

REPORT DES FORSCHUNGSINSTITUTS

**FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT
EISENHÜTTENSCHLACKEN E. V.**

**Bliersheimer Str. 62
4 7 2 2 9 D U I S B U R G
Telefon: 02065/9945 - 0
Telefax: 02065/9945 - 10
E-Mail: fehs @ fehs.de
Internet: http://www.fehs.de**

Juli 2003

ISSN 0948-4795

10. Jahrgang Nr. 1

Erhebungen zur Erzeugung und Nutzung von Eishütenschlacken 2002

Dr.-Ing. Th. Merkel

Seit Jahren werden beim Fachverband Eishütenschlacken e. V. statistische Erhebungen zur Erzeugung und Nutzung von Eishütenschlacken durchgeführt. Für das Jahr 2002 ergaben sich hierbei die in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellten Daten.

Bei den Hochofenschlacken müssen die langsam erstarrte kristalline Hochofenschlacke (HOS) und der schnell abgekühlte glasig erstarrte Hüttsand (HS) unterschieden werden. In den vergangenen Jahrzehnten ergab sich hier durch den Neubau von Granulationsanlagen eine Zunahme

der Hüttsanderzeugung auf derzeit etwa 70 % der Hochofenschlackenmenge. Während der Hüttsand als Hauptbestandteil von Normzementen Verwendung findet, wird die Hochofenschlacke überwiegend in Tragschichten mit und ohne Bindemittel im Straßenbau eingesetzt.

Vergleicht man die Daten des Jahres 2002 mit den Angaben der vergangenen Jahre, fällt auf, daß 2002 nicht die gesamte Hochofenschlackenmenge abgesetzt werden konnte, sondern 0,4 Mio. t auf Zwischenlager zur späteren Nutzung gefahren werden mußten. In den letzten Jahren waren diese

Erzeugung	Mio. t
Schlacke aus Stahlroheisenerzeugung	7,09
Schlacke aus sonstiger Roheisenerzeugung	0,10
Summe	7,19

Nutzung	Mio. t
HOS-B (Lieferkörnungen)	0,26
HOS-B (Mineralstoffgemische)	1,47
HOS-C	0,15
HOS-D	0,01
Hüttenkalk	0,03
Hüttsand für Zement	4,65
Hüttsand für Sonstiges	0,08
Zwischenlager	0,40
Eigenverbrauch der Werke	0,14
Summe	7,19

Tabelle 1: Erzeugung und Nutzung von Hochofenschlacke 2002

Inhalt	Seite
Erhebungen zur Erzeugung und Nutzung von Eishütenschlacken 2002 Th. Merkel	1
Staubrecycling in der Elektrostahlerzeugung P. Drissen, H.-P. Jung, M. Kühn	2
Neue Düngemittelverordnung in Deutschland M. Kühn	4
Röntgenbeugung – gestern und heute P. Drissen	5
Info-Veranstaltung der FEHS A. Jakobs	6
Anerkennung der FEHS in den Niederlanden H. Iffland	8
Pressegespräch im Forschungsinstitut A. Ehrenberg	8

Lagerbestände deutlich reduziert worden, da mehr HOS benötigt als produziert wurde. Grund für diese Umkehr ist die zurückgehende Baukonjunktur, die sich auch auf den Absatz der Mineralstoffe auswirkt.

Für den Hüttsand ist die Erzeugung und auch die Nutzungsmenge seit annähernd fünf Jahren konstant; die Auswirkungen der Bau- und damit Zementnachfrage haben sich bei den Portlandzementen stärker ausgewirkt als bei den hüttsandhaltigen Zementen.

Letztlich ist bei den Hochofenschlacken noch der Hüttenkalk zu nennen, ein Kalkdüngemittel, von dem jährlich etwa 30.000 t abgesetzt werden.

Erzeugung	Mio. t
Schlacke aus Oxygenstahlerzeugung	3,42
Schlacke aus Elektrostahlerzeugung	1,86
Schlacke aus Sonderverfahren	0,74
Summe	6,02

Nutzung	Mio. t
Metallurg. Kreislaufführung	0,87
Düngemittel	0,33
Baustoffe (Straßenbau, Erdbau, Wasserbau etc.)	3,54
Sonstiges	0,23
Zwischenlager	0,04
Deponie	1,01
Summe	6,02

Tabelle 2: Erzeugung und Nutzung von Stahlwerksschlacke 2002

Bei den Stahlwerksschlacken ist die Erzeugung von Schlacken sowohl nach dem LD-Verfahren (LDS) als auch aus dem Elektro-

ofenverfahren (EOS) leicht angestiegen. Ein Vergleich der Nutzungsgebiete mit den Daten des Vorjahres zeigt eine leichte

Zunahme der Verwendung im metallurgischen Kreislauf sowie als Baustoff. Die gegenüber dem Vorjahr um 0,45 Mio. t erhöhte Gesamtmenge konnte zum Teil für eine spätere Nutzung zwischengelagert werden. Da diese Lagerkapazitäten jedoch begrenzt sind, mußte erstmalig wieder eine größere Menge als in den vergangenen Jahren deponiert werden.

Insgesamt zeigen die Erhebungen über die Erzeugung und Nutzung von Eisenhütten-schlacken im Jahr 2002 eine Verwendung von etwa 11,8 Mio. t der Produktionsmenge von ca. 13,2 Mio. t und damit eine Nutzungsrate von 90 %. Angesichts der derzeit schwierigen Lage in der Bauindustrie kann diese Rate durchaus als Erfolg bezeichnet werden, auch wenn in den vergangenen Jahren höhere Nutzungsraten erreicht wurden.

Staubrecycling in der Elektrostahlerzeugung

Dr.-Ing. P. Drissen, Dipl.-Ing. H.-P. Jung, Dr.-Ing. M. Kühn

Einleitung

In Deutschland werden jährlich rund 8 Mio. t Stahl im Elektrolichtbogenofen erzeugt. Bei der Reinigung der Prozeßgase entstehen rund 140.000 t Elektroofenstäube. Diese feinkörnigen Stäube werden zu über 99 % einer Nutzung in den unterschiedlichsten Anwendungen zugeführt. Die Rückgewinnung metallischer Wertstoffe stellt dabei einen wesentlichen Aspekt dar.

Neben Eisenoxiden enthalten die Elektroofenstäube weitere Wertmetalloxide, wie Zink- und Bleioxid bei der Erzeugung niedrig legierter und Chrom- und Nickeloxid bei der Erzeugung hoch legierter Stahlgüten. Sofern der Gehalt dieser Wertmetalle ausreichend hoch ist, ist eine Rückgewinnung technisch und wirtschaftlich sinnvoll. Hierfür stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung /1/. Beispielhaft seien die Erzeugung eines Wälzoxids im Drehrohrföfen für die Zinkgewinnung und die Rückgewinnung der Legierungselemente Chrom, Nickel und Molybdän im Plasmaverfahren genannt /2/3/.

Die FEhS hat sich bereits Mitte der 80er Jahre mit der Anreicherung von Wertmetallen in Elektroofenstäuben befasst und erste Betriebsversuche zum Recycling in den Elektrolichtbogenofen mittels pneumatischer Injektion erfolgreich durchge-

führt /1/. Ziel war es, die Voraussetzungen für eine wirtschaftlichere Aufbereitung dieser Stäube zu schaffen.

Gemäß theoretischer Überlegungen sollte das Recycling zu einer Anreicherung von Zink und einer Verringerung der spezifischen Staubmenge führen. Diese Erwartungen wurden in den darauffolgenden Jahren im Rahmen von zwei EGKS-Projekten bestätigt. Die betriebliche Umsetzung des Recyclings und die Anpassung an spezifische betriebliche Bedingungen konnte in Zusammenarbeit mit verschiedenen Elektrostahlwerken optimiert werden /4/5/.

Elektroofenstäube

Tabelle 1 zeigt die mittleren Zusammensetzungen von Elektroofenstäuben aus der Erzeugung niedrig und hoch legierter Stahlqualitäten.

Stahlerzeugung	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	NiO	ZnO	PbO
niedrig legiert	25-45	3-7	3-5	2	0,5	1-5	0,1-1	15-35	0,1-1,5
hoch legiert	25-40	3-7	3-5	2	0,5	5-15	0,5-3	5-30	0,1-0,2

Tabelle 1: Zusammensetzungsbereiche von Elektroofenstäuben in M.-%

Alle Stäube aus der Elektrostahlerzeugung enthalten hohe Eisenoxidgehalte in der Größenordnung 25 bis 45 M-% Fe₂O₃. Mineralisch betrachtet handelt es sich zumeist um Magnetite, d. h. Verbindungen des Spinelltyps. Je nach dem, ob der Staub aus der Erzeugung niedrig oder hoch legierter Stahlqualitäten stammt, werden vorzugsweise Zink oder Chrom mit in die Spinellstruktur eingebunden, so daß man von Franklinit (ZnFe₂O₄) oder Chromit (FeCr₂O₄) sprechen kann. Insbesondere in den Stäuben aus der Erzeugung niedrig legierter Stähle ist jedoch Zinkit (ZnO) die für die Rückgewinnung von Zink bedeutende mineralische Komponente.

Pneumatisches Recycling

Der schematische Aufbau einer Einblasanlage für die pneumatische Rückführung der Filterstäube ist in Bild 1 dargestellt. Der abgereinigte Staub aus der Filteranlage wird

in einem Staubsilo zwischengelagert. Nach Anforderung durch das Stahlwerk wird der Staub von dort pneumatisch in das Tages-silo des Stahlwerks gefördert. So wird eine ausreichende Staubmenge vorrätig gehalten, um die Staubrückführung sicher zu gewährleisten.

Der Einblasvorgang in den Elektroofen wird in einem darunter liegenden Sendersystem vorbereitet. Nachdem die erforderliche Staubmenge im Sender ist, wird der Staub aufgelockert (fluidisiert) und der Einblasdruck eingestellt. Sobald im Elektroofen eine ausreichende Schlackenmenge gebildet worden ist, erfolgt die Förderung des Staubs im Dichtstrom. Mit einer manipulierbaren Lanze wird dann der Staub vorzugsweise in die Grenzschicht Schlacke/Metallbad injiziert.

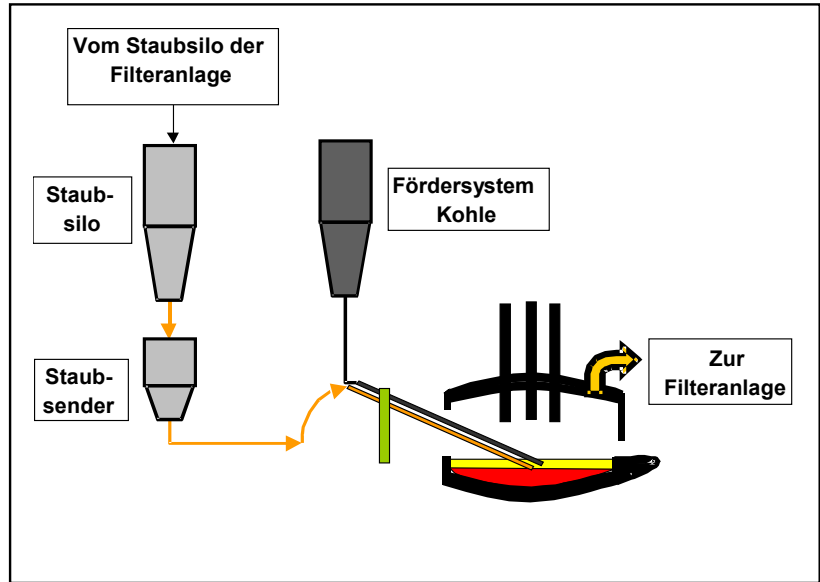


Bild 1: Schematische Darstellung des Staubreyclings

Versuche haben gezeigt, dass die Zugabe von Kohle zur Erleichterung der Förderbarkeit des Staubs nicht erforderlich ist. Dadurch wird eher eine schlechte Betriebssicherheit erreicht, da es oftmals zu Entmischungen von Staub und Kohle kommt und der Prozeß der Schaum-schlackenbildung empfindlich gestört werden kann. Deshalb werden Staub, Kohle und Sauerstoff getrennt über Lanzen dem Elektroofen zugeführt. Dies erlaubt eine gezielte Steuerung in Hinblick auf die metallurgischen Anforderungen.

Betriebliche Ergebnisse

Baustahlerzeugung

1994 wurde das interne Recycling von Elektroofenstaub im Elektrostahlwerk der Krupp Edelstahlprofile GmbH (KEP) erstmalig erprobt. Nach der Entwicklungs- und Einarbeitungsphase konnte die Anlage vollständig in den Betriebsablauf des Stahlwerks integriert werden. Der Anteil des recycelten Elektroofenstaubs wurde in den nachfolgenden Jahren kontinuierlich gesteigert. Heute werden 100 % des Elektroofenstaubs aus der Erzeugung niedrig legierter Stähle recycelt, bevor das angereicherte Material an externe Aufbereiter abgegeben wird. Entsprechend den Erwartungen wurde dadurch der Zinkgehalt im Elektroofenstaub von ursprünglich 18 M.-% auf ein heute annähernd konstantes Niveau um 32 M.-% angehoben (Bild 2). Parallel dazu konnte die an externe Aufbereiter abzugebende Staubmenge um nahezu 50 % verringert werden. Ähnlich positive Ergebnisse wurden mit vergleichbaren Anlagen in einem weiteren Elektrostahlwerk erzielt /5/.

Erzeugung rostfreier Stähle

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung des Verfahrens kann heute auch eine gezielte Nutzung der Wertmetallgehalte von Elektroofenstaub aus der Erzeugung hoch legierter Stähle erfolgen. Die Anreicherung von Zink erfolgt nach den oben beschriebenen Prinzipien. Die Nutzung der Chromgehalte aus Staub und Schrott erfordert jedoch ein hohes Reduktionspotential, das durch die carbochemische Umsetzung erst bei sehr hohen Temperaturen erreicht wird. Darüber hinaus können Anforderungen an den Kohlenstoffgehalt im Stahlbad, z. B. durch eine nachgeschaltete VOD-Behandlung, den Einsatz

von Kohlenstoff begrenzen. Daher hat KEP eine weitere Möglichkeit entwickelt, die Reduktion durch das Einblasen von feinkörnigem Ferrosilicium mit einer zusätzlichen Lanze gezielt zu steuern.

Wie die Betriebsergebnisse inzwischen zeigen, kann dadurch genügend Chrom aus der Schlacke in das Metallbad überführt werden. Dies zeigt sich auch in einer Verbesserung des Gleichgewichtswertes $(Cr_2O_3)/[Cr]$ /5/. Damit konnten die positiven Erfahrungen des Recyclings von Elektroofenstäuben aus der Erzeugung niedrig legierter Stähle auch auf Stäube aus der Erzeugung hoch legierter Stähle übertragen werden.

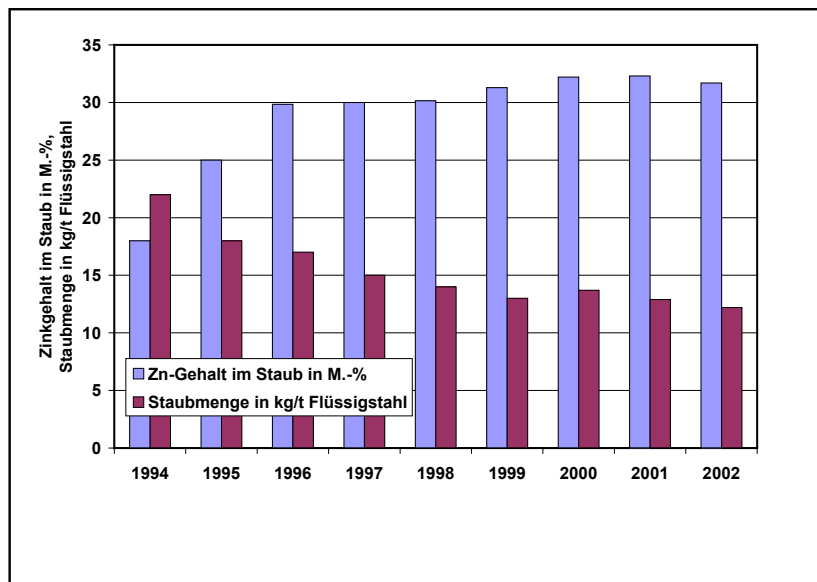


Bild 2: Entwicklung von Staubmenge und Zinkgehalt im Staub bei KEP

Schlußfolgerungen

Das Recycling von Elektrofenstäuben durch pneumatische Injektion hat sich in seiner fast 10-jährigen praktischen Erprobung im Elektrostahlwerk von KEP bewährt. Neben der Wertsteigerung durch einen höheren Zinkgehalt stellt insbesondere die verringerte Menge an Staub, die an externe Aufbereiter abgegeben wird, einen erheblichen ökonomischen und ökologischen Vorteil dar. Die bei KEP gewonnenen positiven Ergebnisse konnten durch weitere Betriebsversuche in anderen Stahlwerken untermauert werden.

Danksagung

Die Arbeiten wurden mit Mitteln der Europäischen Gemeinschaft im Rahmen des Brite EuRam-Programms und der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl gefördert, wofür gedankt wird.

- [1] Geiseler, J., Drissen, P., Treppschuh, F.: "Metallurgische Verwertung von Stäuben und Schlämmen in der Stahlindustrie", Stahl und Eisen, 109 (1989) 7, S. 359/365
- [2] Yamada, Y.: "Wiederaufbereitung metallurgischer Schlämme und Stäube im Drehrohfen", TIZ-Fachberichte

Rohstoff-Engineering 104 (1980) 3, S. 170/171

- [3] Anonym "Dust Recycling in the Scan Dust Process", Stahl und Eisen, 103 (1983), S. 414 und 769/770
- [4] Steffes, B., Drissen, P., Kühn, M.: "Improved Dust Balance During EAF-Steelmaking" Proceedings of the 6th European Electric Steelmaking Conference, Düsseldorf, June 13-15, 1999
- [5] Drissen, P., Kühn, M., Jung, H.-P., Tavernier, H., Grisvard, C.: "Recycling of EAF dust into the EAF especially from high alloy steel-making" La Revue de Métallurgie – CIT, Avril 2002, p. 341/347

Neue Düngemittel-Verordnung in Deutschland - Entwicklung und derzeitiger Stand -

Dr.-Ing. M. Kühn

Einführung und historische Entwicklung

Eine Neuordnung der Düngemittelverordnung (DüMV) war lange erwartet worden, weil seit 1999 die Anzahl der neu angemeldeten Düngemittel, insbesondere der organischen Düngemittel, deutlich angestiegen war.

Deshalb sollte die Düngemitteltypenliste vereinfacht werden mit dem Ziel, die Grunddünger zu typisieren und Mischungen aus diesen zuzulassen. Ein weiteres Ziel war es, den Schwermetalleintrag mit den Düngemitteln in den Boden vor dem Hintergrund des Bundes-Bodenschutzgesetzes /1/ zu begrenzen. Die begleitenden Diskussionen wurden im wissenschaftlichen Beirat für Düngemittelfragen des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) gemeinsam mit der Thomasdünger GmbH und der FEhS geführt. Hierbei wurde deutlich, daß für die Düngemittel aus Eisenhüttenschlacken mit einer Begrenzung des Chromgehalts zu rechnen war, obwohl bereits mehrfach nachgewiesen werden konnte, daß das in den Düngemitteln aus Eisenhüttenschlacken enthaltene Chrom keine Umwelrelevanz hat und als Inertstoff zu betrachten ist.

Dies wurde auch im Rahmen eines Kolloquiums zur ökotoxikologischen Relevanz von Chrom(III) und Chrom(VI) in Kalkdüngemitteln, Böden und Pflanzen bestätigt, das am 15. Januar 2001 von der Thomasdünger GmbH und der FEhS gemeinsam durchgeführt wurde /2/. Dabei

haben unabhängige Wissenschaftler der Pflanzenernährung und der Bodenkunde gezeigt, daß von den Kalkdüngemitteln bezüglich ihrer Chromgehalte keine Umweltgefahren zu erwarten sind. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse empfahl schließlich der „Wissenschaftliche Beirat für Düngemittelfragen“, nur das umweltrelevante Chrom(VI) auf 2 mg/kg in den Düngemitteln zu begrenzen. Dieser Vorschlag wurde vom BMVEL aufgegriffen und in die DüMV aufgenommen. Nach der Ressortabstimmung u.a. mit dem Bundesministerium für Umwelt wurde schließlich die DüMV zur Abstimmung in den Bundesrat eingebracht.

Abweichend vom Vorschlag des BMVEL forderten im Bundesrat einzelne Länder eine Begrenzung des Chromgesamtgehalts auf $Cr_{ges.} < 100$ mg/kg entsprechend der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) /3/. Nach intensiven Diskussionen mit den Landesvertretern und nochmaliger Darstellung der Langzeiterfahrungen mit Kalkdüngemitteln aus Eisenhüttenschlacken wurde lediglich eine Deklaration des Chromgehalts gefordert, wenn er 300 mg/kg übersteigt. Dies wurde vom Bundesrat neben vielen anderen Änderungen akzeptiert.

Die Neue Düngemittel-Verordnung

Die neue Düngemittelverordnung (DüMV) wird bereits im Vorspann eine Liste der zu begrenzenden Einträge in den Boden enthalten, Tabelle 1.

Für den Einsatz von Kalkdüngemitteln aus Eisenhüttenschlacken ist entsprechend Tabelle 1 die Kennzeichnungspflicht in bezug auf die $Cr_{ges.}$ - Gehalte relevant. Alle anderen genannten Elemente sind in diesen Düngemitteln nur in Spuren unterhalb der angegebenen Grenzwerte vorhanden, da sie bei den hohen Herstellungstemperaturen des Eisens oder des Stahls flüchtig sind.

Bezüglich der phosphathaltigen Düngemittel könnte jedoch der Cd-Gehalt problematisch werden. Die Weltvorräte an Naturphosphaten mit niedrigen Cd-Gehalten sind begrenzt und entsprechend teuer. Betroffen von der Cd-Regelung sind vor allem Thomaskalk und Thomaskali.

In der neuen DüMV wird die Düngemitteltypenliste dahingehend vereinfacht, daß lediglich die Grundtypen der Düngemittel aufgenommen werden. Damit sind Mischungen aus diesen Grundtypen zulässig, da die Eignung dieser Typen bereits nachgewiesen ist und eine Verschlechterung der Wirkung durch die Mischung ausgeschlossen wird. Zusätzlich wird es die neue Gruppe der „Sekundärrohstoff-Dünger“ geben. In dieser Gruppe werden vor allem die neu in den Markt drängenden organischen Düngemittel aus industriellen Prozessen zusammengefaßt.

Kalkdünger aus Eisenhüttenschlacken werden wie bisher unter der Rubrik „Kalkdüngemittel“ geführt. Als Beispiel werden unter dem Stichwort Konverterkalk dann alle auf Konverterkalk basierenden Kalk-

düngemittel geführt, z. B. Thomaskalk, Konverterkalk mit Phosphat usw.. Damit muß nicht mehr jeder einzelne Düngemitteltyp separat zugelassen werden.

Stand der Verabschiedung der neuen Düngemittel-Verordnung

Nach europäischem Recht muß die DüMV durch die europäische Kommission notifiziert werden. Diese Notifizierung ist von der Kommission im Hinblick auf die darin enthaltene Cd-Regelung versagt worden. Die EU entwickelt zur Zeit eine eigene Cd-Regelung, die eine 15-jährige Laufzeit vorsieht, beginnend mit einer Begrenzung des Cd-Gehalt in Düngemitteln auf 80 mg/kg, dann alle 5 Jahre eine Absenkung in 20 mg/kg-Schritten bis auf 20 mg/kg. Ziel ist es, der Industrie einen Zeitraum zu öffnen, in dem die Absenkung der Cd-Gehalte im Phosphat erreicht werden soll.

Damit liegt die Entscheidung wieder bei der Bundesregierung, die nun mehrere Möglichkeiten hat, die DüMV in Kraft zu setzen. Sie kann die Verordnung mit einer Fußnote zur Cd-Regelung versehen und damit auf die Europäische Entwicklung hinweisen. Eine

		Kennzeichnung ab... mg/kg TM oder andere angegebene Einheit	Grenzwert mg/kg TM oder andere angegebene Einheit
	1	2	3
1	Arsen (As)	20	40
2	Blei (Pb)	125	150
3	Cadmium (Cd)	1,0	1,5
	Cadmium (Cd) für Düngemittel ab 5 % P ₂ O ₅	20 mg/kg P ₂ O ₅	für das Produkt: 50 mg/kg P ₂ O ₅ für Ausgangsstoffe: 70 mg/kg P ₂ O ₅
4	Chrom (Cr _{ges.})	300	---
	Chrom ^(VI)	1,5	2
5	Nickel (Ni)	40	80
6	Quecksilber (Hg)	0,50	1,0
7	Thallium (Tl)	0,5	1,0
8	Kupfer (Cu)		70
9	Zink (Zn)		1000

Tabelle1: Grenz- und Deklarationswerte für bestimmte Schwermetalle in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln

andere Möglichkeit wäre, die Cd-Regelung ganz aus der DüMV zu streichen bis eine europäische Regelung vorliegt oder aber die DüMV völlig neu zu beraten.

[1] Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502

[2] Ökotoxikologische Relevanz von Chrom(III) und Chrom(VI) in Kalkdüngemitteln, Böden und Pflanzen, Kolloquium 15. Januar 2001 in Bonn, Schriftenreihe der FEhS, Heft 9, Duisburg (2001)

[3] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16. Juli 1999

Röntgenbeugung – gestern und heute

Dr.-Ing. P. Drissen

Die Wellennatur der Röntgenstrahlung und der periodische Gitteraufbau der Kristalle waren noch im Jahre 1912 reine Arbeitshypothesen. Es war der besondere Verdienst der deutschen Physiker Laue, Friedrich und Knipping, diese Annahmen in einem einzigen Experiment zu bestätigen. Basierend auf den grundlegenden Untersuchungen und Experimenten durch Laue, Bragg und anderer fand die Untersuchung kristalliner Materie mittels Röntgenbeugung in den darauf folgenden Jahrzehnten eine breite wissenschaftliche und technische Anwendung.

Der außerordentliche Nutzen des Verfahrens zur einfachen und sicheren Identifizierung von Mineralen war Anlaß im Jahr 1957, also kurz nach der Gründung des Forschungsinstituts der damaligen Arbeitsgemeinschaft Hochofenschlackenforschung, ein Röntgendiffraktometer anzuschaffen. Um mit der raschen technischen Entwicklung Schritt zu halten, wurde das Röntgendiffraktometer in den folgenden

Jahrzehnten fortlaufend um- und aufgerüstet.

Wurde das Röntgendiffraktometer in den 50er und 60er Jahren überwiegend zur mineralischen Beschreibung der damals von Werk zu Werk recht verschiedenartigen Hochofenschlacken genutzt, hat sich das Aufgabengebiet bis heute kontinuierlich erweitert.

Dies betrifft einerseits die untersuchten Materialarten. Neben den verschiedensten Schlacken aus der Eisenhütten- und der Metallhüttenindustrie sind insbesondere Zemente, Mörtel, Betone und Zuschläge zu nennen. Aber auch andere Mineralstoffe wie Düngemittel, Kraftwerksnebenprodukte, Müllverbrennungsrückstände, Filterstäube und Schlämme unterschiedlichster Herkunft sowie Böden und Naturstein sind zunehmend Gegenstand des Interesses.

Andererseits fließen die Ergebnisse der Röntgenbeugung inzwischen in alle Auf-

gabengebiete des Forschungsinstituts und der Baustoffprüfstelle ein. Dies betrifft zunächst die Identifizierung der Mineralstoffe. Darüber hinaus werden Hinweise auf das zu erwartende physikalische als auch umweltrelevante Verhalten eines Mineralstoffs, zum Verständnis von Reaktionsmechanismen und zur Klärung von Schadensfällen erarbeitet. In der jüngsten Vergangenheit gelang es beispielsweise, ein auf dem Markt angebotenes Thomasphosphatkali als Plagiat zu entlarven. Dieses Plagiat entsprach zwar in seiner chemischen Zusammensetzung den Anforderungen der Düngemittelverordnung, die mineralische Zusammensetzung belegte aber eindeutig, daß es nicht aus der Hüttenindustrie stammte.

Nach 45 Jahren erfolgreicher Arbeit und einigen zehntausend Proben konnten dringend erforderliche Wartungsarbeiten aufgrund des hohen Anlagenalters nicht mehr durchgeführt werden. Auch die Anbindung an neuere Software, insbeson-

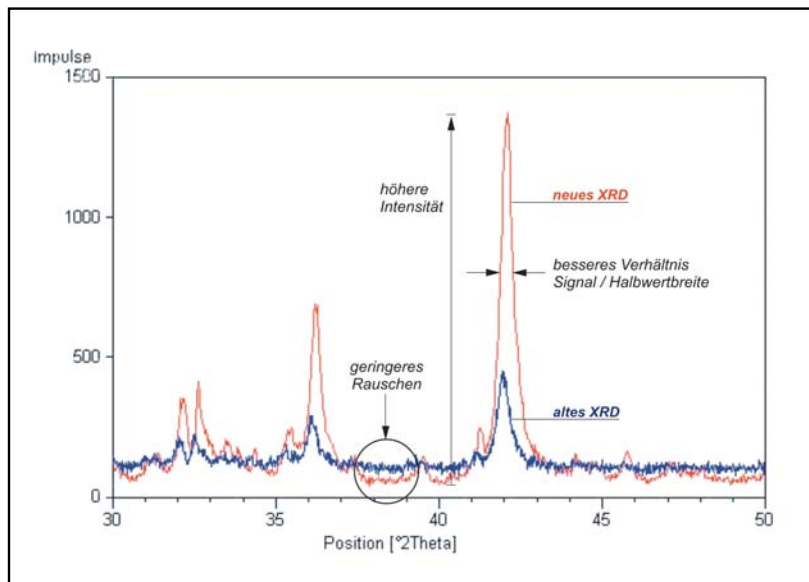


Bild 1: Vergleich altes und neues Röntgendiffraktometer, aussagekräftigere Diagramme durch optimiertes optisches System

dere an ein Labor-Informations- und Management-System (LIMS), war nicht mehr zu realisieren. Um die Fortführung der Arbeiten sicher zu stellen, wurde daher ein vollständiger Austausch des bestehenden Systems erforderlich. Gleichzeitig wurde sowohl eine Verbesserung der Aufnahme-

technik und der Auswertungsmöglichkeiten als auch die Möglichkeit zur Anlagenerweiterung angestrebt.

Seit Februar 2003 verfügt das Forschungsinstitut mit dem X'Pert MPD Pro von PANalytical über ein leistungsstarkes,

Info-Veranstaltung der FEhS

Dipl.-Laborchem. A. Jakobs

Am 5. Juni 2003 veranstaltete die Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken e. V. (FEhS) wieder eine Informationsveranstaltung zu aktuellen Themen aus dem Forschungs-, Normen- und Prüfstellenbereich. Der Geschäftsführer, Herr Dr.-Ing. H. **Motz** begrüßte die Gäste aus den Mitgliedswerken der FEhS im Vortragssaal des Stahlinstituts VDEh in Düsseldorf. Etwa sechzig Firmenvertreter hörten mit großem Interesse am Tag der Umwelt die Ausführungen über Normen, Regelwerke, Zement und Hüttensand. Zwischen den Vorträgen gab es die gern genutzte Möglichkeit der offenen Diskussion. Pausen sorgten für einen Gedankenaustausch der Teilnehmer mit den Referenten sowie untereinander.

Im ersten Fachvortrag berichtete Herr Dr.-Ing. Th. **Merkel** über den Einsatz von Edelsplitten aus Stahlwerksschlacken für Asphalt und den Wasserbau. Grundsätzlich werden Stahlwerksschlacken (SWS) in Deutschland seit etwa 30 Jahren im Straßenbau eingesetzt. Dr. Merkel stellte

heraus, daß insbesondere Asphaltchichten unter Verwendung von Edelsplitten aus Stahlwerksschlacken sowohl hinsichtlich der Standfestigkeit als auch hinsichtlich der Griffbarkeit dauerhaft sehr gute Eigenschaften haben - teils deutlich bessere als Schichten mit konventionellen Baustoffen. Zum Wasserbau berichtete er, daß gegenwärtig der Trend besteht Sohlaufhöhungen und Kolkverfüllungen durch ein Geschiebemanagement zu vermeiden.

Während sich Stahlwerksschlacken bei den erstgenannten Gebieten seit langem bewährt haben, ist ihre Verwendung als Splitte für die Geschiebezugabe derzeit noch in der Erprobung. Laborversuche zeigen allerdings erfolgversprechende Ergebnisse, so daß für 2004 eine Erprobung unter Praxisbedingungen im Rhein vorgesehen ist.

Herr Dr.-Ing. A. **Ehrenberg** berichtete über die Zementnorm DIN EN 197, die Einsatzmöglichkeiten und -beschränkungen der normgemäß erzeugten Zemente und insbesondere über die Reduzierung der CO₂-

modular aufgebautes Röntgendiffraktometer, das diesen Erwartungen entspricht.

Alle erforderlichen Installations- und Baumaßnahmen konnten binnen 5 Tagen abgewickelt werden, so daß keine Beeinträchtigung laufender Arbeiten eintrat.

Aufgrund des anpassungsfähigen optischen Systems können mit der neuen Anlage Röntgendiagramme erstellt werden, die sich durch ein wesentlich besseres Verhältnis Signal/Untergrund und eine bessere Auflösung auszeichnen (**Bild 1**). Die ebenfalls neu angeschaffte Software eröffnet vielfältige Möglichkeiten der qualitativen aber auch der semi-quantitativen Auswertung. So wird gegenwärtig an der quantitativen röntgenographischen Bestimmung von Freikalk in Stahlwerksschlacken, demnächst auch von freiem MgO, gearbeitet. Zwar steht für die Freikalkbestimmung ein naßchemisches Verfahren zur Verfügung, jedoch werden dabei sowohl CaO als auch Ca(OH)₂ erfaßt und als Freikalk ausgewiesen. Röntgenographisch können die Minerale CaO und Ca(OH)₂ separat erfaßt und somit eine realistischere Abschätzung der Raumbeständigkeit gegeben werden.

Emissionen durch verstärkten Hüttensandeinsatz. Da für einige der 27 genormten Zemente (davon 9 hüttensandhaltige) noch große Anwendungsbeschränkungen im Beton bestehen, intensiviert die FEhS ihre Untersuchungen insbesondere hinsichtlich der Portlandkompositzemente. Seit 1946 wurden in Deutschland ca. 550 Mio. t Hochofenschlacke erzeugt, davon 32 % als Hüttensand. 75% wurden zu Zement verarbeitet. Der Marktanteil hüttensandhaltiger Zemente beträgt heute 30 %. Zwischen 1990 und 1999 wurden die spezifischen CO₂-Emissionen um ca. 13 % auf 694 kg/t verringert. Dies wurde zu 21 % durch vermehrten Hüttensandeinsatz erreicht. Der Emissionshandel mit Emissionszertifikaten kommt und so kann davon ausgegangen werden, daß die positiven ökologischen Eigenschaften des Hüttensands zusätzlich auch eine ökonomische Bedeutung gewinnen.

Herr Dr. H. **Motz** berichtete über die Umsetzung der im CEN TC 154 "Gesteinskörnungen" erarbeiteten europäisch harmo-

nisierten Normen. Die Einführung der für die Bereiche Mörtel, Beton, Asphalt, ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische, Wasserbausteine, Gleisschotter und leichte Gesteinskörnungen entwickelten Produktnormen (Anforderungsnormen) erfolgt gemeinsam mit den dazu gehörigen Prüfnormen als sogenanntes Normenpaket. Dieses muß in den einzelnen europäischen Staaten bis zum 1. Juni 2004 umgesetzt sein. In den europäischen Produktnormen werden die Anforderungen als Kategorien zusammengestellt. Aus diesen wählen die europäischen Staaten auf der Basis ihrer Erfahrungen und des Anwendungszweckes der Gesteinskörnungen Anforderungen aus. Der Konformitätsnachweis für Gesteinskörnungen wird zukünftig nach dem System 2+ erfolgen. Die Umsetzung der im CEN/TC 154 entwickelten Produkt- und Prüfnormen für den Bereich des Straßenbaus erfolgt zur Zeit durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Geplant ist ein zweiteiliges technisches Regelwerk, wobei die technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen (TL G-StB) Teil 1 und die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen Teil 2 darstellen.

Frau Dr.-Ing. R. **Bialucha** gab einen Überblick über wichtige Ereignisse der vergangenen Jahre aus dem Umweltbereich sowie einen Ausblick auf Kommendes. Im einzelnen behandelte sie für Eisenhütenschlacken wichtige Regelwerke der vergangenen Jahre (NRW-Runderlaß, niederländische Baustoffverordnung, Strahlenschutzverordnung), zwei vor kurzem fertiggestellte Labor-Prüfverfahren (Trogverfahren, compliance test), einige nationale Gesetze, die für die Umwelt eine große Rolle spielen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Bundes-Bodenschutzgesetz) und zur Zeit in Diskussion befindliche

Regelwerke von Umweltbehörden (Technische Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, GAP-Papier der LAWA, DIBt-Merkblatt "Bewertung der Auswirkung von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser", Verwaltungsvorschrift für die Einstufung wassergefährdender Stoffe).

Herr Dr.-Ing. M. **Kühn** berichtete über die Konsequenzen aus der Novellierung der Düngemittel-Verordnung (DüMV). Düngemittel aus Eisenhütenschlacken (EhS) haben eine lange Tradition. Heute stehen Sorten wie Hüttenkalk und Konverterkalk zur Verfügung. Der Erfolg der Düngemittel aus EhS beruht auf der deutlich höheren Wirksamkeit. Es werden deutlich mehr Erträge erzielt als beim Einsatz anderer Kalkformen. Herr Kühn ging besonders auf die Problematik bei der Grenzwertfestsetzung für Chromverbindungen im Düngemittel ein und stellte die Folgen für den Markt dar. Details aus diesem Vortrag können dem Referat "Neue Düngemittel-Verordnung in Deutschland" der Seite 4 in diesem Report entnommen werden.

Herr Dr.-Ing. A. **Ehrenberg** berichtete über Untersuchungen zur Mahlbarkeit von Hütten sand. Die Mahlung von Hütten sand ist für die Zementindustrie weltweit von großer Bedeutung, da er in zunehmender Menge als Zementbestandteil oder Beton-zusatzstoff verwendet wird und einen im zementtypischen Feinheitsbereich meist höheren Mahl widerstand als z. B. Portlandzementklinker sowie eine hohe Abrasivität aufweist. Die vorgestellten Untersuchungen betrafen verschiedene Parameter, die Einfluß auf die Mahlbarkeit von Hütten sand nehmen können. Diese Mahlbarkeit variiert innerhalb einer großen Spannweite. Einflüsse der Mikrostruktur, der chemischen Zusammensetzung, der Lagerungs- und der Prüfbedingungen überlagern sich und hän-

gen wiederum teilweise von der Schmelzvergangenheit der Hochofenschlacke und den Granulationsbedingungen ab. Eine verbesserte Mahlbarkeit kann zu ungünstigeren sonstigen Eigenschaften, z. B. verringerter Hydraulizität, führen.

Herr Dr. rer. nat. D. **Lohmann** informierte über die Untersuchung zur Beurteilung des wirksamen Alkaligehalts von hütten sandhaltigen Zementen in Beton mit alkaliempfindlichen Zuschlägen. Das Ziel war die uneingeschränkte Nutzung von Hütten sanden (HS) zur Erweiterung des Angebots an NA-Zementen (niedriger Alkaligehalt). Vergleichende Untersuchungen des klassischen Auspressverfahrens zur Ermittlung der in der Porenlösung gelöst vorliegenden Alkalien zeigten für das entwickelte Löseverfahren eine höhere Reproduzierbarkeit. Eine Alternative zur Bestimmung der wirksamen Alkalien hat sich ohne großen apparativen Aufwand ergeben. Dabei werden die OH-Ionen in der Überstandslösung mit hinreichender Korrelation zwischen den ermittelten OH-Ionen und den gelösten Na₂O-Äquivalent-Konzentrationen bestimmt. Durch den Einsatz von HS wurde der Anteil an Na₂O-Äquivalent sowohl in der Überstandslösung, als auch in der Porenlösung über den Verdünnungseffekt hinaus reduziert. Die umfangreichen Messungen zeigten, daß man durch die Bestimmung der wirksamen Alkalien nach dem Löseverfahren und deren Verwendung bei der Bewertung der Zemente eine Möglichkeit hat, hütten sandhaltige Zemente unabhängig von ihrem Gesamtalkaligehalt sachgerecht hinsichtlich ihrer NA-Eigenschaft zu bewerten.

Beifall und rege Diskussion im Anschluß an die Vorträge bestätigten das große Interesse an den übermittelten Sachthemen. Die FEhS wird daher die einzelnen Referate in ihrer Schriftenreihe veröffentlichen.

Anerkennung der FEhS als Prüf-, Überwachungs-, und Zertifizierungsstelle in den Niederlanden

Dipl.-Ing. H. Iffland

Der Einsatz mineralischer, steinähnlicher Baustoffe, die mit Regen-, Oberflächen- und Grundwässern in Kontakt kommen, erfordert in den Niederlanden den Nachweis der Umweltverträglichkeit dieser Baustoffe. Dies gilt sowohl für natürliche als auch für künstliche und recycelte Baustoffe. Rechtliche Grundlage hierfür ist der Bouwstoffenbesluit - die niederländische

Baustoffverordnung zum Schutz von Boden und Oberflächengewässern /1/.

Für den Nachweis der Umweltverträglichkeit gemäß BSB wurde ein komplexes Programm, bestehend aus Prüfung, Überwachung und Zertifizierung geschaffen, das sogenannte Akkreditierungsprogramm 04 (AP04). Alle im Rahmen der Prüfung und

Überwachung tätigen Probenehmer, Laboren und Zertifizierungsstellen müssen auf der Grundlage dieses national niederländischen Programms akkreditiert und darüber hinaus durch das niederländische Umweltministerium (VROM) anerkannt sein. Gemäß einer Erklärung des VROM haben generell alle europäischen Firmen die Möglichkeit anerkannt zu werden. Hierzu

muß eine befugte dritte Stelle versichern, daß das Unternehmen in der Lage ist, konform den Anforderungen des AP04 zu arbeiten.

Die FEhS hat mit der bauaufsichtlichen Anerkennung (Kennziffer NRW 005) als Prüf-, Überwachungs-, und Zertifizierungsstelle –PÜZ- nach Artikel 16 Abs. 2 der Richtlinie 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) durch das Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen ihre Zulassung gemäß AP04 erhalten. Der Bescheid über die Anerkennung wurde am 21.06.2002 ausgesprochen. Am 20.02.2003 erfolgte durch das VROM die offizielle Gleich-

stellung der FEhS mit den niederländischen PÜZ-Stellen. Die FEhS wurde in die offiziellen, im Internet einsehbaren Listen der anerkannten PÜZ-Stellen des VROM aufgenommen.

www.vrom.nl/pagina.html?id=9601#1



Die FEhS ist hierdurch im Rahmen des niederländischen Bouwstoffenbesluit zugelassen für die Probenahme, die Proben-

aufbereitung, die Laboruntersuchungen und die Analytik – nicht nur für Eisenhütten-schlacken, sondern für alle mineralischen Baustoffe. Darüber hinaus ist die FEhS anerkannte Zertifizierungsstelle im Sinne des BSB und damit das bislang einzige Institut in Deutschland, das alle Bereiche des Bouwstoffenbesluit abdeckt.

[1] Besluit van 23 november 1995, houdende regels met betrekking tot het op of in het oppervlaktewater gebruiken van bouwstoffen (Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming); Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 1995, 567

1 Milliarde Tonnen Baustoffe aus der Stahlindustrie schonen unsere Umwelt

Dr.-Ing. A. Ehrenberg

Am 10. Juli fand im Forschungsinstitut ein Pressegespräch statt, zu der die FEhS und die Wirtschaftsvereinigung Stahl unter dem oben genannten Thema eingeladen hatten. Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling, Präsident der Wirtschaftsvereinigung Stahl, Dr. mont. Wolf Lanzer, Vorstandsvorsitzender der FEhS und Dr.-Ing. Heribert Motz, Geschäftsführer der FEhS, erläuterten Aufgaben und Ziele der Forschungsgemeinschaft sowie die vielfältigen Anwendungsgebiete von Eisenhütten-schlacken im Hoch-, Straßen- und Wasserbau sowie als Düngemittel.

Prof. Ameling betonte in seinen Ausführungen, daß die viel diskutierte "Nachhaltigkeit" eine ausgewogene Betrachtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Belange erfordert. Er griff beispielhaft vier Themen auf, die Nachhaltigkeitsindikatoren für den Werkstoff Stahl darstellen. So beträgt die Recyclingquote bei Stahl in Deutschland mit 19,1 Mio. t (2000) 40 % der Jahresproduktion. Bei Weißblech liegt sie sogar bei 78 %. Bis zum Jahr 2012 hat sich die Stahlindustrie freiwillig verpflichtet, die spezifischen CO₂-Emissionen um 22 % (Basis 1990) zu vermindern. 1999 waren bereits 17 % erreicht. Wasser wird zunehmend im Kreislauf geführt. Während 1960 ca. 50 m³ Wasser je t Rohstahl benötigt wurden, liegt der Bedarf heute bei nur einem Viertel. Davon wiederum gehen nur 4 % verloren. Auch die Verwendung der Eisenhütten-schlacken fügt sich

in das Konzept nachhaltigen Wirtschaftens ein. Ihre Nutzung erfolgt heute zu 95 %, vor allem im Baustoffbereich. Mit der heutigen Nutzungsrate liegt Deutschland an der Spitze der europäischen Staaten.

Dr. Lanzer blickte in seinem Vortrag zunächst auf die jahrhundertalte Nutzung der Schlacken zurück und definierte den metallurgischen Begriff "Schlacke" in Abgrenzung zu unzutreffenden Formulierungen aus dem Abfallbereich. Er berichtete über die Organisation und die vielfältigen Tätigkeiten der FEhS als Forschungs- und Prüfstelle und im Bereich der Normung. Er erinnerte daran, daß seit 1946 in Deutschland ca. 850 Mio. t Eisenhütten-schlacken erzeugt und verwendet wurden. Diese Menge entspricht etwa dem Volumen von immerhin 277 Cheopsyramiden, die 64 km weit von Duisburg bis Dortmund reichen würden. Sie könnte auch einen Güterzug füllen, der 4,7-mal um den Äquator reicht. Dr. Lanzer wies darauf hin, daß die Umwelt in erheblichem Maß geschont wurde, da diese ungeheure Materialmenge einerseits nicht deponiert werden mußte und andererseits natürliche Ressourcen nicht in entsprechendem Umfang abgebaut wurden. Die ca. 130 Mio. t Hüttensand, die seit 1946 zur Zementerzeugung verwendet wurden, führten auch dazu, daß mindestens 160 Mio. t CO₂ (80 Mrd. m³) nicht emittiert wurden. Dieses Volumen reicht aus, um z. B. den Gasometer in Oberhausen 187.000

mal in Gänze zu füllen. Rechnet man den Rückbau von Schlackenhalde aus früheren Jahrzehnten hinzu, so kann von 1 Milliarde Tonnen Baustoffe aus der Stahlindustrie ausgegangen werden, die unsere Umwelt durch Ressourcenschonung und Emissionsvermeidung entlastet haben.

Dr. Motz erläuterte verschiedene Anwendungsbeispiele von Eisenhütten-schlacken, die langjährig eingeführt sind und die Normen sowie sonstigen Regelwerken genau so unterliegen wie Baustoffe aus natürlichen Ressourcen. Straßen mit gegossenen Pflastersteinen aus Hochofenschlacke und Siedlungen, erbaut aus Hüttensteinen, sind auch 75 Jahre nach dem Bau voll funktionsfähig. Aktuelle Beispiele und Hinweise auf die vielfältigen Anwendungsgebiete ergänzten seine Ausführungen. Eisenhütten-schlacken und die daraus hergestellten Produkte sind keine Abfälle. Die EU-Kommission hat dies bestätigt und ausgeführt, daß Schlacken, die durch die Verfahrensschritte Granulation, Pelletierung, gezielte Erstarrung, Separation, Brechen, Sieben oder Mahlen bearbeitet werden, nicht als Abfälle zu klassifizieren sind. Dr. Motz erinnerte abschließend daran, daß die FEhS auch 53 Jahre nach der Gründung der "Arbeitsgemeinschaft Hochofenschlackenforschung" weiter intensiv daran arbeiten wird, die Leistungsfähigkeit von Produkten aus Eisenhütten-schlacken zu optimieren, um eine Nutzungsrate von 100 % zu erreichen.