

# Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff – Stand der europäischen Normung

Von Eberhard Lang, Duisburg-Rheinhausen

Nachdem das europäische Normungsgremium CEN TC 104 „Concrete“ beschlossen hatte, alle Ausgangsstoffe für Beton zu normen, war es folgerichtig, auch Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff aufzunehmen. Grundlage ist das Mandat M/128 „Products related to concrete, mortar and grout“.

2003 stellte Großbritannien im CEN TC 104 den Antrag, mit der Normung für „Ground Granulated Blast Furnace Slag – GGBS“ (Hüttensandmehl) zu beginnen. Die Annahme dieses Antrags erfolgte im TC 104 einstimmig, da neben Großbritannien auch in einigen anderen europäischen Ländern wie Belgien, Finnland, Irland, Niederlande, Schweden, Österreich und Frankreich Normen oder Regelungen zur Herstellung und Anwendung von Hüttensandmehl bestehen.

Im November 2003 begann die mit der Erarbeitung eines Normentwurfs beauftragte Working Group 15 (WG15) mit ihrer Arbeit. Der Vorsitz der WG15 wird von Großbritannien gehalten.

Da mit den europäischen Normen bzw. Normentwürfen zu Flugasche und Silikastaub bereits Vorlagen für Betonzusatzstoffnormen bestanden, wurde auch die Norm für Hüttensandmehl in enger Anlehnung an das Konzept dieser Normen gestaltet. Soweit wie möglich wurden Textbausteine direkt übernommen.

Die Aufteilung der Norm „Ground granulated blastfurnace slag for use in concrete, mortar and grout“ (eine bestätigte deutsche Übersetzung liegt noch nicht vor) erfolgt daher ebenfalls in zwei Teilen:

- ❑ prEN 15167-1: Definitions, specification and conformity criteria (Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien)
- ❑ prEN 15167-2: Conformity evaluation (Nachweis der Konformitätsbewertung)

Diese Norm wird als reine Stoffnorm erstellt. Die Anwendungsregeln, unter welchen Bedingungen Hüttensandmehl im bauaufsichtlich geregelten Bereich eingesetzt werden kann, sind national festzulegen. Im bauaufsichtlich unregulierten Bereich, z.B. bei der Herstellung von Pflastersteinen oder Dachpfannen, ist die Anwendung bereits jetzt möglich.

## Anforderungen an den Hüttensand und das Hüttensandmehl

Als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff dient Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) mit den Anforderungen, die auch in der Zementnorm DIN EN 197-1 enthalten sind und zwar:

- ❑ Hüttensand entsteht durch schnelles Abkühlen einer Schla-

ckenschmelze geeigneter Zusammensetzung, die im Hochofen beim Schmelzen von Eisenerz gebildet wird. Er enthält nach Masseanteilen mindestens zwei Drittel glasig erstarrte Schlacke und weist bei geeigneter Anregung hydraulische Eigenschaften auf.

- ❑ Hüttensand muss nach Masseanteilen zu mindestens zwei Dritteln aus Calciumoxid (CaO), Magnesiumoxid (MgO) und Siliciumdioxid (SiO<sub>2</sub>) bestehen. Der Rest enthält Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und geringe Anteile anderer Verbindungen. Das Massenverhältnis CaO + MgO/(SiO<sub>2</sub>) muss größer als 1,0 sein.

Darüber hinaus enthält der Normentwurf noch weitere Anforderungen an Hüttensandmehl (Tafel 1).

Der Aktivitätsindex ist als Verhältnis der Druckfestigkeit eines Gemischs aus Hüttensandmehl und Prüfzement in Masseanteilen von jeweils 50 % zur Druckfestigkeit des betreffenden Prüfzements (in Prozent) anzugeben. Die Druckfestigkeiten sind nach DIN EN 196-1 zu bestimmen, wobei das Verhältnis von Wasser zu (Prüfzement + Hüttensandmehl) und der Wasser/Zement-Wert für den Prüfzement jeweils 0,50 betragen müssen.

Der Prüfzement muss folgende Anforderungen erfüllen:

- ❑ der Prüfzement muss DIN EN 197-1 entsprechen,
- ❑ es muss ein CEM I der Festigkeitsklasse 42,5 oder höher sein,
- ❑ der Blaine-Wert muss mindestens 300 kg/m<sup>2</sup> betragen,
- ❑ der Anteil an Tricalciumaluminat muss zwischen 6 % und 12 % liegen und

Tafel 1: Anforderungen an Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff nach prEN 15167-1

Chemische Anforderungen	
MgO	≤ 18 %
Sulfid	≤ 2,0 %
Sulfat	≤ 2,5 %
Glühverlust, korrigiert um Sulfidoxidation	≤ 3,0 %
Chlorid	≤ 0,10 %
Feuchtigkeit	≤ 1,0 %

Physikalische Anforderungen		
Feinheit	≥ 275 m <sup>2</sup> /kg	
Erstarrungsbeginn des Gemischs aus 50 % Hüttensandmehl und 50 % Prüfzement	nicht mehr als das Doppelte des Prüfzements	
Glasgehalt	≥ 66,6 %	
Aktivitätsindex	7 Tage	28 Tage
	≥ 45 %	≥ 70 %

- ❑ der Alkaligehalt (Na<sub>2</sub>O-Äquivalent) muss zwischen 0,5 % und 1,2 % liegen.

(Es sind die gleichen Anforderungen, die an den Prüfzement zur Bestimmung des Aktivitätsindex von Flugasche nach DIN EN 450-1 Abschnitt 3.3 gestellt werden.)

Des Weiteren ist festgelegt, dass dem Hüttensandmehl mit Ausnahme von Mahlhilfen keine weiteren Stoffe zugesetzt werden dürfen. Der Gesamtanteil an Mahlhilfen darf nicht größer als 1,0 % und der Anteil an organischen Mahlhilfen nicht größer als 0,2 % sein (wobei beide Werte Masseanteile des Hüttensands sind). Die Mahlhilfen dürfen weder Korrosion an der Bewehrung fördern noch die Eigenschaften des Hüttensandmehls oder des daraus herge-

stellten Betons bzw. Mörtels beeinträchtigen.

Der Hersteller von Hüttensandmehl hat dem Anwender auf dessen Anfrage hin die nachstehend genannten Eigenschaften mitzuteilen:

- ❑ 7- und 28-Tage-Aktivitätsindex
- ❑ Erstarrungsbeginn des Gemischs aus 50 % Hüttensandmehl und 50 % Prüfzement
- ❑ Erstarrungsbeginn und 7- und 28-Tage-Festigkeit des Prüfzements
- ❑ Chemische Zusammensetzung des Hüttensandmehls (CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, TiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- ❑ Gesamtgehalt an Alkalien

- ❑ Feinheit

- ❑ Dichte

- ❑ Glasgehalt und die Bestimmungsmethode

- ❑ Granulationsverfahren

Der Normentwurf enthält außerdem noch Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, die wie folgt definiert sind:

Die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Hüttensandmehls müssen sich zur Herstellung dauerhaften Betons eignen. Es kann davon ausgegangen werden, dass Hüttensandmehl nach dieser Norm die Dauerhaftigkeitsanforderungen erfüllt, sofern er allen sonstigen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Betons genügt, die in den einschlägigen Normen und/oder in den am Verwendungsort geltenden Bestimmungen festgelegt sind.

### CEN-enquiry und „formal vote“

Für die von der WG15 erarbeiteten Normentwürfe prEN 15167-1 und prEN 15167-2 mit den o.g. Anforderungen wurde im Sommer 2005 das „CEN-enquiry“ durchgeführt. Von deutscher Seite gingen zahlreiche Einsprüche und Stellungnahmen ein, die im dafür verantwortlichen Spiegelausschuss „Betonzusatzstoffe“ teilweise sehr kontrovers diskutiert wurden. Ungeachtet dessen konnte eine gemeinsame deutsche Stellungnahme formuliert werden, auch wenn – wie bei Kompromissen üblich – nicht alle Einsprüche berücksichtigt werden konnten.

Als Fazit der Einspruchssitzung wurde beschlossen, dass Deutschland die Entwürfe der prEN 15167, Teil 1 und Teil 2 zunächst ablehnt, beim „formal vote“ aber zustimmen kann,

wenn bei der Überarbeitung zumindest die nachfolgend genannten Änderungen berücksichtigt werden:

- ❑ Begrenzung des Sulfatgehalts im Hüttensandmehl auf 1,5 % (bisher 2,5 %),
- ❑ Verringerung der möglichen Zugabe an Mahlhilfen von bisher 1,0 % auf 0,5 %,
- ❑ Anhebung des Aktivitätsindex von 70 % auf 80 % bei gleichzeitiger Anhebung der Mindestfeinheit von 275 m<sup>2</sup>/kg auf 300 m<sup>2</sup>/kg,
- ❑ Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Produkts „Hüttensandmehl“.

Als besonders wichtige Kriterien für die Gleichmäßigkeit bei der Anwendung von Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff werden die Feinheit (bestimmt als spezifische Oberfläche nach Blaine) und der Aktivitätsindex gesehen. Für beide Parameter sollte der Prüfwert maximal um  $\pm 10\%$  (Einzelwert  $\pm 15\%$ ) vom deklarierten Wert des Herstellers abweichen dürfen.

Außer Deutschland haben beim „CEN-enquiry“ auch die Niederlande und Österreich mit „Nein“ gestimmt. Die Stimmen dieser drei Länder reichen jedoch nicht aus, um beim „formal vote“ die Einführung der prEN 15167 als harmonisierte europäische Norm zu verhindern, um somit eine Nachbesserung zu erreichen. Insofern bestand auf der letzten Sitzung der WG15 im September 2005 seitens der Delegierten der anderen Länder nur eine sehr begrenzte Bereitschaft, die Änderungswünsche dieser drei Länder zu berücksichtigen. Außer einigen redaktionellen Änderungen und der Maßgabe, dass die Hersteller von

Hüttensandmehl auch für den Aktivitätsindex deklarierte Werte angeben können, unterscheiden sich die Entwürfe der prEN 15167 vom Oktober 2005 substantiell nicht von der Vorgängerausgabe, die zum „CEN-enquiry“ vorgelegen hat. Der deutsche Spiegelausschuss hat daher beschlossen, dass Deutschland bei seinem „Nein“ bleibt und auch beim „formal vote“ den Normentwurf ablehnen wird. Aufgrund der Stimmengewichtung in Europa wird dies aber keinerlei Auswirkungen auf die Fertigstellung und Einführung der Norm haben.

Die Entwürfe vom Oktober 2005 wurden sowohl dem CEN-Consultant zur Prüfung vorgelegt, als auch dem CEN TC 104, das erwartungsgemäß auf seiner Herbstsitzung Anfang November 2005 die Freigabe zum „formal vote“ erteilte. Die Abstimmung für das „formal vote“ endete am 23. Mai 2006, so dass bis zum Jahresende 2006 mit einer Fertigstellung der Norm zu rechnen ist.

### Weiteres Vorgehen

Für den Einsatz von Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff sind national entsprechende Anwendungsregeln zu erarbeiten. Die Betonnorm DIN 1045-2 sieht dafür in Verbindung mit DIN EN 206-1 derzeit nur bei Verwendung von Flugasche und Silikastaub das k-Wert-Konzept vor. Gemeinsam mit dem Forschungsinstitut der Zementindustrie, dem Centrum Baustoffe und Materialprüfung der Technischen Universität München (CBM), dem Institut für Bauforschung (ibac) der RWTH Aachen und der Transportbetonindustrie wird gegenwärtig ein Sachstandbericht zur Anwendung von Hüttensandmehl erarbeitet, aus dem sowohl der weitere Forschungsbedarf als auch ein mögliches Anwendungskonzept abgeleitet wer-

den sollen. Dieser Sachstandbericht wird voraussichtlich im Herbst 2006 vorliegen und neben einem umfassenden Überblick über die bisherige Verwendung von Hüttensand als Hauptbestandteil im Zement, über Regelungen zur Anwendung anderer Betonzusatzstoffe auch eine Darstellung der verfügbaren Erfahrungen bei der Anwendung von Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff im In- und Ausland enthalten.

prEN 15167 sieht für unterschiedliche Hüttensande keine Klasseneinteilung vor, sondern schreibt mit einem Aktivitätsindex von nur 70 % nach 28 Tagen das niedrigste Leistungsniveau europäischer Hüttensande fest. Die bisherigen Untersuchungen des FEHS – Instituts für Baustoff-Forschung e.V. zeigen, dass deutsche Hüttensande im Allgemeinen einen Aktivitätsindex größer 90 %, teilweise sogar über 100 % aufweisen.

Das Konzept der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit, das in EN 206-1 ebenfalls aufgeführt ist, darf derzeit in Deutschland nur über eine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) umgesetzt werden.

