

Zemente und Zusatzstoffe – aktuelle Entwicklungen

Detlef Heinz

Centrum Baustoffe und Materialprüfung, Technische Universität München
Tel +49.89.289.27056 · heinz@tum.de



Prof. Dr.-Ing. Detlef Heinz

1975/1980 Studium Metallurgie und Werkstofftechnik, RWTH Aachen

1981/1986 Wiss. Mitarbeiter und Promotion am Inst. f. Gesteinshüttenkunde, RWTH Aachen

1986/1997 Leiter Entwicklung und Labor in der Industrie (Kraftwerksnebenprodukte)

1997/2001 Professur Herstellung mineralischer Baustoffe, RWTH Aachen

seit 2001 Professur Gesteinshüttenkunde im cbm der TU München

Ausgangslage

Beton ist der mit Abstand wichtigste Baustoff unserer Zeit. Das drückt sich in einem aktuellen weltweiten Verbrauch von ca. 5 Mrd. m³ pro Jahr aus. Entsprechend hoch sind die Verbrauchsmengen der Betonausgangsstoffe, deren Produktion in unterschiedlichem Maße auch zu regionalen und überregionalen Umweltbelastungen führt. Als bisher unverzichtbares, rohstoff- und energieintensives Ausgangsprodukt der erforderlichen Bindemittel für den Beton kommt dabei dem Zementklinker eine besondere Bedeutung zu. So werden etwa 5 % der weltweiten anthropogenen CO₂-Emissionen der Zementproduktion zugeschrieben, mit einem wesentlichen Anteil aus der Klinkerproduktion. Für Deutschland liegt der Anteil der CO₂-Emissionen der Zementproduktion an der Gesamtemission etwa bei 3 %. Es fehlt daher nicht an Initiativen zur Minderung des Klinkeranteils in den Zementen oder auch in den Betonen, insbesondere durch den Einsatz von inerten oder reaktiven Bindemittelkomponenten, Englisch SCM Supplementary Cementi-

tious Materials, die als Zementbestandteil oder Betonzusatzstoff eingesetzt werden.

Aktuelle Situation in Deutschland

Zur Senkung der Klinkerquote in den Normzementen sind neben den traditionellen hüttensandhaltigen CEM III-Zementen seit den 1990iger Jahren zunehmend CEM II-Zemente als CEM II-LL (Kalksteinmehlzemente) und seit etwa 2005 auch als dreikomponentige CEM II-M-Zemente in den Markt gebracht worden. Diese letztgenannten Zemente enthalten neben Klinker (65 – 70 %) meist Kalkstein in Kombination mit Hüttensand oder Flugasche. Die technischen Eigenschaften dieser Zemente können - speziell bei getrennter Mahlung der Komponenten – auch im Hinblick auf die Frischbetonrheologie optimiert werden. Der Marktanteil der CEM II-Zemente stagniert in den vergangenen ca. 5 Jahren bei rund 50 %, der Anteil von Portlandzement CEM I bei etwa 30 %. Für diesen immer noch hohen Marktanteil von CEM I mit höchstem Klinkeranteil gibt es mehrere Gründe. Zunächst ist festzustellen, dass der zur Reduzierung der anthropogenen CO₂-Emissionen in der EU eingeführte Emissionshandel nicht die gewünschte marktwirtschaftliche Lenkungswirkung entfaltet hat. Es ist derzeit fraglich, ob die diskutierten Systemanpassungen hier zu einer nennenswerten Änderung in den kommenden Jahren führen werden. Daneben ergaben sich in den vergangenen Jahren Versorgungsengpässe und Unsicherheiten über die künftige Verfügbarkeit der Zementkomponenten Hüttensand und Flugasche, die als Sekundärrohstoffe in anderen Industrien als der Bindemittelindustrie erzeugt werden und deren Produktionsmengen damit nicht bedarfsgerecht steuerbar sind. Die technisch mögliche Ausweitung des Einsatzes von Kalkstein befindet sich auf dem Weg der Umsetzung, wie entsprechende bauaufsichtliche Zulassungen für Zemente zeigen, aber auch die Arbeit für die Normung sogenannter CEM X-Zemente auf europäischer Normungsebene. Grenzen für die Reduzierung der Klinkeranteile dieser Zemente ergeben sich aus dem bisher durch die Kombination von Zement- und Betonnorm definierte Leistungsprofil der Zemente, dass neben der Erzielung der Festigkeit die Sicherstellung einer ausreichenden Dauerhaftigkeit erfordert. Neben den Entwicklungen zur Verringerung der Klinkerquote der Zemente gibt es verschiedene Initiativen der bauausführenden Industrie und einzelner Betonhersteller zur Verminderung des Klinkeranteils im Beton durch Kombination von Zementen mit Betonzusatzstoffen. Dabei zielte die ursprüngliche

Motivation z.B. eines verstärkten Einsatzes von Flugasche in Gründungsbetonen auf die Erzielung bautechnischer Vorteile (verringerte Hydratationswärme, erhöhte Dichtigkeit) neben Kostenaspekten. Daneben gibt es seit längerem Bemühungen auf internationaler Ebene zur Entwicklung „CO₂-reduzierter“, klinkerarmer Betone (Green Concrete), die seit einigen Jahren auch in Deutschland verfolgt werden, z.B. in Form flugaschereicher Betone [1]. Im Sinne des Prinzips gleicher Betonleistungsfähigkeit wird dabei durch einzelne oder kombinierte Betonzusatzstoffe Zement ausgetauscht und - bei Optimierung der Gesamtsieblinie der Feststoffe – durch den Einsatz von Fließmitteln, die für die Verarbeitung als herkömmlicher Rüttelbeton erforderliche Wassermenge soweit abgesenkt, dass die geforderte Festigkeit und Dauerhaftigkeit erreicht wird. Für potentielle Anwender ergibt sich damit eine komplexe Optimierungsaufgabe, die die Ziele ausreichende Frischbetonverarbeitbarkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit verknüpfen muss mit der Verfügbarkeit geeigneter Betonzusatzstoffe und –zusatzmittel sowie auch den Kosten. Dazu tritt die Problematik der geeigneten Nachweise der Betonleistungsfähigkeit zur Erlangung der erforderlichen bauaufsichtlichen Zulassungen.

Ausblick

Die geschilderten Entwicklungen bei Zement und Beton lassen in Bezug auf die gewünschten rheologischen Eigenschaften von Frischbeton einen zunehmenden Zielkonflikt zwischen dem Erreichen der Anforderung zur Verminderung des w/b-Wertes zur Erzielung einer bestimmten Festigkeit und Dauerhaftigkeit durch Einsatz von Fließmitteln und deren Nutzung zur Sicherstellung der Frischbetonverarbeitbarkeit erkennen. Die Dynamik und auch die Richtung der künftigen Entwicklung werden bestimmt durch die weiteren Anstrengungen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen bei der Betonproduktion und die Verfügbarkeit geeigneter Zusatzstoffe und Fließmittel. Dabei werden auch neue Komponenten wie z.B. calcinierte Tone oder Kalksteine mit geringerem Calciumcarbonatgehalt bei den Zusatzstoffen oder z.B. Sulfoaluminat-basierte Zemente bei den Bindemitteln eine noch zu definierende Rolle spielen. In beiden Bereichen wird sich das cbm durch weitere aktive Forschung einbringen.

[1] Heinz, D.; Urbonas, L.; Göbel, M.; Schubert, J.: Praxisgerechte flugaschereiche Betone mit Hochleistungsfließmitteln. BWI-BetonWerk International 15 (Nr. 5), 2011, 36-45