impacts associated with the use of natural resources as far as possible and further developing and expanding the circular economy (BMUB 2016). In order to enable almost circular economic activity in the construction sector, the corresponding demolition materials must be recyclable and be available with a certain consistency in specific quantities. Resource conservation potentials using secondary materials expressed in tonnes are known for some selected construction product groups (Deilmann et al. 2014 and 2017). However, an assessment of the resource conservation potentials only on the basis of these figures in tonnes is too one-sided, as energy aspects are not taken into account. The aim of the present study was therefore to extend the quantity-oriented studies on resource conservation potentials to include energy considerations and to develop a synoptic approach by which important building products can be presented and compared in a synoptic way with regard to their energy expenditure during recycling.

Methodologically, a consistent balancing framework has been developed which allows an equivalent analysis of all ten construction product groups - concrete, bricks, sand-lime bricks, gypsum, flat glass, mineral insulation materials, plastic profiles, other plastics, petroleum-based insulation materials and construction timber. For each group, instructive examples were analysed in the form of characteristic "continuous" process chains from the deconstruction material to the application alternative and then elaborated in three steps: (1) From deconstruction material to secondary material, (2) From secondary material to substitute and (3) Comparison of substitute and primary material.

The investigations have shown that recycling is generally associated with lower energy costs than the provision of primary materials. There are clear differences between mineral materials and plastics. In the case of plastics, the energy aspect plays a more decisive role. In the case of mineral materials, recycling makes sense above all with regard to the mass aspect, as recycling reduces the degradation of raw materials and protects the natural environment and landscape. In addition, it has been shown that the recycling process chains have to be considered until the functional equivalence of the substitute is reached or until the point of use is reached. Only by considering the differences (recipe, processing steps and transports) between the standard production process and the production of building products with recycled content statements about the energetic advantages or disadvantages of recycling can be made.

The exploratory study successfully revealed gaps in knowledge and identified fields of problems. For example, the assumption that transports make a significant and not negligible contribution to the energy consumption of recycling and primary material production has been confirmed. Since the information and data situation here is still very precarious, it is recommended to carry out further research.

In principle, the studies showed once again that recycling must be further promoted against the background of resource conservation goals and that the necessary prerequisites should be further improved.

Kurzzusammenfassung

In Deutschland wurden mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm „ProgRess I“ und „ProgRess II“ die Ziele formuliert, den Ressourcenverbrauch vom Wirtschaftswachstum zu entkoppeln, die Rohstoffproduktivität bis 2020 zu verdoppeln, die mit der Nutzung natürlicher Ressourcen verbundenen Umweltbelastungen weitestgehend zu reduzieren, sowie die Kreislaufwirtschaft weiterzuentwickeln und auszubauen (BMUB 2016). Um im Baubereich ein annähernd kreislaufwirtschaftliches Wirtschaften zu ermöglichen, müssen die entsprechenden Abbruchmaterialien recyclingfähig sein und mit einer gewissen Konstanz in bestimmten Mengen anfallen. Ressourcenschonungspotenziale durch Sekundärstoffe als Massenangaben in Tonnen sind für ausgewählte Bauproduktgruppen bekannt (Deilmann et al. 2014 und 2017). Eine Beurteilung der Ressourcenschonungspotenziale nur auf Basis dieser Angaben in Tonnen ist jedoch zu einseitig, da energetische Aspekte unberücksichtigt bleiben. Ziel der vorliegenden Studie war es daher, die mengenorientierten Untersuchungen zu Ressourcenschonungspotenzialen um energetische Betrachtungen zu erweitern und dafür einen Untersuchungsansatz zu entwickeln, mit dem sich wichtige Bauprodukte bezüglich ihres energetischen Aufwandes beim Recycling synoptisch darstellen und vergleichen lassen.

Methodisch wurde ein einheitlicher Bilanzrahmen entwickelt, der eine gleichwertige Bearbeitung aller zehn Bauproduktgruppen – Beton, Ziegel, Kalksandstein, Gips, Flachglas, mineralische Dämmstoffe, Kunststoffprofile, sonstige Kunststoffe, erdölbasierte Dämmstoffe und Bauholz – ermöglicht. Für jede Gruppe wurden instruktive Beispiele in Form charakteristischer „durchgängiger“ Prozessketten vom Rückbaumaterial bis zur Einsatzvariante analysiert und in drei Schritten bearbeitet: (1) Vom Rückbaumaterial zum Sekundärstoff, (2) Vom Sekundärstoff zum Substitut und (3) Gegenüberstellung von Substitut und Primärstoff.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Recycling i. d. R. mit einem niedrigeren energetischen Aufwand verbunden ist als die Bereitstellung von Primärstoffen. Dabei zeigen sich zwischen den mineralischen Materialien und den Kunststoffen deutliche Unterschiede. Bei den Kunststoffen spielt der energetische Aspekt eine entscheidendere Rolle. Bei den mineralischen Materialien ist ein Recycling vor allem hinsichtlich des Masseaspekts sinnvoll, da dadurch der Rohstoffabbau reduziert und Natur- bzw. Landschaftsraum geschont werden. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass die Recyclingprozessketten bis zum Erreichen der funktionalen Äquivalenz des Substituts bzw. bis zum Einsatzort gedacht werden müssen. Erst unter Berücksichtigung der Unterschiede (Rezeptur, Verfahrensschritte, Transporte) zwischen dem Standardherstellungsprozess und der Herstellung von Bauprodukten mit RC-Anteilen können Aussagen über die energetischen Vor- oder Nachteile von Recycling getroffen werden.

Durch die Sondierungsstudie konnten erfolgreich Wissenslücken und Problemfelder aufgedeckt werden. So hat sich beispielsweise die Vermutung verfestigt, dass Transporte einen wesentlichen und nicht vernachlässigbaren Beitrag zum Energieaufwand von Recycling und Primärstoffgewinnung leisten. Da hier die Informations- und Datenlage noch sehr prekär ist, wird empfohlen, weitere Forschungen anzustellen.

Grundsätzlich haben die Untersuchungen erneut verdeutlicht, dass das Recycling vor dem Hintergrund von Ressourcenschonungszielen weiter gefördert werden muss und die notwendigen Grundvoraussetzungen weiter verbessert werden sollten.

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	2
KURZZUSAMMENFASSUNG	3
INHALTSVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
TABELLENVERZEICHNIS	10
1. EINFÜHRUNG	12
2. BETRACHTUNGSRAHMEN UND METHODISCHES VORGEHEN	14
2.1 RESSOURCENSCHONUNGSPOTENZIALE DURCH RECYCLING	14
2.2 GRUNDANNAHMEN UND BILANZRAHMEN	15
2.3 METHODISCHES VORGEHEN	20
2.3.1 <i>Struktur der Analyse</i>	20
2.3.2 <i>Erläuterung der Analyseschritte</i>	21
2.3.3 <i>Einheitliche Dokumentation der ausgewählten Bauproduktgruppen</i>	28
3. SEKUNDÄRSTOFFGEWINNUNG DER ZEHN BAUPRODUKTGRUPPEN VOM RÜCKBAUMATERIAL BIS ZUM SUBSTITUT	29
3.1 BETON	29
3.1.1 <i>Allgemeines zur Baustoffgruppe Beton</i>	29
3.1.2 <i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	30
3.1.3 <i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	32
3.1.4 <i>Fazit</i>	43
3.2 ZIEGEL	45
3.2.1 <i>Allgemeines zur Baustoffgruppe Ziegel</i>	45
3.2.2 <i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	45
3.2.3 <i>Energetische Bewertung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	51
3.2.4 <i>Fazit</i>	64
3.3 KALKSANDSTEIN	65
3.3.1 <i>Allgemeines zur Baustoffgruppe Kalksandstein</i>	65
3.3.2 <i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	65
3.3.3 <i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	69
3.3.4 <i>Fazit</i>	78
3.4 GIPS	80
3.4.1 <i>Allgemeines zur Baustoffgruppe Gips</i>	80
3.4.2 <i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	80
3.4.3 <i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	84
3.4.4 <i>Fazit</i>	91
3.5 FLACHGLAS	93
3.5.1 <i>Allgemeines zur Baustoffgruppe Flachglas</i>	93
3.5.2 <i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	93
3.5.3 <i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	97
3.5.4 <i>Fazit</i>	103
3.6 MINERALISCHE DÄMMSTOFFE	104
3.6.1 <i>Allgemeines zur Baustoffgruppe Mineralische Dämmstoffe</i>	104
3.6.2 <i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	105
3.6.3 <i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	106
3.6.4 <i>Fazit</i>	114

3.7	PVC-PROFILE	115
3.7.1	<i>Allgemeines zum PVC Recycling</i>	115
3.7.2	<i>Allgemeines zur Baustoffgruppe PVC-Profile</i>	115
3.7.3	<i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	116
3.7.4	<i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	118
3.7.5	<i>Fazit</i>	124
3.8	PVC-BODENBELÄGE	125
3.8.1	<i>Allgemeines zur Baustoffgruppe PVC-Bodenbeläge</i>	125
3.8.2	<i>Betrachtungsgrenzen und qualitative Beschreibung der Prozessketten vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	125
3.8.3	<i>Energetische Bewertung des Recyclings vom Rückbau bis zum Wiedereinsatz</i>	127
3.8.4	<i>Fazit</i>	133
3.9	ERDÖLBASIERENDE DÄMMSTOFFE	134
3.10	BAUHOLZ.....	136
3.11	ZUSAMMENSCHAU DER ANALYSEERGEBNISSE DER BETRACHTETEN BAUPRODUKTGRUPPEN	139
4.	STOFFLICHER UND ENERGETISCHER AUFWAND VON RECYCLING – HOCHRECHNUNGEN FÜR DEUTSCHLAND	143
5.	DISKUSSION UND AUSBLICK	151
6.	LITERATUR	154
7.	ANHANG	161
7.1	FLUSSBILDER ZU DEN UNTERSUCHTEN PROZESSKETTEN	1
7.2	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN DER ENERGIEKENNWERTE ZUR HERSTELLUNG VON PRIMÄRSTOFFEN	71
7.2.1	<i>Beton</i>	71
7.2.2	<i>Ziegel</i>	78
7.2.3	<i>Kalksandstein</i>	84
7.2.4	<i>Flachglas</i>	85
7.2.5	<i>Gips</i>	86
7.2.6	<i>PVC</i>	90
7.2.7	<i>Steinwolle</i>	91