

Hamburg T.R.E.N.D.:
Abfall in der Stadt von morgen

Hamburger Untersuchungen zur Verwendung von Hausmüllverbrennungsschlacken



STADTREINIGUNG HAMBURG

Dr. Stefan Lübben
Hamburg, 7.02.2018

Gliederung



STADTREINIGUNG HAMBURG

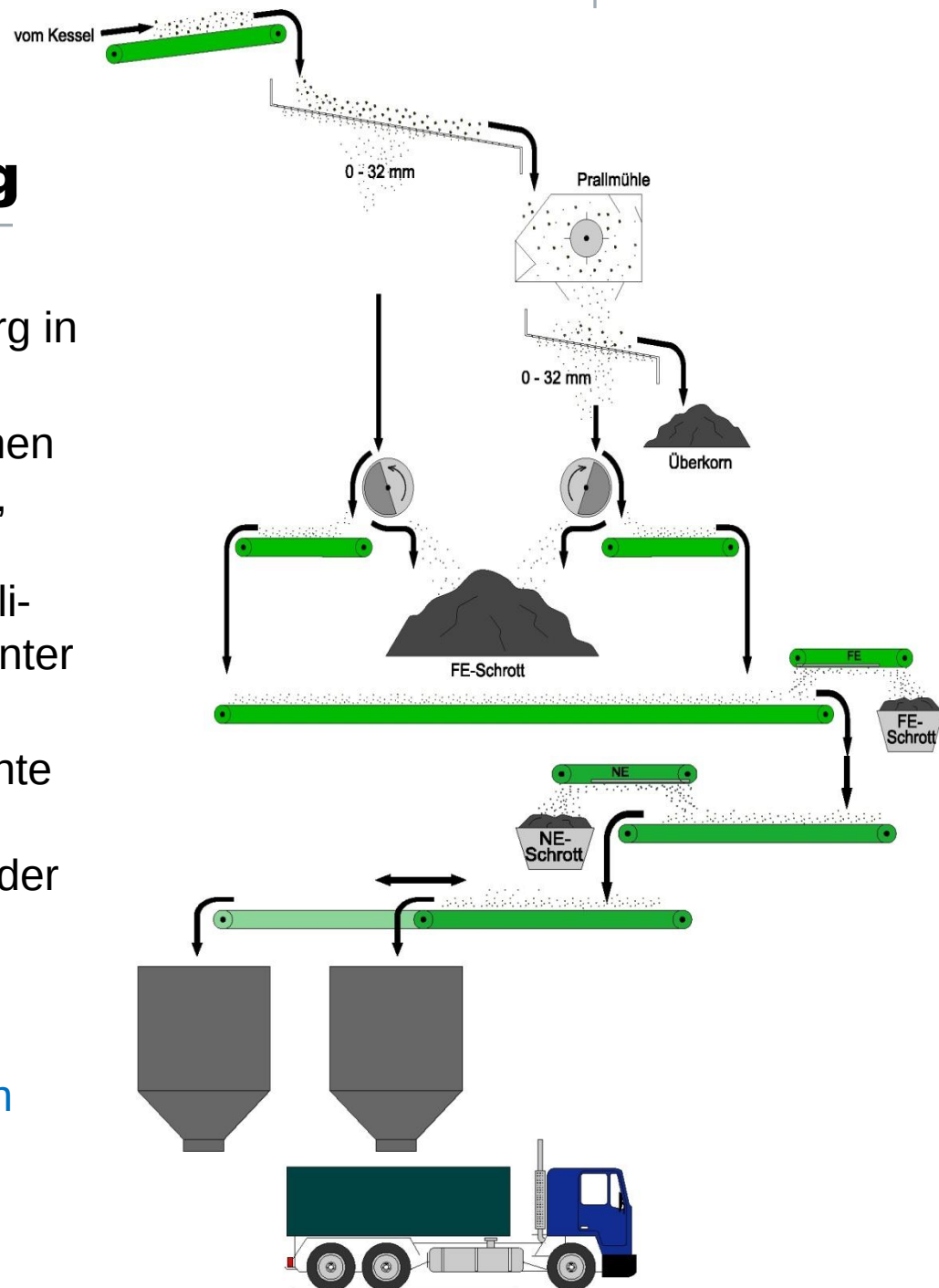
1. Aktuelle Situation HMVA in Hamburg
2. Laufende Projekte und Untersuchungen



1) Konventionelle Schlackeaufbereitung

Schlackenaufbereitung in Hamburg in den 90er Jahren

- Alterung der Schlacke (8 Wochen Lagerung) führt zu Hydratation, Karbonatisierung, Oxidation. Schwermetalle werden immobilisiert, metallisches Al reagiert unter H_2 -Freisetzung zu Al-Hydroxid.
- Schlackenwäsche in HH: Erhöhte Wasserzufuhr im Nassentschlacker führt zur Halbierung der Salzgehalte in der Schlacke.
- „Schlackenwäsche“ hat sich bewährt, läuft heute noch. Die Metallabtrennung wurde jedoch erheblich nachgerüstet.



1) Schlacke als Ersatzbaustoff

- Korngrößenverteilung, Kornform und Kornfestigkeit sind entscheidend für die baumechanischen Eigenschaften (Scherfestigkeit, Verdichtbarkeit, Frostbeständigkeit)
- Die Verwendung von HMVA ist von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich geregelt

Regelung in Hamburg:

- Senatsbeschluss von 1999: Recyclingbaustoffe sind im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten bevorzugt einzusetzen
- Die Technischen Regeln für die Verwendung von Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen (Sept. 1995) sind zu berücksichtigen
- Wenn Vorgaben vom LAGA-M20 eingehalten werden, reicht die Führung des Einbaukatasters, keine weitere Genehmigung erforderlich
- Einsatz untersagt in Überschwemmungs- und Trinkwasserschutzgebieten, Abstand zum Grundwasser > 1m
- Einbau in Dränschichten nicht zugelassen

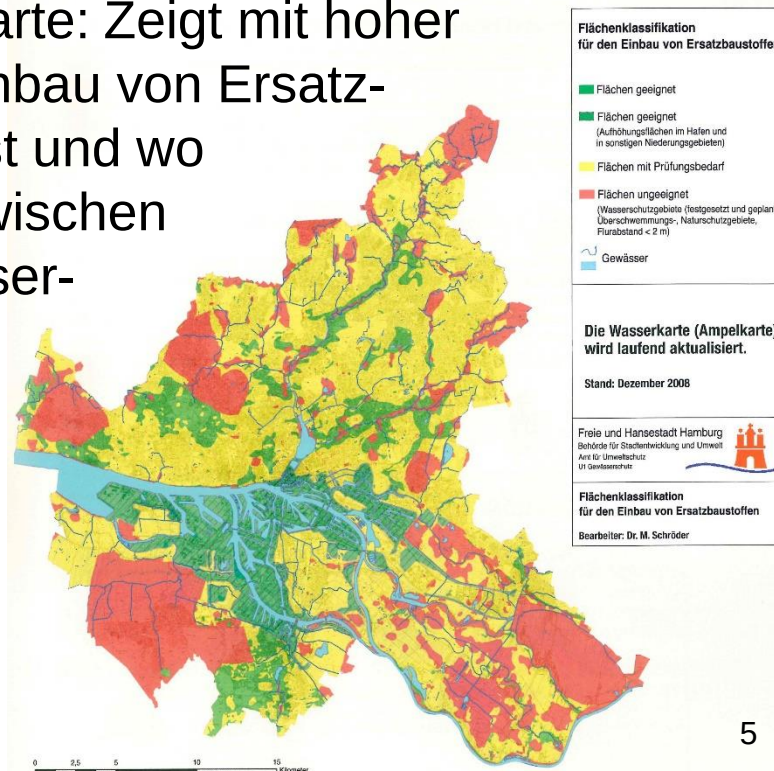


1) Schlacken-Einbau (Wasserkarte und Einbaukataster)



STADTREINIGUNG HAMBURG

- Einbaukataster: Für jede Charge wird festgehalten, wo sie eingebaut worden ist
- Rücknahmegarantie: Seit 1992 gibt es die Garantie, dass der Lieferant ausgebaute Schlacke zurücknimmt.
- Hamburger Wasserkarte: Zeigt mit hoher Auflösung, wo der Einbau von Ersatzbaustoffen zulässig ist und wo nicht. Der Abstand zwischen höchstem Grundwasserspiegel und der Oberfläche ist dafür das entscheidende Kriterium, dito Natur- und Wasserschutzgebiete



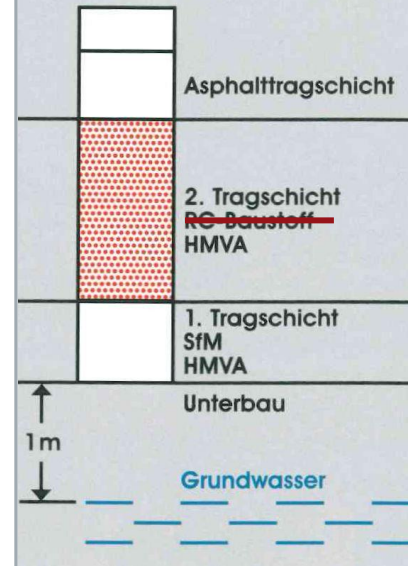
1) HMVA als Sekundärrohstoff / Ersatzbaustoff



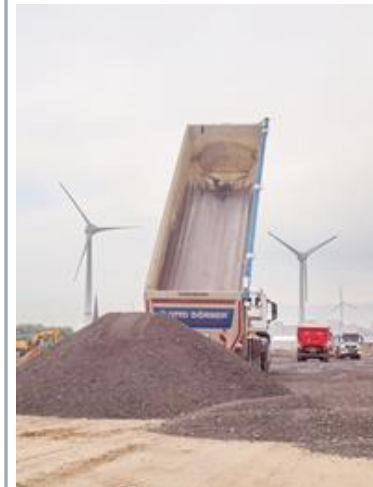
STADTREINIGUNG HAMBURG



HMVA als Tragschicht
unter der Asphaltdeck-
schicht



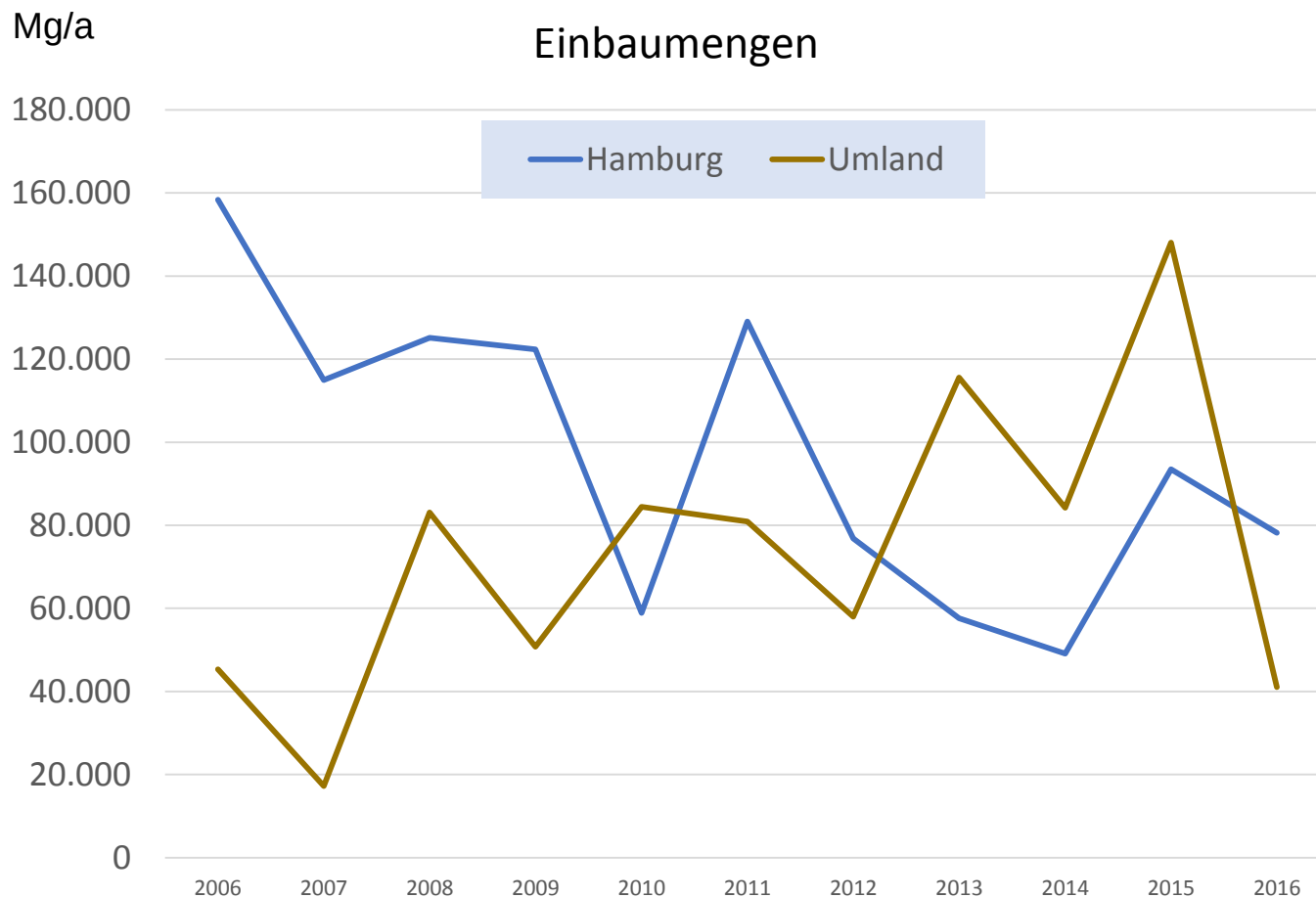
CTA Hamburg 2015



1) Einbau von Hamburger HMVA nach Bundesländern



STADTREINIGUNG HAMBURG



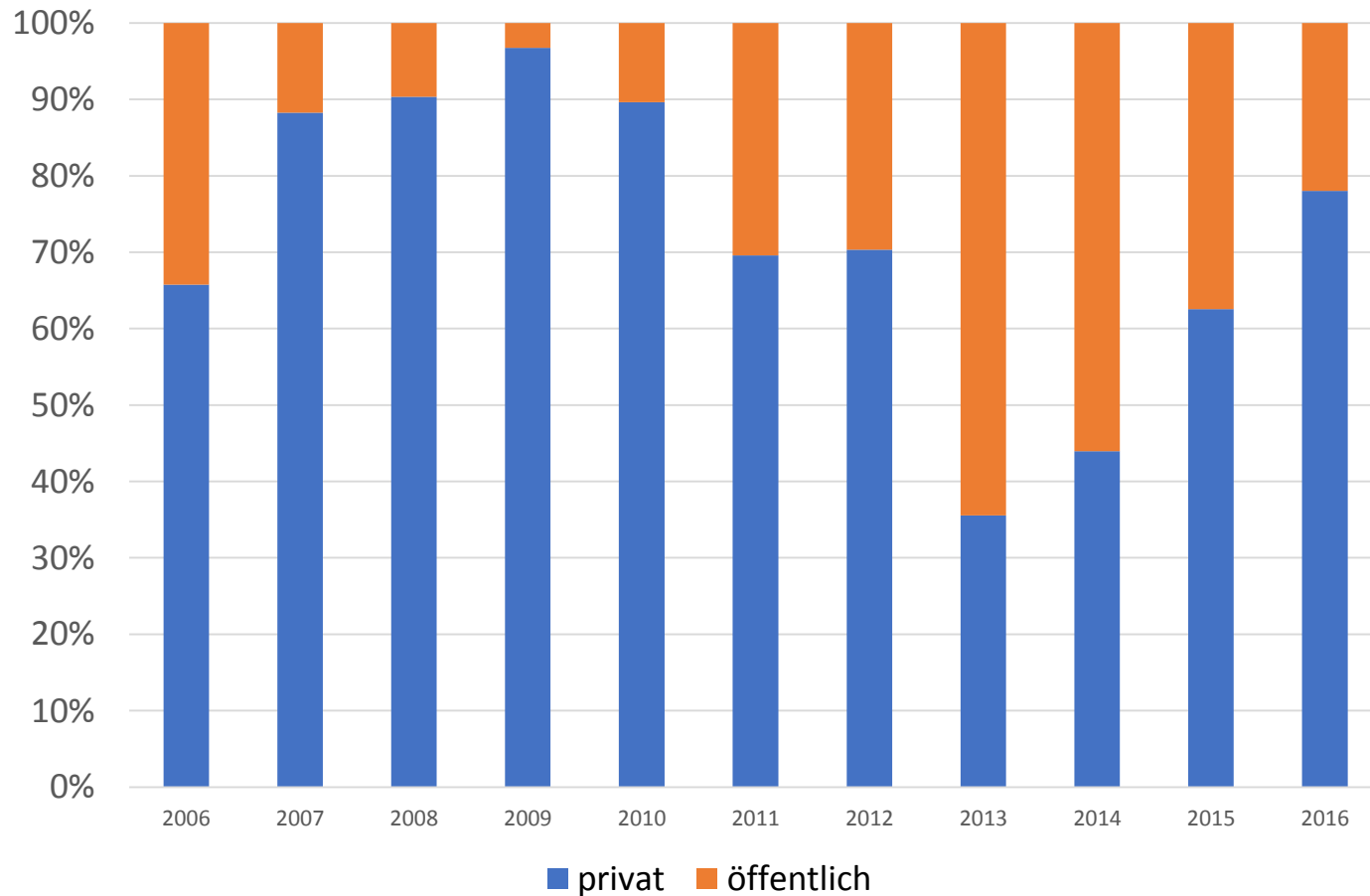
1) Einbau HMVA

(Anteile privater bzw. öffentlicher Flächen)



STADTREINIGUNG HAMBURG

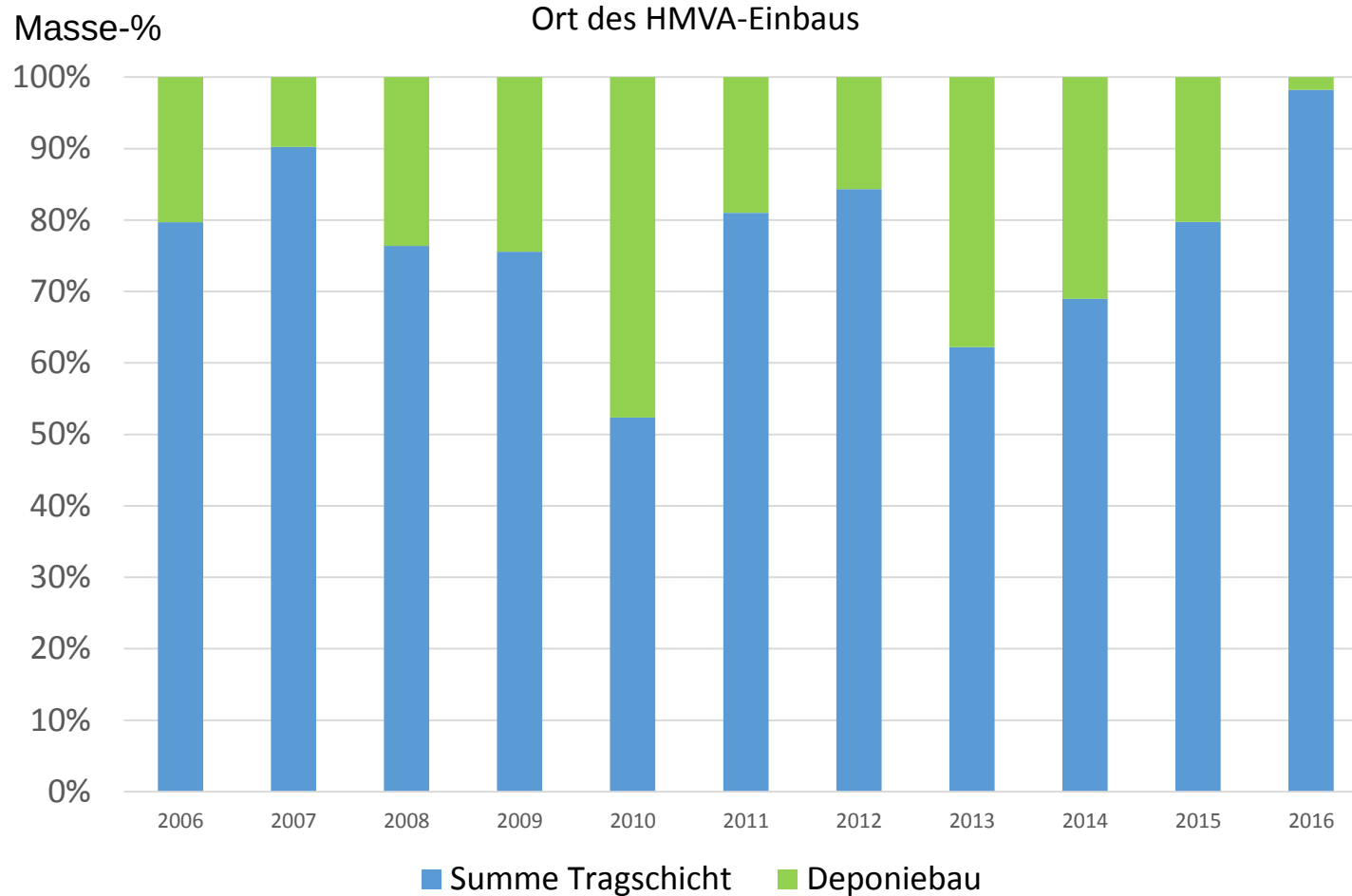
Masse-%



Kommunale Unternehmen wie z.B. HPA zählen hier als „privat“



1) Verwertung von HMVA

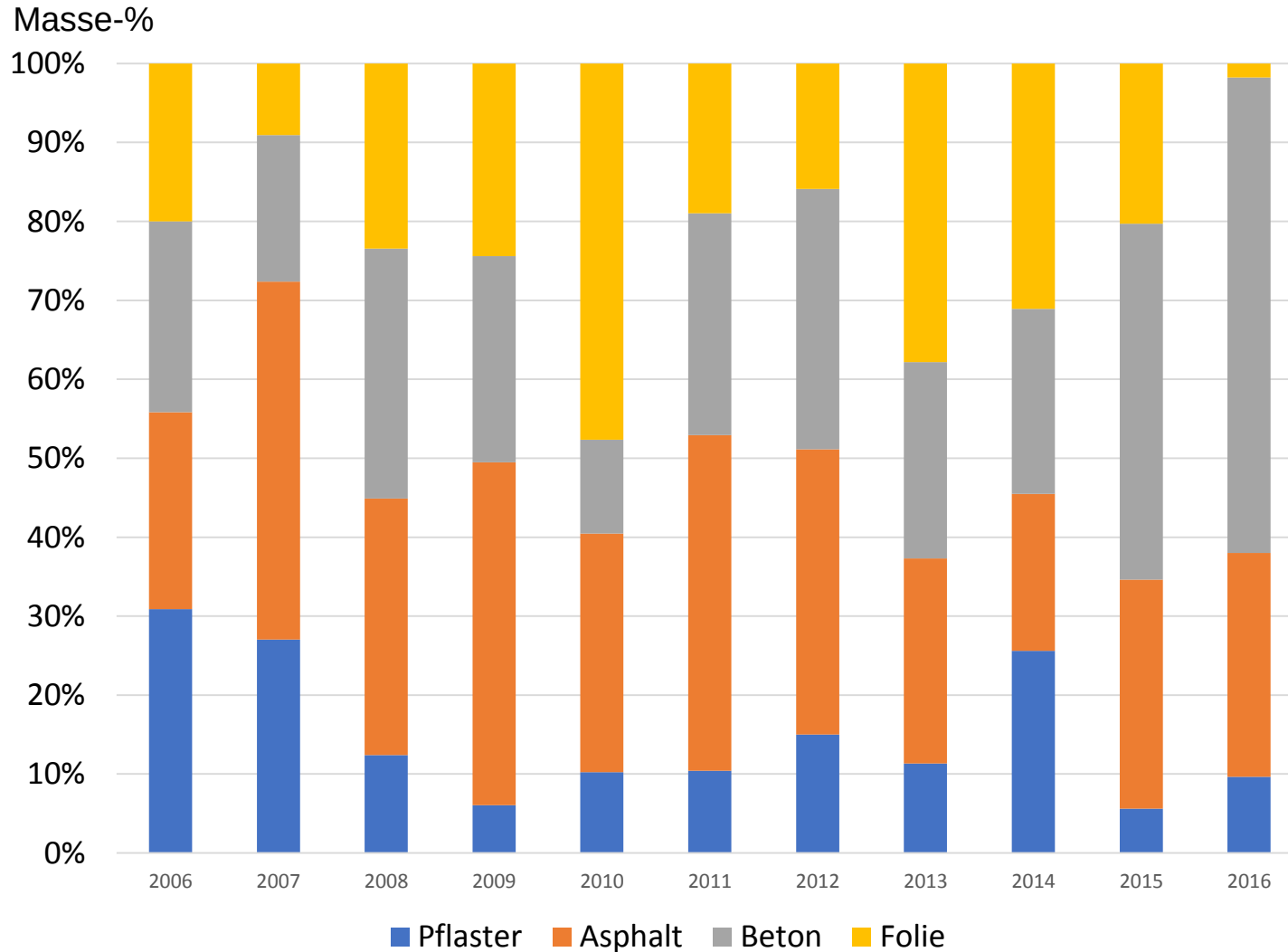


Summe Tragschicht:

- Gebundene Tragschicht
- Ungebundene Tragschicht
- Kombi-Tragschicht
- Frostschutzschicht



1) Abdeckung über eingebauter HMVA





2) Gründe für Veränderungen...

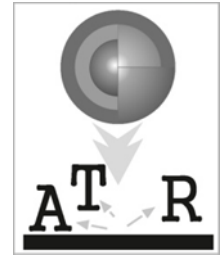
1. HMVA soll auch künftig als Sekundärrohstoff für Baumaßnahmen eingesetzt werden (höherwertige Verwendung)
2. SRH als öffentliches Unternehmen steht im Rampenlicht und muss Vorreiter in Sachen Nachhaltigkeit sein
3. Deponierung von HMVA ist teurer als die stoffliche Verwertung, Deponiekapazitäten sind stark rückläufig
4. Aktuelle Entwürfe der deutschen „Mantelverordnung“ lassen verschärfte Anforderungen für verschiedene Parameter erwarten, die konventionelle Verwertung könnte dann deutlich erschwert werden (Sb!).
5. Wenn wir uns nicht rechtzeitig auf die kommenden Anforderungen einstellen, müssen wir HMVA in naher Zukunft eventuell deponieren

Rahmenbedingung:
Norddeutschland
hat keinen
Überschuss an
Sand, Kies oder
Schotter!

2) Gründe für Veränderungen...

Ergebnisse eines abgeschlossenen Projektes (r^3 - ATR):

- Während der Behandlung in einer HMVA-Aufbereitungsanlage entstanden Massenströme mit 0/2, 2/5, 5/18, 18/45 Korngröße.
- Die Ströme > 2 mm waren weitgehend frei von Metallen und den Feinpartikeln mit ihren hohen Gehalten an Chloriden und Sulfaten. Sie waren gänzlich anders als herkömmliche HMVA.
- Diese Aufteilung der HMVA-Mineralik in Massenströme verschiedener Kornspektren eröffnet neue Möglichkeiten bei ihrer Verwendung als Zuschlagstoff in der Beton- und Asphaltindustrie



Fraktion 2 - 5 mm
Fraktion 5 - 18mm

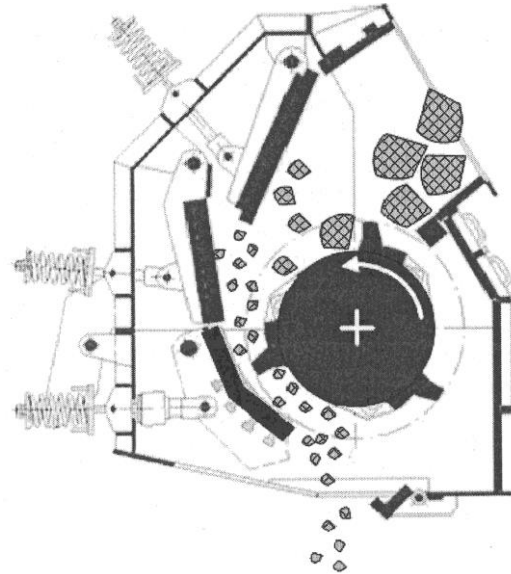


2) Risiken bei weitergehender Aufbereitung von MV-Schlacken



STADTREINIGUNG HAMBURG

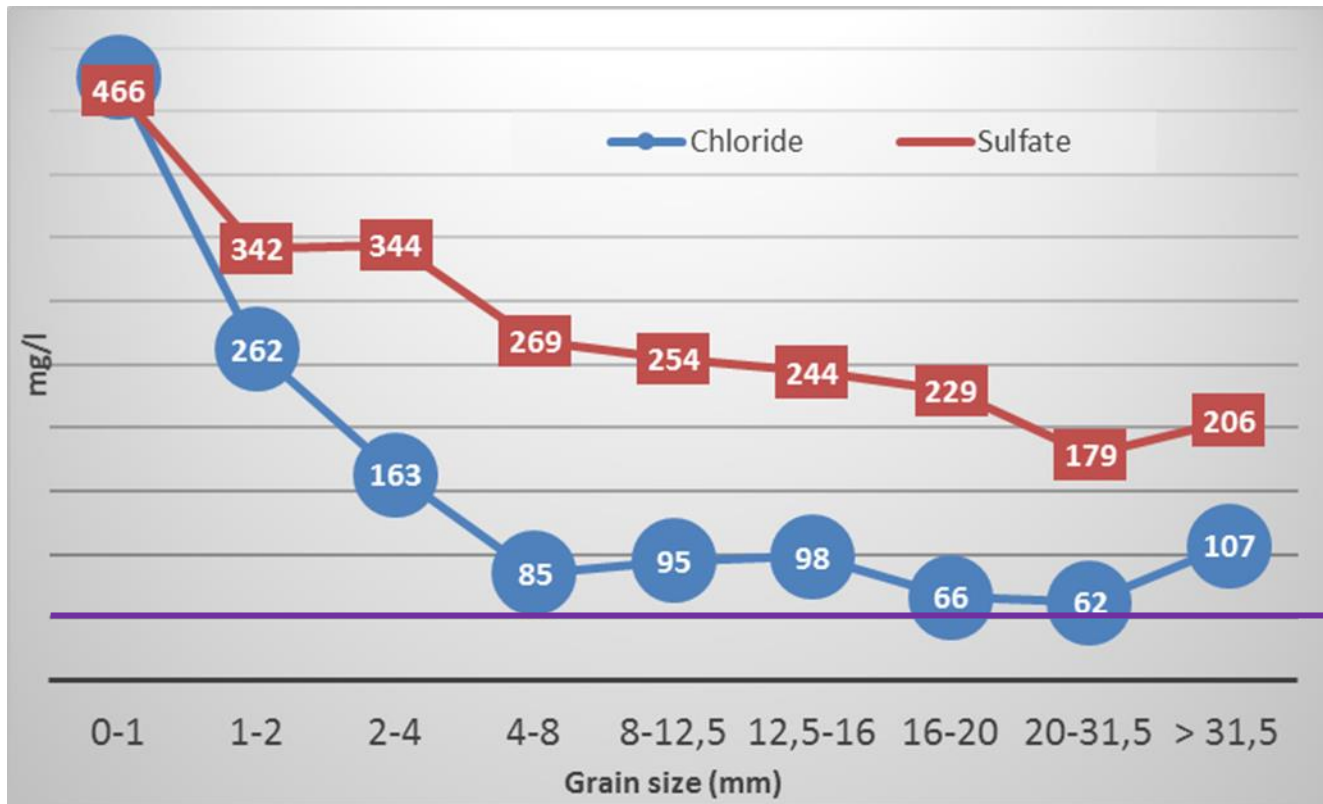
- Weite Teile der NE-Metalle liegen in der Fraktion $< 10\text{mm}$ vor
- Zerkleinerung der HMVA erschließt diese Potenziale besser
- „Pulverisierung“ der HMVA macht die Nutzung der Mineralik als Baustoff unmöglich
- Hoher Klimaschutz (= viel Metallabscheidung) bedeutet geringe Mineralikqualität (= hohe Eluatwerte, ungünstige Körnung)
- Anhand ökonomischer Kriterien zwischen Gewinnen aus Metallvermarktung und Kosten für Mineralikverwertung oder -deponierung ist zu entscheiden, wie viel Aufbereitung sinnvoll ist



2) Hohe Salzgehalte erschweren den HMVA-Einsatz als Baustoffkomponente



STADTREINIGUNG HAMBURG



LAGA M20
Z 1.2

Chlorid- und Sulfatgehalte von HMVA in Abhängigkeit von der Siebfraktion

Hohe Salzgehalte sind das Hauptproblem bei der Verwendung von HMVA als Ersatzbaustoff

2) **OPTIMIN: Optimierung der stofflichen Verwertung mineralischer Rückstände aus der Abfallwirtschaft**



STADTREINIGUNG HAMBURG

- Enge Kooperation zwischen Erzeuger der HMVA, den Aufbereitern, Händlern und potenziellen Anwendern (Anbieter von Baumaterialien) [ganze Wertschöpfungskette vertreten], Begleitung durch die Wissenschaft
- Die Aufbereitung von nicht karbonatisierter HMVA steht im Vordergrund, da diese wesentlich leichter wieder in ihre Komponenten aufzutrennen ist
- Laufzeit des BMBF-Projektes: 1/2016 – 6/2018
Förderung 570.000 €, Gesamtkosten 1.000.000 €
- Gehalte an gediegenen Metallen sind auf das absolute Minimum zu reduzieren, da sie die Verwendung von HMVA als Baumaterial behindern



**Hanseatisches
Schlackenkonto**
ARGE Vertrieb



Frischbeton Hamburg GmbH



Federal Ministry
of Education
and Research



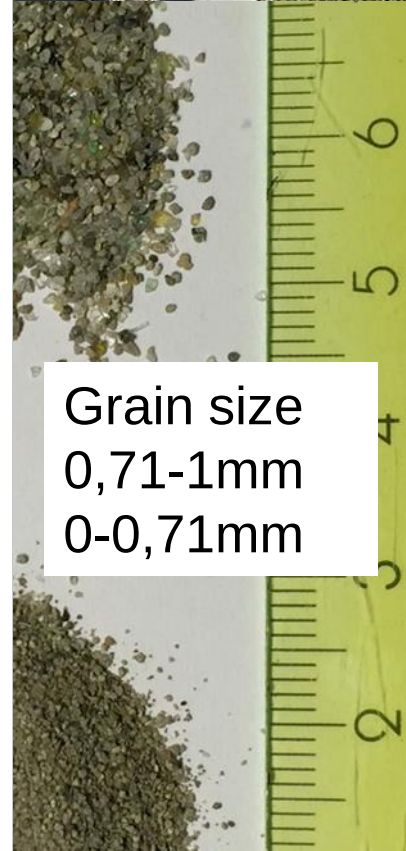
2) **OPTIMIN: Optimierung der stofflichen Verwertung mineralischer Rückstände aus der Abfallwirtschaft**



STADTREINIGUNG HAMBURG

Ziele dieses Projektes:

- Herauswaschen aller Partikel $< 200 \mu\text{m}$ um Chloride, Sulfate zu entfernen
- Auftrennung der gewaschenen mineralischen Komponenten in Korngrößenbereiche, die den Anforderungen der Beton- und Asphaltindustrie entsprechen
- Herstellung und Erprobung passender Mischungen zur Ermittlung des maximal möglichen Schlackengehaltes
- Herstellung und Untersuchung von Referenzkörpern aus Beton und Testflächen mit Asphaltbelag
- Herstellung eines Filterkuchens in einer Siebbandpresse aus den Partikeln $< 200 \mu\text{m}$
- Untersuchung, ob dieses Feinstkorn in der Herstellung von Zementklinker beigemischt werden kann



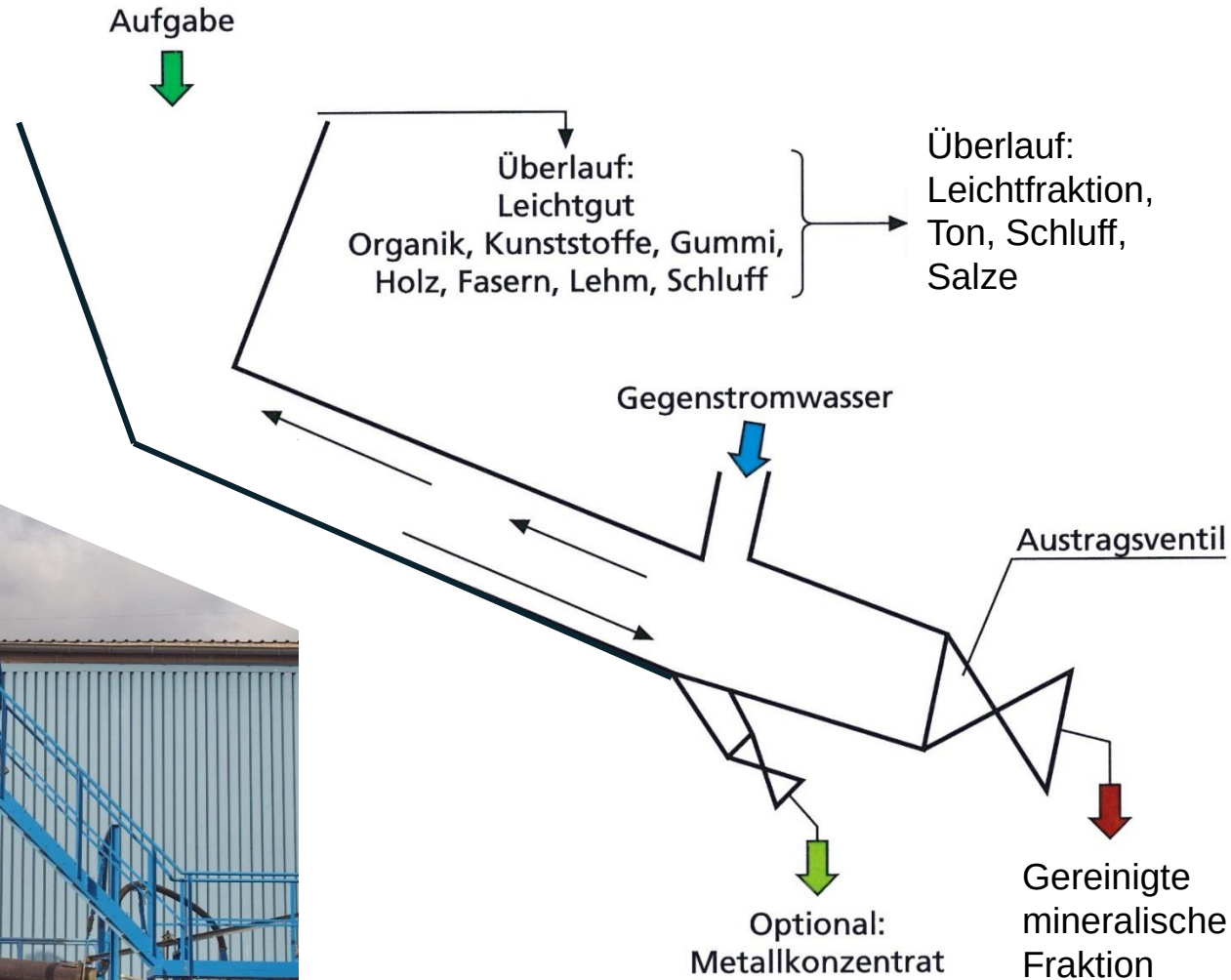
Grain size
0,71-1mm
0-0,71mm

2) **OPTIMIN:** Optimierung der stofflichen Verwertung mineralischer Rückstände aus der Abfallwirtschaft



STADTREINIGUNG HAMBURG

Vertikal-
setzmaschine

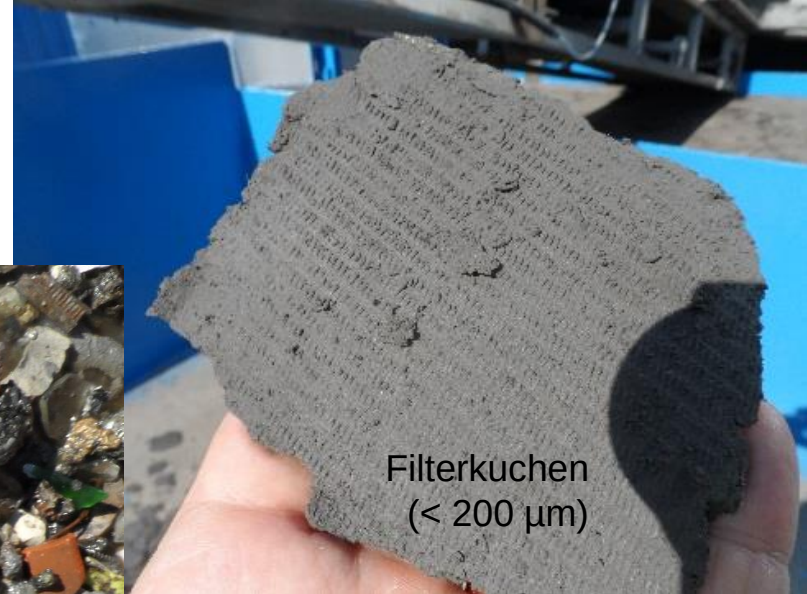


2) OPTIMIN: Output aus der Vertikalsetzmaschine



STADTREINIGUNG HAMBURG

- Abgabe von 5-10m³/d Brauchwasser: Filterung über Aktivkohle, Entsorgung über konventionelles Abwassersystem
- 80m³ Prozesswasser im Kreislauf
- Problem Rostasche: Verstopfungen, Verdichtung statt Bewegung im Schlauch



Filterkuchen
($< 200 \mu\text{m}$)



Grobfraktion ($> 2 \text{ mm}$)



Feinfraktion ($0,2 - 2 \text{ mm}$)

2) OPTIMIN: Output (händische Sortierung der Grobfraktion)



STADTREINIGUNG HAMBURG



pottery



brick
fragments



unburnt



glass



Fe



Al



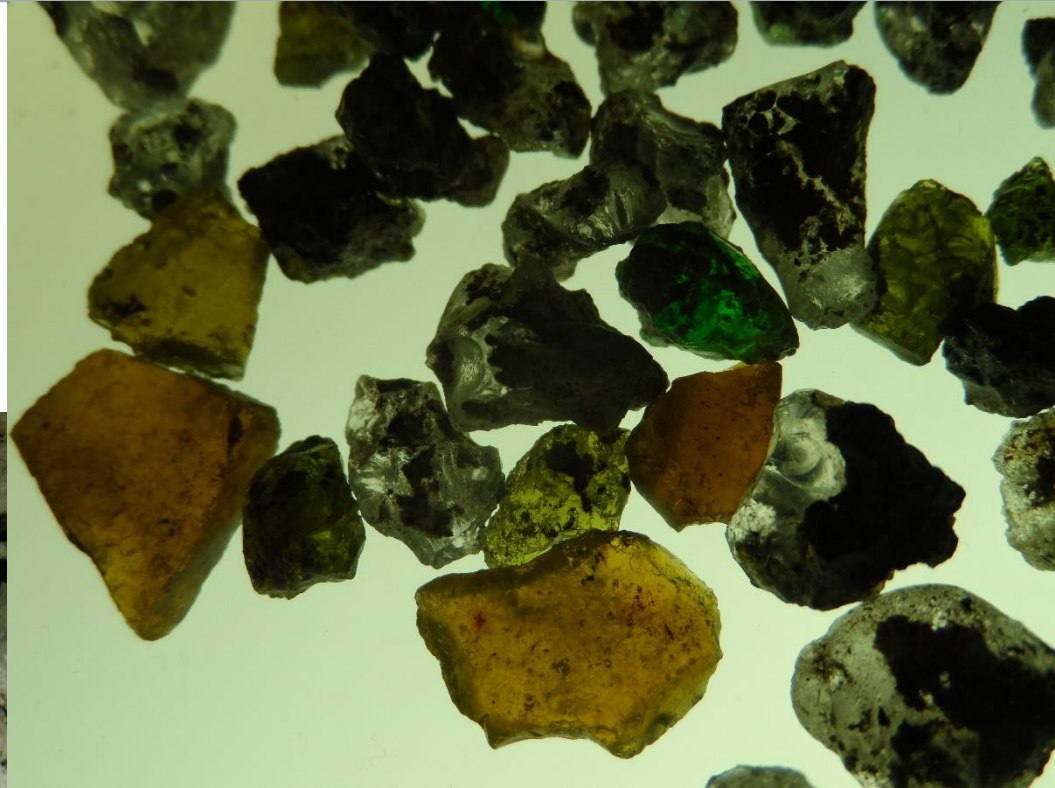
nonferrous
metals

2) Erste Versuche zur Glasabtrennung



STADTREINIGUNG HAMBURG

Gewaschene HMVA enthält über 30% Glas, welches vergleichsweise gut erkennbar ist und zurückgewonnen werden kann. FHH: 45.000 Mg Altglas-Rückgewinnung!



Erste Schätzung: Mind. 25% der HMVA können so als Altglas abgetrennt und verwertet werden. Ca. 8% HMVA in der Altglas-Fraktion.

2) Untersuchung nach DIN EN 12620 „Gesteinskörnungen für Beton“



STADTREINIGUNG HAMBURG

Bewertung des Labors:

Hinsichtlich der geprüften Eigenschaften erfüllen die Körnungen 2/5 und 5/22 die Regelanforderungen der DIN 1045-2 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206“

Zu prüfen sind noch:

- Raumbeständigkeit
- Elastizitätsmodul
- Alkali-Kieselsäure-Reaktivität
- Umweltverträglichkeit
- Korrosionsverhalten

Material
unten in der
Ausstellung
bei Fa.
Heidemann

Diese Bewertung stimmt uns optimistisch, dass wir einen Teilstrom der HMVA so aufbereiten können, dass er als Betonzuschlagstoff verwendet werden kann

Bei Verwendung im Asphalt steigt der Bitumenbedarf an (1% bei 20% HMVA)



2) Weitere Erkenntnisse

- Durch Abtrennung der Feinstfraktion in Verbindung mit der Wäsche gehen die Chlorid- und Sulfatgehalte im Eluat der Grob- und Sandfraktion massiv zurück. Längere Lagerung führt aber zur Sulfatnachlieferung
- Durch Abtrennung der Feinstfraktion beim Waschen wird die Karbonatisierung der HMVA gestoppt, die Abtrennung von NE-Metallen wird erleichtert, die Metalle sind „blank“ und gut zu vermarkten
- Für Zn und Cu sind die Gesamtehalte in der Feinstfraktion ($< 200\mu\text{m}$) so hoch, dass wegen Richtwertüberschreitung eine Verwendbarkeit in der Zementklinkerherstellung kaum gegeben ist. Der Cd-Gehalt liegt knapp unterhalb des Grenzwertes, der erwünschte Silikatgehalt ist eher gering.
- Durch hydrothermale Extraktion können die Metallgehalte in der Feinstfraktion erheblich gesenkt werden (ELEXSA-Proj.)
- In frischer HMVA sind die Cu-Eluatwerte höher als in gealterter HMVA. Sb reagiert hier indifferent.

*(Enzner,
TUHH)*

*(Holm,
BAM)*

*(Günther,
LMU)*

*(Enzner,
TUHH)*

Recycling - für mehr Nachhaltigkeit



STADTREINIGUNG HAMBURG

www.optimin.de

s.luebben@srhh.de

