

Duisburg, 14. Februar 2006/La

N I E D E R S C H R I F T

über die 77. Sitzung des Arbeitskreises "Baustoffe" am 07. November 2005 in
Duisburg-Rheinhausen

Anwesende Mitglieder:

Arlt, Berndl, Bilgeri, Breidohr, Brodersen (Obmann), Dombrowski, Erdmann, Kühn, Liebig für
Höppner, Liebisch, Mieck, Schaller

Gäste:

Kühn, Siebel

FEhS-Institut:

Ehrenberg, Kohlmann, Lang, Lehmann, Lohmann, Motz

Verhinderte Mitglieder:

Breuer, Buchwalder, Kurtz, Lungen, Rendchen, Richter, Schöring

Eingeladen war mit Schreiben vom 10. Oktober 2005.

T A G E S O R D N U N G

- TOP 1 Genehmigung der Niederschrift der 76. Sitzung
- TOP 2 Bericht über die Tätigkeit in Ausschüssen
- TOP 3 Europäische Normungsvorhaben
- Gemahlener Hüttensand als Betonzusatzstoff
- Sulfathüttenzement
- TOP 4 Bearbeitungsstand ausgewählter Aufgaben 2004
- Bericht über das abgeschlossene AiF-Forschungsvorhaben
„Die Beeinflussung von Hüttensandglas durch die Mahlung“
- Alkaliaktivierte Bindemittel
- Vervollständigung der Hüttensanddatei
- Frost-Tausalz-Widerstand
- TOP 5 Patente
- TOP 6 Verschiedenes

Herr Brodersen eröffnet um 9.30 Uhr die Sitzung und begrüßt die Anwesenden, insbesondere Herrn Dombrowski, der für Herrn Pethke im Arbeitskreis Baustoffe mitarbeiten wird.

TOP 1: Genehmigung der Niederschrift

Die Niederschrift über die 76. Sitzung vom 09. Mai 2004 wurde ohne Änderungen genehmigt.

TOP 2: Bericht über die Tätigkeit in Ausschüssen

Herr Lang informiert über die in den Gremien des DAfStb, des DIN und des VDZ im Berichtszeitraum behandelten Themenstellungen.

NABau-AA „Betontechnik“, VDZ-AA „Betontechnik“

In den beiden Arbeitsausschüssen und den untergeordneten Arbeitskreisen wurden vorrangig Fragen der Normung und des Regelwerks behandelt.

Der NABau-AA „Betontechnik“ ist auch gleichzeitig Spiegelausschuß für die europäische Normung. Hier wurden u.a. die Normentwürfe für die Betonzusatzstoffe „Hüttensand“, "Flugasche" und „Silikastaub“ behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeit in diesen Arbeitsausschüssen war die A1-Änderung der Betonnorm DIN 1045 und hier insbesondere die des Teils 2. Nach der Einführung der DIN 1045 Teil 2, Ausgabe Juli 2001, hat sich in der Praxis gezeigt, daß die unter dem Gesichtspunkt erhöhter Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken getroffenen Regelungen teilweise nicht praxisrelevant waren. Die erhöhten Festigkeitsanforderungen führten für einige Anwendungsgebiete zu Betonrezepturen, die nicht praxisgerecht waren. Nach ausgiebigen Diskussionen wurde ein Teil der Anforderungen an die Druckfestigkeit der Betone und somit auch an Zement- und Wassergehalte der Betone reduziert. Dabei wurden aber nicht generell die aus der alten DIN 1045 bekannten Werte wieder eingeführt, sondern sehr selektiv vorgegangen. Die vorgenommenen Änderungen wurden als Tischvorlage verteilt.

Fertiggestellt wurde der DAfStb-Sachstandbericht „Übertragbarkeit von Frostlaborprüfungen auf Praxisverhältnisse“ (Heft 560 des DAfStb). Vom DAfStb wurden des weiteren Beiträge zum Kolloquium „Frostwiderstand von Beton in Labor und Praxis“ (29. – 30.09.2005) in einem Sammelband veröffentlicht. Beide Publikationen liefern einen guten Überblick über den gegenwärtigen Wissenstand, die häufigen Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen der Laborprüfung und dem Praxisverhalten bestehen aber weiter und bedürfen einer Klärung.

NABau „Zement“/CEN TC 51 „Zement“

Schwerpunkte des NABau „Zement“, der auch als nationaler Spiegelausschuß für den CEN TC 51 tätig ist, waren die Überarbeitungen verschiedener europäischer Prüfnormen für Zement aus der Normenreihe EN 196. Großbritannien hat seine Norm über Sulfathüttenzement überarbeitet (BS 4248:2004) und daraufhin beim CEN TC 51 den Antrag auf europäische Normung gestellt. Diesem Antrag wurde stattgegeben und eine „task group“ zur Erarbeitung eines Normentwurfs eingerichtet. Deutschland hat die Herren Hårdtl und Lang in diese Gruppe entsandt, s. auch TOP 3).

Ad hoc AK „Leistungsfähigkeit von Zementbestandteilen“ und „Dauerhaftigkeit“

Beide Arbeitskreise tagten gemeinsam, da es zahlreiche übergreifende Themen zu behandeln galt. Auf der letzten Sitzung wurden erneut die Eigenschaften von Kalksteinmehl bei einer Verwendung als Zementbestandteil behandelt. Im Vordergrund standen neben Fragen zu den prinzipiellen Reaktionsmechanismen, z.B. ob Kalksteinmehl als Füller oder als Reaktionspartner wirkt, Untersuchungen zum Einfluß der Nachbehandlung auf Portlandkalksteinzemente sowie zum Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand von Portlandkalksteinzementen CEM II/B-LL mit Kalksteingehalten zwischen 21 und 35 %. Behandelt wurden ferner Untersuchungen zur Wechselwirkung von Betonzusatzmitteln mit hüttensandhaltigen Zementen. Dabei hat sich gezeigt, daß CEM II- und CEM III-Zemente mit deutlich weniger Fließmittel den Sättigungspunkt erreichen als CEM I-Zemente.

TOP 3: Europäische Normungsvorhaben

Die vom CEN TC 104 „Beton“ eingerichtete WG 15 hat nach der nationalen Umfrage - CEN enquiry - die Entwürfe der Teile 1 und 2 der europäischen Norm für gemahlene Hüttensand als Betonzusatzstoff überarbeitet. Aufgrund der Umfrageergebnisse beim CEN enquiry, bei dem nur drei Länder mit „Nein“ votiert hatten (Deutschland, Niederlande, Österreich), bestand seitens der übrigen Mitgliedsländer in der WG 15 keine Bereitschaft, insbesondere am Teil 1 grundlegende Änderungen an den vorgelegten Normentwürfen durchzuführen. Alle deutschen Forderungen, wie Absenkung des SO_3 -Gehalts, Festlegung von Gleichmäßigkeitskriterien sowie Anhebung des Aktivitätsindex und der Mindestfeinheit, wurden nicht übernommen. Deutschland wird daher beim „formal vote“ erneut mit „Nein“ stimmen. Dies wird aber aufgrund der Stimmengewichtung keine Auswirkungen auf die Fertigstellung der Norm (voraussichtlich 2006) haben.

Eine österreichische Firma hat einen Sulfathüttenzement unter Verwendung von Hüttensanden entwickelt, die einen deutlich niedrigeren Al_2O_3 -Gehalt aufweisen, als in früheren Normen für Sulfathüttenzemente vorgeschrieben war (z.B. DIN 4210, Al_2O_3 -Gehalt > 13 %). Diese Firma hat eine europäische technische Zulassung für dieses Produkt erhalten. Parallel beantragte Großbritannien im

TC 51 die Erarbeitung einer europäischen Norm für Sulfathüttenzement. Zwischenzeitlich liegen zwei unterschiedliche Entwürfe vor, die jeweils die spezifischen Eigenschaften von Sulfathüttenzementen zweier Hersteller charakterisieren. Aufgabe der Task Group 4 ist es, auf der nächsten Sitzung im Februar 2006 einen Kompromiß zwischen beiden Vorschlägen zu finden oder eine Klasseneinteilung vorzunehmen.

TOP 4: Bearbeitungsstand ausgewählter Aufgaben 2005

Die Beeinflussung von Hütten sandglas durch die Mahlung

Das AiF-Forschungsvorhaben Nr. 13694 zu diesem Thema ist abgeschlossen. Herr Ehrenberg berichtet ausführlich über die erzielten Ergebnisse, die sich folgendermaßen zusammenfassen lassen:

Hütten sand ist ein weitgehend glasiges und relativ hartes Nebenprodukt der Roheisenherstellung. Der Anteil der Zerkleinerung des Hütten sands auf Zementfeinheit am gesamten Primärenergieinhalt beträgt mit ca. 58 kWh/t (ohne Stromwirkungsgrad) bzw. 164 kWh/t (mit Stromwirkungsgrad) ca. 50 %. Nachdem in der Zwischenzeit zahlreiche Walzenschüsselmühlen mit Erfolg für die Zement- und Hütten sandmahlung in Betrieb genommen worden sind, wird gelegentlich aus der industriellen Praxis berichtet, daß Hütten sandmehle aus einer Walzenschüsselmühle zum Erreichen gleicher Festigkeiten der Mörtel und Betone z.T. wesentlich höhere spezifische Oberflächen aufweisen müssen als solche, die in Kugelmühlen oder in Kombinationen aus Gutbett-Walzen- und Kugelmühlen zerkleinert werden. Die Erhöhung der spezifischen Oberfläche um mehrere hundert cm^2/g senkt jedoch den energetischen Vorteil, den Walzenschüsselmühlen gegenüber anderen Mahl- aggregaten grundsätzlich bieten. Neben technischen Gesichtspunkten ist die Gasatmosphäre der Mühlen als möglicher Verursacher für dieses Verhalten in der Diskussion.

Um dem Einfluß einzelner Gasparameter wie Temperatur, Feuchte oder CO_2 -Gehalt zu erforschen, wurden insgesamt 6 Hütten sande unterschiedlicher Hersteller nach eingehender chemischer und physikalischer Charakterisierung in einer Scheibenschwingmühle auf Zementfeinheit aufbereitet ($3000 - 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$) und anschließend in einer selbstgebauten Laborapparatur für unterschiedliche Zeiträume von Luft bzw. Gas durchströmt. Die derart behandelten Hütten sandmehle wurden anschließend sowohl hinsichtlich ihres Gehalts an chemisch gebundenem CO_2 und H_2O als auch ihrer Korngrößenverteilung überprüft. REM-Untersuchungen gaben Hinweise auf Oberflächenveränderungen der Hütten sandglaskörner. Mörteltechnische Untersuchungen mit Hochofenzement (75 M.-% Hütten sand), durchgeführt an Kleinprismen $1 \times 1 \times 6 \text{ cm}$, zeigten Veränderungen der

latent-hydraulischen Eigenschaften. Untersuchungen an 2 Alt-Hüttensanden (10 und 60 Jahre alt) sowie Versuche im Technikums- und im industriellen Maßstab ergänzten die Laboruntersuchungen in Kooperation mit 2 KmU des Anlagenbaus.

Die Arbeiten haben zeigen können, daß die Mahl- und Lagerungsatmosphäre negativen Einfluß auf die Eigenschaften des Hüttensandmehls nehmen kann. Überraschend an den bisherigen Versuchsergebnissen ist aber, daß eine z.T. sehr deutliche Erhöhung des Gehalts an chemisch gebundenem CO_2 und H_2O , die bei ungemahlenem Hüttensand häufig zur Beurteilung des Frischezustands herangezogen wird, nur in wenigen Fällen zu einer Beeinträchtigung der latent-hydraulischen Eigenschaften führt. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse muß jedoch beachtet werden, daß dies im wesentlichen für Versuche gilt, bei denen nur jeweils ein einzelner Parameter (nur Feuchte, nur Temperatur etc.) untersucht wurde. Ein Versuch mit einem realen Verbrennungsgas hingegen ergab Druckfestigkeitsminderungen von 19 % nach 28 Tagen bis 71 % nach 2 Tagen. Auf Grund der bislang vorliegenden Erkenntnisse scheint die in der Praxis beschriebene Tatsache unterschiedlicher Festigkeitsentwicklungen bei Verwendung unterschiedlicher industrieller Trocknungsgase nicht oder zumindest nicht nur auf eine Vorhydratation bzw. Vorcarbonatisierung der Hüttensandoberflächen zurückzuführen sein. Es ist eher zu erwarten, daß die Kombination aus erhöhter Temperatur, Feuchte und weiteren Gasbestandteilen (wie SO_2) zu einer partiellen Glaskorrosion führt. Diese kann u.U. auf Grund der dünnen Reaktionsschichten analytisch im Feststoff kaum nachzuweisen sein, sich aber dennoch in der Praxis bei der Zementanwendung negativ bemerkbar machen.

Eine erste Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgte zwischenzeitlich im "Report des Forschungsinstituts" 12 (2005) Heft 2, S. 7-10.

Alkaliaktivierte Bindemittel

Das bei der AiF zu diesem Thema beantragte Forschungsvorhaben konnte 2005 begonnen werden. Erste Grundlagenuntersuchungen zu diesem Thema wurden im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt, deren Ergebnisse Herr Zurek vorstellt. Untersucht wurden die Eigenschaften verschiedener Bindemittel aus alkaliaktivierten Hüttensandmehlen (Erstarren, Festigkeitsentwicklung, Hydratationswärme freisetzung, Porosität und Porenverteilung, Bildung von Hydratationsprodukten) in Abhängigkeit vom Hüttensand, der Feinheit, der Art und Menge des Anregers, dem Wasser/Bindemittel-Wert und den Lagerungsbedingungen. Zusätzlich erfolgten erste Untersuchungen zur Beeinflussung der Erstarrungszeiten.

Die Ergebnisse bestätigen, daß es möglich ist, durch eine alkalische Anregung der Hüttensande ohne zusätzlich Klinkerkomponente Bindemittel mit hohen Früh- und Spätfestigkeiten herzustellen. Art und Menge an Anreger wirken nicht bei allen Hüttensanden in gleicher Weise. Die Lagerungs-

bedingungen (Wasserlagerung oder Lagerung in Folie) haben einen großen Einfluß auf die Festigkeitsentwicklung. Trotz hoher Frühfestigkeiten sind die Hydratationswärmemengen sehr gering und liegen noch deutlich unter den Anforderungen für Zemente mit niedriger Hydratationswärme – NW.

Die Untersuchungen werden gemäß Arbeitsprogramm fortgeführt.

Vervollständigung der Hüttensanddatei

Die Hüttensanddatei ist ein wichtiger Datenfundus, der sowohl im Rahmen aktueller Normungsaktivitäten als auch der stärkeren europäischen Zusammenarbeit des FEhS-Instituts mit Hüttensandherstellern und Zementerzeugern immer größere Bedeutung gewinnt. Damit steigen aber auch die Anforderungen. Neben Informationen über deutsche Hüttensande werden zunehmend auch Daten über europäische und außereuropäische Hüttensande erfragt und dies möglichst auf statistisch abgesicherter Basis. Das größte Problem ist dabei der Erhalt exakt zuordenbarer Proben. 2005 ist es in Zusammenarbeit mit anderen Firmen gelungen, zahlreiche ausländische Hüttensandproben zu erhalten und damit die Hüttensanddatei deutlich auszuweiten. Durch Kooperationsvereinbarungen soll die erweiterte Untersuchungsmöglichkeit von fremden Hüttensanden längerfristig gesichert werden.

Frost-Tausalz-Widerstand

Die immer häufiger werdende Forderung verschiedener Auftraggeber, insbesondere der öffentlichen Hand, ergänzend zu den Anforderungen an Betone mit hohem Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand nach DIN 1045-2 auch noch eine Performance-Prüfung nach dem CIF- bzw. CDF-Verfahren zu fordern, hat in jüngerer Zeit wiederholt zu Problemen geführt. Betone, deren Zusammensetzung nach DIN 1045-2 einen hohen Frost- bzw. Frost-Tausalz-Widerstand erwarten ließen, haben die entsprechende Performance-Prüfung nicht bestanden. Das FEhS-Institut hat in verschiedenen Forschungsvorhaben nachgewiesen und dies auch mehrfach veröffentlicht, daß diese Prüfverfahren nicht in allen Fällen die Verhältnisse in der Praxis ausreichend widerspiegeln.

In der Vergangenheit zeigten sich diese Diskrepanzen insbesondere an Betonen mit hüttensandreicheren Zementen, da aufgrund der Vorlagerungsbedingungen langsam erhärtende Zemente durch das Prüfverfahren besonders ungünstig bewertet werden. Neuere Untersuchungen eines unabhängigen Prüfinstituts an Betonen mit CEM II/B-S und CEM I ergaben, daß die Performance-Prüfungen nicht bestanden werden, obwohl aufgrund der Zusammensetzung und bisherigen allgemeinen baupraktischen Erfahrungen ein gänzlich anderes Verhalten erwartet werden konnte. Die Folge sind Verunsicherung bei den Auftraggebern und sehr hohe Prüfkosten. Weitere Untersuchungen zum Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand sind daher zukünftig unvermeidlich.

TOP 5: Patente

Herr Lang informierte über die nachstehenden Patente:

- EP 1 580 175 „Zuschlagstoff für Beton“
Herstellung von Betonzuschlag durch eine Mischung von Konverterschlacke und Filtersalz.
- EP 1 558 543 „Verfahren zur Herstellung von Mischzement mit verringerter Kohlendioxid-Emission“
- EP 1 081 114 „Baustoffmischung“
Baustoffmischung für die Herstellung von chemikalienbeständigen Mörteln unter Verwendung von Hüttensand, Mikrosilika, Füllstoffen und Wasserglas.
- EP 1 448 493 „Verfahren zur Herstellung von Schlacke mit hydraulischen Eigenschaften“
Herstellung einer synthetischen latent hydraulischen Schlacke aus Kalkstein, Flugasche und Additiven.
- EP 1 152 064 „Verfahren zur Herstellung eines Granulats aus Konverterschlacke durch Verblasen mit Luft“
Hierbei handelt es sich um das bei HKM versuchstechnisch praktizierte Verfahren zur Herstellung von Granalien aus Stahlwerksschlacke.

Es wurde vereinbart, daß die FEhS zum erstgenannten Patent einen Einspruch an das Europäische Patentamt formuliert. Dies ist zwischenzeitlich erfolgt. Das Patentamt hat daraufhin eine Kopie des AiF-Abschlußberichts „Untersuchungen zur Verwendbarkeit von Stahlwerksschlacken als Zuschlag für Mörtel und Beton“ angefordert.

TOP 6: Verschiedenes

Herr Brodersen schließt die Sitzung um 13.00 Uhr. Als Termine für die nächste Sitzung wurden vereinbart:

Mittwoch, 9 Mai 2006, 10.00 Uhr
Montag, 6. November 2006, 10.00 Uhr

Im FEhS-Institut für Baustoff-Forschung, Duisburg-Rheinhausen

Obmann des Arbeitskreises

gez. Brodersen

Forschungsgemeinschaft
Eisenhüttenschlacken
gez. Motz