



FAQ

Eisenhüttenschlacke



04

1. KAPITEL:
ENTSTEHUNG,
HERSTELLUNG UND
ZUSAMMENSETZUNG

06

2. KAPITEL:
TECHNOLOGISCHE EIGEN-
SCHAFTEN, QUALITÄT
UND VERWENDUNG

11

3. KAPITEL:
UMWELT UND
RESSOURCEN-
SCHONUNG

15

GLOSSAR:
SCHLACKE
VON A-Z

*„Der Einsatz von
Eisenhüttenschlacken
ist ohne Zweifel ein
bedeutsamer Beitrag zu
einer wirksamen
Kreislaufwirtschaft!“
[Prof. Dr. Klaus Töpfer]*

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

natürliche Ressourcen sind nicht unendlich verfügbar. Der Abbau von Primärrohstoffen und Bodenschätzen nahm laut Europäischer Kommission im 20. Jahrhundert weltweit um das 34-Fache zu – bei fossilen Brennstoffen „nur“ um das 12-Fache! Daher fordert auch die Europäische Union von den Mitgliedstaaten, das Thema Ressourceneffizienz mehr in den Fokus der politischen Aktivitäten zu rücken. Auch die Vereinten Nationen haben festgestellt, dass der Verbrauch von natürlichen Ressourcen durch nachhaltiges Management und Kreislaufwirtschaft dringend reduziert werden muss, um die Degradation der Erde zu verhindern. Die Ergebnisse des Circularity Gap Reports zeigen, dass die Welt bisher nur zu weniger als 8 % zirkulär ist. Es gibt viel zu tun!

Eisenhüttenschlacken und die daraus hergestellten Baustoffe und Düngemittel leisten als Nebenprodukte der Stahlherstellung bereits seit vielen Jahrzehnten einen bedeutenden Beitrag zur Kreislaufwirtschaft. Allerdings sollte der positive Beitrag von Eisenhüttenschlacken zur nachhaltigen Ressourcenwirtschaft über die Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen weiter intensiviert werden. Von besonderer Bedeutung sind dabei die flächendeckende Zulassung und die angemessene Bevorzugung von „Sekundärbaustoffen“ bei öffentlichen Ausschreibungen. Die öffentliche Hand hat hier sicherlich eine Vorbildfunktion, um die politisch gewollte Förderung von Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung auch in der Praxis umzusetzen.

Die FAQ zu Eisenhüttenschlacken sollen alle Interessenten – von Kommunen und Behörden über Unter-

nehmen und Experten bis zu Politik und Verwaltung – informieren, aufklären und Transparenz schaffen. Zusätzlich enthält die Publikation die Erklärung der wichtigsten Begriffe zum Thema Eisenhüttenschlacke. Denn nur wer umfassend informiert ist, kann die richtige Entscheidung treffen: ökonomisch und ökologisch. Ob bei der Planung und Durchführung von Bauvorhaben, der Konstruktion von Straßen oder der optimalen Wahl eines Düngemittels: Komplexe Anforderungen und Regelwerke, ein vielschichtiger Markt und eine große Zahl von Recherchequellen machen die Wahl für das richtige Produkt oft nicht einfach – auch für Experten.

Wir vom FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e.V. erforschen und prüfen Eisenhüttenschlacken und die daraus hergestellten Produkte seit vielen Jahrzehnten. Unser Wissen teilen wir nicht nur mit unseren Mitgliedern und Partnern, sondern beraten auch Behörden und Unternehmen weltweit. Für Fragen und weitergehende Beratungen stehen Ihnen unsere Experten gerne zur Verfügung. Alle Ansprechpartner finden Sie unter www.fehs.de/kontakt. Oder rufen Sie uns an: 02065 9945-0!



Thomas Reiche

Geschäftsführer FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e. V.

1. Kapitel

ENTSTEHUNG,
HERSTELLUNG UND
ZUSAMMENSETZUNG

WAS SIND EISENHÜTTENSCHLACKEN?

Eisenhüttenschlacken sind ein metallurgisches Werkzeug der Roheisen- und Stahlherstellung, das für den Produktionsprozess zwingend notwendig ist. Die aus ihnen hergestellten Nebenprodukte werden als Baustoffe in der Zement- und Betonindustrie, als industrielle Gesteinskörnungen in verschiedenen Anwendungen des Verkehrsbaus sowie als kalkhaltiges Düngemittel (Konverterkalk) in der Landwirtschaft eingesetzt. Je nach metallurgischem Prozess wird zwischen Hochofenschlacke (Hochofenstückschlacke, Hüttensand) und Stahlwerksschlacke (LD-Schlacke, Elektroofenschlacke, Edelstahlschlacke und sekundärmetallurgische Schlacke) unterschieden.

[Lit] DIN 4301: „Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bauwesen“

[Lit] EN 14069: „Liming materials – Denominations, specifications and labelling“

WOHER KOMMT DER BEGRIFF „SCHLACKE“?

Schlacke ist ein metallurgischer Begriff. Etymologisch leitet er sich vom niederdeutschen Wort „slagge“ (für „schlagen“) ab und resultiert aus der mittelalterlichen Metallgewinnung im Rennofen, bei der aus einem teigigen Klumpen (Luppe) mit Holzhämmern Metall und Schlacke voneinander getrennt werden mussten.

WIE ENTSTEHEN EISENHÜTTENSCHLACKEN?

Als Produkt eines Schmelzprozesses besteht Schlacke im Wesentlichen aus den nichtmetallischen Bestandteilen der Erze und mineralischen Zuschlägen, die zur Schmelzpunktreduzierung dem Erz zugemischt werden. Hochofenschlacke entsteht bei der Produktion von Roheisen im Hochofen, bei der Eisenerz und weitere Stoffe bei etwa 1.500 °C geschmolzen werden. Stahlwerksschlacke bildet sich bei der Rohstahlherstellung im circa 1.600 °C heißen Schmelzfluss entweder im LD-Stahlwerk (Linz-Donawitz-Verfahren) aus Roheisen, Stahlschrott und weiteren Stoffen (LD-Schlacke) oder im Elektrostahlwerk überwiegend

aus Stahlschrott sowie weiteren Stoffen (Elektroofenschlacke, kurz: EOS, bzw. Edelstahlschlacke, kurz: EDS). Bei der Nachbehandlung von Rohstahl, die für die Erzeugung der gewünschten Stahlqualitäten erforderlich ist, entstehen sekundärmetallurgische Schlacken (SEKS). Die Schlacken übernehmen wichtige metallurgische Aufgaben, z. B. die Aufnahme von im Metall unerwünschten Spurenelementen.

WIE WERDEN EISENHÜTTENSCHLACKEN VERARBEITET?

Aus einem Großteil der Hochofenschlacke entsteht durch Granulation mit Wasser glasiger, feinkörniger Hüttensand. Der übrige Teil wird in Beete abgegossen und erstarrt zu kristalliner Hochofenstückschlacke, die zur Weiterverarbeitung als Gesteinskörnung oder als Baustoffgemisch gebrochen und gesiebt werden muss. Dies ist auch die übliche Praxis für Stahlwerksschlacken.

WIE SIND EISENHÜTTENSCHLACKEN ZUSAMMENGESETZT?

Eisenhüttenschlacken sind weitgehend homogene Sekundärrohstoffe, bestehend aus kalksilikatischen Verbindungen. Mit den wesentlichen Bestandteilen Kalzium, Silizium, Eisen, Aluminium und Magnesium ähneln sie in ihrem Chemismus, aber auch hinsichtlich ihrer Mineralogie natürlicher vulkanischer Lava.

HAT DIE TRANSFORMATION DER STAHLINDUSTRIE AUSWIRKUNGEN AUF EISENHÜTTENSCHLACKEN?

Ja! Durch die Dekarbonisierung der Stahlerzeugung entstehen „neue Schlacken“. Deren Anwendungsmöglichkeiten als Baustoff im Zement und Beton sowie im Verkehrswegebau, als Düngemittel oder in neuen Einsatzgebieten werden derzeit erforscht, z. B. bei den vom FEhS-Institut koordinierten Verbundvorhaben „SAVE CO₂“ und „DRI-EOS“ über „Hüttensand 2.0“ als alternativen CO₂-sparenden Klinkerersatz für die Zementindustrie.

2. Kapitel

TECHNOLOGISCHE
EIGENSCHAFTEN, QUALITÄT
UND VERWENDUNG

SIND SCHLACKEN UND ASCHEN DASSELBE?

Nein! Aber der Begriff „Schlacke“ wird häufig falsch verwendet. Aschen sind Rückstände aus thermischen Verbrennungsprozessen, z. B. Müllverbrennungsaschen und Kohlenaschen. Diese werden häufig fälschlicherweise auch „Schlacken“ genannt. Die Entstehung und die physikalischen, chemischen und mineralischen Merkmale von Aschen sind jedoch nicht mit denen von Eisenhüttenschlacken vergleichbar.

WO WERDEN EISENHÜTTENSCHLACKEN EINGESETZT?

In Deutschland werden bei der Produktion von Roh-eisen und Stahl jährlich rund 11,4 Mio. Tonnen Eisenhüttenschlacken erzeugt (2023). Davon werden 10,5 Mio. Tonnen oder 92 % als hochwertige Produkte in verschiedenen Anwendungsfeldern eingesetzt.

6,6 Mio. Tonnen Hüttensand kommen überwiegend als Zementbestandteil bei der Betonherstellung zum Einsatz. Neben den zahlreichen alltäglichen Baumaßnahmen haben sich hüttensandhaltige Betone vor allem auch dort bewährt, wo hohe technische Anforderungen gestellt werden: z. B. bei Industrieanlagen, Funktürmen, Brücken, Kläranlagen, Biogasanlagen, Kohlesilos, Trinkwasserrohren und Schornsteinen. 3 Mio. Tonnen Gesteinskörnung werden für den Verkehrswegebau (Straße, Wasser, Gleis) genutzt, etwa bei Autobahnen und Schleusen. Zu den Einsatzgebieten zählen die Fahrbahndecken, z. B. aus Asphalt, und die darunterliegenden Schichten.

Rund 0,5 Mio. Tonnen Konverterkalk werden als Düngemittel in der Landwirtschaft eingesetzt. Für die anlageninterne Kreislaufführung werden in den Stahlwerken 0,4 Mio. Tonnen Eisenhüttenschlacken als Primärrohstoffsubstitute genutzt.

nachhaltigen Verkehrswegebau in Nordrhein-Westfalen, Leitfaden für öffentliche Verwaltungen, private Bauherren und Bauunternehmen (Hrsg.: FEhS-Institut e. V.)
<https://www.vm.nrw.de/verkehr/strasse/Strassenbau/Gueteueberwachung/Mineralische-Abfaelle/Leitfaden-Eisenhuetenschlacke.pdf>



WELCHE VORTEILE HABEN EISENHÜTTENSCHLACKEN?

Eisenhüttenschlacken bieten zahlreiche technische, ökologische und ökonomische Vorteile:

Zement und Beton

Zu den technologisch herausragenden Eigenschaften von Zementen und Betonen zählen eine hohe Festigkeit, eine hohe Dauerhaftigkeit, ein hoher Widerstand gegen chemische Belastungen sowie eine große Frost- und Hitzebeständigkeit. Die hütten-sandhaltigen Zemente sind für alle Anwendungsgebiete geeignet. Die Verwendung von Hüttensand anstelle von primärrohstoffbasiertem Portlandzementklinker im Zement vermindert zudem signifikant den ökologischen Fußabdruck von Zement und Beton durch die Verminderung von CO₂-Emissionen und die Einsparung natürlicher Roh- und Brennstoffe für die Klinkererzeugung.

Verkehrsbau

Verkehrsbaustoffe mit Gesteinskörnungen aus Stahlwerks- oder Hochofenstückschlacke verwittern kaum, bleiben lange stabil, haben eine hohe Lebensdauer, verfügen über eine enorme Tragfähigkeit und sind unempfindlich gegen Hitze. Sie können ganzjährig, weil witterungsunabhängig, verarbeitet und in Schichten mit und ohne Bindemittel sowie in Baustoffgemischen eingesetzt werden. Asphaltdecken mit Eisenhüttenschlacken minimieren die Bildung von Spurrinnen und haben auch bei Nässe eine hervorragende Griffigkeit. Ungebundene Schichten aus Eisenhüttenschlacken sind nach dem Einbau sofort befahrbar und haben eine enorme Tragfähigkeit.



[Lit] Bezugsquellen über gütegesicherte Eisenhüttenschlacken unter <https://www.fehs.de/unser-netzwerk/>
[Lit] Eisenhüttenschlacke: Wertvoller Rohstoff für einen

Das Resultat: sichere, langlebige Verkehrswege, weniger Baustellen und damit eine Zeit- und Kostenersparnis.

Düngemittel

Aus Eisenhüttenschlacken produzierter Düngekalk (Konverterkalk) dient zur Abpufferung von Bodensäuren und zur Stabilisierung eines angepassten pH-Wertes in Böden, damit eine nachhaltige Bodengesundheit erhalten bleibt. Konverterkalk enthält neben den basisch wirksamen Bestandteilen CaO und MgO in silikatischer Bindung zahlreiche für die Pflanzen wichtige Nährstoffe wie Kalzium, Magnesium, Mangan und einen hohen Gehalt an löslicher, pflanzenverfügbarer Kieselsäure. Diese trägt in besonderer Weise zur Nährstoffmobilisierung, zur Stabilisierung der Bodenstruktur und zur Pflanzengesundheit bei. Konverterkalk sorgt seit Jahrzehnten für gesunde, arten- und ertragreiche Böden und schont die Natur. Konverterkalk kann auf allen Böden sowie für alle Kulturen verwendet werden.

SIND EISENHÜTTENSCHLACKEN SO ZUVERLÄSSIG UND SICHER WIE VERGLEICHBARE PRODUKTE?

Ja. Wie alle anderen Rohstoffe bzw. Produkte werden auch Eisenhüttenschlacken ständig kontrolliert und für die diversen Einsatzgebiete nach nationalen und internationalen Regelwerken zugelassen. Zudem bestätigt die anhaltend hohe weltweite Nachfrage aus der Wirtschaft die sehr gute Qualität der Schlacken resp. der schlackenbasierten Produkte.

Beispiel Hüttensand

Hüttensand ersetzt im Zement den Portlandzementklinker 1 : 1. Seine Verwendung als Bestandteil von Normalzement ist in DIN EN 197-1 geregelt. Hier werden sowohl die stofflichen Mindestanforderungen als auch die Mischungsverhältnisse in den verschiedenen Zementarten definiert. Darüber hinaus gibt

es für spezielle Zementarten weitere Normen, z.B. für den Sulfathüttenzement.

Beispiel Straßenbaustoffe

Hochofenstüchschlacken und Stahlwerksschlacken für die Verwendung im Straßenbau unterliegen den gleichen Anforderungen wie natürliche Gesteine. Die Regelungen basieren auf europäischen Normen und sind für Deutschland in den TL Gestein-StB zusammengefasst.

Beispiel Wasserbau

Grobe Steine aus Stahlwerksschlacke sind aufgrund ihres hohen spezifischen Gewichts ideal für den Wasserbau geeignet. Sie müssen die Anforderungen der TLW einhalten, die auf Basis der DIN EN 13383-1 vom Verkehrsministerium herausgegeben wurden und neben natürlichen Gesteinen auch künstliche Wasserbausteine behandeln.

Übersicht über die wichtigsten Regelwerke

[Lit] DIN EN 197-1: Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement

[Lit.] DIN EN 15743: Sulfathüttenzement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien

[Lit] EBV Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV)

[Lit] Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB). Ausgabe 2004/ Fassung 2023 (Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV)

[Lit] DIN EN 13383-1: Wasserbausteine – Teil 1: Anforderungen

[Lit] Technische Lieferbedingungen für Wasserbausteine

(TLW), Ausgabe 2003 (Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen)

DAS HEISST: PRODUKTE AUS EISENHÜTTENSCHLACKEN SIND BEI AUSSCHREIBUNGEN GLEICHWERTIGE ALTERNATIVEN?

Ja! Dennoch gibt es immer wieder Ausschreibungen, die Sekundärbaustoffe wie die schlackenbasierten Baustoffe aus der Stahlindustrie benachteiligen. So gibt es beispielsweise im Verkehrsbau leider immer noch Ausschreibungen, die explizit nur natürliche Gesteinskörnungen zulassen. Die ambitionierten gesellschaftlichen Ziele der Förderung von Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung können so nicht erreicht werden. Deshalb sollten – bei technologischer Eignung, Einhaltung der Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und wirtschaftlicher Verfügbarkeit – Sekundärbaustoffe bei Ausschreibungen bevorzugt eingesetzt werden. Dies sollte in besonderem Maße für die Ausschreibungen von Bund, Ländern und Gemeinden gelten. Die Ergebnisse eines diesbezüglichen Rechtsgutachtens der Kanzlei Heinemann & Partner bestätigen diese Forderung.

[Lit] Stellungnahme zum Verbesserungsbedarf des abfall- und vergaberechtlichen Rechtsrahmens für den Einsatz mineralischer Ersatzbaustoffe bei öffentlichen Ausschreibungen über Bauleistungen. Kanzlei Heinemann & Partner (2017)

WER GARANTIERT DIE QUALITÄT VON EISENHÜTTENSCHLACKEN?

Das FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e.V. in Duisburg forscht und prüft seit Jahrzehnten zur Herstellung und Anwendung von Eisenhüttenschlacken. Die Experten arbeiten eng mit Behörden, Industrieverbänden, Normungsgremien, Einrichtungen aus Forschung und Wissenschaft sowie Gütegemeinschaften zusammen. Ein Ergebnis dieser Kooperationen ist z.B. das RAL-Gütezeichen Eisenhüttenschlacken, das die Qualität der zertifizierten Produkte garantiert und damit eine Wareneingangskontrolle überflüssig macht. Die Mitglieder der „Gütegemeinschaft Eisenhüttenschlacken“ verpflichten sich zu diesen Güte-

und Prüfbestimmungen, die über die allgemein gültigen Regelungen noch hinausgehen.

Ferner müssen die Hersteller durch die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) und im Wege der Fremdüberwachung durch externe, gesetzlich zugelassene Prüfstellen die bautechnische und umweltbezogene Eignung von Baustoffen regelmäßig bescheinigen.

[Lit] RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung: Güte- und Prüfbestimmungen für Eisenhüttenschlacken im Straßen- und Wegebau sowie im Wasserbau (RAL-GZ 510)

[Lit] www.gueteueberwachung.nrw.de

[Lit] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau (RAP Stra), Ausgabe 2015



WO KÖNNEN EISENHÜTTENSCHLACKEN NICHT EINGESETZT WERDEN?

Aufgrund intensiver Forschung und ständiger Optimierung werden Eisenhüttenschlacken als ressourcenschonende und umweltverträgliche Baustoffe in zahlreichen Anwendungsgebieten der Zement- und Betonindustrie, des Straßen- und Verkehrsbaus sowie als Düngemittel in der Landwirtschaft eingesetzt.

Während Hochofenschlacke raumbeständig ist, muss dies bei Stahlwerksschlacken im Straßenbau je nach Einsatzzweck nachgewiesen werden. Die Untersuchungen führen die Hersteller im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und durch eine anerkannte externe Prüfstelle regelmäßig durch. Dank der aktuellen strengen Vorgaben treten in der Vergangenheit vereinzelt vorgefallene Schadensfälle an Straßenbauwerken heutzutage nicht mehr auf.

Zu beachten sind außerdem die Regelwerke einzelner Bundesländer: Zwar können Eisenhüttenschlacken

mit wenigen Ausnahmen auch in Wasserschutzgebieten der Klassen III A und III B eingesetzt werden. Es ist jedoch immer die jeweilige lokale Schutzgebietsverordnung zu beachten. Zudem müssen in der Regel Auftraggeber für den Einsatz von Baustoffen in Wasserschutzgebieten eine Genehmigung einholen.

Für Hochofenschlacke gibt es die Einschränkung, dass sie nicht in stehende Gewässer eingebaut werden darf.

[Lit] DIN EN 1744-1, 2013-03: Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Chemische Analyse

[Lit] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt über die Verwendung von Eisenhüttenschlacken im Straßenbau (M EHS), Ausgabe 2013

SIND EISENHÜTTENSCHLACKEN „PRODUKTE“ ODER „ABFALL“?

Die in Fachkreisen übliche Bezeichnung als „industrielles Nebenprodukt“ verdeutlicht, dass Eisenhüttenschlacken kein Abfall im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind. Das bestätigen auch zahlreiche Umweltministerien der Länder sowie Rechtsgutachten. Zudem sind Eisenhüttenschlacken seit 2010 gemäß der Europäischen Chemikalienverordnung REACH als nicht gefährliche Stoffe registriert – eine unabdingbare Voraussetzung zur Einstufung als Produkt bzw. Nebenprodukt!

[Lit] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen („Kreislaufwirtschaftsgesetz“) (2020)

[Lit] Eisenhüttenschlacken – Abfall oder Produkt? Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken (1998), Heft 5 (Versteyl, L.-A.)

[Lit] Gutachten über den rechtlichen Status von Schlacken aus der Eisen- und Stahlherstellung (Versteyl, L.-A. und Jacobi, H.) (2005)

[Lit] Europäische Chemikalienverordnung REACH zur Registrierung, Bewertung und Zulassung chemischer Stoffe (Verordnung EG Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates)

[Lit] Rechtsgutachten „Nebenprodukt-Einstufung von Eisenhüttenschlacken“ (Franßen, G. und Hinzer, A.) (2023)

KÖNNEN DIE „NEUEN SCHLACKEN“ WIE BISHER ZUR ANWENDUNG KOMMEN?

Um den Einsatz der Nebenprodukte einer dekarbonisierten Stahlherstellung auch in Zukunft ressourcen- und klimaschonend gewährleisten zu können, müssen über die derzeit laufenden Forschungsarbeiten hinaus auch die Regelwerke angepasst werden. Das FEhS-Institut hat dazu einen Vorschlag für die Änderung der Bestimmungen für den Einsatz im Zement und Beton erarbeitet, der mit den regelsetzenden Institutionen sowie den Partnern der Wertschöpfungskette diskutiert wird.

3. Kapitel

UMWELT UND
RESSOURCENSCHONUNG

WARUM SCHONEN EISENHÜTTENSCHLACKEN NATÜRLICHE RESSOURCEN?

Eisenhüttenschlacken ersetzen Primärrohstoffe, wie z.B. Naturstein und Quarzsand. In den letzten 74 Jahren waren das allein in Deutschland 1,1 Mrd. Tonnen – das entspricht aufgeschüttet einem Berg so hoch wie die Zugspitze. Durch den Einsatz der schlackenbasierten Produkte aus der Stahlindustrie konnten damit massive Eingriffe in die Landschaft vermieden werden.

REDUZIERT DIE VERWENDUNG VON EISENHÜTTENSCHLACKEN DEN AUSSTOSS VON EMISSIONEN?

Ja. Durch die Substitution von Portlandzementklinker durch Hüttensand bei der Zementherstellung konnten von 1949 bis 2023 insgesamt 192 Mio. Tonnen* des klimaschädlichen CO₂ vermieden werden. Auch durch die Verwendung von Konverterkalk als Kalkdüngemittel wird eine CO₂-Freisetzung vermieden, wie sie bei der Umsetzung von karbonatischen oder oxidischen Kalkprodukten im Boden unvermeidlich eintritt.

KÖNNEN EISENHÜTTENSCHLACKEN WASSER, BÖDEN UND PFLANZEN SCHADEN?

Nein! Der Gehalt an umweltrelevanten Bestandteilen in Eisenhüttenschlacken ist sehr niedrig und mit denen natürlicher Gesteine vergleichbar. Zahlreiche Studien belegen, dass weder der Einsatz von schlackenhaltigen Düngemitteln noch die Verwendung von (Straßen-)Baustoffen mit Eisenhüttenschlacken zu einer negativen Veränderung der Umwelt führen. So bestätigen langjährige Versuche die Unbedenklichkeit von Eisenhüttenschlacken in der Landwirtschaft. Andere Studien über den Zustand von Bäumen an Straßen konnten keine Schäden infolge der Verwendung von Eisenhüttenschlacke als

Straßenbaustoff feststellen. Garant für die Umweltverträglichkeit von Eisenhüttenschlacken sind auch die genannten Mechanismen zur Güteüberwachung von Baustoffen.

Bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit von mineralischen Sekundärbaustoffen, wie z.B. Stahlwerksschlacken, liegt der Fokus auf der Einhaltung definierter Grenzwerte für die Auslaugung wasserlöslicher Bestandteile. Durch eine solche Begrenzung werden Grund- und Oberflächenwässer geschützt. Im Rahmen einer umfangreichen wissenschaftlichen Studie wurden die Auswirkungen von Feststoffgehalten von im offenen Wegebau eingesetzten Stahlwerksschlacken auf die umliegenden naturnahen Böden untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass auch im ungünstigen Fall nur sehr geringe bis auf maximal wenige Meter Entfernung begrenzte Schwermetalleinträge in umliegende Oberböden stattfinden können und keine Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen besteht. Weiter konnte gezeigt werden, dass von in ungebundener Bauweise eingesetzten Stahlwerksschlacken keine Gefährdung für den Wirkungspfad Boden – Mensch ausgeht. Aufgrund der sehr hohen Entstehungstemperaturen können originär keine organischen Schadstoffe in Stahlwerksschlacken enthalten sein.

[Lit] Langjähriger Phosphat-Dauerversuch zur Überprüfung der Wirkung von Rohphosphat und Thomasphosphat auf Dauergrünland, www.rohstoff-schlacke.de/wp-content/uploads/sites/2/2018/01/Forschungsprojekte-der-letzten-Jahre.pdf

[Lit] Einfluss von Straßenbaustoffen aus Eisenhüttenschlacken auf den Vitalitätszustand von Straßenbäumen, Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken, Heft 1 (1991) (Hammer, S. und Geiseler, J.)

[Lit] Ertrag und pflanzensoziologische Entwicklung von

*Anmerkung: Dieser Wert liegt durch die Neuberechnung der anteiligen CO₂-Emissionen aus dem Hochofenprozess, die dem Hüttensand gemäß EN 15804 zugeschlagen werden, sowie unter Berücksichtigung der Fortschritte bei der Klinkerherzeugung unter dem bisher für den gesamten Zeitraum genannten.



Dauergrünland im Mittleren Schwarzwald unter dem Einfluss langjähriger mineralischer Düngung mit Eisenhüttenschlacken. FEhS-Report 25 (2018), Heft 1, S. 25–33 (Rex, M.)

[Lit] Stahlwerksschlacken in ungebundener Bauweise – Auswirkungen auf den Wirkungspfad Boden – Mensch. Bodenschutz 4/2018, S. 129–134 (Dohlen, M. und Steinweg, B.)

[Lit] Resorptionsverfügbarkeit von Schadstoffbelasteten Bodenmaterialien und Baustoffen (natürliche und technologische Substrate) in Stadtböden. altlasten spektrum 6/2011 (Steinweg, B. und Günther, P.)

ABER EISENHÜTTENSCHLACKEN ENTHALTEN DOCH CHROM?

Ja! Aber neueste wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen frühere Ergebnisse: In Stahlwerksschlacken finden sich ausschließlich unbedenkliche Chrom(III)-haltige Verbindungen, ein für Mensch und Tier essenzielles Spurenelement. Das gesundheitsgefährdende Chrom (VI) konnte in Eisenhüttenschlacken nicht nachgewiesen werden.

[Lit] Kein sechswertiges Chrom in Stahlwerksschlacken. stahl und eisen 137 (2017), Nr. 8 (Schenk, J. und Cheremisina, E.)

[Lit] Verhalten von Chrom aus kiesel-sauren Kalken in Böden und Aufnahme durch Pflanzen. Referate des Kolloquiums der Landwirtschaftlichen Beratung Thomasdünge-r und der Forschungsgemeinschaft Eisenhütten-schlacken, Heft 9 (2001) (Rex, M.)

[Lit] Bindung und Löslichkeit von Chrom in Düngemitteln und Baustoffen aus Eisenhüttenschlacken. Referate des Kolloquiums der Landwirtschaftlichen Beratung Thomasdünge-r und der Forschungsgemeinschaft Eisenhütten-schlacken, Heft 9 (2001) (Rex, M.)

WIE WIRD DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEIT VON EISENHÜTTENSCHLACKEN NACHGEWIESEN?

Eisenhüttenschlacken erfüllen z.B. die ökologischen Anforderungen der Runderlasse des Umwelt- und Verkehrsministeriums in Nordrhein-Westfalen, nach denen Eisenhüttenschlacken sogar in Wasserschutzgebieten verwendet werden dürfen. Vergleichbare Regelungen gibt es auch in anderen Bundesländern. Auch die bundeseinheitlichen Anforderungen der im Jahr 2023 in Kraft getretenen Ersatzbaustoffverordnung werden erfüllt. Das Umweltbundesamt hat Eisenhüttenschlacken nach den Bestimmungen der „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ als nicht wassergefährdend eingestuft. Eisenhüttenschlacken wurden aufwendigen toxikologischen und ökotoxikologischen Untersuchungen unterzogen und konnten aufgrund der Ergebnisse im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Chemikalienverordnung REACH als „nicht gefährliche Substanzen“ registriert werden. Unter anderem wurden verschiedene toxikologische Studien durchgeführt, in denen potenzielle Expositionswege von Eisenhüttenschlacken berücksichtigt wurden, wie die Inhalation in Atemluft befindlicher, feinsten Partikel (einatembare Staub), eine orale Einnahme sowie Hautkontakt. Die Auswertung der In-vivo- und In-vitro-Versuchsergebnisse lässt den Schluss zu, dass Eisenhüttenschlacken sich wie natürliche Gesteine verhalten und demnach eine inerte Kategorie von UVCB-Substanzen (aus dem Englischen: Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials) sind.

[Lit] NRW-Runderlasse des Umwelt- und des Verkehrsministeriums (sog. Verwertererlasse): Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau (2001)

[Lit] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und

Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung (2021)

[Lit] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung (2021)

[Lit] Europäische Chemikalienverordnung REACH (s. o.)

[Lit] Toxikologische Untersuchungen an Eisenhütenschlacken im Rahmen der REACH-Registrierung. FEhS-Report 26 (2019), Heft 1, S. 3–4 (Jochims, K. und Bialucha, R.)

Weitere Literaturhinweise

[Lit] „Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa“ der Europäischen Kommission (2011)

[Lit] Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (United Nations) (2015)

[Lit] Vorwort aus: Chancen der Kreislaufwirtschaft für Deutschland. Analyse von Potenzialen und Ansatzpunkten für die IKT-, Automobil- und Baustoffindustrie (Hrsg.: Rat für Nachhaltige Entwicklung) (2017)

[Lit] Ressourcen schonen. Wirtschaft stärken. Broschüre (Effizienz-Agentur NRW) (2019)

[Lit] „Green Deal“ der Europäischen Kommission (2019)

[Lit] Deutsches Ressourceneffizienzprogramm III – 2020 bis 2023. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen (Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2020)

[Lit] Rohstoffstrategie der Bundesregierung (2020)

[Lit] „Circular Economy Action Plan“ der Europäischen Kommission (2020)

[Lit] Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (2020)

[Lit] The Circularity Gap Report (Circle Economy) (2023)

Glossar

SCHLACKE
VON A–Z

AOD-VERFAHREN

AOD steht für Argon Oxygen Decarburization (Argon-Sauerstoff-Entkohlung), ein mit der Herstellung von rostfreiem Stahl verbundener Weiterverarbeitungsprozess. Edelstahl wird im ersten Schritt in einem Elektrolichtbogenofen erzeugt, bevor er zur Weiterverarbeitung in einen separaten Pfannenofen überführt wird, um die genauen metallurgischen Zielgehalte zu erreichen. Beim AOD-Verfahren wird eine Mischung aus Argon und Sauerstoff in die Stahlschmelze geblasen, um den Kohlenstoff in der Stahlschmelze zu oxidieren. Da aber auch das in allen rostfreien Stählen enthaltene notwendige und teure Chrom zur Oxidation und damit zum Verlust neigt, wird Argon eingebracht, um diese Reaktion zu hemmen.

ASCHE

Aschen sind die festen Rückstände aus Verbrennungsprozessen. Industrielle Verbrennungsprozesse zielen zumeist auf die Energiegewinnung aus Kohle, Öl oder auch Hausmüll ab. Primäres Ziel ist also nicht die bewusste Erzeugung und Nutzung wie in den metallurgischen Prozessen, bei denen die Erzeugung einer reinen Metallschmelze im Vordergrund steht.

BETON

Beton ist eine Mischung aus Zement, Gesteinskörnung, Wasser und ggf. Betonzusatzstoffen (z.B. Hüttensandmehl, Steinkohlenflugasche) und chemischen Betonzusatzmitteln. Zunächst weich und formbar, erhärtet Beton nach seinem Erstarren über oder unter Wasser und kann hohe Festigkeiten erreichen. Beton ist aufgrund seiner flexiblen technischen Eigenschaften, seines relativ geringen Preises und der nahezu weltweit verfügbaren Vorkommen an Gesteinskörnungen und Wasser der am meisten verwendete Baustoff. In Europa sind die Anforderungen an Beton in EN 206 definiert.

BEWITTERUNG

Schlackehalden dem normalen Wetter sowie ggf. zusätzlicher künstlicher Bewässerung aussetzen mit dem Hauptziel, Wasser mit dem vorhandenen freien Kalk reagieren zu lassen, um die erforderliche Raumbeständigkeit sicherzustellen.

CBR-WERT

Der CBR (California Bearing Ratio)-Wert ist definiert als das Verhältnis der Kraft, die erforderlich ist, um ein Eindringen eines Druckstempels in die Probe zu bewirken, zu der Kraft, die erforderlich ist, um das gleiche Eindringen in eine Standard-Probe zu bewirken. Er wird als Prozentsatz ausgedrückt und bei der Bemessung von Tragschichten im Straßenbau verwendet.

DOLOMITGESTEIN

Natürliches Sedimentgestein, das hauptsächlich aus dem Mineral Dolomit $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ besteht. Es wird bei der Herstellung von Zement, als Baumaterial, als Düngemittel und als Schlackenbildner in der Eisen- und Stahlherstellung verwendet.

EDELSTAHLSCHLACKE (EDS)

Schlacke, die bei der Erzeugung von höher legiertem Stahl („Edelstahl“) produziert wird (vgl. auch Elektroroofenschlacke, insb. EAF S)

EISENERZ

Erz, aus dem Eisen gewonnen werden kann. Es ist der Hauptrohstoff bei der Herstellung von Roheisen. Eisenerz kommt in vielen Regionen in unterschiedlichen Reinheitsformen vor. Das meiste in Europa produzierte Roheisen wird aus hochreinen Erzen aus Australien, Südafrika und Brasilien hergestellt, die über 70 % Eisen enthalten können.

EISENHÜTTENSCHLACKE

Schlacke, die bei der Gewinnung von Eisen und Stahl erzeugt wird. Zusammenfassende Bezeichnung für Hochofenschlacke und Stahlwerksschlacke.

EISENSCHWAMM

Produkt eines Direktreduktionsverfahrens, bei dem die Entfernung von Sauerstoff aus Eisenerz ohne Schmelzen erfolgt, z.B. MIDREX®- oder ENERGIRON®-Verfahren.

ELEKTROLICHTBOGENOFEN

Elektrischer Ofen, in dem die thermische Wirkung eines elektrischen Lichtbogens genutzt wird, um Materialien wie Stahlschrott oder Eisenschwamm zu schmelzen. Sobald der Ofen beschickt und abgedeckt ist, werden die Graphit-Elektroden durch Löcher in der Decke abgesenkt. Der elektrische Lichtbogen, der zwischen den Elektroden und der metallischen Beschickung gebildet wird, erzeugt intensive Wärme, die die Beschickung aufschmilzt.

ELEKTROOFENSCHLACKE (EOS)

Elektroofenschlacken sind Stahlwerksschlacken und zählen gemäß DIN 4301 zu den Eisenhütten-schlacken. Sie entstehen als Gesteinsschmelze bei der Verarbeitung von aufbereitetem Stahlschrott, Roheisen und Eisenschwamm zu Rohstahl im Elektrolichtbogenprozess (Elektroofenverfahren). Im deutschen Sprachgebrauch wird Elektroofenschlacke (EOS) bei der Herstellung von Kohlenstoffstahl erzeugt. Gemäß REACH ist Elektroofenschlacke zu unterscheiden in EAF-C aus dem Kohlenstoffstahlprozess und EAF-S aus der Herstellung hochlegierter Stähle (vgl. Edelstahlschlacke, EDS).

ENTKOHLUNG

Entkohlung bedeutet die Entfernung von Kohlenstoff aus Eisen oder Stahl, normalerweise durch Einblasen von Sauerstoff unter Bildung von Kohlenstoffdioxid. Dies führt zu einer kohlenstoffarmen Zusammensetzung des Stahls und damit zu einem duktilen Verhalten, um den Stahl in den folgenden Prozessschritten umformen zu können.

ENTSCHWEFELUNGSSCHLACKE

Entsteht bei der Entschwefelung von Roheisen, um Schwefel vor der Verarbeitung zu Rohstahl zu entfernen

FUCHS

Der Fuchs ist eine Einrichtung zur Trennung von Roheisen und Schlacke im flüssigen Zustand. Nachdem der untere Verschluss des Hochofens, das sogenannte Abstichloch, mittels eines pressluftbetriebenen Bohrers geöffnet wurde, treten Roheisen und Schlacke aus. Auf der Hochofenbühne wurde vorher eine Rinne geformt, um die schmelzflüssige Masse in den sogenannten „Fuchs“ laufen zu lassen, im Prinzip ein Siphon, in welchem das Roheisen von der Schlacke aufgrund der unterschiedlichen Dichte getrennt wird. Am Ende des Fuchses läuft das Roheisen über ein Loch im Boden zum Transport per Pfanne oder Torpedowagen ab. Die Schlacke läuft über den Siphon ab und wird in einer Granulationsanlage granuliert oder mit Schlackewagen zu Schlacke-beeten transportiert.

GEBUNDENE STRASSENBEFESTIGUNG

Straßenbefestigung aus Gesteinskörnungen mit Bindemitteln, die eine hohe Steifigkeit erreichen. Eisenhütten-schlacken werden in unterschiedlichen Rezepturen eingesetzt, um langlebige Befestigungen zu erzielen.

GESTEINSKÖRNUMGEN

Körniges Material für die Verwendung im Bauwesen. Gesteinskörnungen können natürlich, industriell hergestellt oder rezykliert sein.

GLASBILDUNG

Umwandlung in eine glasartige Substanz durch schnelles Abkühlen flüssiger Schlacke. Ziel ist es, den kristallinen Anteil zu minimieren. Schlacke für zementartige Zwecke kann nur aus verglastem (glasartigem) Material bestehen, da sonst keine latent hydraulischen Eigenschaften bestehen.

GRANULIERUNG

Verglasung von geschmolzener Schlacke durch Abschrecken mit großen Mengen an Wasser. Das Wasser kühlt die Schlacke augenblicklich ab und bricht sie in Körnchen von bis zu 5 mm. Es gibt auch trockene Granulierungstechnologien, z.B. Luftgranulation oder Drehteller.

HEISSASPHALT

Mischung aus bituminösem Bindemittel und Zuschlagstoff mit oder ohne mineralischen Füllstoff, die in einer Mischanlage heiß hergestellt wird. Er wird heiß angeliefert, verteilt und verdichtet. Der Begriff Asphalt ist eine Abkürzung für Asphaltbeton. Die Herstellung von Asphalt ist eine hochwertige Anwendung für SWS.

HOCHOFEN

Der Hochofen ist ein kontinuierlich betriebener Schachtofen. Im Hochofen werden die in Erzen, Sinter oder Pellets enthaltenen Eisenoxide reduziert und zu flüssigem Roheisen geschmolzen. Dabei entsteht ein staubhaltiges Gichtgas und als Nebenprodukt die Hochofenschlacke.

HOCHOFENSCHLACKE

Hochofenschlacken entstehen als Gesteinsschmelze bei der Herstellung von Roheisen aus Erzen und mineralischen Zuschlägen im Hochofen. Gemeinsam mit Stahlwerksschlacken und Metallhüttenschlacken werden sie in DIN 4301 „Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bauwesen“ beschrieben. Hochofenschlacke ist ein Sammelbegriff für Hochofenstückschlacke und Hüttensand.

HOCHOFENSTÜCKSCHLACKE

Bei langsamer Abkühlung der Hochofenschlacke in Schlackenbeeten entsteht die kristalline Hochofenstückschlacke. Neben ihrer Verwendung als Baustoffe können Hochofenstückschlacken auch zu Hüttenkalk, einem Düngemittel, aufbereitet werden.

HOCHOFENZEMENT

Die Hauptbestandteile von Hochofenzement sind Portlandzementklinker und Hüttensand. Er ist in der europäischen Zementnorm EN 197-1 definiert. Demnach enthält er 36–65 M.-% (CEM III/A), 66–80 M.-% (CEM III/B) oder 81–95 M.-% (CEM III/C) Hüttensand. Die erste deutsche Norm für Hochofenzement wurde bereits 1917 veröffentlicht.

HÜTTENKALK

Kalkdüngemittel, hergestellt durch Vermahlen von Hochofenstückschlacke.

HÜTTENSAND

Wird die flüssige Hochofenschlacke mittels eines hohen Wasserüberschusses in sogenannten Granulationsanlagen in ein Granulat < 5 mm überführt, dann entsteht Hüttensand. Aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung und seiner weitestgehend glasigen Kornstruktur besitzt er latent hydraulische Eigenschaften.

HÜTTENSANDMEHL

Hüttensandmehl ist auf Zementfeinheit gemahlener Hüttensand. Es ist entweder Bestandteil von Zement (Hochofenzement, Portlandhüttenzement) oder wird unmittelbar als Betonzusatzstoff verwendet. Die stofflichen Anforderungen an Hüttensandmehl als Betonzusatzstoff sind in EN 15167-1 definiert.

HYDRAULISCHE EIGENSCHAFT

Unter hydraulischer Eigenschaft versteht man die Eigenschaft eines nichtmetallischen, fein gemahlenden Stoffes, selbstständig mit Wasser zu festen, raumbeständigen Reaktionsprodukten, den Hydratphasen, zu reagieren. Diese als Hydratation bezeichnete Reaktion kann sowohl an Luft als auch unter Wasser erfolgen. Hydraulische Stoffe sind z.B. Zemente oder hydraulische Kalke.

KALK

Kalziumoxid (CaO), ein Produkt, das aus gebranntem (kalziniertem) Kalkstein gewonnen wird. Es wird als Schlackenbildner bei der Eisen- und Stahlherstellung und oft gemeinsam mit Dolomit oder Kalkstein verwendet, verbindet sich mit anderen nichtmetallischen Komponenten und führt zu einer reaktiven, flüssigen Schlacke.

KALKSTEIN

Natürliches Sedimentgestein, das hauptsächlich aus Kalziumkarbonat (CaCO_3) besteht. Es wird als Baumaterial, bei der Herstellung von Kalk, Kohlendioxid, Zement, als Düngemittel oder als Schlackenbildner bei der Eisen- und Stahlherstellung verwendet.

KONVERTERKALK

Kalkdüngemittel, hergestellt durch Vermahlen von Konverterschlacken oder durch Absieben von zer-

fallener Konverterschlacke und Pfannenschlacke. (Düngemittel und Düngekalke müssen die in der Düngemittelverordnung festgelegten Mindestanforderungen für ihre Wirksamkeit und die Grenzwerte für Schadstoffe erfüllen.)

KREISLAUFWIRTSCHAFT

Die Nutzung von schlackebasierten Baustoffen und Düngemitteln aus der Stahlindustrie trägt bereits seit langer Zeit maßgeblich zu den Zielen der Kreislaufwirtschaft bei. Die Kreislaufwirtschaft ist ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert und der Verbrauch von Primärressourcen nachhaltig reduziert.

KUBISCHES KORN

Gesteinskorn, das ungefähr rund/würfelförmig ist (Verhältnis Länge zu Dicke ≤ 3)

LD-KONVERTER

LD ist die Abkürzung für die österreichischen Städte Linz und Donawitz, in denen der LD-Prozess entwickelt wurde, ein Rohstahlherstellungssofen, in dem das Roheisen aus dem Hochofen – mit etwa 20 % an Stahlschrott – zu Rohstahl verarbeitet wird. Hochreiner Sauerstoff wird durch das Schmelzbad geblasen, um den Kohlenstoffgehalt zu senken (Entkohlung, „Frischen“). Schlackenbildner werden zur Reduzierung anderer unerwünschter Elemente verwendet. Diese Stoffe verbinden sich zu Silikaten und Oxiden und bilden eine flüssige Schlacke, die auf der Oberfläche des Rohstahls schwimmt.

LD-SCHLACKE

LD-Schlacken sind Stahlwerksschlacken und zählen gemäß DIN 4301 zu den Eisenhüttenschlacken, die bei der Erzeugung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren (Blasstahlverfahren, Konverterverfahren) produziert werden. Sie entstehen als Gesteinsschmelze bei der Verarbeitung von Roheisen und aufbereitetem Stahlschrott zu Rohstahl im Konverterprozess.

LUFTKÜHLUNG

Verfahren, bei dem die Schlacke langsam durch die Temperatur der Umgebungsluft abgekühlt wird.

METALLHÜTTENSCHLACKE

Zusammenfassende Bezeichnung für Schlacke, die als Gesteinsschmelze bei der Herstellung von Blei, Ferrochrom, Kupfer, Nickel, Zink und Wälzoxid produziert wird. Metallhüttenschlacken können glasig oder kristallin erstarren.

NEBENPRODUKT

Ein Nebenprodukt ist ein Stoff, der bei einem Herstellungsverfahren entsteht, dessen hauptsächlicher Zweck zwar nicht auf die Herstellung dieses Stoffes gerichtet ist, der aber einen signifikanten Einfluss auf die Eigenschaften des Hauptprodukts hat. Gemäß der europäischen Gesetzgebung zur Kreislaufwirtschaft müssen Nebenprodukte vier Bedingungen erfüllen:

- die weitere Verwendung des Stoffes ist sichergestellt;
- der Stoff kann direkt verwendet werden, ohne weitere Verarbeitung, die über die normale industrielle Praxis hinausgeht;
- der Stoff wird als integraler Bestandteil eines Produktionsprozesses hergestellt und

- die weitere Verwendung ist rechtmäßig, d.h., der Stoff erfüllt alle relevanten Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen für die spezifische Verwendung und führt insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt oder die menschliche Gesundheit.

Diese Bedingungen werden von Eisenhüttenschlacke, die als Sekundärrohstoff z.B. für die Zementherstellung, als Gesteinskörnung oder Baustoffgemisch im Straßenbau und als Düngemittel verwendet wird, definitiv erfüllt.

PELLETIERUNG VON SCHLACKE

Geschmolzene Schlacke wird von einer sich drehenden Trommel durch die Luft geschleudert und mit Wasser besprüht. Sowohl Luft als auch Wasser kühlen dabei die Schlacke. Diese besitzt eine porenartige Struktur und wird oft als Leichtzuschlag eingesetzt bzw. aufgemahlen und in der Zementindustrie genutzt.

PFANNE

Behälter zur Aufnahme und zum Transport von flüssigem Stahl. Er besteht aus einem feuerfest ausgekleideten Stahlmantel.

PFANNENOFEN

Ein Pfannenofen ist ein Teil der Sekundärmetallurgie, in dem der Stahl feinlegiert und die Temperatur mittels Graphit-Elektroden für das Gießen eingestellt wird.

POLISHED STONE VALUE (PSV)

Der PSV liefert Aussagen über die Widerstandsfähigkeit eines Gesteins gegen das Polieren unter der Einwirkung von Verkehr, wie sie in Standard-Labortests ermittelt wird. Hohe Werte kennzeichnen eine gute Rutschfestigkeit.

PORTLANDHÜTTENZEMENT

Hauptbestandteile von Portlandhüttenzement sind Portlandzementklinker und Hüttensand. Er ist in der europäischen Zementnorm EN 197-1 definiert. Demnach enthält er 6–20 M.-% (CEM II/A-S) oder 21–35 M.-% (CEM II/B-S) Hüttensand. Die erste deutsche Norm für Portlandhüttenzement (seinerzeit Eisenportlandzement genannt) wurde bereits 1909 veröffentlicht.

RAUMBESTÄNDIGKEIT

Von Raumbeständigkeit spricht man, wenn sich durch Umwelteinflüsse (insb. Feuchtigkeit) das Volumen eines Körpers (z.B. eines Gesteinsstücks) nicht ändert.

REGISTRATION, EVALUATION, AUTHORISATION AND RESTRICTION OF CHEMICALS (REACH)

Verordnung der Europäischen Union vom 18. Dezember 2006. REACH befasst sich mit der Herstellung und Verwendung chemischer Stoffe und ihren potenziellen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt.

RESSOURCENEFFIZIENZ

Da die Nutzung von natürlichen Ressourcen die Regenerationsfähigkeit der Erde deutlich übersteigt, ist die optimale Nutzung vorhandener Rohstoffe, um natürliche Ressourcen zu schonen, eine Schlüsselkompetenz zukunftsfähiger Gesellschaften.

RESSOURCENSCHONUNG

Ein schonender Umgang mit natürlichen und nicht erneuerbaren Primärrohstoffen, mit dem Ziel, die Umwelt zu schützen. Ein sorgloser Verbrauch von natürlichen Rohstoffen, wie bspw. Naturstein, kann zu Ressourcenknappheit führen. Eisenhüttenschlacken substituieren Naturstein und gelten somit als

bestes Beispiel für gelebte Ressourcenschonung. Durch deren Nutzung konnte seit 1949 allein in Deutschland der Abbau von 1,1 Mrd. Tonnen des Primärrohstoffs vermieden werden.

ROHEISEN

Heißes, flüssiges, metallisches Eisenprodukt, das durch Reduktion von Eisenerz in einem Hochofen gewonnen wird. Es gelangt in geschmolzener Form in den LD-Konverter oder wird als Roheisen vergossen.

ROHSTAHL

Der Begriff bezeichnet das behandelte Stahlerzeugnis, welches die für die Weiterverarbeitung erforderlichen Eigenschaften besitzt.

RUTSCHWIDERSTAND

Reibungswiderstand, den die Fahrbahnoberfläche den Fahrzeugreifen beim Abbremsen von Kurvenmanövern bietet. Er wird normalerweise auf nasser Fahrbahn gemessen. Fahrbahnen mit EHS haben typischerweise sehr gute Reibwiderstandswerte.

SCHLACKE

Nebenprodukt aus der pyrometallurgischen Erzeugung von Eisen, Stahl und NE-Metallen. Schlacke ist ein metallurgisches Werkzeug, das für die Herstellung von Metallen zwingend notwendig ist.

SCHLACKENMETALLURGIE

Die Schlackenmetallurgie befasst sich mit allen Aspekten der Erzeugung, Behandlung, Erstarrung, Aufbereitung und des Recyclings von Eisenhütten- und Metallhüttenschlacken. Dies umfasst sowohl Maßnahmen im flüssigen als auch erstarrten Zustand. Ziel dieser Maßnahmen ist im Allgemeinen die Verbesserung

physikalischer oder umweltrelevanter Eigenschaften der Schlacken oder auch ihres Wärmeinhalts.

SEKUNDÄRMETALLURGISCHE SCHLACKE

Als SEKS werden diejenigen Schlacken aus der Eisen- und Stahlerzeugung bezeichnet, die bei der Nachbehandlung des flüssigen Rohstahls gebildet werden. Die Erfüllung der heutigen Qualitätsansprüche an den Stahl macht es erforderlich, bestimmte Verfahrensschritte, die früher im Schmelzgefäß (Konverter, Elektroofen) oder in der Stahlpfanne ausgeführt wurden, in gesonderten sekundärmetallurgischen Verfahren vorzunehmen. Unter Verwendung von Kalk und anderen Schlackenbildnern werden dabei die vorwiegend aus Kalk, Kieselsäure und Tonerde bestehenden Schlacken gebildet.

SILIKATISCHER KALKDÜNGER

Kalkdünger aus Schlacken metallurgischer Prozesse wie Hochöfen, Konvertern oder Pfanen, bei denen der Kalkgehalt überwiegend in silikatischer Bindungsform vorliegt.

STAHLWERKSSCHLACKE

Gesteinsschmelze, die bei der Herstellung von Stahl produziert wird. Sie wird nach dem jeweiligen Stahlerzeugungsverfahren bezeichnet (z.B. LD-Schlacke, Elektroofenschlacke und die sekundärmetallurgischen Schlacken aus der Nachbehandlung des Rohstahls).

THOMASPHOSPHAT

Thomasschlacke aus dem „Thomasprozess“, einem Verfahren zur Entphosphorung von Roheisen, mit einem Phosphatgehalt (P_2O_5) von 10–15 %. Thomasphosphat war über viele Jahrzehnte das gebräuchlichste Phosphatdüngemittel in der Landwirtschaft in Europa. Inzwischen wurde der Thomasprozess

durch andere Schmelzverfahren mit phosphatarmen Eisenerzen verdrängt. Thomasphosphat entsteht daher nicht mehr.

TRANSFORMATION

Im Kontext der Stahlerzeugung bezeichnet Transformation die Defossilisierung der Stahlindustrie, welche mit einem massiven Umbau und Neubau der integrierten Stahlwerke verbunden ist. Maßgeblich soll dazu der Hochofen, der prozessbedingt große Mengen an CO_2 emittiert, von einer Direktreduktionsanlage ersetzt werden. Dieser schlackenfreie Prozess erzeugt einen Eisenschwamm, welcher in nachgeschalteten Aggregaten eingeschmolzen wird. Dabei wird die noch enthaltene Gangart in diesen Aggregaten verschlackt und führt dort zu neuen Nebenprodukten, deren Anwendungsmöglichkeiten derzeit erforscht werden. Dabei kann eine zusätzliche Konditionierung dieser Schlacken notwendig werden.

UVCB-STOFFE

„Substanzen mit unbekannter oder variabler Zusammensetzung, komplexe Reaktionsprodukte oder biologische Materialien“. Zur Identifizierung und Benennung werden die Stoffe in REACH in „Stoffe mit definierter Zusammensetzung“ und „UVCB-Stoffe“ unterteilt. Aus historischen Gründen werden Schlacken als UVCB-Stoffe registriert.

VD-PROZESS

Vakuumentgasungsverfahren, ein sekundärer Stahlerzeugungsprozess, bei dem der geschmolzene Stahl einem Vakuum ausgesetzt wird. Das Ziel ist die Verbesserung der Stahlqualität durch die Entfernung von Gasen, die Verbesserung der Stahlreinheit und die Erzielung einer größeren Homogenität der chemischen Zusammensetzung.

VOD-PROZESS

Vakuum-Sauerstoff-Entkohlung. Ein Veredelungsprozess von Edelstahl, der den Kohlenstoffgehalt reduziert. Geschmolzener, nicht veredelter Edelstahl wird durch elektrischen Strom erhitzt und gerührt, während Sauerstoff von oben eintritt. Viele unerwünschte Gase entweichen aus dem Edelstahl und werden durch eine Vakuumpumpe evakuiert. Legierungen und andere Zusätze werden dann beigemischt, um den geschmolzenen Edelstahl weiter zu verfeinern.

ZEMENT

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, d.h., bei Kontakt mit Wasser formen sich über oder unter Wasser festigkeitsbildende Reaktionsprodukte, die beständig sind. Zement wird zur Herstellung von Beton, Mörtel und anderen Bauprodukten verwendet. Es gibt viele verschiedene Zementarten, die sich in ihrer Zusammensetzung, Feinheit und technischen Anwendbarkeit unterscheiden. Allein EN 197-1 für „Normalzement“ beinhaltet derzeit 27 verschiedene Zementarten und 9 verschiedene Festigkeitsklassen.



INSTITUT FÜR
BAUSTOFF
FORSCHUNG

FEHS

Find us on social media



FEHS – Institut für Baustoff-Forschung e. V. // Bliersheimer Straße 62 // 47229 Duisburg
Telefon: 02065 9945-0 // E-Mail: fehs@fehs.de // www.fehs.de

Impressum // **Herausgeber:** FEHS-Institut e.V., Duisburg // **Verantwortlich:** Thomas Reiche, Geschäftsführer
Konzept und Gestaltung: del din design // **Texte:** Heino Schütten, FEHS-Institut
Fotos: FEHS-Institut, Shutterstock (Dmytro Kryvenko, Gunnerchu, mystical77, dreamstime, Sinasim)
Stand: 2024