

Potenziale von Rest- und Abfallstoffen

Bekanntermaßen ist die Bauindustrie der größte Verbraucher an mineralischen Ausgangsstoffen. Dazu zählen die Rohstoffe für die Zementherstellung und die Herstellung von Wandbaustoffen, aber ebenso Sand und Kies sowie gebrochene Natursteine. Zusätzlich zu den primären Rohstoffen finden auch aus Bauabfällen gewonnene Sekundärbaustoffe zunehmend Anwendung. Bei allen diesen Rohstoffquellen besteht eine erhebliche Differenz zwischen den tatsächlich abgebauten bzw. anfallenden Materialmengen und den verwerteten Mengen (Tabelle 1). Insgesamt betrachtet stehen sich eine abgebaute bzw. anfallende Menge von 719,8 Mio.t und eine verwertete Menge von 508,1 Mio.t gegenüber.

Tabelle 1: Gegenüberstellung von abgebauten und verwerteten natürlichen Gesteinskörnungen sowie Bauabfällen [1],[2]

Sand und Kies		
	Abgebaut	321 Mio.t
	Verwertet	287 Mio.t
	Differenz	34 Mio.t
Gebrochene Natursteine	Abgebaut	192 Mio.t
	Verwertet	144 Mio.t
	Differenz	48 Mio.t

Bodenaushub	Anfall	129,2 Mio.t
	Verwertet	13,7Mio. t
	Differenz	115,5 Mio.t
Asphaltaufbruch	Anfall	16,9 Mio.t
	Verwertet	15,7 Mio t
	Differenz	1,2 Mio. t
Bauschutt: Betonbruch + Mauerwerkbruch	Anfall	60.0 Mio.t
	Verwertet	47,3 Mio.t
	Differenz	12,7 Mio.t
Baustoffe auf Gipsbasis	Anfall	0,74 Mio.t
	Verwertet	0,44 Mio.t
	Differenz	0,30 Mio.t

Für eine Reihe dieser Stoffe wurden an der IABgGmbH Technologien für die Verwertung im Bausektor entwickelt. Eine Auswahl davon wird im Folgenden vorgestellt.

In einem von der Industrie unterstützten Forschungsprojekt wurden die Möglichkeiten der Verwertbarkeit von feinkörnigen Anfallstoffen aus der Natursteinaufbereitung als Zusatzstoff in Zementen geprüft, um so deren Dispersität und/oder chemische Eigenschaften zu nutzen [3],[4]. Drei der insgesamt sieben untersuchten

feindispersen Anfallstoffe sind „hoffnungsvolle Kandidaten“ für einen Einsatz als Zementzusatzstoff. Zur Konsolidierung dieser Aussage sind allerdings weitere Untersuchungen erforderlich.

Bei den Bauabfällen bestehen die größten Verwertungsdefizite beim Bodenaushub. In einem von einem Praxispartner initiierten DBU-Forschungsprojekt [5] konnte gezeigt werden, dass bei „normalen“ Bodenaushub, der nicht aus hoch kontaminierten Standorten stammt, durch einen mehrstufigen, nassen Aufbereitungsprozess verwertbare grobe und feine Gesteinskörnungen erzeugt werden können. Diese können für die Betonherstellung eingesetzt werden. Die Schadstoffe sind im Schluff als der feinsten Fraktion angereichert. Für diese Fraktion wird eine Verwertung in einem thermischen Verfahren empfohlen, um die Schadstoffe zu entfernen. In Frage kommt der Einsatz als Rohmehlkomponente bei der Herstellung von Zementklinker. Als Alternative bietet sich die Herstellung von leichten Gesteinskörnungen ähnlich Blähton in einem thermischen Verfahren an. Diese Option wurde experimentell untersucht. Die erzeugten Körnungen erfüllten alle bau- und umwelttechnischen Anforderungen. Deutliche Qualitätsverbesserungen ergaben sich, wenn als Ausgangsmaterial ein Gemisch aus Schluff und Mauerwerkbruch verwendet wurde. Letzterer wird ebenfalls oft nur auf niedrigstem Niveau verwertet.

Mauerwerkbruch ist ein Gemisch aus verschiedenen Wandbaustoffen, Mörteln und Putzen. Der Ansatz, aus den darin enthaltenen Ziegeln nach einer Aufbereitung puzzolanische Zusatzstoffe herzustellen, wird seit Jahrzehnten verfolgt [6]. Drei Fragestellungen wurden in Vorlauforschungsprojekten untersucht:

- Wie kann sortenreiner Ziegel aus feinkörnigem Mauerwerkbruch, welcher bestenfalls nur Mörtel und Putz als Nebenbestandteile enthält, abgetrennt werden?
- Beteiligen sich Ziegelmehle, die einem Zement zugegeben wurden, an der Hydratation und an der Festigkeitsbildung?
- Wie wirkt sich die Dispersität auf die Hydratationsbeteiligung von ziegelmehlhaltigen Zementen aus?

Die Erzeugung von sortenreinen Ziegelpartikeln erfordert zunächst eine „physische Trennung“ zwischen den am Ziegel anhaftenden Mörtel- oder Putzschichten und dem Ziegel selbst. Das erfolgt durch eine Zerkleinerung auf Korngrößen, die geringer als die Stärke der anhaftenden Schichten ist. Für die Sortierung von solchen feinkörnigen Gemische gibt es bisher kein in der Recyclingpraxis eingeführtes (und brauchbares) Verfahren. In Grundlagenuntersuchungen wurde die trockene Sortierung mittels eines Starkfeldmagnetscheiders erprobt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Trennung von Ziegel- und Mörtel/Betonpartikeln erreicht werden kann. In der Fraktion 0,5/1 mm stieg der Ziegelgehalt von 50 Masse-% im Aufgabematerial auf 80 Masse-% in der magnetischen Fraktion. In der Fraktion 1,0/2,8 mm wurden Ziegelgehalte von 100 Masse-% erreicht [7],[8],[9].

Die Untersuchungen zum Verhalten von Ziegelmehlen in Kompositzementen konzentrierten sich zunächst auf die Frage, ob die sich die Ziegelmehle an der Hydratation beteiligen. Anhand des mittels DTA nachgewiesenen Verbrauchs an

Portlandit konnte diese Frage bejaht werden. Die erreichten Festigkeiten blieben hinter denen des reinen Portlandzements zurück, konnten aber durch die Feinheit des Ziegelmehls beeinflusst werden [10].

Bauschutt, der aus Bims, Gips, Porenbeton und Ziegeln besteht und außerdem viel Feinkorn enthält, wird in den Annahmekatalogen von Containerdiensten oftmals als „nicht verwertbar“ deklariert bzw. von Recyclingunternehmen mit hohen Annahmepreisen belegt [11,12]. In einer Reihe von Forschungsprojekten wurde ein Verwertungsverfahren für dieses Material entwickelt, bei dem tatsächlich ein „Ucycling“ realisiert wird. Das ist möglich, weil die Gemische eine chemische Zusammensetzung aufweisen, welche der Zusammensetzung von blähfähigen Tonen entspricht. Unter Zugabe eines Blähmittels können aus diesen Gemischen in einem thermischen Prozess leichte Gesteinskörnungen hergestellt werden. Die Eigenschaften dieser „primärrohstofffreien“ Leichtzuschläge entsprechen denen von leichten Gesteinskörnungen, die gegenwärtig aus Tonen oder auch aus Flugasche produziert werden. Nach den Ergebnissen von Untersuchungen in der IAB-Pilotanlage [13], ist der für die Herstellung erforderliche thermische Energieaufwand keinesfalls höher als der für die Herstellung von leichten Gesteinskörnungen aus blähfähigen Tonen.

Literatur

- [1] Deutschland – Rohstoffsituation 2021. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- [2] Mineralische Bauabfälle Monitoring 2020. Kreislaufwirtschaft Bau.
- [3] Thermisch und mechanisch aktivierte feinpartikuläre mineralische Anfallstoffe als Additive für die Herstellung von Kompositzementen und Betonen – MinAdditiv. Forschungsprojekt gefördert von der EuroNorm GmbH 2014/2016.
- [4] Lipowsky, A.; Müller, A.: Gesteinsmehle als Zuschlagstoffe in hydraulischen Bindemitteln. AT MINERAL PROCESSING 2017, H. 12, S. 53 – 64.
- [5] Entwicklung eines Verfahrens zur vollständigen Aufbereitung und hochwertigen Verwertung von Boden- und Bauschuttmaterial für ressourcenschonende Baustoffe. Forschungsprojekt gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Abschlussbericht 2020.
- [6] Müller, A.; Martins, I.: Recycling of Building Materials. SpringerVieweg ISBN 978-3-658-34608-9, 2022.
- [7] Upcyclingtechnologien für Ziegelmehle aus dem Abbruch. Forschungsprojekt gefördert von der EuroNorm GmbH 2020/2023.
- [8] Lipowsky, A.; Götz, J. Müller, A.: Separation of brick particles from the sand fraction of masonry construction and demolition waste on the basis of their magnetic susceptibility. Veröffentlichung, eingereicht bei der Chemie-Ingenieur-Technik.
- [9] Lipowsky, A.; Goetz, J.; Rybizki, J.: Pure brick sand from Construction and

Demolition Waste (CDW) through magnetic sorting. V International Conference Progress of Recycling in the Built Environment. 10 October to 12 October 2023. IAB Weimar.

[10] Mueller, A.; Lipowsky, A.; Palzer, U.: Brick powders as pozzolanic additives in the cement production. Zement Kalk Gips 2020, Heft 7–8, S.38–45.

[11] <https://baumann-entsorgung.de/bauschutt/>

[12] Hoffmann, F.: Bestimmung des theoretischen Wärmebedarfs für die Herstellung leichter Gesteinskörnungen aus unterschiedlichen Rohstoffen. Bachelorarbeit. Hochschule Anhalt 2023.

[13] Liebezeit, S.; Müller, A.: Leichte Gesteinskörnungen aus Mauerwerkbruch – Ergebnisse der kleintechnischen Versuche. Ibausil Weimar 2023.