



| Stahlwerkschlacke entsteht aus der Schmelze

LiDonit® – die Zukunft im Straßenbau

DIPL.-ING. HERBERT PÖPPERLING Mitglied der Geschäftsführung | ThyssenKrupp MillServices & Systems GmbH, Oberhausen

PETER DIEKMANN Öffentlichkeitsarbeit | ThyssenKrupp Services AG, Düsseldorf

Die Anforderungen an moderne Straßen sind hoch: Verkehrssicherheit, Dauerhaftigkeit und Lärmschutz sind Standardansprüche des neuen Jahrtausends. Die Antwort darauf können offenporige Asphalte aus Schlacke bieten. Der Edelsplitt LiDonit®, aufbereitet und vertrieben von ThyssenKrupp MillServices & Systems, hat sich mit Eigenschaften wie Standfestigkeit, Kornform und Griffigkeit für den Bau besonders beanspruchter Straßen bewährt.

Einleitung

Rund acht Millionen Tonnen Hochofenschlacken und sieben Millionen Tonnen Stahlwerksschlacken werden derzeit pro Jahr in Deutschland als Nebenprodukt bei der Erzeugung von Roheisen und Rohstahl produziert. Die Stahlwerksdienstleister von ThyssenKrupp MillServices & Systems kümmern sich seit über 50 Jahren um das Schlackenmanagement der Stahlindustrie. Das Unternehmen bereitet sämtliche Schlacken aller Duisburger Werke an den Standorten Huckingen, Ruhrort und Beeckerwerth auf. Weiterhin ist die Gesellschaft mit dem Geschäftsbereich Schlackenmanagement in Bochum, Brandenburg an der Havel, Hennigsdorf, Krefeld und Witten sowie im Ausland in Rumänien präsent.

Zu Beginn der Eisenerzverhüttung mussten Schlacken durch „Schlagen“ vom Metall getrennt werden. Davon leitet sich der Begriff Schlacke ab. Heute entstehen Schlacken im Schmelzfluss und werden durch ihre geringere Dichte vom Metall getrennt. Durch verschiedene Maßnahmen in der Schmelze, bei der Erstarrung und der anschließenden Aufbereitung wird sie in ihren Eigenschaften zielgerichtet beeinflusst.

Schlackenprodukte – lange bewährt

Schlackenprodukte sind vielseitig einsetzbar. Mit ihnen werden Pflanzen gedüngt, Häuser und Brücken gebaut oder Ufer befestigt

! Bild 1 I. Straßen aus Hochofenschlacke und Siedlungen, erbaut aus Hüttensteinen, sind auch 75 Jahre nach ihrem Bau in vollem Umfang funktionsfähig. Ein aktuelles Beispiel für die Vielseitigkeit des Baustoffes ist die Rheinbrücke der Autobahn A 44 aus Hochofenzementbeton. Im Wasserbau dienen Wasserbausteine aus Stahlwerksschlacken der Uferbefestigung – mit guten Erfahrungen seit über 30 Jahren. Auch die Land- und Forstwirtschaften wissen seit Jahrzehnten Schlackenprodukte zu schätzen – hier finden so genannte Hütten- und Konverterkalk Einsatz als Düngemittel.

Eisenhüttenschlacken sind keine Abfälle, sondern hochwertige Produkte. Die Nutzung der Schlacken mindert sogar die Umweltbelastung. So nimmt beispielsweise bei der Zementherstellung der Ausstoß an CO₂-Emissionen zunehmend ab je mehr Hütten sand beigemischt wird.

Schlacke kann extrem hart sein oder auch leicht zerrieseln. Sie kann durchsichtig sein wie Glas oder als schwarzer Stein vorliegen. Solche Qualitäten lassen sich durch verschiedene Verfahren steuern: Zum Beispiel durch die Geschwindigkeit der Abkühlung oder durch Zufuhr von Zusatzstoffen im flüssigen Zustand. In der Regel werden drei Arten von Schlacke für unterschiedliche Einsatzbereiche verarbeitet:

Hochofenschlacke entsteht beim Aufschmelzen von Eisenerz zu Roheisen. Der Hochofen produziert Roheisen, Gas und Hochofenschlacke. Heiße, rot glühend abfließende Stahlwerksschlacke wird

in einem speziellen Verfahren mit Wasser schnell abgekühlt, sodass glasiger Hüttensand entsteht der in der Zementindustrie sehr begehrt ist. Lässt man die Hochofenschlacke hingegen langsam an der Luft abkühlen, entsteht kristalline Hochofenstückschlacke. Diese Schlacke wird unter anderem als Baustoffgemisch im Straßenbau eingesetzt.

Stahlwerksschlacke I Bild 2 I entsteht im LD (Linz Donawitz)- und im Elektroofenverfahren. Die so genannte LD-Schlacke (LDS) entsteht bei der Veredelung des Roheisens zu Stahl. Sie wird im Straßenbau vorzugsweise für hochwertige Asphaltdeckschichten genutzt.

Elektroofenschlacke (EOS) entsteht im Elektroofen. Dort wird Schrott durch das Einleiten von elektrischem Strom bei Temperaturen bis zu 3.500 °C im Lichtbogen aufgeschmolzen. Aus Schrott entsteht auf diese Weise neuer Stahl. EOS wird ebenso wie LDS im Straßen- und Wasserbau eingesetzt.

Schlacke im Straßenbau

Straßen bestehen aus mehreren Schichten. Die Tragschicht ohne Bindemittel muss den wesentlichen Druck aushalten, immerhin drücken schwere Lkw mit rund 100 t/m² auf das Bauwerk Straße. Die Binderschicht aus Asphalt leitet den Druck von oben nach unten weiter. Die obere Deckschicht muss griffig sein, Wasser ableiten und sollte die Abrollgeräusche dämmen. In allen Schichten werden Schlackenprodukte als Leistungsträger moderner Straßen eingesetzt.

Seit Jahrzehnten werden Schlacken mit großem Erfolg im Straßenbau verarbeitet. Das Spektrum reicht vom Einsatz im Erdbau über Frostschutz- und Schottertragschichten bis hin zu den Asphalttschichten.

Eine gute Kornform, Kantigkeit und raue Oberfläche bewirken, dass die geforderten Werte für die Tragfähigkeit beim Bau von Schichten ohne Bindemittel sicher erreicht werden. Diese vorteilhaften Eigenschaften verleihen auch Asphaltmischgut einen hohen Verformungswiderstand, weshalb sich Asphalte mit Gesteinskörnungen aus Stahlwerksschlacken besonders für den Bau von Straßen mit großer Beanspruchung anbieten. Bei Verwendung in Deckschichten gewährleistet die raue Oberflächenstruktur dauerhaft hervorragende Griffigkeitseigenschaften. Bei der Deckschicht entscheidet immer häufiger die Frage: Wie hoch ist der Polierwert? Anders formuliert: Was geschieht mit der Straßenoberfläche, wenn sie tausende von Fahrzeugen mit ihren Reifen „polieren“? Wird die Oberfläche glatt und damit gefährlich rutschig, oder behält sie ihren Grip?

OPA – sichere und leise Straßen

Hochwertige Asphalt-Deckschichten erfordern Polierwerte von mindestens 55. Über Jahrzehnte wurden daher beim Bau von Straßen-decken vor allem Mischungen aus Bitumen und Naturstein mit hohen Polierwerten eingesetzt, da sich z.B. Diabas oder Grauwacken nur sehr langsam polieren. Bei Stahlwerksschlacken werden auch Werte



Bild 1 | Uferbefestigungen aus Schlacke, wie hier an der Elbe, sind auch im Wasserbau ein wichtiges Element.



Bild 2 | Abkippen flüssiger LD-Schlacke in Beete

von über 60 nachgewiesen – und das aufgrund der guten Kornform und bei deutlich günstigerem Hohlraumgehalt im Asphalt | Bild 3 I.

Seit einigen Jahren wird offenerporiger Asphalt (OPA) genutzt, wenn es gilt, an besonders kritischen Stellen die Intensität der Fahrgeräusche zu reduzieren oder die Sprühhahnenbildung zu vermindern. Durch die Verwendung eines Einkornmischungs entstehen im Asphalt mehr Hohlräume, die den Schall „schlucken“, der durch die Rollgeräusche der Reifen auf der Straßenoberfläche verursacht wird. Die Reduzierung der Schallemissionen beträgt fünf bis sechs Dezibel. Darüber hinaus fließt durch die Hohlräume das Wasser besser ab. Wegen dieser Eigenschaften spricht man auch von offenerporigem bzw. Drain-Asphalt. Offenerporiger Asphalt der dritten Generation zeichnet sich durch einen höheren Hohlraumgehalt von mindestens 22 Volumenprozent aus. Maßgeblich wird dieser hohe Hohlraumgehalt durch die Zusammensetzung des Asphalt erreicht: Bei der Herstellung wird eine Gesteinskörnung einer Kornklasse verwendet. Es wird soviel Bitumen hinzugefügt, wie noch am Gestein kleben bleibt

und dass gleichzeitig der hohe Hohlraumgehalt erreicht wird. Es handelt sich hierbei um einen Einkornasphalt. Um einer Alterung des Bindemittels und der damit verbundenen Versprödung aufgrund hoher Hohlraumgehalte entgegenzuwirken, darf die Temperatur bei der Herstellung und Verarbeitung 170 °C nicht überschreiten. Zur Fixierung des dicken Bindemittelfilms im Mischgut müssen zum einen stabilisierende Zusätze – in der Regel Cellulosefaser – und zum anderen hochviskose, polymermodifizierte Bindemittel eingesetzt werden. Polymermodifiziertes Bitumen begünstigt außerdem einen hohen Widerstand gegen Relaxationsrisse bei Kälte sowie gegen Verformung bei Wärme.

Als im Juli 2007 ein Teilstück der A40 auf einer Länge von über drei Kilometern erneuert werden musste, um dem hohen Verkehrsaufkommen und dem steigenden Anteil an Schwerlastverkehr auch weiterhin gewachsen zu sein, entschied sich der Auftraggeber Landesbetrieb Straßen.NRW für LiDonit®-Edelsplitt, produziert von ThyssenKrupp Steel, aufbereitet und geliefert von ThyssenKrupp



Bild 3 | Instandsetzung der Bundesautobahn A40 zwischen Bochum und Essen im Juli 2007

MillServices & Systems | Bild 3 I. Die neue Fahrbahndecke aus offenporigem Asphalt (OPA) zeichnet sich durch hohe Festigkeit, hohe Griffigkeit und hohe Verschleißresistenz aus. Die Eigenschaften des LiDonit® beeinflussen direkt die Qualität des offenporigen Asphaltes. Durch gute Kornform und hohe Frost-Tau-Beständigkeit, die bei offenporigen Asphalten von besonderer Bedeutung sind, wird die Dauerhaftigkeit positiv beeinflusst. Durch die ortsnahe Verfügbarkeit wurden darüber hinaus Gesteinstransporte minimiert und somit Energie und Kosten gespart sowie die Umwelt geschont.

Die offenporige Struktur sorgt dafür, dass Luft beim Überrollen weniger stark zwischen Reifen und Asphalt komprimiert wird, da sie entweichen kann. Dadurch wird gleichzeitig die geräuschvolle Freigabe der Luft nach Abrollen des Reifens vermieden (sog. Air-Pumping-Geräusche). Zudem wird ein Teil der Antriebsgeräusche durch die offenporige Struktur absorbiert. Der lärmreduzierende Effekt konnte bereits während der Arbeiten des zweiten Bauabschnittes für die bereits fertig gestellte Gegenfahrbahn deutlich wahrgenommen werden.

Durch die offenporige Struktur des Asphalts verbleibt Regenwasser nicht auf der Fahrbahn, sondern wird direkt auf die darunterliegende Sperrschicht abgeleitet. Dadurch kommt es zu einer deutlichen Verminderung der Sprühhahnenbildung, einer Reduzierung der Aquaplaning-Gefahr und zu wesentlich geringeren Reflexionen sobald die Sonne nach einem Regenschauer wieder zum Vorschein kommt.

LiDonit® für die Zukunft der Straßen

LiDonit® ist ein eingetragenes Warenzeichen, das sich von den österreichischen Stahlwerken in Linz-Donawitz und dem danach benannten Stahlherstellungsprozess sowie dem griechischen Wort für Stein (lithos) ableitet. LiDonit® ist ein synthetischer Mineralstoff, der aus der calciumsilikatreichen Schmelze bei der Stahlerzeugung gewonnen wird | Bild 4 I. Durch die gezielte Zugabe von Silikaten (z.B. Quarzsand) und Sauerstoff in diese Schmelze entsteht ein Rohstoff, der für die Erzeugung von Baustoffen mit höchsten Qualitätsanforderungen hervorragend geeignet ist.

Im Stahlwerk II von ThyssenKrupp Steel in Duisburg ist eine Anlage zur Stabilisierung von LD-Schlacken mittels SiO_2 -Trägern und Sauerstoff in Betrieb. Dieses Verfahren wurde im Rahmen eines europäischen Forschungsvorhabens entwickelt. Der benötigte Quarzsand wird in einem Silo mit einem Fassungsvermögen von 180 t bevorratet. Die für jede einzelne Behandlung benötigte Sandmenge wird vom Vorratssilo in den Dispenser gefördert und von dort zusammen mit reinem Sauerstoff beim Behandlungsprozess abgezogen.

In Abhängigkeit von der chemischen Analyse jeder einzelnen Charge kann das Bedienpersonal über eine Einblaslanze der noch flüssigen Schlacke die benötigte Menge Quarzsand und Sauerstoff zusetzen, um den LiDonit®-Rohstoff zu erzeugen. Der Sauerstoff bewirkt eine Oxidation der Eisenminerale und liefert die für den Prozess benötigte Energie. Mit Hilfe des Quarzsandes werden freie Kalkanteile in Calciumsilikaten gebunden. Durch diese Maßnahmen ist eine dauerhafte Volumenstabilität der Schlacke und basaltähnliche Festigkeit bei gleichzeitig höchster Griffbarkeit sichergestellt. Durch den permanenten Datenaustausch zwischen den einzelnen Erzeugungsstufen kann der Erfolg der Stabilitätsbehandlung ohne Qualitätsschwankungen im Endprodukt gewährleistet werden. Aus diesem Grunde ist LiDonit® den vielen Natursteinen überlegen.

Fazit

Stahlwerksschlacke I Bild 5 I eignet sich aufgrund ihrer gleichmäßigen Struktur, der sehr hohen Festigkeit, der hohen Bitumenaffinität und der rauen Oberfläche hervorragend für die Deckschicht im modernen Straßenbau.

Regelmäßige interne und externe Untersuchungen der bauphysikalischen und umweltrelevanten Parameter im Rahmen der Güteüberwachung und werkseigenen Produktionskontrolle garantieren ein hochwertiges Baustoffprodukt. Beispiele, wie der Einsatz auf der Bundesautobahn A40, beweisen seit Jahren die Praxistauglichkeit und Leistungsfähigkeit. Unabhängige Gutachten bestätigen, dass die Nutzung der Schlacken sogar die Umweltbelastung mindern kann.



Bild 4 | LiDonit® entsteht aus der Schmelze bei der Stahlerzeugung durch Zugabe von Quarzsand und Sauerstoff.



Bild 5 | Durch die Art und Geschwindigkeit der Abkühlung, wie hier in einem so genannten Schlackeboot, lässt sich die Qualität von Schlacke gezielt beeinflussen