

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsvereinigung:	VDZ Technology gGmbH (Zementwerke)
Forschungseinrichtung 1:	VDZ Technology gGmbH Forschungsinstitut der Zementindustrie
Forschungseinrichtung 2:	-
IGF-Vorhaben-Nr.:	22000 N
Bewilligungszeitraum	01.02.2022 – 31.07.2024
Veröffentlicht VDZ-Webseite	https://www.vdz-online.de/wissensportal/forschungsprojekte/eignung-von-recyclinggips-zur-erstarrungsregelung-von-zementen-und-einfluesse-auf-zement-und-betoneigenschaften

Forschungsthema:

Eignung von Recyclinggips zur Erstarrungsregelung von Zementen und Einflüsse auf Zement- und Betoneigenschaften

1 Ausgangssituation

Das Erstarrungsverhalten von Zement wird i. W. durch Calciumsulfate optimiert. Große Teile der benötigten Calciumsulfatmengen werden durch Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA-Gips) der kohleverstromenden Industrie gedeckt. Jedoch verringert sich die Verfügbarkeit von REA-Gips infolge des Kohleausstiegs deutlich. Um den Rückgang der verfügbaren Mengen an REA-Gips auszugleichen, müssten natürlicher Gips- und Anhydritstein verstärkt abgebaut oder entsprechende Calciumsulfate importiert werden. Beides widerspricht der Ressourcen- und Klimapolitik der deutschen Zementindustrie.

Eine Alternative im Sinne der Kreislaufwirtschaft stellt die Verwendung von Recyclinggips (RC-Gips) dar. Mit den in Deutschland im langjährigen Mittel anfallenden RC-Gipsmengen wäre nicht nur der Wegfall des für die Zementindustrie verfügbaren REA-Gipses durch RC-Gips zu kompensieren, es könnte auch die eingesetzte Menge an natürlichem Calciumsulfat weiter verringert werden.

2 Problemstellung

Obwohl die sekundäre Sulfatquelle RC-Gips grundsätzlich als sehr geeignet anzusehen ist, konnten Zementhersteller bislang, wenn überhaupt, diesen in nur sehr geringen Mengen einsetzen, da das bekannte Verhalten von natürlichen Calciumsulfaten und REA-Gips nicht ohne weiteres auf RC-Gips übertragen werden konnte. Insbesondere fehlten Kenntnisse

über Einflüsse weiterer Bestandteile in RC-Gips auf Eigenschaften von Zement bzw. Mörtel und Beton.

3 Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens war, die Eignung von RC-Gips zur Verwendung bei der Zementherstellung zu untersuchen. Dazu wurden systematisch die notwendigen Einflussgrößen bzw. Parameter und Wertebereiche ermittelt, um RC-Gips zur Zementherstellung einsetzen zu können, sodass der Wegfall von REA-Gips kompensiert, natürliche Ressourcen geschont sowie die Menge an zu deponierenden Abfällen verringert werden können.

4 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse

Die chemisch-mineralogischen Zusammensetzungen der zu Vorhabenbeginn in Deutschland verfügbaren RC-Gipse unterschieden sich in den meisten geprüften Parametern nicht wesentlich. Die Spurenelementgehalte im Feststoff und die Konzentrationen der Eluatparameter lagen weit unterhalb der in DIN 4226-101 angegebenen Maxima. Die während des Vorhabens gelieferten Chargen an RC-Gipsen wiesen eine hohe Gleichmäßigkeit auf. Insgesamt entsprachen die RC-Gipse in den wesentlichen Kennwerten dem untersuchten Naturgips.

Die RC-Gipse wiesen teilweise eine sehr unterschiedliche Feuchte auf. Der jeweilige Gehalt an Oberflächenfeuchte ist bei der massenbasierten Zugabe von RC-Gips in die Zementmühle zu beachten. Die Gehalte an Calciumsulfatdihydrat der RC-Gipse waren höher als im verwendeten Naturgips. Die RC-Gipse entwässerten langsamer als der Naturgips. Das bedeutet, dass RC-Gips in der Zementmühle bei gleicher Verweildauer bzw. Mühlentemperatur in geringerem Maße zu leicht löslichem Hemihydrat entwässern kann als natürlicher Gips. Die Löslichkeiten der zu Hemihydraten entwässerten RC-Gipse entsprachen der Löslichkeit des entsprechend entwässerten Naturgipses bzw. stimmten mit Literaturangaben überein. Die Gehalte an TOC der RC-Gipse waren höher als beim Naturgips.

Zemente mit unterschiedlichen Klinkern in verschiedenen Mahlfineinheiten sowie jeweils einer Mischung aus zu Hemihydrat entwässertem RC-Gips und Anhydrit erfüllten stets die Anforderungen der DIN EN 197-1 an die Raumbeständigkeit und den Erstarrungsbeginn sowie die Druckfestigkeit von Normalzement.

Manche RC-Gipse erhöhten den Luftgehalt von Frischmörtel in Abhängigkeit des TOC-Gehalts teilweise deutlich. Das führte zu weicheren Mörtelkonsistenzen und geringeren Rohdichten von Frisch- bzw. Festmörtel. Die verringerten Rohdichten bzw. erhöhten Luftgehalte werden vorrangig auf den höheren Gehalt an TOC in RC-Gips zurückgeführt.

Der TOC-Gehalt von RC-Gips konnte durch Auswaschung mit Hexan nicht nennenswert verringert werden. Durch Temperung von RC-Gips konnte der TOC-Gehalt signifikant reduziert werden. Damit hergestellte Zemente führten zu normalen Frischmörtelluftgehalten und üblichen Druckfestigkeiten. Auch durch einen entschäumend wirkenden Zusatz konnten TOC-induzierte hohe Luftgehalte und geringere Druckfestigkeiten vermieden werden. Auch ein die Erhärtung beschleunigender Zusatz erhöhte die Druckfestigkeit von Mörtel mit RC-Gipszement in den Bereich der Referenz und kompensierte den TOC-bedingten Einfluss des höheren Luftgehalts auf die Druckfestigkeit.

Bei Verwendung von Zement mit zu Hemihydrat entwässertem RC-Gips war weniger natürlicher bzw. synthetischer Luftporenbildnerwirkstoff für den gleichen Luftgehalt von

Frischmörtel erforderlich als bei Zement mit entsprechend entwässertem Naturgips. Die Wirkung von polycarboxylatetherbasierten Fließmitteln für Transportbeton sowie für Betonfertigteile wurden durch RC-Gipszement nicht beeinflusst. Jedoch war in Kombination mit RC-Gipszement mehr Wirkstoff zu dosieren, um eine mit Referenzzement vergleichbare Wirksamkeit der Fließmittel einzustellen.

Die Freisetzung von Stoffen aus Beton mit RC-Gipszement unterschied sich nicht signifikant von der Stofffreisetzung aus dem Referenzbeton mit Naturgips im Zement. Für beide Betone wurden teilweise deutlich weniger als 10% der zulässigen Freisetzung gemessen. Dies unterstreicht die grundsätzliche Eignung von RC-Gips zur Verwendung im Zementherstellungsprozess.

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben Nr. **22000 N** der VDZ Technology gGmbH, Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.