

Einfluss einer Verfestigung von Hüttensand auf seine Eigenschaften

Förderstelle: AIF

Nr.: 10269

Laufzeit: 01.07.1995 bis 30.06.1997

Projektleiter: Dr.-Ing. E. Lang

Kurzfassung

Einer im Regelfall nur wenig schwankenden Hüttensanderzeugung steht ein jahreszeitlich diskontinuierlicher Bedarf an Hüttensanden in der Zementindustrie gegenüber. Dies kann bei steigender Hüttensanderzeugung zu einer erhöhten Zwischenlagerung führen. Aus der Praxis ist bekannt, dass sich Hüttensande im Lager verfestigen und sich ihre Eigenschaften verändern können. Die Erfahrungen sind aber teilweise sehr widersprüchlich.

Ziel des Forschungsvorhabens war die systematische Untersuchung des Einflusses des Frischezustands auf die Eigenschaften von marktrelevanten Hüttensanden aus der laufenden Erzeugung. Vorrangig wurden die Eigenschaften betrachtet, die für die Zementherstellung von besonderer Bedeutung sind, also insbesondere auf die Hydraulizität und Mahlbarkeit. Die Ergebnisse sollen die vorhandenen, aber bisher nicht erarbeiteten Korrelationen zwischen dem Frischezustand von Hüttensand, seiner Hydraulizität und seinen technologischen Eigenschaften aufzeigen und damit wirtschaftlich nutzbar machen.

In dem Forschungsvorhaben wurden je 100 Tonnen fünf verschiedener Hüttensande ausgelagert und der Einfluß der Lagerung in bestimmten zeitlichen Abständen über insgesamt 9 Monate untersucht. 170 Laborzemente wurden hergestellt und eingehend charakterisiert.

Der Gehalt an chemisch gebundenem CO_2 und H_2O nahm mit der Auslagerungsdauer erwartungsgemäß zu, ansonsten blieb die chemische Zusammensetzung unverändert. Auch der Glasgehalt der Hüttensande blieb während der Auslagerung nahezu unverändert. Der Rückgang betrug im Verlauf von 9 Monaten maximal 0,6 Vol.-%!

Die Mahlbarkeit (bestimmt mit dem Zeiselverfahren in "klassischer" und modifizierter Form) von vier der fünf ausgelagerten Hüttensande bleibt über den Auslagerungszeitraum ebenfalls konstant. Ein Hüttensand ist im frischen Zustand im Vergleich zu den vier anderen Hüttensanden schwerer mahlbar. Dieser Hüttensand wird gegen Ende der 9-monatigen Auslagerung leichter mahlbar und liegt dann auf dem Niveau der übrigen Hüttensande, deren Mahlbarkeit sich praktisch nicht verändert hatte.



Hüttensand HS 4 nach 4 Jahren Lagerdauer

Die Zemente, die unter Verwendung der ausgelagerten Hüttensande bei konstanter Feinheit hergestellt wurden, besaßen mit zunehmendem Lagerungsalter der Hüttensande längere Erstarrungszeiten. Der Wasseranspruch zur Erzielung der Normsteife blieb aber konstant. Eine Ausnahme bildete der Hüttensand, dessen Mahlbarkeit sich bei längerer Auslagerung verbesserte. Bei diesem Hüttensand veränderte sich trotz gleicher spezifischer Oberfläche das Kornband. Das führt zu einer Zunahme des Wasseranspruchs nach 6- und 9-monatiger Auslagerung. Das Kornband der übrigen vier untersuchten Hüttensande ist nach der Mahlung in der Kugelmühle unabhängig vom Hüttensandalter vergleichbar.

Die Biegezug- und Druckfestigkeit sowie der dynamische E-Modul der Zementmörtel wurden durch die Lagerung der Hüttensande unter den gewählten Lagerungsbedingungen praktisch nicht beeinflusst. Die Hydraulizität der Hüttensande blieb über den Auslagerungszeitraum von 9 Monaten unverändert erhalten. Dies wurde sowohl bei der Prüfung gemäß der "FEhS-Hüttensandkartei" als auch bei der Bestimmung der hydraulischen Kennzahlen festgestellt.

Der immer wieder diskutierte Abfall der Hydraulizität mit längerer Lagerungsdauer kann anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden. In der Tabelle sind die minimalen und maximalen Druckfestigkeiten für die Zemente mit einem Hüttensand/Klinker-Verhältnis 75/25 und der Auslagerungsdauer 0 bis 9 Monate angegeben.

Prüfalter	Spannweite der Druckfestigkeit in N/mm ²				
	HS 1	HS 2	HS 3	HS 4	HS 5
2 Tage	9,2 - 12,4	9,0 - 10,8	6,8 - 9,2	7,3 - 10,0	4,6 - 6,7
7 Tage	26,7 - 29,8	27,2 - 28,4	27,7 - 30,8	29,3 - 33,5	21,3 - 24,7
28 Tage	39,8 - 42,8	40,0 - 41,0	42,0 - 44,8	42,9 - 45,0	34,9 - 38,7
91 Tage	49,0 - 51,2	47,3 - 49,2	49,5 - 52,0	49,3 - 51,7	42,4 - 44,5

Die CBR-Stempeleindringversuche zeigten als einziges angewandtes Prüfverfahren markante Unterschiede zwischen den untersuchten Hüttensanden im Verfestigungsverhalten auf.

Aus den Untersuchungen kann gefolgert werden, daß die Verdichtung der Hüttensande im Lager im Vergleich zu den übrigen drei Haupteinflußfaktoren (Eigenschaften und Struktur der Schlacke, Körnung und Umwelteinflüsse) einen sehr großen Einfluß auf die Verfestigung hat. Trotz einer Auslagerung von je etwa 100 Tonnen Hüttensand für die Auslagerungsversuche reichte diese Menge anscheinend nicht aus, um ohne zusätzliche Verdichtung im Auslagerungszeitraum von 9 Monaten eine starke Verfestigung zu erreichen, wie sie aus der Praxis bei Hüttensandlagern zu beobachten ist. Darüber hinaus ist zu beachten, ob die Beprobung des Hüttensands aus dem Kern- oder Außenbereich des Lagers stattfindet. Im Außenbereich findet ein deutlich geringerer Anstieg des Gehalts an gebundenem CO₂ und H₂O statt als im Kernbereich.

Bei der Herstellung von CBR-Körpern wurden die Hüttensande unter vergleichbaren Bedingungen verdichtet und gelagert, d.h. die Einflußfaktoren Umwelt und Verdichtung waren konstant. Dabei zeigte sich ein starker Einfluß der Struktur und Körnung des Hüttensands auf die Verfestigung. Die Wichtung, welche Einflußfaktoren für die Hüttensandverfestigung maßgeblich sind, schwanken somit in Abhängigkeit von den Randbedingungen selbst für die Auslagerung des gleichen Hüttensands sehr stark.

Anhand der Ergebnisse lassen sich die Auswirkungen der Auslagerung auf die zementtechnischen Eigenschaften der untersuchten Hüttensande abschätzen. Nach Abschluss des Forschungsvorhabens wurden bei Auflösung der Versuchslager nach 3-4 Jahren noch einmal Untersuchungen durchgeführt, die die Ergebnisse des Vorhabens bestätigten.