

---

Duisburg, 23.04.2016

Ehrenberg

## **NIEDERSCHRIFT**

über die **97. Sitzung des Arbeitskreises "Baustoffe" am 9. November 2015** im FEhS-Institut

### Teilnehmer

Die Teilnehmerliste liegt dieser Niederschrift bei (Anlage 1).

## **TAGESORDNUNG**

TOP 1: Personalien und Formalien

TOP 2: Genehmigung der Niederschrift über die 96. Sitzung des Arbeitskreises  
am 19. Mai 2015 in Dillingen

TOP 3: Tätigkeit in Ausschüssen / Europäische Normung

TOP 4: Bericht zum 14. International Congress on the Chemistry of Cements

TOP 5: Hüttensandmonitoring

TOP 6: Bearbeitungsstand ausgewählter Aufgaben 2015

TOP 7: Vortrag von Prof. H. Roggendorf, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, zum AiF-  
FV 16621 "Die Glasstruktur von Hüttensanden und ihr Einfluss auf baustoffrelevante  
Eigenschaften"

TOP 8: Patente

TOP 9: Verschiedenes (Aktuelles, Termine)

---

Anlage 2 zu dieser Niederschrift beinhaltet die während der Sitzung gezeigten Präsentationen des FEhS-Instituts.

Im Text dieser Niederschrift wird auf Informationen, die erst nach der Arbeitskreissitzung verfügbar waren, gesondert mit "➔" hingewiesen.

### **Top 1 Personalien und Formalien**

Als Obmann des Arbeitskreises eröffnete Hr. Remarque um 10:00 Uhr die 97. Sitzung des Arbeitskreises "Baustoffe". Er begrüßte besonders als Gäste Hr. Professor Roggendorf von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Hr. Pfläging von der ArcelorMittal Eisenhüttenstadt Recycling GmbH.

Hr. Remarque machte die Anwesenden darauf aufmerksam, dass die Arbeit in den Gremien des FEhS - Instituts für Baustoff-Forschung e.V. unter strikter Beachtung der kartellrechtlichen Vorschriften zu erfolgen hat und damit insbesondere weder der Schaffung noch der Förderung von Gelegenheiten dienen darf, Verhalten in wettbewerbswidriger Weise abzustimmen oder wettbewerbswidrige Absprachen zu treffen. Dies gelte insbesondere für Preis- und Mengenabsprachen.

### **Top 2 Genehmigung der Niederschrift über die 96. Sitzung des Arbeitskreises**

Zur Niederschrift über die 96. Sitzung am 19. Mai 2015 in Duisburg gab es keine Anmerkungen.

### **Top 3 Tätigkeit in Ausschüssen und Europäische Normung**

Hr. Ehrenberg berichtete kurz über die Arbeit in nationalen und europäischen Normungsgremien.

#### CEN/TC 51 "Cement and building limes" / NA Bau "Zement"

Das letzte Treffen des **NA Bau "Zement"**, an dem Hr. Ehrenberg jedoch nicht teilnehmen konnte, war am 20.10.15. Da noch keine Niederschrift vorlag, konnte zu ihrem Inhalt nicht berichtet werden. Dies wird in der nächsten Arbeitskreissitzung nachgeholt. Am 23.09.16 soll die nächste Sitzung des NA Bau "Zement" stattfinden.

Das letzte Treffen des **TC 51** hatte bereits im März 2015 stattgefunden und die nächste Sitzung ist erst für den 13./14.10.16 geplant. Das Einreichen des Normentwurfs zum Formal Vote über die revidierte EN 197-1 (Normalzement) soll zum 02.07.16 stattfinden. Wie bereits früher berichtet, wird diese Norm neue Zementarten, die auch unter Verwendung von Hüttensand hergestellt werden können, beinhalten. Überarbeitete Ausgaben der EN 14216 (Sonderzement mit sehr niedriger Hydratationswärme) und der EN 15743 (Sulfathüttenzement) sind bereits veröffentlicht. Der CEN/TR 16912 (Guidelines for a procedure to support the European standardization of cements)

ist ebenfalls fertiggestellt. Verschiedene Prüfnormen befinden sich in den UAP-Umfragen oder sind dafür vorgesehen.

#### NA Bau "Betontechnik" / NA Bau "Betonzusatzstoffe" / CEN/TC 104 "Concrete"

Das letzte **TC 104**-Meeting fand am 06./07.05.15 statt und die nächste Sitzung ist für den 10.-12.05.16 geplant. Im Hinblick auf die mögliche und vom FEhS-Institut angestrebte Einführung von Hüttensandmehlkategorien in die EN 15167-1 ist die Entscheidung der EC von Bedeutung, dass die Einführung neuer Klassen in bestehende Normen entweder einen "delegierten Akt" oder ein erweitertes Mandat erfordert. Leider ist jedoch derzeit unklar, wie und auf wessen Initiative hin ein derartiger Rechtsakt eingefordert werden kann.

Die letzte Sitzung des NA Bau "Betontechnik" hatte am 17.12.14 stattgefunden. Darüber wurde bereits in den vergangenen Arbeitskreissitzungen berichtet.

#### EuGH-Urteil vom 16.10.2014

Zu dem Urteil des EuGH, in dessen Folge in Deutschland eine Neuordnung des Bauordnungsrechts für erforderlich gehalten wird (Einführung geplant für Herbst 2016), fand am 16.06.15 eine Infoveranstaltung des DAfStb in Berlin statt. Praktisch alle Verbände, die die am Baugeschehen beteiligten Branchen vertreten, äußerten heftige Kritik. Da künftig keine allgemein gültigen nationalen Zusatzanforderungen an europäisch harmonisiert genormte Bauprodukte gestellt werden dürfen (z.B. Wegfall von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und des Ü-Zeichens für die Überwachung dieser Zusatzanforderungen), sollen nationale Anforderungen nur noch auf individueller Bauwerksebene gestattet werden, was aber als völlig unrealistisch angesehen wird. Müsste doch der BauHr. Nachweise über Bauprodukte erbringen. Die Verbände formulierten die Aufforderung an politische Vertreter, in der Diskussion mit der EC berechnigte Interessen massiv zu vertreten und keine Abstriche bei Sicherheitsfragen zuzulassen. Problematisch ist beispielsweise, dass Anforderungen an Gesteinskörnungen für Beton hinsichtlich einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion zwar als erforderlich angesehen werden, ohne dass man sich in der TC 154 jedoch auf einheitliche Kriterien hätte einigen können. In Deutschland werden daher seit Jahrzehnten die Anforderungen in der Alkalirichtlinie des DAfStb definiert. Umstritten war, ob Deutschland ggf. gemäß §8, Absatz 4+5, oder §18 der Bauproduktenverordnung gegen hEN klagen soll.

Gemäß eines Schreibens des DIN vom 30.07.15 sollten gemäß §18 7 Verfahren eingeleitet werden, z.B. zur EN 12620 "Gesteinskörnungen". Ziel sollte sein einen Vorbehalt im EU-Amtsblatt wegen nicht verfügbarer harmonisierter Regeln für "wichtige Merkmale" und daher notwendiger nationaler Regelungen zur Gewährleistung der Standsicherheit von Bauwerken zu veröffentlichen.

Die auf der 127. Bauministerkonferenz am 29./30.10.15 erwartete Verabschiedung einer neuen Musterbauordnung war nicht erfolgt.

Konkret für die Anwendung von Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff hat das aktuelle Prozedere zur Folge, dass es keine abZ des DIBt mehr geben wird. Aktuelle Diskussionen zeigen, dass stattdessen der Weg über eine Europäische Technische Bewertung ETA gehen muss. Darin erklärt der Hersteller auf freiwilliger Basis im Rahmen der DoP Zusatzmerkmale (z.B. zur chemischen Zusammensetzung), die in der EN 15167-1 nicht gefordert werden. Wenn in Prüfungen, die denen für frühere Zulassungsuntersuchungen gleichen, die postulierte Leistungsfähigkeit nachgewiesen wird und andere EOTA-Stellen keine Zusatzanforderungen stellen, kann das DIBt die Anwendung der ETA, die selbst keine Anwendungsregeln enthält, für Deutschland regeln. Ob dieser Ansatz in Zukunft tragfähig und praktikabel ist, muss sich noch erweisen.

#### **TOP 4 Bericht zum 14. International Congress on the Chemistry of Cements**

Hr. Ehrenberg berichtete vom 14. International Congress on the Chemistry of Cements, der vom 13.-16.10.15 in Beijing stattgefunden hatte. Erstmals seit 1997 war das FEhS-Institut wieder mit einem eigenen Vortrag (Trockengranulationsverfahren für Hochofenschlacken und deren Auswirkung auf die Reaktivität) sowie einer eigenen Posterdarstellung (Zweck und Planung von Hüttensand-Laborgranulationen) vertreten. Die Zahl der Beiträge lag mit 686 wieder sehr hoch, wenn auch der Rekordwert von 911 Beiträgen auf der 13. Konferenz, die 2011 in Madrid stattgefunden hatte, nicht erreicht wurde. Die 237 Vorträge wurden in gemeinsamen Plenar- und in 3 Parallelsitzungen abgehalten. Die Posterausstellung (449) fand in 2 Abschnitten für je 2 Tage statt. Die Zahl der Teilnehmer wurde mit rd. 1200 angegeben. Auch wenn die Teilnehmer aus aller Welt angereist waren, so dominierten die Besucher aus den asiatischen Ländern und hier insbesondere aus der Volksrepublik China.

China produziert mit rd. 2,5 Mrd. t (2014) etwa 57 % der Weltzementproduktion, die bis 2050 auf rd. 5,4 Mrd. t ansteigen soll. Dabei überraschte die Aussage, dass derzeit in China etwa 30 % Überkapazität vorhanden sei. Weitere Hauptprobleme der chinesischen Zementindustrie liegen, wie in anderen Ländern auch, bei Umweltfragen und dem Ressourcenverbrauch. So hat die Zementindustrie einen Anteil von 15 % an den CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass auf viele Jahre hinweg weltweit weiterhin portlandzementklinkerdominierte Zemente dominieren werden, da beispielsweise SCMs wie Hüttensand (der meist nur als "slag" bezeichnet wird) oder auch weitere natürliche Rohstoffe lediglich sehr begrenzt verfügbar seien. Dennoch werden viele alternative Bindemitteltypen (Calciumsulfaluminatzement, Belitzement, BCSA-Zement, CSH-Binder) auf ihre Eignung hin überprüft. Hierbei werden immer aufwändigere Analysentechniken und Modellbildungen verwendet, letztere allerdings

häufig auf ideale Gleichgewichte bezogen. Hüttensand steht dabei keineswegs im Fokus, mit Ausnahme im Fall der alkaliaktivierten Bindemittel. Eher hörte man häufiger Hinweise auf typische Nachteile (Frühfestigkeit, Mahlbarkeit), eine angeblich sinkende Verfügbarkeit und auch auf die kontroversen Diskussionen bzgl. der CO<sub>2</sub>-Allokation. Aus der internationalen Forschung gab es zum Thema Hüttensand wenig Neues zu berichten. Von allgemeinem zementtechnischen Interesse ist die Infragestellung klassischer Reaktionsvorstellungen, insbesondere durch EPFL-Wissenschaftler in der Schweiz.

Die 15. Konferenz wird 2019 in Prag stattfinden.

### **TOP 5: Hüttensandmonitoring**

Hr. Don-Preisedanz hatte auf der 96. Arbeitskreissitzung nach der Leistungsfähigkeit japanischer Hüttensande gefragt und so stellte Hr. Ehrenberg einige relevante Ergebnisse der Hüttensand-Datei sowie die Anforderungen des Regelwerks vor. Die Ergebnisse zeigen, dass die untersuchten japanischen Hüttensande, bedingt durch hohe Basizität und hohen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt, zu einer deutlich überdurchschnittlichen Festigkeitsentwicklung führten. Hr. Don-Preisedanz verwies darauf, dass in Diskussionen noch höhere Basizitäten genannt worden seien.

Im Hinblick auf die vergangene Langzeitentwicklung in Deutschland zeigten Vergleiche von hochofenspezifischen Analysen aus 1994 und dem Hüttensandmonitoring I/2015 keinen einheitlichen Trend. Jedoch dürfte in der Mehrzahl der Fälle eher ein Abnehmen der Basizität zu verzeichnen sein.

Bezogen auf das Monitoring I/2015 für die Hüttensande HO14-17 ergab ein Vergleich der chemischen Werksanalysen mit den Analysen des FEhS-Instituts eine gute Übereinstimmung. Allerdings lag der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt bei den Werksanalysen regelmäßig etwa 1 M.-% niedriger. Hr. Ehrenberg appellierte an die Arbeitskreismitglieder, künftig wieder regelmäßig auch die eigenen Analysen bereitzustellen.

Anhand einiger Beispiele zeigte Hr. Ehrenberg die Auswirkung einer Kompensation bzw. Nicht-Kompensation im Fall einer negativen Veränderung der Hüttensandchemie (z.B. höhere TiO<sub>2</sub>-Gehalte) auf die Festigkeitsentwicklung auf. Hr. Remarque bestätigte, dass sich eine Veränderung der Hüttensandchemie unmittelbar auf die Zementeigenschaften auswirkt.

### **TOP 6 Bearbeitungsstand ausgewählter Aufgaben 2015**

#### 1.40 Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff

Hr. Feldrappe berichtete über den erfolgreichen Pilotversuch im Rahmen des mit dem ibac bearbeiteten AiF-Forschungsvorhabens 16743 "Entwicklung von Anwendungsregeln für Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff". Für ein Einfamilienhaus wurden durch Elskes Transportbeton ver-

schiedene Betone angeliefert. Alle Ergebnisse im Rahmen des Pilotversuchs (Verarbeitbarkeit, Betonfestigkeit, Gleichmäßigkeit des Hüttensandmehls) können positiv bewertet werden. Das k-Wert-Konzept (erhöhter k-Wert von 0,8) und das EPCC sind demnach mit den vorgeschlagenen Regeln zur Anwendung und Qualitätssicherung zielsicher anwendbar.

Ein Kurzbericht über die Ergebnisse für die CEN/TC 104/WG 15 "GGBS" wird noch erstellt.

Der erhöhte, in Laborversuchen abgeleitete k-Wert von 0,8 hat sich bestätigt. Da allerdings einerseits nur die Kombination mit CEM I-Zementen und nur eine Austauschrate h/z von 1,0 untersucht wurden, andererseits im Rahmen des EPCC auch h/z-Werte von 1,86 erfolgreich realisiert wurden, wurde zusammen mit dem ibac im September 2015 bei der AiF ein Folgeprojekt beantragt, das auch die Erweiterung des k-Wert-Konzepts um die Kombination mit CEM II-Zementen vorsah.

→ Der Antrag wurde von der Gutachtergruppe im Dezember 2015 nur mit 30 (von 40 möglichen) Punkten bewertet, was eine Förderbewilligung de facto ausschließt. Ob und wann eine Wiedervorlage sinnvoll ist, wird mit dem ibac abgestimmt werden.

#### 1.50 Frost-Tausalz-Widerstand von Betonen mit hüttensandhaltigen Zementen

Hr. Feldrappe erläuterte das Konzept des AiF-Forschungsvorhabens 18183 "Praxisgerechte Modifikation von Lagerungsbedingungen für die Durchführung von Frostwiderstandsprüfungen", das im Sommer 2015 begonnen hat. Das Projekt knüpft an Vorarbeiten an, die im Rahmen einer Bachelorarbeit in Kooperation mit der Ruhruniversität Bochum erfolgten und über die bereits berichtet wurde. Hr. Remarque fragte, ob die Überarbeitung der CEN/TS 12390 für die Untersuchungen berücksichtigt seien und wies darauf hin, dass bereits Abwitterungen von 500 g/m<sup>2</sup>, die noch deutlich unter dem Abnahmewert der BAW liegen, von Kunden nicht mehr akzeptiert würden. Hr. Feldrappe ging aber nicht davon aus, dass sich die Überarbeitung auf die Ergebnisse des Projektes auswirken wird, da ohnehin jetzt schon für langsamer erhärtende Betone pessimale Bedingungen vorlägen.

#### 1.63 Stahlwerksschlacken als Gesteinskörnung

Hr. Lohmann berichtete ausführlich über das abgeschlossene AiF-Forschungsvorhaben 17669 "Entwicklung einer Methode zur Beurteilung des Gefahrenpotentials von freiem MgO in Stahlwerksschlacken und anderen Baustoffen". In den letzten Sitzungen des Arbeitskreises war das Prinzip des neuen Verfahrens (Optimierte 5-Step-Methode oder "Hydrat-Verfahren") bereits vorgestellt worden. Das neue Verfahren weist gerade im Vergleich zum Dampfversuch eine deutlich höhere statistische "Richtigkeit" und "Präzision" auf. Neben EhS wurden auch andere Stoffe erfolgreich untersucht. Für den als letzte Aufgabe in Kooperation mit TKMSS durchgeführten Praxistest wurden 20 betrieblich erzeugte Schlacken mit dem "Hydrat-Verfahren" charakterisiert. Basierend

auf diesen Daten erfolgte eine Einstufung der Schlacken in Bezug auf Raumbeständigkeit durch  $MgO_{\text{frei}}$  in "kritisch", "potentiell kritisch" und "unkritisch". Anschließend erfolgte eine Kontrolle dieser Einstufung mittels des Dampfversuchs nach DIN EN 1744-1. Es ergaben sich keine Widersprüche bei der Einstufung "kritisch", "potentiell kritisch" und "unkritisch" gegenüber den Ergebnissen aus dem Dampfversuch. Wird eine ausreichende Prüfhäufigkeit eingehalten, dann lassen sich die einzelnen Chargen der betrieblich erzeugten Schlacken bereits auf dem Werksgelände in die drei Einstufungen vorsortieren und später einer entsprechend geeigneten Verwendung zuführen.

Hr. Joost fragte nach der benötigten Analysenzeit (nach Hr. Lohmann rd. 24 h, inkl. des gesamten Arbeitsablaufs 2 Tage) und den Anlagenkosten (nach Hr. Lohmann rd. 60.000 €). Er sieht insbesondere auch Vorteile bei der Bewertung feinkörniger Schlacken, für die der jetzige Dampfversuch nicht geeignet ist. Hr. Remarque fragte nach der Reaktionsdauer in der Praxis. Hr. Lohmann verwies darauf, dass in Abhängigkeit vom Feuchtezutritt die  $MgO$ -bedingte Volumenzunahme innerhalb eines Jahres abgeschlossen sein kann, aber auch 10 Jahre dauern könne. Hr. Mudersbach fragte nach einer Korrelation zwischen den Gehalten an freiem  $CaO$  und  $MgO$  und den Ergebnissen des Dampfversuchs. Hr. Lohmann stellte fest, dass eine simple Korrelation nicht sinnvoll sei. Hr. Iffland und Hr. Kohlmann wiesen darauf hin, dass eventuelle Grenzwerte ja erst noch definiert werden müssen und bis auf Weiteres der Dampfversuch maßgebend ist.

Im Rahmen des Projektes wurden Mineralphasenbildungen nachgewiesen, die zunächst nicht erwartet worden waren und die den erfolgreichen Projektverlauf auch nicht gefährdeten. Vielmehr erwuchs daraus die Idee, sie ggf. gezielt technisch zu nutzen. Daher wurde ein Nachfolgeprojekt im September 2015 bei der AiF beantragt.

- ➔ Der Antrag wurde von der Gutachtergruppe im Dezember 2015 mit 33 Punkten bewertet. Da eine Bewilligung derzeit erst ab 34 Punkten erfolgt, wurde der Antrag zwischenzeitlich zurückgezogen und wird im April 2016 in überarbeiteter Form neu vorgelegt.
- ➔ Im "Report des Forschungsinstituts" Nr. 2/2015 erschien eine ausführlichere Beschreibung der Versuchsergebnisse.

Im Zusammenhang mit Stahlwerksschlacken als Gesteinskörnung fragte Hr. Mudersbach nach den Aktivitäten des FEhS-Instituts hinsichtlich deren (negativen) Bewertung der Umweltverträglichkeit durch das DIBt. Hr. Ehrenberg verwies auf die Übernahme der seinerzeit durch die LAGA definierten Grenzwerte auch für die Feststoffgehalte, z.B. für Cr., durch das DIBt, die er als "gesetzt" und de facto aufgrund früherer Diskussionen als nicht verhandelbar einschätzt. Hintergrund hierfür ist der Vorsorgegrundsatz des DIBt, keine Anreicherungen von Schwermetallen durch Sekundärbaustoffe in der Umwelt zuzulassen. Dies bestätigte auch Hr. Joost. Hr. Mudersbach bezeichnete die seinerzeitige Festlegung des Grenzwerts für Cr durch die LAGA als "gegriffen". Hr. Reiche for-

derte Hr. Mudersbach auf, konkrete Vorschläge zu formulieren, die man gerne aufgreifen wolle. Er sah die diesbezügliche Diskussion als Teil der "politischen Aufgabe" des FEhS-Instituts an.

#### 1.68 CEM X-Zemente

Hr. Feldrappe berichtete über Ergebnisse des laufenden AiF-Forschungsvorhabens 18228 "Dauerhaftigkeitseigenschaften von Betonen mit hüttensand- und flugaschereichen Zementen", dass gemeinsam mit dem VDZ bearbeitet wird. Ziele sind der Nachweis der zielsicheren Verwendung der genannten Zemente in leistungsfähigen, dauerhaften Betonen unter besonderer Berücksichtigung möglicher chemisch-mineralogischer Variationen der Zementhauptbestandteile, die Erarbeitung von expositionsklassenabhängigen Anwendungsempfehlungen auf Basis von Labor- und Auslagerungsversuchen und auch Erkenntnisse zu Hydratationsgrad basierten Dauerhaftigkeitskennwerten. Die Zemente enthalten 30-64 M.-% Hüttensand, 30-50 M.-% Klinker und 6-30 M.-% Steinkohlenflugasche. Sie zählen damit teilweise bereits zu den Zementarten CEM II/C und CEM VI, wie sie in der kommenden Zementnorm EN 197-1 enthalten sein werden. Die bisherigen Untersuchungen der Betoneigenschaften zeigen, dass sich hinsichtlich Chloridmigration und Frostwiderstand (geprüft im CIF-Test) die Ergebnisse in den Erfahrungshorizont mit Hochofenzementen CEM III/A einordnen lassen.

Hr. Don-Preisendanz begrüßte die Aktivitäten des FEhS-Instituts zum Thema, fragte aber nach den Interessen der Zementindustrie an den neuen Zementarten. Hr. Müller verwies auf die entsprechenden europäischen Aktivitäten (z.B. der Holcim in Belgien), die vor dem Hintergrund der CO<sub>2</sub>-Diskussion zu sehen seien. Eine Anwendung in der Praxis werde sehr von den lokalen Bedingungen abhängig sein. Hr. Remarque sah die langfristige Verfügbarkeit an Flugasche als problematisch an. Hr. Don-Preisendanz fürchtete, das Hüttensand als Lückenbüßer für schwankende Flugasche-Eigenschaften und -Mengen angesehen würde, und daraus ein wachsendes Interesse der Flugascheindustrie an Hüttensand zu erklären sei. Hr. Müller und Hr. Ehrenberg erläuterten, dass die Verwendung von Hüttensand durchaus dazu führe, dass der Anteil weiterer Zementbestandteile, wie z.B. Flugasche oder Kalksteinmehl, insgesamt erhöht werden könne.

#### 1.70 Klinker aus Stahlwerksschlacken

Hr. Ehrenberg erläuterte die Ergebnisse des im Dezember 2015 auslaufenden und gemeinsam mit der Abteilung SEKROHMET bearbeiteten DBU-Forschungsvorhabens "Konvertierung einer flüssigen Elektroofenschlacke in ein hydraulisches Bindemittel" anhand der Präsentation, die auf der "ibausil" in Weimar im September 2015 gezeigt worden war und die durchaus Interesse in der Zementindustrie gefunden hatte.

Die Ergebnisse der Laborversuche sowohl zum Reduktionsprozess als auch zu den Klinkerphasenbildungsprozessen verliefen aus technischer Sicht positiv. Die zementtechnische Leistungsfähigkeit der erzeugten Stoffe entspricht weitestgehend derjenigen von industriell erzeugten Klinkern vergleichbarer Konstitution. Kritisch sind die relativ hohen MgO-Gehalte zu sehen, da Periklas die Raumbeständigkeit gefährden kann. Allerdings ist davon auszugehen, dass EOS-"Klinker" ohnehin nur in Kombination mit Portlandzementklinker Verwendung finden würde, der MgO-Gehalt also "verdünnt" würde.

Aus jetziger verfahrenstechnischer Sicht muss man davon ausgehen, dass Reduktion und Konditionierung wegen des deutlichen Viskositätsanstiegs der reduzierten EOS nicht in einer Schmelze möglich sind, wenn man nicht, z.B. durch Temperaturerhöhung, hohe Prozesskosten in Kauf nehmen will (vgl. auch Top 8). Basis für die aktuellen Überlegungen einer technischen Umsetzung ist daher der Ansatz, die reduzierte und heiße EOS in ein weiteres Aggregat zu überführen, in dem sie mit den Konditionierungsstoffen versetzt und zu klinkerähnlichem Material gesintert wird. Sowohl aus verfahrenstechnischer wie ökonomischer Sicht ist zu beachten, dass zur EOS-"Klinker"-Erzeugung erhebliche Mengen an Konditionierungsstoffen benötigt werden (ca. 1/3 bezogen auf die reduzierte EOS). Aus ökonomischer Sicht kommt insbesondere dem hohen Energiebedarf, aber auch der niedrigen Metallqualität große Bedeutung zu.

Um eine genaue Abschätzung der Anlagen- und Betriebskosten sowie der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen vornehmen zu können sind Versuche im Technikumsmaßstab unabdinglich. Eine nachfolgende Implementierung im Rahmen einer Pilotanlage in einem Stahlwerk ist jedoch aus derzeitiger Sicht aus ökonomischen Gründen mittelfristig zumindest in Europa nicht zu erwarten.

Der Abschlussbericht zum Projekt muss im Frühjahr 2016 fertiggestellt werden.

- ➔ Im "Report des Forschungsinstituts" Nr. 2/2015 erschien eine ausführlichere Beschreibung der Versuchsergebnisse. Sie enthält auch die Ergebnisse, die sich bei der optionalen Konvertierung zu einem EOS-"Hüttensand" ergaben. Über diese wird auf der 98. Arbeitskreissitzung berichtet werden.

### 1.80 Granulationstechnik

Hr. Ehrenberg erläuterte den Stand des Projektes zur Trockengranulation mittels Drehtellerverfahrens, das gemeinsam mit Primetals und der voestalpine und der Montanuniversität Leoben verfolgt wird. Im Rahmen des ersten, im Frühjahr 2016 auslaufenden und von der FFG geförderten Projektes zum Bau einer Demonstrationsanlage am Hochofen A in Linz konnte lediglich das Engineering erfolgen. Es ist aber nun geplant, im Rahmen eines zweiten, ebenfalls von der FFG geförderten Projektes auch Bau und Inbetriebnahme zu realisieren. Dem FEhS-Institut wird hauptsächlich

die Aufgabe zufallen, Handling und Materialeigenschaften des DSG-Granulats zu charakterisieren und im Vergleich zu konventionellem Hüttensand zu bewerten.

- ➔ Mittlerweile liegt die Förderzusage der FFG für den Zeitraum 2016-2019 vor. Mit einer Inbetriebnahme wird derzeit im Herbst 2016 gerechnet.

### **Top 7 Vortrag von Prof. H. Roggendorf, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, zum AiF-FV 16621 "Die Glasstruktur von Hüttensanden und ihr Einfluss auf baustoffrelevante Eigenschaften"**

Das AiF-Forschungsvorhaben wurde im Dezember 2014 beendet. Nachdem Hr. Feldrappe auf der 96. Arbeitskreissitzung im Mai 2015 über die im FEhS-Institut geleisteten Arbeiten berichtet hat, berichtete Prof. Roggendorf nun zu den Arbeiten der Uni Halle-Wittenberg. Diese bezogen sich einerseits auf Korrosionsversuche an Hüttensandmehl in unterschiedlichen Medien und andererseits auf die Charakterisierung des Hüttensandglases mit Analysemethoden, wie z.B. der <sup>29</sup>Si-NMR oder der DTA, die in der "klassischen" Glaschemie üblich sind. Die Präsentation von Prof. Roggendorf ist als Anlage 3 der Niederschrift beigefügt.

Prof. Roggendorf bezeichnete Hüttensand als "Invertglas", da er im Vergleich zu herkömmlichen Gläsern einen deutlich niedrigeren SiO<sub>2</sub>-Anteil aufweist und durch Inselsilikate an Stelle einer glastypischen Netzwerkstruktur geprägt sei. Dass grundsätzlich die Glasstruktur von der chemischen Zusammensetzung der Schlacke abhängt, konnte im Rahmen des Projekts nachgewiesen werden. Insbesondere betraf das den Glasübergang, Kristallisationserscheinungen sowie das Aufschmelzverhalten. Insbesondere TiO<sub>2</sub> fördert offensichtlich die Entmischung von Hochofenschlacke, ein Ergebnis, das mittels Thermoanalyse nachgewiesen und durch Elektronenmikroskopie unterstützt wurde. Gleichzeitig sinkt bekanntermaßen die zementtechnische Leistungsfähigkeit des Hüttensands spürbar ab. Hr. Ehrenberg verwies darauf, dass durch das überwiegende Vorliegen von Inselsilikaten sich erkläre, warum viele Erklärungsansätze, die für herkömmliche Gläser entwickelt wurden, auf Hüttensand nicht anwendbar seien.

Im "Report des Forschungsinstituts" Nr. 1/2015, der als Download auf der Webseite des FEhS-Instituts verfügbar ist, wurde über das gesamte Projekt berichtet. Weitere Publikationen sind geplant.

- ➔ In der Zwischenzeit teilte Prof. Roggendorf mit, dass Vorträge für die Jahrestagung der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft DGG in Goslar (06.-08.06.2016) und für die Tagung der Europäischen Glasgesellschaft ESG in Sheffield (04.-08.09.2016) vorgesehen sind.

## Top 8 Patente

Hr. Ehrenberg stellte kurz die Patente WO 2014/037020 A1 (06.09.12) und WO 2015/028668 A1 (01.09.14) der Loesche GmbH zum Thema Klinkererzeugung aus Stahlwerks-, insbesondere LD-Schlacke vor. Er wies darauf hin, dass bereits 1984 die Hr.en Piret und Dralants vom CRM in Belgien über erfolgreiche Betriebsversuche berichtet hatten (siehe "Stahl und Eisen" Nr. 16/1984), aus denen auch Wirtschaftlichkeitsberechnungen abgeleitet wurden. Mit 61 % sahen sie in der benötigten elektrischen Energie den Hauptkostenträger des Verfahrens. Loesche und Primetals, die mittlerweile zu dem Thema eng kooperieren, sind derzeit auf der Suche nach Stahlwerkspartnern, die Interesse an der Installation einer Pilotanlage haben.

## Top 9 Verschiedenes (Termine, Aktuelles)

### Aktueller Stand der Allokationsdiskussion für Hüttensand

Das Thema war Gegenstand des Vortrags von Hr. Ehrenberg auf der 8th European Slag Conference, die im Oktober 2015 in Linz stattgefunden hatte ("Ferrous slags - Really a contribution to low-carbon binders and concretes?"). Es wird in unterschiedlichen Gremien diskutiert. **CEN/TC 350** bereitet ein Guidance paper (Technical Report) zur EN 15804 vor, das 2016 fertiggestellt sein soll. Vertreter der Stahlindustrie scheiterten mit ihrem Vorschlag, die ökonomische Allokation für Hüttensand auszuschließen und nur den Herstellern der Nebenprodukte zu gestatten, die geeignete Allokationsmethode zu bestimmen. **CEN/TC 264** formulierte die EN 19694-2 "Stationary source emissions - GHG emissions in energy-intensive industries - Part 2: Iron and steel industry", die ebenfalls 2016 veröffentlicht werden soll. Sie enthält nach kontroversen Diskussionen keinerlei Empfehlungen mehr zum Thema Allokation. Innerhalb von **EUROFER** dauern die kontroversen Diskussionen an. Bis auf Weiteres gilt daher der Stand vom September 2014: "It will be up to the individual companies to decide which allocation methodology to use, depending on the local circumstances (e.g. environmental legislation, market ...)". Für Deutschland heißt das, dass weiterhin das Positionspapier des VDEh-Hochofenausschusses herangezogen wird, das auf die EN 15804 und die ökonomische Allokation verweist.

### Radioaktivität und Baustoffe

Um das Thema Radioaktivität und Baustoffe war es in den vergangenen Jahren vergleichsweise ruhig geworden. Hr. Ehrenberg berichtete nun kurz über die EURATOM-Richtlinie aus dem Jahr 2013, die bis 2018 umgesetzt werden muss, und über die Bauprodukten-VO, die in der CEN/TC 351/WG 3 diskutiert wird. Hintergrund ist, dass bisher keine Berücksichtigung der Radon-Exhalation aus Baustoffen stattgefunden hat, obwohl diese den größten Anteil an der radioaktiven Expo-

sition beim Aufenthalt in Gebäuden hat. Hr. Ehrenberg verwies auf die entsprechenden Daten, die bereits 1998 bei einer Publikation in den "Beton-Informationen" (Nr. 4) Verwendung fanden.

Die EURATOM-Richtlinie fordert nun Referenzwerte sowohl für die  $\gamma$ -Strahlung als auch die Rn-Exhalation in Innenräumen. Dabei ist problematisch, dass es bisher kein standardisiertes Rn-Prüfverfahren existiert. Das Bundesamt für Strahlenschutz erarbeitet derzeit ein solches Verfahren in Kooperation mit der BAM. Angestrebt wird seine Verfügbarkeit Anfang 2017. Das FEhS-Institut wird, sobald über ein Prüfverfahren Einigkeit besteht, Rn-Messungen an Eisenhüttenschlacken vornehmen lassen. Hinsichtlich der  $\gamma$ -Strahlung sind keine Messungen nötig, wenn bei einem Stoff die spezifische Aktivität für Ra-226 und Th-232  $< 1$  Bq/kg und für K-40  $< 10$  Bq/kg liegt. Dies dürfte gemäß der früheren Untersuchungen im Auftrag des FEhS-Instituts auf die Eisenhüttenschlacken zutreffen.

### Termine

Die Termine der nächsten Sitzungen des Arbeitskreises wurden wie folgt festgelegt:

Die 98. Sitzung ist für Montag, den

**9. Mai 2016, 10:00 Uhr**

im FEhS-Institut in Duisburg-Rheinhausen geplant.

Die 99. Sitzung findet statt am Montag, den

**7. November 2016, 10:00 Uhr**

im FEhS-Institut in Duisburg-Rheinhausen.

Jeweils gegen 13:30 ist ein gemeinsames Essen eingeplant.

Hr. Ehrenberg wies auch bereits auf die 100. Sitzung des Arbeitskreises hin, die im Frühjahr 2017 stattfinden soll und für die ein angemessener Rahmen gefunden werden soll.

Hr. Remarque schloss die Arbeitskreissitzung um 13:25 Uhr.

Obmann des Arbeitskreises  
gez. Remarque

FEhS - Institut für Baustoff-Forschung e.V.  
gez. Reiche

**Anlage 1:** Teilnehmerliste

**Anlage 2:** Präsentation zur Arbeitskreissitzung

**Anlage 3:** Präsentation von Prof. Roggendorf