

Stahlwerksschlacken im Straßen-, Wege- und Wasserbau



Fachverband Eisenhüttenschlacken e. V.



Stahlwerksschlacke
wird in flüssigem Zustand
in Beete abgegossen
und erstarrt dort
als kristalliner Werkstoff

Einleitung

Stahl wird seit mehr als 100 Jahren nach unterschiedlichen Verfahren erzeugt. Heute gibt es in nahezu allen Bundesländern Stahlwerke. Die bei der Stahlerzeugung entstehenden Stahlwerksschlacken werden mit den bei der Roheisenerzeugung entstehenden Hochofenschlacken unter dem Begriff Eisenhüttenschlacken zusammengefaßt.

In der Stahlindustrie hat man sich zu allen Zeiten intensiv damit befaßt, hochqualifizierte Produkte aus Eisenhüttenschlacken herzustellen. Diese Anstrengungen haben dazu geführt, dass Eisenhüttenschlacken heute insbesondere im Bauwesen und als Düngemittel eingesetzt werden. Die erzielten Verwendungsraten der Eisenhüttenschlacken werden von kaum einem weiteren industriellen Nebenprodukt erreicht.

Grundlage für die Nutzung von Eisenhüttenschlacken bilden technische Regelwerke, die Eigenschaften, Anforderungen und Prüfungen beschreiben.

**Aufbereitungsanlage
für Stahlwerksschlacken**

Begriffe

Der Begriff „Schlacke“ ist ein metallurgischer Ausdruck. Er bezeichnet allgemein die nichtmetallischen mineralischen Bestandteile, die bei der Gewinnung von Metallen aus den Rohstoffen entstehen.

Die durch gezielte Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand bei etwa 1.650 °C entstehenden Stahlwerksschlacken unterscheiden sich grundsätzlich von den Aschen, die Rückstände aus Verbrennungsprozessen sind. Eisenhüttenschlacken hingegen sind industriell erzeugte künstliche Gesteine. Ihre chemische und mineralische Zusammensetzung, die physikalische Beschaffenheit und die mechanischen Eigenschaften werden in verschiedenen Ver-



LD-Schlacke (LDS)

arbeitungsstufen gezielt beeinflußt. Ihre Entstehung und Nutzung entspricht der natürlicher magmatischer Gesteine, wie beispielsweise Basalt oder Granit.

Die Stahlwerksschlacke entsteht bei der Verarbeitung von Roheisen, Eisenschwamm und aufbereitetem Stahlschrott zu Stahl. Sie wird in flüssigem Zustand in vorbereitete Beete abgegossen und erstarrt dort als kristalliner Mineralstoff.





Elektroofenschlacke (EOS)

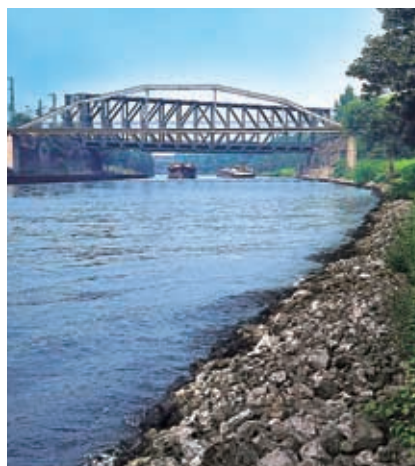
Die heute produzierten Stahlwerksschlacken aus der Massen- und Qualitätsstahlerzeugung werden nach dem Stahlherstellungsverfahren, bei dem sie entstehen, unterschieden in LD-Schlacken (LDS) aus dem Linz-Dona-witz-Verfahren und Elektroofenschlacken (EOS) aus dem Elektroofenverfahren. Die Produktion von SM-Schlacken aus dem Siemens-Martin-Verfahren wurde in Deutschland Ende 1993 eingestellt. Es existieren aber noch große Mengen an zwischengelagerten Schlacken (Lagerschlacken), die in den kommenden Jahren im Bauwesen eingesetzt werden können.

Für den Verkehrswegebau werden Stahlwerksschlacken mit gezielt ein-gestellter Zusammensetzung zu Gesteinskörnungen aufbereitet und verarbeitet. Die Verarbeitungsschritte während der Produktion entsprechen denen, die auch bei Naturstein ange-wendet werden.

Vorschriften

Bereits seit 1941 gibt es in Deutsch-land die DIN 4301 „Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bau-wesen“, welche die Eigenschaften von Stahlwerksschlacke beschreibt und grundlegende Anforderungen festlegt. Darüber hinaus wurden Stahlwerks-schlacken in bestehende Regelwerke für das Bauwesen, insbesondere für den Straßenbau, aufgenommen und zusätzliche Richtlinien und Merkblätter herausgegeben.

Im Rahmen der Harmonisierung der europäischen Normen wurden Stahl-werksschlacken in den Technischen Komitees TC 154 „Gesteinskörnungen“ und TC 227 „Straßenbaustoffe“ behan-delt. Die dort erarbeiteten europäischen Normen beinhalten Anforderungen und Prüfkriterien für die Produkte aus Stahlwerksschlacken.



Anwendungsbereiche

Der überwiegende Teil der heute erzeugten Produkte aus Stahlwerks-schlacken wird im Bauwesen ein-gesetzt. Von Bedeutung ist hier ins-besondere der Verkehrswegebau.

Gesteinskörnungen aus Stahlwerks-schlacken werden im Straßenbau in sämtlichen Schichten verwendet. Das Spektrum reicht vom Einsatz im Erd-bau über Frostschutz- und Schotter-tragschichten bis hin zu den Asphalt-deckschichten. Auch als Gesteinskör-nung für Betonsteinpflaster wird Stahl-werksschlacke erfolgreich eingesetzt.

Den Wasserbausteinen aus Stahlwerks-schlacke kommt ihre hohe Rohdichte zugute. Sie haben sich bewährt beim Bau von Buhnen und Leitwerken, bei Kolkverfüllungen und Sohlaufhöhun-gen sowie als Erosionsschutz bei Ufer- und Deichsicherungen. Auch für Korn-filter unterhalb des Deckwerks werden Mineralstoffgemische aus Stahlwerks-schlacke oft eingesetzt, da durch Roh-dichte und Oberflächenstruktur eine gute und dauerhafte Stabilität gewähr-leistet ist.

Anwendungsbereich
Wasserbau



Anwendungsbereich Straßenbau

Außerhalb des Bauwesens ist auch der Einsatz als Düngemittel in vielfacher Form möglich. Die Verwendung von Stahlwerksschlacken als Kalkdüngemittel in der Landwirtschaft hat eine lange Tradition aufgrund der im Vergleich zu Konkurrenzprodukten nachgewiesenen hohen Düngeeffizienz. Die



Anwendungsbereich Düngemittel

Maßnahmen zur kontinuierlichen Produktkontrolle sowie die Entwicklung neuer Düngemitteltypen bilden die Gewähr für eine nachhaltige Ertragssteigerung unter Berücksichtigung der Bodenanforderungen.

Eigenschaften

Dichte, Festigkeit

Stahlwerksschlacke ist ein dichtes Gestein mit einer Rohdichte um $3,5 \text{ g/cm}^3$. Niedrige Schlagzertrümmungswerte am Splitt zwischen 9 und 18 M.-% und Druckfestigkeiten über 100 N/mm^2 bilden die Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz in verschiedensten Einsatzgebieten.

Bei der Herstellung von Asphaltgemischen erfordert die hohe Rohdichte der Stahlwerksschlacke wie bei vergleichbarem Naturgestein, dass im Rahmen der Eignungsprüfung für Asphalt-schichten bei der Festlegung des Bindemittelgehalts eine volumetrische Bemessung vorgenommen wird.

Tragfähigkeit – Standfestigkeit

Kubische Kornform und rauhe Oberfläche der ungebundenen Gemische aus Stahlwerksschlacke garantieren eine hohe Tragfähigkeit beim Bau von Frostschutz- und Schottertragschichten. Die in den Regelwerken geforderten Werte werden deutlich überschritten ($E_{V2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$).

Die vorteilhaften Eigenschaften von Splitten und Edelsplitten aus Stahlwerksschlacke verleihen Asphalt-schichten einen hohen Verformungswiderstand. Dies prädestiniert sie für den Einsatz in Verkehrsflächen mit besonderer Beanspruchung (z. B. Straßen mit hohem LKW-Aufkommen, Steigungsstrecken oder Kurven).

**Stahlwerks-
schlackengemische
garantieren hohe
Tragfähigkeit**





Griffigkeitsmessung mit SCRIM

Griffigkeit

Die raue Oberfläche von Edelsplitten aus Stahlwerksschlacke gewährleistet bei Verwendung als Mineralstoff in Deckschichten dauerhaft die Griffigkeit. Dadurch sind Stahlwerksschlacken insbesondere für die Anwendung in Asphaltdeckschichten geeignet. Untersuchungen des Griffigkeitsverhaltens im Labor, charakterisiert durch den PSV (Polished Stone Value), ergeben teils Werte über 60. Messungen auf der Fahrbahn mit dem SCRIM-Verfahren ergeben ebenfalls hervorragende Werte. Die gute Polierresistenz bildet neben der exzellenten Kornform und der hohen Festigkeit die Voraussetzung für den Bau von lärmindernden Asphaltdeckschichten.

Frostsicherheit

Gesteinskörnungen aus Stahlwerksschlacke sind verwitterungsbeständig und erfüllen die Anforderungen der „Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – TL Gestein-StB“. Definierte Korngrößenverteilungen gemäß dem technischen Regelwerk gewährleisten die gute Entwässerung der Schicht. Damit ist auch sichergestellt, dass die hergestellten Mineralstoffgemische nicht frostempfindlich sind.

Raubeständigkeit

Aus metallurgischen Gründen sind in Stahlwerksschlacken geringe Anteile an chemisch ungebundenem (freiem) Kalk bzw. Magnesiumoxid vorhanden. Diese Mineralphasen nehmen unter Volumenzunahme Wasser auf. Durch regelmäßige Untersuchungen mit Prüfverfahren, die in den europäischen Normen beschrieben sind, wird gewährleistet, dass eine ausreichende Raumbeständigkeit gegeben ist.

Umweltverträglichkeit

Stahlwerksschlacken bestehen aus Calciumsilikaten, Calciumferriten und Eisenoxiden. Ebenso wie natürliche Gesteine enthalten sie Schwermetalle als Spurenelemente, die fest in das Kristallgitter eingebunden sind.

Die wasserwirtschaftliche Verträglichkeit der Gesteinskörnungen aus Stahlwerksschlacke wurde durch umfassende Untersuchungen unter den verschiedenen baupraktischen Gegebenheiten im Straßen-, Wege- und Wasserbau festgestellt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass sich bei Auslaugung mit Wasser pH-Werte im alkalischen Bereich einstellen. Durch die Einwirkung von CO₂ aus der Luft und dem Boden bildet sich Calciumcarbonat, wodurch sich der pH-Wert wieder zum Neutralbereich hin verschiebt.

Aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit Produkten aus Stahlwerksschlacken sind bei der Prüfung der wasserwirtschaftlichen Merkmale nach dem geltenden Regelwerk nur bestimmte Parameter nachzuweisen. Die vorgegebenen Richt- und Grenzwerte werden eingehalten.

Zu den positiven ökologischen Aspekten gehört die nachhaltige Schonung von Natursteinressourcen durch die Nutzung von Stahlwerksschlacke. Darüber hinaus bewirkt die längere Haltbarkeit von Asphaltdeckschichten mit Gesteinskörnungen aus Stahlwerksschlacke eine Verringerung der Bautätigkeit auf den Straßen und damit weniger Staus, also geringeren Energieverbrauch und eine Steigerung der Verkehrssicherheit.

Qualitätssicherung

Selbstverständlich halten Gesteinskörnungen aus Stahlwerksschlacken alle relevanten Anforderungen der Europäischen Normen ein. Auf der Grundlage



der Zertifizierung seiner werkseigenen Produktionskontrolle erklärt der Hersteller die Konformität mit den geltenden Vorschriften. Produkte aus Stahlwerksschlacke werden aber zusätzlich zu den Kontrollen nach den TL Gestein-StB bzw. den TL G SoB-StB auch entsprechend den RAL-Bestimmungen für Eisenhüttenschlacken überwacht. Die Gütegemeinschaft Eisenhüttenschlacken e.V. überwacht im Rahmen von Eigen- und Fremdüberwachung die Einhaltung festgelegter Güte- und Prüfbestimmungen hinsichtlich tech-



nologischer Eigenschaften und wasserwirtschaftlicher Verträglichkeit und verleiht ein von RAL – Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. anerkanntes Gütezeichen. Auf dieser Basis wird die Gütegemeinschaft auch nach Einführung der europäischen Normen mit dem auf die werkeigene Produktionskontrolle gestützten Konformitätsnachweissystem 2 + die Fremdüberwachung durch neutrale Prüfstellen beibehalten. Wareneingangsprüfungen werden hierdurch überflüssig.

Forschung und Entwicklung

Eine kontinuierliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit ist die Voraussetzung für Sicherstellung von Markteinführungen, Marktpräsenz und Produktimage der Eisenhüttenschlacken. Bereits seit 1954 wird seitens der deutschen Eisenhüttenindustrie gemeinschaftliche Forschung betrieben. Im FEhS – Institut für Baustoff-Forschung, 1968 als Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken gegründet, werden Kompetenz und Engagement zur Nutzung von Eisenhüttenschlacken gebündelt.

Beratung und Vertretung

Die Vertretung der fachlichen Interessen der Produzenten und Verarbeiter liegt im Tätigkeitsbereich des Fachverbands Eisenhüttenschlacken e.V. Weiterer Schwerpunkt der Arbeit ist die technische Beratung für Verwendungsmöglichkeiten von Gesteinskörnungen aus Stahlwerksschlacke. Durch langjährige Arbeit konnten wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, die bundesweit anerkannt und in Regelwerke umgesetzt wurden.

Fachverband Eisenhüttenschlacken e. V.

Bliersheimer Straße 62
47229 Duisburg
Telefon: 0 20 65/4 92 20
Telefax: 0 20 65/90 09 63
E-Mail: fvehs@fehs.de