



# REPORT DES FORSCHUNGSINSTITUTS

**FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT  
EISENHÜTTENSCHLACKEN E. V.**

Bliersheimer Str. 62  
47229 D U I S B U R G  
Telefon: 02065/9945 - 0  
Telefax: 02065/9945 - 10  
E-Mail: fehs@fehs.de

**Juli 2000**

**ISSN 0948-4795**

**7. Jahrgang Nr. 1**

## **EUROSLAG startklar**

Am 09.02.2000 wurde die europäische Schlackengemeinschaft "EUROSLAG" gegründet. Anlässlich einer weiteren Sitzung der 1992 auf Initiative der FEhS eingerichteten Working Group "Metallurgical By-Products" kamen die Vertreter aus acht europäischen Ländern überein, die Arbeit der Working Group mit erweiterter Aufgabenstellung fortzuführen und zu intensivieren. Insbesondere werden damit als Ziele verfolgt:

- Austausch von Informationen zwischen Erzeugern und Aufbereitern der beteiligten Länder über Erzeugungsverfahren, Eigenschaften und Nutzungsmöglichkeiten der verschiedenen Schlackenprodukte
- Optimierung der Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten
- Bereitstellung von Erfahrungen über technische und ökologische Eigenschaften der verschiedenen Schlackenprodukte für Anwender, Behörden und die Allgemeinheit
- Koordinierung der Vorbereitung und Erarbeitung von Normen und Regelwerken
- Anregungen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Gewinnung von Schlackenprodukten mit optimalen Eigenschaften
- Festigung und Weiterentwicklung des Ansehens der Schlackenprodukte

EUROSLAG soll im Oktober 2000 offiziell eingeführt werden. Es wird erwartet, daß bis dahin auch alle weiteren stahlerzeugenden und schlackenverwendenden europäischen Länder ihre Mitgliedschaft bei EUROSLAG erklären.

## **Inhalt**

Seite

Festveranstaltung der Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken e. V.	1
J. Geiseler	
Vom Hüttenwerk zum Logport	2
A. Jakobs	
Rückgewinnung wertvoller Stoffe aus Schlacken, Stäuben und Reststoffen der Edeltahlerzeugung	3
M.Kühn, P.Drissen, D.Mudersbach	
Neues aus der Normung	5
R. Bialucha, H. Iffland, E. Lang, Th. Merkel, H. Motz	
Erzeugung und Nutzung von Eisenhüttenschlacken 1999	6
Th. Merkel	

## **Festveranstaltung der Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken e. V.**

Prof. Dr.-Ing. J. Geiseler

Am 10. Februar 2000 konnte die FEhS in Anwesenheit von mehr als 300 Gästen ihr 50jähriges Bestehen feierlich begehen.

In seiner Einführung hob der Vorsitzende des Vorstands, A. Jacob, das besondere Anliegen der FEhS hervor, genormte Schlacken nicht als Abfälle zu diskriminieren, weil damit der Absatz der seit Jahrzehnten bewährten Produkte beeinträchtigt oder gar verhindert wird und die Absichten

des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes verfälscht werden.

In den Grußworten aus verschiedenen Ministerien wurde dieser Gedanke immer wieder aufgegriffen. Die Ministerin für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW, B. Höhn, sprach sich dafür aus, dieses Problem nicht an Begrifflichkeiten eskalieren zu lassen, sondern sich auf das Ziel zu konzentrieren, die aus Gründen

des Wasser- und Bodenschutzes erforderlichen Anforderungen festzulegen.

Die Stahlindustrie kann nach Ansicht des Bürgermeisters der Stadt Duisburg, F. Genender, für sich in Anspruch nehmen, bei der Erschließung von Verwendung- und Absatzmöglichkeiten für industrielle Nebenprodukte Pionierarbeit geleistet zu haben, weil seit vielen Jahren rund 95 %

aller Schlacken als Produkte für den Bau- und Agrarbereich vermarktet werden.

Die große Bedeutung der Eisenhütten-schlacken für den Verkehrswegebau hob der Baudirektor im Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, S. Hahn, hervor. Dank der Arbeiten der FEhS hat sich diese im Laufe der zurückliegenden Jahrzehnte nicht nur in den industriellen Ballungsgebieten, sondern in nahezu allen Bundesländern ergeben. Die Erfolge sind nicht zuletzt auf die enge Zusammenarbeit der Stahlindustrie mit den mittelständischen Aufbereitungsunternehmen zurückzuführen. Ministerialdirektor G. Ollig vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sicherte zu, die Interessen der Schlackenerzeuger und Aufbereiter bei der zur Konkretisierung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zu erwartenden Verwaltungsvorschrift zu unterstützen.

Der Staatssekretär im Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr NRW, J. Bickenbach, unterstrich die Bedeutung der Eisenhütten-schlacken für jenen Strukturwandel, der sich neben dem spektakulären öffentlichkeitswirksamen Strukturwandel permanent durch die Weiterentwicklung der Produkte ergibt, die auch bei den Eisenhütten-schlacken zu beachtlichen Fortschritten geführt hat.

R. Vondran, Präsident der Wirtschaftsvereinigung Stahl und Vorstandsvorsitzender des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, ergänzte die Anerkennung der hohen Nutzungsrate von Eisenhütten-schlacken mit dem Hinweis auf die seit langem beste-

henden Erfolge der Stahlindustrie zum aktiven Umweltschutz bei der Nutzung von Gasen, dem Schrottreycling und der Intensivierung der Kreislaufwirtschaft des Wässers. All diese Maßnahmen rechtfertigen seine Aussage: "Stahl ist grün".

J. Geiseler, Geschäftsführer der FEhS, stellte seinen Rückblick auf 50 Jahre FEhS in den Zusammenhang mit den zahlreichen Entdeckungen und Entwicklungen von Schlackenprodukten, die während der zurückliegenden 3 Jahrhunderte gemacht wurden, sowie mit der seit 1860 bestehenden engagierten Gemeinschaftsforschung und Verbandsarbeit für Schlacken. Er verwies auf die durch Forschungsarbeiten der Mitarbeiter der FEhS ermöglichte Ausweitung der Nutzungsgebiete für die Produkte aus Eisenhütten-schlacken und rief die Vorteile für die Umwelt in Erinnerung, die durch den Einsatz der Eisenhütten-schlacken ermöglicht werden: Intensivierung der Kreislaufwirtschaft, Schonung natürlicher Ressourcen, Einschränkung des Energiebedarfs und Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Er folgerte, daß die Produkteigenschaften der Eisenhütten-schlacken historisch belegt, juristisch begründet, ökonomisch sinnvoll und ökologisch erforderlich sind. Diese geschichtlich einmalige Leistung sollte als Beispiel für konstruktiven Umweltschutz herausgestellt werden.

Der Festvortrag wurde von J. Lose, Präsident des Bundesverbands Baustoffe - Steine und Erden sowie des Bundesverbands der Deutschen Zementindustrie, gehalten. Er erinnerte an die von Aristoteles bereits 350 vor Christus berichtete Nutzung von Eisenschlacken als Heilmittel und

würdigte die Tätigkeit der FEhS, indem er sagte: "Die Früchte, die wir heute ernten, kommen allen Beteiligten zugute; denen, die Schlacken erzeugen und verarbeiten, ebenso wie denen, die mit Schlackenprodukten Handel treiben oder sie nutzen." Eingehend befaßte er sich mit der Situation der Bauindustrie, die er keinesfalls so schlecht sieht, wie es einige Industrievertreter in der Öffentlichkeit darstellen. Dieses ungünstige Image machte er u. a. verantwortlich für das in den letzten Jahren festzustellende mangelnde Interesse der Jugend, sich beruflich in der Bauindustrie zu engagieren. An der Schwelle zum 3. Jahrtausend präsentieren sich die Baustoffhersteller als leistungsstarker und wettbewerbsfähiger Industriezweig. Als wichtige Aufgabe für die Zukunft nannte er die Sicherung der Rohstoffe und Energieversorgung. Dazu leistet die Nutzung der Eisenhütten-schlacken einen wichtigen Beitrag. Dies sind allerdings nur zwei von mehreren Elementen, die internationale Wettbewerbsposition und die des Industriestandorts Deutschland zu sichern. Weitere Elemente sind: weniger Regulierungen, Förderung der Eigeninitiative, Senkung der Arbeitskosten, Förderung von Unternehmensgründungen und Beschleunigung von Innovationen.

J. Lose stellte mit Zufriedenheit fest, daß im politischen Raum der knallharte Konfrontationskurs der Vergangenheit verlassen wurde und inzwischen Reformen angegangen werden. Er mahnte aber, daß es infolge der Globalisierung der Märkte zu einer Verschärfung des Wettbewerbs kommen werde und forderte dazu auf, "mehr Markt zu machen, um die Aufgaben gemeinsam lösen zu können."

## Vom Hüttenwerk zum Logport

Dipl.-Chem. A. Jakobs

P f a d f i n d e r muß man wohl sein, um das Forschungsinstitut der FEhS seit nun mehreren Monaten zu erreichen. Schlaglöcher, Schlamm und riesige Wasserlachen erschweren den Weg zum Institut. Dabei wird es nie langweilig, denn die Wegführung variiert manchmal täglich. Wie ein großer Abenteuerspielplatz wirkt nun das 260 ha große Gelände des 1993 stillgelegten Krupp-Werks.

Was ist passiert? –

Im September 1998 übernahm die Duisburg-Ruhrorter Häfen AG das Gelände des ehemaligen Hüttenwerks und damit die

Verantwortung für die Umstrukturierung des Areals. Die eigenständige Tochterfirma Logport begann im Januar 1999 mit dem Abriß der Gebäude und der Erschließung des Geländes. Zunächst beseitigte man das ehemalige Walzwerk. Im Herbst 1999 mußten die Rheinhausener wehmütig von dem weithin sichtbaren Schornstein der Sinteranlage Abschied nehmen, der mit den drei Krupp'schen Ringen Kennzeichen für nahezu 100 Jahre Stahlerzeugung in Rheinhausen war. Inzwischen sind die meisten markanten Gebäude und Anlagen, wie das Stahlwerk, das Zementwerk und die Sinteranlage, verschwunden. Auch die

Hochöfen werden in Kürze folgen. Dann wird neben einigen wenigen Gebäuden, die erhalten bleiben sollen, nur noch die Kokerei zurückzubauen sein. Ende 2001 sollen 95 % der Altbauten verschwunden und dafür baureife Grundstücksflächen entwickelt sein. Logport läßt ein riesengroßes frei bebaubares Industrieareal entstehen.

Wofür das alles? –

Auf dem ehemaligen Hüttenwerksgelände entsteht ein Logistikzentrum mit einem weltweiten Kooperationsnetz. Der Rhein-Ruhr-Hafen Duisburg, ab März 2000

"Duisport" genannt, soll einen eigenen Terminal für Containerumschlag europäischer Unternehmen bekommen. In vier Jahren soll er eine Kapazität von 120.000 Containern haben. Ein benachbarter Bahnterminal, also ein Wasser-Land-Bahnhof als Verteilerstation für die Region, bedient täglich 60 europäische Ziele.

Rückbau und Aufbau verlaufen gleichzeitig. Gegenwärtig haben sich bereits vier große Unternehmen aus dem Logistik-Bereich vertraglich zur Ansiedlung entschlossen. New Wave, eine Tochter der japanischen NYK, ist bereits seit einigen Monaten in zwei Hallen des Krupp'schen Stahlbaus eingezogen. Die Interspe Hamann Group sowie P&O, ein weltweit tätiges Schifffahrts- und Logistikunternehmen, folgten bald darauf. Diese grundlegende Umstrukturierung erfordert auch die Schaffung einer völlig neuen Infrastruktur, die den Anforderungen der Zukunft angepaßt sein soll. Bis zum Herbst 2000 möchte man spätestens die Erschließung von Strom, Wasser, Kanalisation und Straßen bis an den Hafenkopf abgeschlossen haben.

Infolge dieser Arbeiten zur Umstrukturierung des gesamten früheren Hüttenwerksgeländes wird die einzige Zufahrt zum

Forschungsinstitut der FEhS seit längerem in Mitleidenschaft gezogen. Auch in den nächsten Monaten müssen weitere Einschränkungen und Belästigungen in Kauf genommen werden. Wir hoffen jedoch, am Ende dieses Jahres das Schlimmste überstanden zu haben, und gehen davon aus, daß dann die Infrastrukturmaßnahmen beendet, die Rückbauten weitgehend abgeschlossen und die Neuansiedlungen bereits deutlich erkennbar sein werden.

Und was passiert mit den Villen im Zentrum des ehemaligen Krupp geländes? – Diese Villen im englischen Cottage-Baustil entstanden zwischen 1903 und 1906, also bald nach der Gründung des Hüttenwerks, auf dem 1896 der erste Hochofen angeblasen wurde. Die leitenden Angestellten des Hüttenwerks wohnten hier in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Werksanlagen. Als sich das Werksgelände mit dem Neubau von Sinteranlage und Zementwerk in den Jahren nach dem Krieg zunehmend nach Süden ausdehnte, waren diese Villen nahezu vollständig von Betriebsanlagen umgeben, wodurch der Wohnwert der Villen beträchtlich sank. Infolge der zunehmenden Motorisierung zogen die leitenden Angestellten nach und nach in schönere Wohngebiete von Rheinhausen und den angrenzenden Orten. Für die Villen fanden

sich kaum noch Mieter, so daß sie schließlich verfielen.

1985 wurde die Stadt beauftragt, das Denkmalschutzverfahren einzuleiten. Die Landesentwicklungsgesellschaft (LEG) ließ die Häuser 1996 durch Renovierung der Dächer wetterfest machen. Fest stand, daß die Villen nicht der privaten Wohnraumnutzung, sondern ausschließlich als Büroflächen dienen sollen. Schließlich kaufte die Krefelder Baufirma "Programm Bau" mit einem finanzkräftigen Konsortium aus den Niederlanden alle Direktorenvillen. Das Ziel ist, ein parkähnliches Häuserensemble im Kern des zukünftigen Logistikzentrums zu schaffen.

Das Forschungsinstitut der FEhS wird dann die einzige Institution sein, die seit 45 Jahren an diesen Standort tätig ist und die nun den Wandel der Region vom einstigen Stahlzentrum hin zu einem bedeutenden Logistikstandort hautnah miterlebt.

Wünschen wir der Logport und den Investoren für die Schaffung von vielen neuen Arbeitsplätzen und für den Endausbau bis zum Jahr 2005 gutes Gelingen und uns und unseren Kunden bald eine wesentlich angenehmere Anfahrt, ohne Schlaglöcher und mit klarer Wegführung.

## **Rückgewinnung wertvoller Stoffe aus Schlacken, Stäuben und Reststoffen der Edeltahlerzeugung**

Dr.-Ing. M. Kühn, Dr.-Ing. P. Drissen, Dipl.-Ing. D. Mudersbach

Bei der Herstellung hochlegierter Stähle, insbesondere den rost- und säurebeständigen Güten, werden die Herstellungskosten zu etwa 70 % durch die Rohstoffe bestimmt. Den größten Teil machen dabei die Legierungsmittel, insbesondere Chrom und Nickel, aus.

Ein Teil der Legierungsmittel wird bei der Stahlherstellung im Elektroofen und im AOD-Konverter zwangsläufig oxidiert und in den Staub bzw. in die Schlacke überführt.

Der Rückgewinnung dieser Legierungsmittel aus Stäuben und Schlacken der Edeltahlerzeugung kommt deshalb eine besondere wirtschaftliche Bedeutung zu. Während die St ä u b e heute nahezu vollständig in aufwendigen Verfahren (z. B. Scan-Dust- oder Elektro-Niederschachtofen-Verfahren) unter Gewinnung von Eisen-Chrom-Legierungen metallurgisch verarbeitet werden, ist man bemüht, die Gehalte an Legierungselementen in den

S c h l a c k e n so niedrig wie möglich einzustellen, um die Verluste zu minimieren. Dieser Reduktion sind im Elektroofenbetrieb technische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt. Wenn dennoch eine weitergehende Verringerung angestrebt wird, muß dies in einem gesonderten Reduktionsprozeß erfolgen. Die dabei entstehenden höheren Aufwendungen müssen durch höhere Erlöse für die bei der Behandlung gebildete Schlacke kompensiert werden.

Nach umfangreichen Voruntersuchungen wurden Technikumsversuche in einem 2 t Gleichstrom-Elektro-Lichtbogenofen durchgeführt. Da die Zufuhr der Einsatzstoffe durch die Hohllektrode erfolgte, mußte die Korngröße auf max. 6 mm begrenzt werden. Infolge der geringen Badbewegung konnte eine ausreichende Reduktion allerdings nur in unmittelbarer Nähe des Brennflecks erfolgen. Außerhalb des Brennflecks sinkt die Temperatur, und die Viskosität der

Schlacke steigt an, so daß praktisch kein Stoffaustausch mehr stattfinden kann.

Neben Schlacken aus der Herstellung hochlegierter Stähle kamen auch Stahlwerksstäube mit höheren Gehalten an Wertmetallen, Walzzunder und gebrauchte Feuerfestmaterialien zum Einsatz. Mit der Verwendung von Schredder-Leicht-Fraktion sollten extreme Einsatzverhältnisse erprobt werden. Als Reduktionsmittel diente vor allem das flüssige Eisenbad, dem Kohle, Koksgrus und Gichtstaub aus dem Hochofenbetrieb zugesetzt wurden.

Mit diesen Einsatzmaterialien wurde die Gewinnung eines kohlenstoffhaltigen Eisens angestrebt, in dem die Wertmetalle angereichert sind, während die entstehende Schlacke weitgehend frei von diesen Wertmetallen sein sollte. Um eine hochwertige Nutzung dieser Schlacke zu ermöglichen, wurde die Zusammensetzung der Schlacke durch weitere Zusätze so gesteu-

Test Nr.	Produkt	Schlacken-Konditionierer	Schlacken-abstich-temperatur °C		Fe	CaO	SiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
													Gew.-%
1	Klinker Roh-Material	Sand Bauxit	1735	Ziel Produkt	3,7 4,3	62 - 66 54,7	20 - 21 20,8				4,7 6,9	< 5 2,2	0,24
2	Metallurgisches Pulver	Bauxit	1680	Ziel Produkt	< 2 0,35	50 - 55 56,6	16 19,6		1,18	0,2	22 21,9	2 - 10 2,85	0,03
3	Metallurgisches Pulver	Bauxit	1640	Ziel Produkt	< 2 0,3	50 - 55 54,2	16 13,6		1,75	0,47	22 27,3	2 - 10 1,81	0,03
4	Hydraulisches Bindemittel	SLF Bauxit	1665	Ziel Produkt	< 2 1,81	45 41,2	33 31,5		51,7	0,06	14 17,3	2,5 4,41	0,08
5	Hydraulisches Bindemittel	SLF Bauxit	1620	Ziel Produkt	< 2 0,45	45 44,5	33 34,4		0,93	0,04	14 14	2,5 4,41	0,04

Tabelle 1: Schlackenzusammensetzung einiger Testreihen im Elektro-Reduktions-Prozeß

ert, daß sie zur Herstellung von metallurgischen Pulvern oder hydraulischen Bindemitteln verwendet werden können.

Tabelle 1 zeigt die angestrebten und erreichten Schlackenzusammensetzungen. Die Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -Gehalte waren in allen Schlacken fest eingebunden und nicht auslaugbar. Sie lagen allerdings noch höher als nach den Berechnungen und den Voruntersuchungen zu erwarten war. Dies ist u.a. auf eine in dieser Anlage nicht vermeidbare Reduktion zurückzuführen.

Die bei diesem Reduktionsprozeß gebildeten Stäube weisen Blei- und Zinkgehalte auf, die eine metallurgische Weiterverarbeitung u.a. im Wälzofen ermöglichen.

Das Ziel der Untersuchungen der FEhS war es zu prüfen, ob eine teilreduzierte Schlacke als Klinkerrohstoff genutzt werden kann. Mit der in Tabelle 1 unter der Nr. 1 aufgeführten Schlacke wurde ein Klinker gebrannt, der aus den folgenden Rohstoffen zusammengesetzt wurde:

- 70,6 % Kalkstein,
- 19,4 % Ton,
- 10 % Schlacke.

Der unerwartet niedrige Anteil von Schlacke im Klinkerrohmehl beruht auf den noch recht hohen Gehalten an Metalloxiden Eisen und Mangan. Eine weitere Reduktion des Eisengehalts würde den Anteil der Schlacke im Klinker erhöhen.

Das Rohmehl wurde bei 1420 °C ca. 2 Stunden gebrannt. Die chemische Zusammensetzung des gebrannten Klinkers ist in Tabelle 2 aufgeführt:

Entsprechend der Zusammensetzung war das CaO/SiO<sub>2</sub>-Verhältnis etwa 3, der MgO-Gehalt lag sicher unter 5 Gew.-%. Die

CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Gew.-%				
66,5	21,9	1,66	4,85	3,05

Tabelle 2: Aus der Schlacke 1 hergestellter Portlandzementklinker

mineralogische Untersuchung des Klinkers zeigte die typischen Klinkerphasen C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S und C<sub>4</sub>AF.

Aus dem Klinker wurde unter Zugabe von 5 % Gips ein Portlandzement mit einer Feinheit von ca. 3500 cm<sup>2</sup>/g gemahlen. Dieser Portlandzement wurde nach DIN EN 196 geprüft. Als Vergleich diente ein handelsüblicher Zement CEM I 32,5 R. Die Ergebnisse der Untersuchungen an den Mörteln sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß es möglich ist, Schlacken, Stäube, feuerfeste Restmaterialien und andere Stoffe mit höheren Wertmetallgehalten in einem gesonderten Reduktionsprozeß zu reduzieren. Das dabei entstehende Metallbad nimmt die

Wertmetalle auf, während in den Stäuben die leicht flüchtigen Elemente, wie z. B. Blei und Zink, angereichert werden. Beide Produkte können metallurgisch weiterverarbeitet werden: das Metall zur Erzeugung von legierten Stählen und die Stäube zur Gewinnung von Blei und Zink.

Die Schlacke kann in der erhaltenen Zusammensetzung so eingesetzt werden, daß unter anderem metallurgische Pulver oder hydraulische Bindemittel gewonnen werden können. Eine nur teilweise Reduzierung der Schlacke begrenzt infolge zu hoher Metallanteile ihre Verwendung als Klinkerrohstoff.

Der für die Versuche verwendete Elektrofen mit Gleichstrom-Elektrode ist für

Physikalische und mechanische Eigenschaften	Dimension	Laborzement			Vergleichszement CEM I 32,5 R					
					erreichte Werte			Anforderungen		
		2d	7d	28d	2d	7d	28d	2d	7d	28d
Druckfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	20,4	36,0	52,1	23,1	39,6	49,3	>10	-	<52,5
Biegezugfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	4,2	6,4	7,6	n.b.	n.b.	n.b.			
Elastizitätsmodul	N/mm <sup>2</sup>	27587	34764	38294	n.b.	n.b.	n.b.			
Wasseranspruch	Gew.-%	28,0			26,5					
Erstarrungszeit	h:min	Beginn: 3:55 Ende: 4:25			Beginn: 2:33 Ende: 3:55			Beginn: > 1:00; Ende: <12:00		
Le-Chatelier-Test	mm	1			0,5			<10		
Ausbreitmaß	cm	15,7			n.b.					
spez. Oberfläche	cm <sup>2</sup> /g	3250			3130					
unlösl. Rückstand	Gew.-%	0,03			n.b.					

Tabelle 3: Eigenschaften des Laborzements

diesen Prozeß nicht geeignet, da er keine ausreichende Schlackenbewegung ermöglicht, so daß der Stoffaustausch unzureichend ist. Der Stromverbrauch lag bei 1,3 MWh/t Schlacke. Auch wenn diese Werte

in einem Drehstrom-Elektroofen verbessert werden dürften, so sind die Energieverbräuche vermutlich zu hoch, um eine betriebliche Anwendung dieses Reduktionsverfahrens gegenwärtig zu realisieren.

Dennoch sollen diese Untersuchungen unter günstigeren Versuchsbedingungen fortgesetzt werden, um eine realistischere Beurteilung der Wirtschaftlichkeit zu ermöglichen.

## Neues aus der Normung

Dr.-Ing. R. Bialucha, Dipl.-Ing. H. Iffland, Dr.-Ing. E. Lang, Dr.-Ing. Th. Merkel, Dr.-Ing. H. Motz

### Überarbeitung der DIN 4301

Die DIN 4301 "Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bauwesen", die in ihrer ersten Ausgabe bereits aus dem Jahre 1941 stammt, liegt derzeit in einer Fassung von April 1981 vor. Seit dieser Zeit haben sich die Schlackenerzeugungsverfahren, aber auch die Anforderungen an die Schlackenprodukte teilweise erheblich geändert. Daher war es notwendig geworden, die DIN 4301 zu überarbeiten. Inzwischen ist mit Ausgabedatum Mai 2000 ein Entwurf einer überarbeiteten Norm veröffentlicht worden.

Die Überarbeitung war unter anderem erforderlich geworden, um allgemein verbindliche Regelungen für die Beurteilung der Umweltauswirkungen von Schlacken zu erarbeiten. Auch wenn das Umweltrecht in der Bundesrepublik Landesrecht ist, kann doch evtl. auf diesem Wege ein weiterer Schritt hin zu einer länderübergreifenden Regelung getan werden.

Hinsichtlich der technischen Anforderungen wurde bezüglich der Hochofenschlacken nichts geändert. Bei den Stahlwerksschlacken wurde auf die bisherige Unterteilung in zwei Klassen verzichtet; die in Deutschland erzeugten Stahlwerksschlacken liegen alle im Bereich der bisherigen SWS-I. Bei den Metallhüttenschlacken wurde erheblich deutlicher differenziert als bisher; hier paßten die meisten aktuellen Schlackentypen nicht mehr in die bisherigen zwei Gruppen.

Daneben wurden die Definitionen und die Anforderungen an die Güteüberwachung überarbeitet. Hier werden jetzt wesentlich ausführlicher als bisher Eigen- und Fremdüberwachung explizit beschrieben.

Insgesamt kann festgehalten werden, daß die Ergebnisse der Normüberarbeitung ein weiterer Beleg für die Produkteigenschaft der beschriebenen Stoffe ist.

Die Frist für Einsprüche zum Normentwurf läuft am 31. August 2000 ab; nach Einarbei-

tung notwendiger Korrekturen kann dann möglicherweise noch dieses Jahr die Veröffentlichung der überarbeiteten Norm erfolgen.

### FGSV-Regelwerke

Ende 1999 wurde das "Merkblatt über die Verwendung von Eisenhüttenschlacken im Straßenbau" und Anfang 2000 das "Merkblatt über die Verwendung von Metallhüttenschlacken im Straßenbau" fertiggestellt und vom FGSV-Verlag veröffentlicht. Im Merkblatt Eisenhüttenschlacken werden die stoffspezifischen Eigenschaften und die Anwendung von Hochofen- und Stahlwerksschlacken, im Merkblatt Metallhüttenschlacken die von Schlacken aus der Blei-, Ferrochrom-, Kupfer- und Zinkerzeugung sowie von Wälzschlacken aus der Entzinkung beschrieben. Die stoffspezifischen Eigenschaften umfassen die Zusammensetzung, Dichte, Raumbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung sowie die wasserwirtschaftliche Verträglichkeit dieser Schlacken. Weiterhin enthalten die Merkblätter Anforderungen an die technischen Eigenschaften sowie an die wasserwirtschaftliche Verträglichkeit.

Anfang 2000 wurde ebenfalls die neue Ausgabe der "Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau - TL Min-StB" vom FGSV-Verlag veröffentlicht. Die TL Min-StB enthalten nun neben Anforderungen an natürliche Mineralstoffe auch solche an künstliche Mineralstoffe, wie zum Beispiel Hochofenschlacken, Stahlwerksschlacken und Recycling-Baustoffe. Die Anforderungen an die künstlichen Mineralstoffe umfassen auch ihre wasserwirtschaftliche Verträglichkeit. In Abhängigkeit vom einzusetzenden Stoff sind Anforderungen an Eluatgehalte und zum Teil an Feststoffgehalte für stoffspezifische Parameter aufgeführt.

### BRL 9305

#### Umweltverträglichkeit von Hochofenschlackengemischen für die Verwendung im Straßenbau

Der Entwurf der Beurteilungsrichtlinie (BRL) ist im dritten Quartal 1999 zur Stellungnahme veröffentlicht worden. Die Einspruchsfrist ist Ende Dezember 1999 abgelaufen. Die eingegangenen Anmerkungen und Kommentare sind dem Begleitungsausschuß der BRL 9305 durch den Centraal College van Deskundigen GWW (dem Sachverständigenausschuß für Grund-, Wasser- und Wegebau des CROW) übergeben worden. Die Kommentare sind durch den Begleitungsausschuß beurteilt und berechnete Einwände eingearbeitet worden. Der überarbeitete Entwurf ist dem CROW Ende Februar 2000 übergeben worden und wird von dort an die Stichting Bouwkwaliiteit (SBK) weitergeleitet. Mit der endgültigen Einführung der BRL als NBRL 9305 (nationale Beurteilungsrichtlinie) ist im zweiten Quartal 2000 zu rechnen.

### CEN TC 292

#### "Charakterisierung von Abfallstoffen"

Beim DIN hat es umfangreiche Umstrukturierungen gegeben mit dem Ziel, die sogenannte "horizontale Normung" zu fördern. Die Themen des bisherigen Spiegelausschusses zum CEN/TC 292 (NAW I A 1 "Abfallcharakterisierung") werden demnächst im NAW I 2 "Boden- und Abfalluntersuchung" behandelt. Zu diesem Ausschuß gibt es 5 Unterausschüsse, wobei sich der UA 5 "Elutionsverfahren" mit den Themen der Arbeitsgruppen 2 und 6 des CEN/TC 292 beschäftigt.

Von der Arbeitsgruppe 2 des CEN/TC 292 "Auslaugverfahren" wurde ein Deklarationsstest (compliance test) für die Auslaugung von stückigen Abfällen und Schlämmen erarbeitet. Mit Datum vom 10. Februar 2000 liegt die deutsche Fassung dieses Normentwurfs, der vier

Teile umfaßt, als Rosadruck vor. Dieser Entwurf hat inzwischen die nationale Umfrage (enquiry) durchlaufen; die Einspruchsfrist endete am 31. März 2000. Die Einarbeitung der Einsprüche in den Normentwurf wird im Laufe dieses Jahres im Rahmen einer Arbeitsgruppensitzung erfolgen.

Zu diesen Deklarationstests sind umfangreiche Validierungsversuche vorgesehen. Bisher wurde die Basischarakterisierung der für die Versuche vorgesehenen Materialien durchgeführt. Es stehen jetzt noch die Ringversuche aus, an denen sich zahlreiche europäische Institute, unter anderem die FEhS, beteiligen wollen. Wichtige Ergebnisse aus dieser Validierung sollen evtl. noch mit in den Normentwurf eingebracht werden.

### Zement und Beton

Nach etwa 30jähriger Bearbeitungszeit wurden die ersten zwei Teile der europäischen Zementnorm

- EN 197-1: Zement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
- EN 197-2: Zement – Konformitätskriterien

durch Zustimmung aller beteiligten CEN-Vertragsstaaten gebilligt.

Nach der Endredaktion wird EN 197-1 mit dem Anhang Z als erste europäische Produktnorm voraussichtlich im Sommer 2000 an die EG-Kommission übergeben. Den Regularien entsprechend wird die Kommission innerhalb von 9 Monaten die Norm im europäischen Amtsblatt offiziell bekanntmachen und als Voraussetzung für das Inverkehrbringen einführen. Innerhalb von 12 evtl. auch 18 Monaten haben die EU-Mitgliedsstaaten diese Norm in das nationale Regelwerk zu übernehmen. Das DIN wird sechs Monate nach Zusendung der EN 197 durch das CEN die DIN 1164 zurückziehen und dafür die DIN EN 197 bekanntgeben.

Die EN 197 enthält im Gegensatz zur DIN 1164 keine Regelungen bezüglich der Zemente mit besonderen Eigenschaften. Bis zur Fertigstellung entsprechender Normenteile für diese Zemente (NW und HS; für NA ist derzeit keine europäische Norm vorgesehen) werden sie in einer Restnorm DIN 1164 behandelt.

Eine Arbeitsgruppe wird Anwendungsregeln für die mit der Einführung der EN 197 bisher nicht genormten 15 Zemente erarbeiten, ähnlich wie dies bereits bei den bisher genormten 12 Zementen nach DIN 1164 der Fall ist.

Mit einer Gegenstimme wurde auch die europäische Betonnorm EN 206 angenommen. Diese Norm ist nicht mandatiert, und sie bildet vielfach nur einen Rahmen, der von den nationalen Erfordernissen ausgefüllt werden kann (muß). Auch daran wird gegenwärtig gearbeitet.

## Erzeugung und Nutzung von Eisenhüttenschlacken 1999

Dr.-Ing. Th. Merkel

Im Zuge der statistischen Erhebungen zur Erzeugung und Nutzung von Eisenhüttenschlacken wurden von den deutschen Stahlwerken dem Fachverband Eisenhüttenschlacken e. V. wieder die entsprechenden Daten zur Verfügung gestellt. Diese sind in den nachstehenden Tabellen für das Jahr 1999 zusammengestellt worden.

Bei der Hochofenschlacke (Tabelle 1) hat sich der Trend zur vermehrten Granulation weiter fortgesetzt: Der Anteil der granulierten Hochofenschlacke, des Hüttensands, liegt inzwischen bei 70 % der insgesamt erzeugten Menge. Dieses Verhältnis ist auf der Seite der Nutzung nicht ganz so deutlich ausgeprägt, da durch die Aufbereiter von Hochofenstüchschlacke zusätzlich zwischengelagerte Schlacke abgebaut und verkauft wurde.

Bei der Stahlwerksschlacke (Tabelle 2) ist im Vergleich zum Vorjahr zu erkennen, daß die Nutzung als Baustoff etwa gleich geblieben ist, die Führung im metallurgischen Kreislauf als Kalk- und Eisenträger zurückging und der Absatz als Düngemittel leicht zugenommen hat. Zugenommen hat auch der Anteil der deponierten Stahlwerksschlacke. Möglicherweise sind hier erste Auswirkungen einer restriktiven Aus-

legung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zu spüren - ein Punkt, der in den nächsten Jahren weiter zu beobachten sein wird.

Erzeugung	Mio. t
Schlacke aus Stahlroheisenerzeugung	6,91
Schlacke aus sonstiger Roheisenerzeugung	0,06
Gesamterzeugung	6,97
Lagerabbau	0,93
Summe	7,90

Nutzung	Mio. t
Rohschlacke	0,14
HOS-B (Lieferkörnungen)	0,29
HOS-B (Mineralstoffgemische)	2,16
HOS-C	0,17
HOS-D	0,02
Hüttenkalk	0,05
Hüttensand für Zement	4,73
Hüttensand für Sonstiges	0,20
Eigenverbrauch der Werke	0,14
Summe	7,90

Tabelle 1: Erzeugung und Nutzung von Hochofenschlacke 1999

Erzeugung	Mio. t
Schlacke aus Oxygenstahlerzeugung	3,12
Schlacke aus Elektrostahlerzeugung	1,52
Schlacke aus Sonderverfahren	0,59
Gesamterzeugung	5,23
Lagerabbau	0,38
Summe	5,61

Nutzung	Mio. t
Metallurg. Kreislaufführung	0,71
Düngemittel	0,33
Baustoffe (Straßenbau, Erdbau, Wasserbau etc.)	3,66
Sonstiges	0,27
Deponie	0,64
Summe	5,61

Tabelle 2: Erzeugung und Nutzung von Stahlwerksschlacke 1999