

Aufbereitung von Filterstäuben für den Untertageversatz

Hans-Dieter Schmidt und Dittmar Lack

1.	Untertageversatz als Entsorgungsstrategie für Filterstäube aus thermischen und sonstigen industriellen Prozessen	273
2.	Wesen und rechtliche Grundlagen des Bergversatzes	275
3.	Anlagen, Versatztechniken und Kapazitäten des Versatzbergbaus	275
4.	Abfallbehandlung für die versatztechnische Verwertung.....	276
5.	Ausblick.....	279
6.	Fazit.....	282

1. Untertageversatz als Entsorgungsstrategie für Filterstäube aus thermischen und sonstigen industriellen Prozessen

Die sichere Entsorgung schadstoffbelasteter anorganisch-mineralischer Abfälle gefährlicher und ungefährlicher Art aus

- thermischen Abfallbehandlungsanlagen (Abfallverbrennungsanlagen),
- industriellen Produktionsanlagen der Automobil-, Stahl-, Zement-, Glas- und anderer Industrien sowie deren zugeordneten Abfall-/Abwasserbehandlungsanlagen,
- Energieerzeugungsanlagen wie Kohle-, Ersatzbrennstoff-, Biomasse(heiz-)kraftwerke),
- Maßnahmen des Flächenrecyclings und Rückbaus, u.a. verunreinigte Böden aus Altlasten sowie Bau- und Abbruchabfälle, industrielle Ofenausbrüche

im salinaren Gestein – Salzbergwerke, Salzkavernen – hat sich in Deutschland in den neunziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts entwickelt. Sie ist fester und rechtssicherer Bestandteil moderner europäischer Abfallwirtschaft, mit ihrer auf Umwelt- und Ressourcenschutz ausgerichteten fünfstufigen Hierarchie zur Abfallvermeidung und- bewirtschaftung.

In dieser Hierarchie ist die Entsorgung mineralischer Abfälle im Salinar als Untertageversatz (UTV) der Hierarchiestufe *sonstige Verwertung*, als untertägige Deponierung (UTD) der Stufe *Beseitigung* zugeordnet.

Frühere Versuche der Verfestigung – Schadstoffeinbindung durch Einsatz von Bindemitteln, idH. Zement – und Stabilisierung – Umkehrung gefährlicher Abfalleigenschaften in ungefährliche Eigenschaften durch gezielt herbeigeführte chemische Reaktionen –, mit dem Zweck der übertägigen Deponierung mineralischer Abfälle o.g. Herkunft, sind im Geltungsbereich der deutschen Abfallgesetzgebung aufgrund qualitativer Defizite der Verfahren gescheitert.

Andere Behandlungsverfahren, wie oxidierende / reduzierende Schmelzverfahren zur Verglasung der Reststoffe aus der Abgasreinigung sind noch nicht großtechnisch realisiert; Wiederaufarbeitungs- und Recyclingverfahren – saure Flugaschenwäsche u.a. – befinden sich in Entwicklung oder beschränken sich auf Einzelanwendungen.

Insofern darf die übergeordnete Bedeutung der versatztechnischen Verwertung / untertägigen Deponierung anorganisch-mineralischer Abfälle mit relevanten Anteilen wasserlöslicher Salze und/oder sonstigen gefährlichen Inhaltsstoffen, z.B. von Schwermetallen, Cyaniden, Nitriten, PCDD/F, PAK, im Salinar als absehbar einzig verbleibender gesicherter und rechtssicherer Entsorgungsweg nicht unterschätzt werden. Bergversatz im Salzgestein, ist *beste verfügbare Technik*, da der Bergversatz ein besonders langzeitsicherer und mit den höchsten Emissionsminderungspotenzial versehener Entsorgungsweg für mineralische Abfälle darstellt. Er bringt günstige Voraussetzungen auch im Bereich des Ressourcen-/Flächen- und Energieeinsatzes sowie der Energieeffizienz mit. Über den Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. BDE wird die Anerkennung der praktizierten Maßnahmen im Bergversatz als Beste Verfügbare Technik im Sinne der IED-Richtlinie, Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (früher IVU-Richtlinie) und die Aufnahme in das BREF (Best Available Technique Reference Documents) *Abfallbehandlung* bei dessen Überarbeitung verfolgt.

2010, also vor Zusammenbruch der übertägigen Entsorgung nach Verfestigung / Stabilisierung, wurden bei Entsorgungskapazitäten der UTV-Bergwerke / -kavernen und der Untertagedeponien von etwa 2,5 Millionen Tonnen, rund 2,439 Millionen Tonnen mineralische Abfälle pro Jahr gefährlicher und ungefährlicher Art versatztechnisch verwertet oder beseitigt.

Ständig steigende Anforderungen an die Herstellung von Versatzmaterial aus mineralischen Abfällen, sofern diese nicht ohne Vorbehandlung direkt versetzbar sind, nehmen bei zunehmend komplexeren und unterschiedlichen Eigenschaften der Abfälle, verstärkt Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Schachtbetrieb – Betrieb zur Abwärtsförderung – und Versatzbetrieb, die bereits durch hohe bergmännische Aufwendungen zur Bereitstellung ausreichender Schacht- und untertägiger Versatzkapazitäten belastet sind.

Aufgabe ist, die Wirtschaftlichkeit des Bergversatzes zum Angebot einer wirtschaftlich vertretbaren Entsorgung an die Verbrennungs- und andere Industrien, als auch die Entsorgungskapazitäten aufrecht zu erhalten.

2. Wesen und rechtliche Grundlagen des Bergversatzes

Bergversatz als versatztechnische Verwertung von mineralischen Abfällen, ist die verpflichtende Verfüllung von, nach der untertägigen Rohstoffgewinnung zurückgebliebenen Hohlräumen (Versatzpflicht), zur Abwendung der Gebirgsschlaggefahr zum Schutz von Menschen und Sachgütern an der Tagesoberfläche und zur Stabilisierung des Grubengebäudes im Allgemeinen. Versatztechnisch geeignet sind mineralische Abfälle, die aufgrund ihrer chemischen und bauphysikalischen Eigenschaften entweder ohne weitere Vorbehandlung oder nach ihrer Behandlung zu Versatzmaterialien den bergtechnischen und bergsicherheitlichen Anforderungen genügen. Ein standortbezogener Langzeitsicherheitsnachweis als Nachweis des vollständigen und dauerhaften Abschlusses der eingebrachten Abfälle von der Biosphäre muss gegenüber der zuständigen Behörde geführt sein. Ist dieser nicht vorhanden (z.B. in Betrieben außerhalb des Salinars) gelten die Eluat-Grenzwerte der Versatzverordnung (VersatzV) für das Versatzmaterial.

Der gesetzliche Rahmen für die Zulässigkeit mineralischer Abfälle für die versatztechnische Verwertung sowie für deren gefahrlosen Umgang im Versatzbergbau ist im Wesentlichen gegeben durch

- das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), im Wesentlichen mit der Versatzverordnung (VersatzV), der Nachweisverordnung (NachwV), der Entsorgungsfachbetriebeverordnung (EfbV), der Verordnung Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen,
- das Bundesberggesetz (BBergG), im Wesentlichen mit der Gesundheitsschutzbergverordnung (GesBergV),
- die Genehmigungsverfahren nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) für übertägige (Behandlungs)anlagen, sowie
- die Betriebsplanverfahren nach Bundesberggesetz (BBergG) für untertägige bergbauliche und versatztechnische Tätigkeiten und Anlagen.

3. Anlagen, Versatztechniken und Kapazitäten des Versatzbergbaus

Folgende Anlagen des Versatzbergbaus werden in Mitteldeutschland betrieben:

- | | | |
|--------------|-----------------------------|---------------|
| • Hessen: | UTV Hattdorf | K+S Kali GmbH |
| | UTV Wintershall | K+S Kali GmbH |
| | UTD Herfa-Neurode | K+S Kali GmbH |
| • Thüringen: | UTV Unterbreizbach | K+S Kali GmbH |
| | UTV Bleicherode / Sollstedt | NDHE mbH |
| | UTV / UTD Sondershausen | GSES mbH |

- Sachsen-Anhalt: UTV / UTD Zielitz K+S Kali GmbH
UTV Bernburg esco GmbH & Co. KG
UTV Kaverne Staßfurt Minex GmbH
UTV Teutschenthal GTS GmbH & Co. KG

und in Süddeutschland:

- Baden-Württemberg UTV Stetten Wacker Chemie AG
UTV/UTD Heilbronn Südwestdeutsche Salzwerke AG
UTV Kochendorf Südwestdeutsche Salzwerke AG

2010, wurden bei Entsorgungskapazitäten der UTV-Bergwerke / -kavernen und der Untertagedeponien von etwa 2,5 Millionen Tonnen pro Jahr, rund 2,439 Millionen Tonnen mineralische Abfälle pro Jahr gefährlicher und ungefährlicher Art versatztechnisch verwertet oder beseitigt.

Als Versatztechnologien in den Versatzbergwerken werden eingesetzt:

- Schüttgutversatz von ohne Vorbehandlung versatzgeeigneten Abfällen, sowie intern oder extern hergestellten Versatzmischungen aus Abfällen:
Bleicherode, Sondershausen, Bernburg, Teutschenthal (etwa 200.000 t/a, davon 10.000 t/a ohne Vorbehandlung direkt versetzbare Abfälle), Stetten, Heilbronn/Kochendorf;
- Hydraulischer Versatz: als Spülversatz:
Bleicherode, Sondershausen
als Dickstoffversatz:
Unterbreizbach, Teutschenthal (etwa 100.000 t/a), Staßfurt,
- BigBag/vgl.-Versatz: Zielitz, Sollstedt, Sondershausen, Bernburg, Teutschenthal (etwa 5.000 t/a), Hattdorf.

Die betriebenen Technologien in den Untertagedeponien, Herfa-Neurode, Zielitz, Sondershausen und Heilbronn, sind bestimmungsgemäß auf den Versatz in Gebindeform begrenzt, also auf Fass-Ware oder BigBag-Ware, die hier nicht weiter betrachtet werden.

4. Abfallbehandlung für die versatztechnische Verwertung

Zur Herstellung geeigneter Versatzmaterialien werden nicht direkt versatztaugliche mineralische Abfälle chemisch-physikalisch behandelt. Maßnahmen der Konditionierung stellen die geforderten chemischen und bauphysikalischen Eigenschaften des

Versatzmaterials, durch i.d.H. Mischung geeigneter, untereinander verträglicher, mit vertretbarem Aufwand verarbeitbarer Komponenten, sicher. Die chemisch-physikalische Behandlung folgt, im Rahmen durchgeführter labortechnischer Bergbau-tauglichkeitsprüfungen, entwickelten Rezeptursystematiken.

Nach Charakterisierung der physikalischen, chemischen und mineralogischen Eigenschaften der Abfälle, idH. Mineralgemische (Sande, Aschen, Schlacken), Staub, Schlamm, Flüssigkeit, werden diese in ihren Mischungsanteilen so konfektioniert, dass für das nach Rezeptur hergestellte Versatzmaterial die standortbezogene

bauphysikalische Versatztauglichkeit anhand

- mechanischer Festigkeitswerte, idH. einaxiale Druckfestigkeit, als Maß des Widerstands gegen äußeren Druckbelastungen aus der Konvergenz des Gebirges (GTS: $> 2 \text{ MN/m}^2$),
- Steifeziffer, zur Beurteilung des Fließverhaltens,
- E-Modul, zur Beurteilung des Kompressionsverhaltens,
- Drucksetzungsverhalten (GTS: Volumenverformung bei einem Pressdruck von 0,5 auf 15 MPa: max 35 Prozent) und
- Verarbeitbarkeit (Dichte, Hauptkomponenten, Fremdstoffanteil, Verklumpungen)

und sicherheitliche / gesundheitliche Versatztauglichkeit anhand

- Schadstoffbelastung,
- Staubungsverhalten,
- Gasbildungsverhalten (GTS: Wasserstoff $< 1 \text{ l/kgxh}$; Ammoniak 20 mg/m^3),
- Brand-/Explosionsverhalten und
- Temperaturentwicklung (GTS $< 55 \text{ }^\circ\text{C}$),

gem. Anforderung nach § 4 Abs. 1 GesBergV:

- (1) *Der offene Umgang mit nach Gefahrstoffverordnung kennzeichnungspflichtigen kreberzeugenden, erbgutverändernden, fruchtbarkeitsgefährdenden, sehr giftigen Stoffen und Zubereitungen (Erg. der Red.: z.B. Versatzmaterial) unter Tage ist verboten.*
- (2) *Offene Tätigkeiten mit anderen nach Gefahrstoffverordnung kennzeichnungspflichtigen Stoffen sind nur zulässig, wenn diese allgemein nach § 4 GesBergV zugelassen sind.*

und gem. Anforderung nach Anlage 2 Tab. 1 a VersatzV:

TOC < 6 Masse-Prozent; Glühverlust der organischen Bestandteile < 12 Masse-Prozent gegeben ist.

Beispielhaft gelten für die Herstellung von Versatzmaterial für die standortspezifischen Versatztechnologien der GTS nachfolgende Rezeptursysteme:

- Schüttgutversatz, chargenweise Herstellung

Grundrezeptur 1

- StGr. 1 kalkbasiische Filterstäube aus Verbrennungsanlagen
- StGr. 2 feste anorganische Salze (Halogenide, Sulfate)
- StGr. 3 Anmischflüssigkeit (Brauchwasser, wässrige Abfallflüssigkeiten)

Grundrezeptur 2

- StGr. 1 kalkbasiische Filterstäube aus Verbrennungsanlagen / NEUTREC-Stäube
- StGr. 2 hydroxidische und phosphatische Schlämme, Kalk- und Gips-schlämme
- StGr. 3 Anmischflüssigkeit (Brauchwasser, wässrige Abfallflüssigkeiten)

Grundrezeptur 3

- StGr. 1 kalkbasiische Filterstäube aus Verbrennungsanlagen
- StGr. 2 neutrale bis schwach saure, CaCl_2 -reiche Stäube
- StGr. 3 feste anorganische Salze (Halogenide, Sulfate)
- StGr. 4 Anmischflüssigkeit (Brauchwasser, wässrige Abfallflüssigkeiten)

Grundrezeptur 4

- StGr. 1 kalkbasiische, CaCl_2 -haltige Reaktionssalze aus Verbrennungsanlagen
- StGr. 2 Anmischflüssigkeit (Brauchwasser, wässrige Abfallflüssigkeiten)
- StGr. 3 Anmischflüssigkeit (Brauchwasser, wässrige Abfallflüssigkeiten)

- Dickstoffversatz, kontinuierliche Herstellung

Stoffgruppe 1: Filterstäube der Gruppen A (hoher Freikalkgehalt), B (hoher Calciumchloridhydratgehalt) und Stoffgruppe C (hoher Gehalt an Gips, Bassanit, Hausmannit)

Stoffgruppe 2: Bindemittel und Bindemittlersatzstoffe

Stoffgruppe 3: Anmischflüssigkeiten (chloridhaltige Abfallflüssigkeiten, Bauchwasser, salzhaltige Solen)

i.Vm. den zugehörigen Rezepturvorgaben als Anforderung an Rezepturanteile der Stoffgruppen und Dosierung.

Die herkunftsseitige Forderung nach unter allen Umständen kontinuierlicher und störungs-/unterbrechungsfreier Entsorgung führt bergwerksseitig zur Sicherstellung von gleichermaßen unterbrechungsfreier Materialannahme und durchhaltenden Behandlungs-/Versatz Tätigkeiten.

Steuerungsmöglichkeiten innerhalb der Rezeptursysteme als

- verträgliche Verschiebung von Rezepturanteilen,
- Erhöhung gering schadstoffbelasteter inerter Anteile (idR. Aschen, Gießerei altsande) und
- wechselseitiger Austausch von Komponenten innerhalb gleicher Stoffgruppen von Rezepturen

sollen im Tagesgeschäft auftretende Schwankungen von Liefermengen (havarie-, revisionsbedingt) und Qualität (bauphysikalische Eigenschaften und Schadstoffbelastung) soweit ausgleichen und vergleichmäßigen, dass die Entsorgungsleistung uneingeschränkt verfügbar bleibt.

5. Ausblick

Die Vielzahl zwischenzeitlich etablierter verschiedener Verbrennungsanlagen mit unterschiedlichem Verbrennungsinput, z. B.:

- Abfallverbrennungsanlagen für Siedlungs- und Gewerbeabfälle,
- Verbrennungsanlagen für gefährliche Abfälle,
- Ersatzbrennstoffkraftwerke für Ersatzbrennstoffe auf der Basis von Gewerbe- und Produktionsabfällen,
- Biomasse(heiz)kraftwerke, i.d.R. für die Verbrennung von Frisch- und Altholz

mit ihren unterschiedlichen Verbrennungstechnologien, z.B. Rost-/Wirbelschichtfeuerung, in Verbindung mit den angeschlossenen technologisch unterschiedlichen Abgasreinigungsverfahren

- trocken (mit Kalk / Natriumhydrogencarbonat),
- quasitrocken (Kalk),
- nass (ohne und mit Produktrückgewinnung)

und der verbrennungsseitig ständig auf Reduzierung der Entsorgungs- und Betriebsmittelkosten verfolgten Optimierung der Systeme (idH. Staubrückführung, Additivzugabe) vervielfachen die zu entsorgenden Staubqualitäten bei gleichzeitiger Erhöhung der Unverträglichkeit dieser Qualitäten. Die je nach Beschaffungsbedingungen z.T. stark schwankende Qualität des Verbrennungsinputs in Ersatzbrennstoff- und Biomassekraftwerken schlägt zunehmend einschränkender auf die Steuerungsmöglichkeiten von Versatzrezepturen durch.

Zu den wesentlichsten Einflussgrößen dieser qualitätsbedingten Mehrkosten zur Aufrechterhaltung gleicher Entsorgungsleistung für Filterstäube zählen:

- **Abnahme der Schüttdichten:**

Geringe Schüttdichten führen zu erhöhtem Transportaufwand, aus erhöhtem Transportvolumen und längeren Standzeiten bei der bergwerksseitigen Entleerung der Silofahrzeuge. Der Verlust an Stapelkapazität infolge geringer Silofüllung bei hoher Silobelegung sowie die zunehmend ungenauere Dosierung leichter Stäube haben kostentreibenden Einfluss auf die Herstellung des Versatzmaterials. Die folglich mit geringeren Schüttdichten hergestellten Versatzmaterialien verursachen Mehrkosten durch Erhöhung der Förderleistung nach untertage (Schachtförderleistung) und untertägiger Leistung (Förder- und Versatzleistung), einhergehend mit reduzierter Wirtschaftlichkeit der Hohlraumnutzung aufgrund zwangsläufig geringerer Einbaudichten.

- **Erhöhte Anteile an Fremdstoffen und Verklumpungen:**

Die Zunahme an Verklumpungen aus idH. verbrennungsseitig durchgeführten Sprengreinigungen führen zu mechanischen Verstopfer während der Silofahrzeugentladung und in den standortspezifischen Behandlungs- und Versatzsystemen des Bergwerks. Mehrkosten aus einzu-richtenden Abhilfemaßnahmen oder aus Umlenkung in eine geeignetere Behandlungs-/Versatztechnologie sind zu berücksichtigen.

- **Veränderte hygroscopische und thixotropische Eigenschaften:**

Sowohl die Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit als auch der Flüssigkeitsbedarf werden für ausgesuchte Staubqualitäten – insbesondere Natriumbicarbonatstäube – bei der Herstellung von Versatzmaterial zunehmend kostenbestimmend, bis hin zur Unwirtschaftlichkeit der standortbezogenen Herstellung aufgrund des hohen Anteils geringpreisiger oder zuzahlungsfreier Flüssigkeiten.

- **Veränderte/erhöhte Reaktivität:**

Das Gasbildungsverhalten (Wasserstoff-, Ammoniakausgasungen) sowie starke Temperaturentwicklungen durch exotherme Reaktionen zwischen den Mineralphasen ausgesuchter Stäube bei Befeuchtung mit wässrigen Fluiden sind nicht mehr auf Einzelfälle beschränkt, sondern werden bei der Herstellung von Versatzmaterial zunehmend rezeptur- und prozessbestimmend und damit kostentreibend.

Zunehmende Maßnahmen der Prozessüberwachung und Entkopplung von Herstellung und Versatz durch Sicherstellung ausreichender Zwischenlagerkapazität zur ebenfalls wiederum prozessüberwachten Ausgasung und Abkühlung vor dem Versatz führen zu Mehrkosten.

Im hydraulischen Versatz und Dickstoffversatz beobachtete Schaumbildungen bei Herstellung und Versatz führen zum Ausschluss der verursachenden Komponenten aus der standortbezogenen Versatztechnologie.

Filterstäube aus Abgasreinigungssystemen auf Natriumbicarbonatbasis sind im Dickstoffversatz nicht und im hydraulischen Versatz nur eingegrenzt

einsetzbar. Ein leistungsfähiger Einsatz verbleibt derzeit nur im muldengestützten (GTS) oder skipgestützten (UEV) Schüttgutversatz oder im prozessbedingt teureren BigBag-Versatz.

- **Erhöhte Schadstoffbelastung bei gleichzeitiger gesetzgeberischer Grenzwertreduzierung:**

Nach der 2011 erfolgten Reduktion des Grenzwerts Nickel in hydroxidischer Bindungsform um den Faktor 10 mit erheblichen Auswirkungen auf die Rezepturgestaltung von Versatzmaterialien, bis hin zum Ausschluss hochnickelbelasteter Abfälle aus standortspezifischen Versatztechnologien, wird die ab Juni 2015 angekündigte Absenkung des Grenzwertes von Blei von 5.000 mg/kg auf 3.000 mg/kg für die Kennzeichnung von Gemischen als *fruchtschädigend* infolge der Verknüpfung der GesBergV über die Gefahrstoffverordnung GefStoffV mit dem europäischen Gefahrstoffrecht (Verordnung (EG) 1272/2008), ähnliche gravierende Einschränkungen auf die Herstellung und den Versatz zunehmend bleibelasteter Filterstäube auslösen. Inwiefern diese Absenkung allein durch Rezepturmöglichkeiten, idH. durch Erhöhung gering belasteter, aber dafür idR. geringpreisiger inerter Abfallanteile in Versatzmischungen, kompensierbar sein wird, bleibt abzuwarten.

Im Ergebnis werden die bekannten Rezeptursysteme sämtlicher Versatztechnologien, die der Definition *Tätigkeiten* gem. § 2 GefStoffV unterliegen, zur Bewältigung dieser Entwicklungen zunehmend komplexer und die Steuerungsmöglichkeiten innerhalb der Rezeptursysteme zunehmend ausgeschöpfter sein. Der offene Umgang mit hochbleibelasteten Versatzmaterialien in den praktizierten Versatztechnologien ist standortbezogen absehbar gefährdet, oder wird standortbezogen ohne zusätzliche technologische Maßnahmen auf Sicht wirtschaftlich nicht mehr durchführbar sein.

Versuche, verbrennungsseitig für Abhilfe zur Einhaltung verträglicher Filterstaubeigenschaften zu sorgen schlugen fehl. Maßnahmen zur Bewältigung dieser Entwicklungen verbleiben allein entsorgungs(bergwerks)seitig.

Die notwendigerweise in Größenordnungen uneingeschränkte Beibehaltung der offenen Versatztechnologien – Schüttgutversatz, hydraulischer Versatz einschließlich Dickstoffversatz und BigBag-Versatz – erfordert eine noch weitgehendere Spezifizierung der Rezeptursysteme auf die standortbezogenen Versatztechnologien, verbunden mit der Gefahr einschneidender Verschiebungen in den Abfallportfolios der Versatzbergwerke, verbunden mit entsprechenden Kostensteigerungen und eingegengtem Wettbewerb für Abfallerzeuger im Entsorgungsmarkt für Filterstäube.

Entkopplungen zwischen der Herstellung von Versatzmaterial und dem Versatz durch Zwischenlagerung zur Einstellung versatztechnisch geforderter Eigenschaften, insbesondere für die Ausgasung und Abkühlung, werden erforderlich.

Die Bereitstellung höherer Behandlungskapazitäten und Schachtförder- / Versatzleistungen zur Bewältigung zunehmend leichterem Versatzmaterialien im Schüttgutversatz wird erforderlich, sofern die Herstellung von schüttgutfähigem Versatzmaterial höherer Dichte nicht durch Staubgranulierung die wirtschaftlich bessere Variante ist oder ergänzend die notwendig höheren Leistungen zusätzlich verbessert.

Mit Staubgranulierung kann die Staubschüttdichte von etwa 0,4 kg/t auf bis zu 1,1 kg/t bis 1,2 kg/t verbessert werden. Die durch zwischenzuschaltende Zwischenlagerung gereiften Granulate weisen hohe mechanische Stabilität und Abriebfestigkeit auf, mit verbessertem Staubverhalten gem. den Anforderungen der GesBergV.

Ein auf Dauer und mit einem Höchstmaß an Freiheitsgraden angelegter Bergversatz von zumindest erheblichen Teilmengen an mineralischen Versatzmaterialien, wird für die Abfallkomponente Filterstaub, ohne verbrennungsseitige Maßnahmen, zukünftig nur über die Entkopplung von Anforderungen nach GesBergV zu erreichen sein.

Darüber hinaus ist aus Sicht der Versatzbergwerke für die derzeit in Überarbeitung befindliche GesBergV ein Wegfall der pauschalen Tätigkeits(Umgangs)verbote und die Möglichkeit einer tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung zu fordern. Dafür ist Sorge zu tragen, dass Beschäftigte bei aktiven Tätigkeiten mit Versatzmaterialien als auch bei Tätigkeiten in deren Einwirkungsbereich (Mess-, Steuer-, Regel-, Wartungs-, Reinigungs-, Instandhaltungs- und Überwachungstätigkeiten) unter bergwerksspezifischen Bedingungen (Enge der Räume, lange Flucht- und Rettungswege, klimatische Gegebenheiten gem. Grubenbewetterung, bergbauspezifische Arbeitsvorgänge) keiner Exposition von Gefahrstoffen ausgesetzt sind.

Inwiefern die sich entwickelnde Staubgranulierung zur Herstellung eines expositions-freien *Versatzerzeugnis* weiter entwickelt werden kann, bleibt vor dem Hintergrund aktueller Anforderungen an das Erzeugnis gem. TRGS 200 Kap. 2.3 Abs. 2 abzuwarten. Versatzerzeugnisse auf BigBag-Basis werden für die in Größenordnung geforderten Entsorgungsmengen in keinem Fall die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Schüttgut- und hydraulischen Versatzes erreichen. Abschätzungen gehen für diesen Fall von einer Kostensteigerung um das Zweifache bis Dreifache aus.

Alternativ entkoppelt der Umgang mit Versatzmaterial in *geschlossenen Systemen* den einzuhaltenden Arbeits- und Gesundheitsschutz von den Anforderungen gem. GesBergV. Hydraulischer Versatz einschließlich Dickstoffversatz bietet hierfür Voraussetzungen.

6. Fazit

Die versatztechnische Verwertung mineralischer Abfälle gefährlicher wie ungefährlicher Art im Salinar – Salzbergwerke und Salzkavernen – hat sich als zuverlässiger, leistungsfähiger und rechtssicherer Entsorgungsweg etabliert. Für Filterstäube aus Verbrennungsanlagen und sonstigen industriellen thermischen Prozessen ist die versatztechnische Verwertung, nach Zusammenbruch früher praktizierter übertägiger Ablagerung sog. verfestigter /stabilisierter Abfallmischungen, der einzig verbliebene Entsorgungsweg.

Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass die, für Versatztechnologien, die auf Tätigkeiten im Sinne der GefStoffV basieren,

- Schüttgutversatz,
- hydraulischer Versatz einschließlich Dickstoffversatz, mit Ausnahmen,
- BigBag-Versatz, außer Versatzerzeugnis

hinsichtlich der eingesetzten Rezeptursysteme sowie deren Steuerungsmöglichkeiten standortbezogen an Grenzen gelangen.

Die Aufrechterhaltung von Entsorgungssicherheit und Wettbewerb im Entsorgungsmarkt für Abfallerzeuger sowie der Wirtschaftlichkeit des Versatzbergbaus machen für Größenordnungen der zu entsorgenden Filterstaubmengen aus Verbrennungsanlagen und industriellen Prozessen, Maßnahmen zur Entkopplung von Anforderungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes gem. Gesundheitsschutzbergverordnung Ges-BergV sowie eine praxisnahe Novellierung / Modernisierung der GesBergV erforderlich.

Die Entwicklung expositionsfreier *Versatzerzeugnisse* sowie die Weiterentwicklung der hydraulischen Versatztechnologien zu *geschlossenen Systemen* können entscheidende Beiträge leisten. Inwiefern die hierfür erforderlichen hohen Investitionskosten vor dem Hintergrund standortbezogener Endlichkeit versatzbaulicher Tätigkeiten, vorbehaltlich der Schaffung neuer Versatzhöhlräume mit Versatzpflicht durch Gewinnungsbetrieb, begründet werden können, bleibt abzuwarten. Die Forderung nach Entkopplung der versatztechnischen Verwertung von der gesetzgeberischen Forderung nach voraussetzender Versatzpflicht trägt zur Investitionssicherheit und damit letztendlich zur Aufrechterhaltung der etablierten versatztechnischen Verwertung mineralischer Abfälle gefährlicher und ungefährlicher Art bei.

Schlacken aus der Metallurgie



Schlacken aus der Metallurgie, Band 1 – Rohstoffpotential und Recycling –

Karl J. Thomé-Kozmiensky • Andrea Verstejl

ISBN: 978-3-935317-71-9

Erscheinung: 2011

Seiten: 175

Preis: 30.00 EUR

Schlacken aus der Metallurgie, Band 2 – Ressourceneffizienz und Stand der Technik –

Michael Heußen • Heribert Motz

ISBN: 978-3-935317-86-3

Erscheinung: Oktober 2012

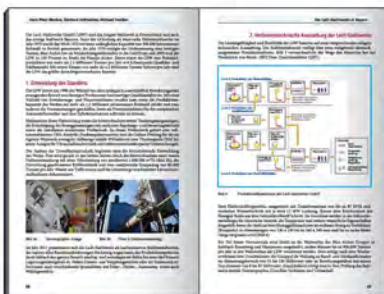
Seiten: 200 Seiten

Preis: 30.00 EUR

50.00 EUR
statt 60.00 EUR

Paketpreis

Schlacken aus der Metallurgie – Rohstoffpotential und Recycling –
Schlacken aus der Metallurgie – Ressourceneffizienz und Stand der Technik –



Bestellungen unter www.vivis.de
oder

Dorfstraße 51
D-16816 Nietzwerder-Neuruppin
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de

vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky