

Probenvorbereitung durch „Selektive Zerkleinerung“ mittels Baumaschinen: Grabenstampfer, Walze, Vibroplatte (6/2015)

1. Hintergrund

Die „selektive Zerkleinerung“ wird zur Metallgehaltsanalyse von KVA-Schlacken eingesetzt. Im Gegensatz zur chemischen Elementanalyse werden hierbei nur gediegen vorliegende Metallstücke, nicht aber die ökonomisch wertlosen in chemischen Verbindungen vorliegenden Metalle erfasst (vor allem Oxide). Durch die „selektive Zerkleinerung“ werden die spröden mineralischen Anteile der Schlacke durch Druck- und Schlagbeanspruchung pulverisiert, während die duktilen Metalle lediglich flachgedrückt werden. Zur Bestimmung des Metallgehalts werden die Metalle aus dem zerkleinerten Material ausgesiebt und ausgewogen.

2. Zielsetzung

Da die Masse für eine repräsentative Probe zur Metallgehaltsbestimmung von KVA-Schlacke bei rund 300 kg liegt, ist es unpraktisch diese grosse Probenmasse ins Labor zu überführen und dort aufzubereiten. Eine Probenvorbereitung vor Ort einer KVA oder Deponie würde die Metallgehaltsbestimmung stark vereinfachen.

In diesen Versuchen sollte herausgefunden werden, ob die gewünschte selektive Zerkleinerung mittels folgenden Baumaschinen bewirkt werden kann:

- Grabenstampfer
- Vibroplatte
- Walze

Diese Geräte könnten einfach transportiert und dann vor Ort eingesetzt werden. Dadurch könnte eine Schnellanalysemethode entwickelt werden mit welcher Schlacken mit geringem Aufwand gleich vor Ort auf den Gehalt an Metallstücken analysiert werden könnten oder zumindest auf eine kleinere Menge reduziert werden können, welche anschliessend im Labor verarbeitet wird.

3. Selektive Zerkleinerung mittels Grabenstampfer

Versuchsbeschreibung und -durchführung

Als Probematerial wurde KVA-Schlacke mit einer Korngrösse von 2-32 mm verwendet. Der verwendete Grabenstampfer war ein Mietgerät des Typs Wacker BS60-2. Das Betriebsgewicht liegt bei 66 kg, die Schlagzahl bei 700 Schlägen/Minute.

Die Probe wurde im Freien unter dem Vordach des UMTEC-Labors auf einer Betonplatte, (ehemals Maschinensockel) ausgebreitet (siehe Abbildung 1: Versuchsanordnung Grabenstampfer).

Anschliessend wurde mit dem Grabenstampfer die Zerkleinerung während ca. 4 bis 5 Minuten durchgeführt. Während des Versuches musste eine Person die wegspickenden Partikel mit einem Besen wieder in den Stampfbereich wischen. Danach wurde die Probe bei 2 mm abgesiebt und der Anteil grösser 2mm neu auf dem Boden verteilt.



Abbildung 1: Versuchsanordnung Grabenstampfer

Abbildung 2: Die Laborassistentin beim Ausüben der Tätigkeit

Resultate und Auswertung

In der nachfolgenden Tabelle ist die Massenbilanz des Versuches dargestellt.

Tabelle 1: Die Massenbilanz des Versuches

| Aufgabematerial: | | Schlacke 2-32mm | | | | |
|------------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--|
| Menge [kg]: | | 23.7 | | | | |
| Versuch | Dauer [min] | Anteil >2mm [kg] | Anteil 0-2mm [kg] | Anteil 0-2mm [%] | Zerkleinerung <2mm [g/min] | |
| 1 | 5 | 14.6 | 9.1 | 38.3% | 1820 | |
| 2 | 4 | 9.8 | 4.8 | 33.0% | 1206 | |
| 3 | 4 | 6.6 | 3.2 | 32.7% | 801 | |

Bei allen drei Durchgängen wurde ca. ein Drittel des Probematerials auf eine Korngröße kleiner 2mm zerstampft. Die erzeugte Menge an Feinanteil < 2 mm lag zwischen 1.8 und 0.8 kg/min und nahm ab, je kleiner die Restmenge an unzerkleinertem Restmaterial wurde. Der zeitliche Aufwand für die Zerkleinerung dieser Restmenge wurde also immer grösser.

In Abbildung 3 links ist zu erkennen, dass die enthaltenen Metallteile flach gequetscht wurden, ähnlich dem Ergebnis welches mit einem Labor-Backenbrecher erzielt wird. In Abbildung 3 rechts ist ein Schaden am Gerät ersichtlich, welcher vor der Versuchsdurchführung noch nicht vorhanden war. Laut Aussage Vermieter ist der Fuss am Ende der Lebensdauer angekommen und wird demnächst ersetzt. Trotzdem ist der Schaden aufgrund der erhöhten Beanspruchung in diesem Versuch entstanden.



Abbildung 3: links: Flachgedrückte Metallteile, rechts: Schadensbild Grabenstampfer

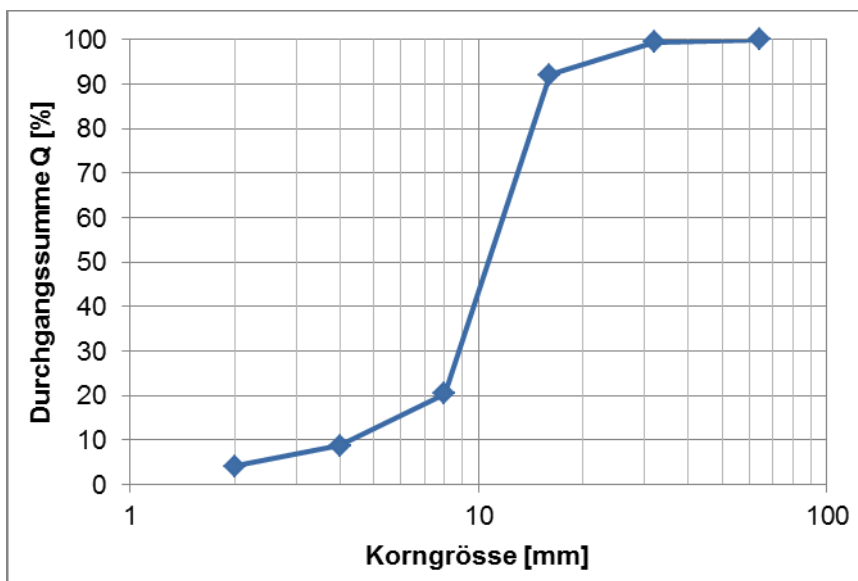
Fazit Grabenstampfer

Das Verfahren funktioniert und eine Zerkleinerung findet statt. Jedoch ist diese Art der „selektiven Zerkleinerung“ sehr aufwändig und auch aus Gründen der Arbeitssicherheit nicht ideal (Staub, Lärm, Unfallgefahr). Falls die Grobkornfraktion überwiegend Metallen besteht, ist eine weitere Zerkleinerung der restlichen mineralischen Anteile nur schwer zu realisieren, da die Metallstücke das dazwischen liegende mineralische Material vor einer weiteren Zerkleinerung durch den Grabenstampfer schützen. Zudem ist der Grabenstampfer durch die harten Schläge einer erhöhten Belastung und Verschleiss ausgesetzt, was zu einem Schaden führen kann. Der Grabenstampfer war nicht das geeignete Gerät für diese Aufgabe und wurde daher ausgeschlossen.

4. Selektive Zerkleinerung mittels Vibroplatte und Walze

Versuchsbeschreibung und -durchführung

Als Probematerial wurde in beiden Fällen KVA-Schlacke mit einer Korngrösse von 0-63mm verwendet. Vorerst wurde eine Siebanalyse durchgeführt um die Korngrössenverteilung vor der Zerkleinerung festzuhalten:



Die Probe wurde mittels Riffelteiler in zwei Proben geteilt, jeweils eine Teilprobe für die Walze und eine Teilprobe für die Vibroplatte. Die verwendeten Maschinen waren Mietgeräte:

- Walze: BOMAG BW 71 E-2, das Betriebsgewicht lag bei 488 kg (siehe Abbildung 4 links)
- Vibroplatte: BOMAG BP 20/50, das Betriebsgewicht lag bei 95 kg (siehe Abbildung 4 rechts)

Die Probe wurde vor dem UMTEC-Labor auf einer Betonplatte ausgebreitet (siehe Abbildung 5). Anschliessend wurde die Zerkleinerung durchgeführt.



Abbildung 4: links: Walze , rechts: Vibroplatte

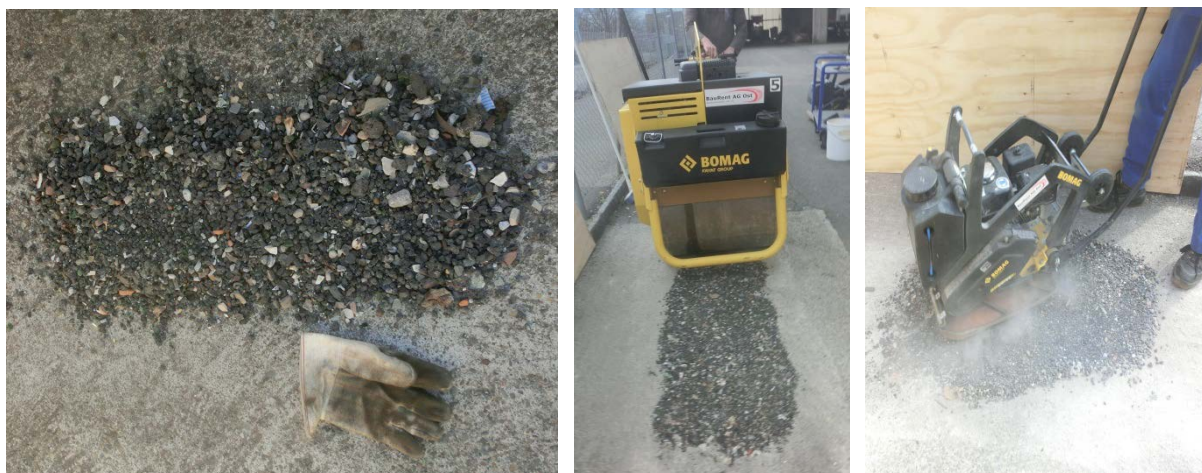


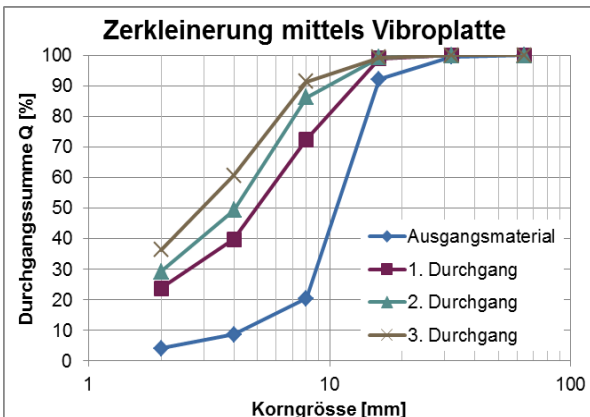
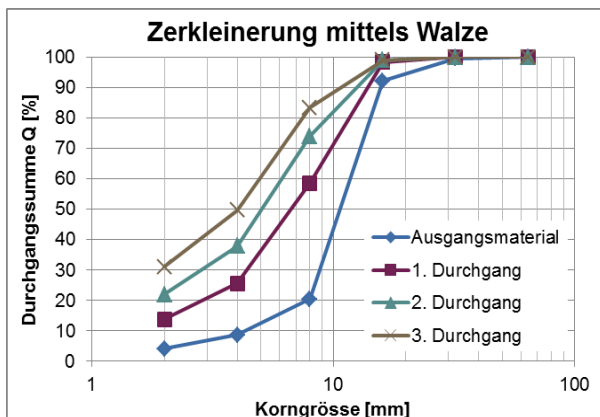
Abbildung 5: von links nach rechts: Trockenschlacke KEZO, Zerkleinerung mit Walze, Zerkleinerung mit Vibroplatte

Walze: Die Schlacke wurde auf dem Boden in einer Linie (siehe Abbildung 5 links) gleichmässig aufgeschüttet. Mit der Walze wurde je Durchgang jeweils zweimal ohne Vibration und zweimal mit Vibration über die Schlacke gefahren. Dies entsprach einer Einwirkdauer von rund einer Minute. Nach jedem Durchgang wurde die Korngrößenverteilung mittels Siebanalyse ermittelt. Anschliessend wurden die Fraktionen wieder vermischt und erneut auf dem Boden verteilt. Gesamthaft wurden drei Durchgänge durchgeführt.

Vibroplatte: Die Schlacke wurde wie beim Walzenversuch gleichmässig auf dem Boden verteilt. Danach wurde mit der Vibroplatte über die Schlacke gefahren (siehe Abbildung 5 rechts). Ein Durchgang entsprach bei der Vibroplatte ebenfalls einer Einwirkdauer von rund einer Minute. Wie bei der Walze wurden drei Durchgänge durchgeführt.

Resultate und Auswertung

In den nachfolgenden Diagrammen sind jeweils von der Walze und der Vibroplatte die Durchgangssummen der drei Zerkleinerungsdurchgänge dargestellt. Zudem wurde als Referenz jeweils noch die Durchgangssumme der unbearbeiteten Schlacke dargestellt:



Walze: Nach drei Durchgängen wurde mittels Walze ca. ein Drittel des Probematerials auf eine Korngröße kleiner 2 mm zerkleinert. Die erzeugte Menge an Feinanteil < 2 mm lag bei der Walze bei durchschnittlich 1 kg/min. In Abbildung 6 ist zu erkennen, dass die in der Schlacke enthaltenen Metallteile flach gedrückt wurden, ähnlich dem Ergebnis welches mit einem Backenbrecher erzielt würde.



Abbildung 6: flachgedrückte Metalle aus Walzenversuch, links: 16-32 mm, rechts: 8-16 mm

Vibroplatte: Mittels Vibroplatte wurden etwas mehr als 35 % auf < 2 mm zerkleinert. Die erzeugte Menge an Feinanteil < 2 mm lag bei der Vibroplatte bei durchschnittlich 1.15 kg/min. In Abbildung 7 ist zu erkennen, dass die enthaltenen Metallteile flach gedrückt wurden, ähnlich dem Ergebnis welches mit einem Backenbrecher erzielt würde (auf der Abbildung ist eine Auswahl der Metalle abgebildet, nicht die gesamte Metallfraktion).



Abbildung 7: Auswahl flachgedrückter Metalle aus Vibroplattenversuch, links: 16-32 mm, rechts: 8-16 mm

Fazit Walze und Vibroplatte

Werden die beiden Verfahren verglichen fällt auf, dass bei der Zerkleinerung mittels Vibroplatte etwas bessere Resultate erzielt wurden. Vor allem aber war die Handhabung der Vibroplatte gegenüber der Walze deutlich einfacher. Die Vibroplatte und die Walze waren bei kleinerem Gutbett schwieriger zu kontrollieren. Allerdings war die Kontrolle im Gegensatz zum Grabenstampfer jederzeit gewährleistet. Das Verfahren funktioniert und eine Zerkleinerung findet statt. Im Gegensatz zu den Versuchen mit dem Grabenstampfer wurden bei diesen Versuchen die Geräte nicht beschädigt. Die beiden Maschinen sind robuster und für diese Beanspruchung besser geeignet.

Die besten Resultate lieferte die Vibroplatte. Sie ist zudem billiger, einfacher zu transportieren und einfacher zu bedienen als eine Walze.