

Definitionen

Im Umfeld der Aufbereitung von KVA-Schlacken werden sehr uneinheitliche Bezeichnungen verwendet. Dies führt immer wieder zu Verwirrungen und Missverständnissen. Die IGENASS sieht sich daher veranlasst die unten aufgeführten einheitlichen Bezeichnungen einzuführen. Achtung: Wir haben bei diesen „Arbeitsdefinitionen“ Praktikabilität im Betriebsalltag vor Genauigkeit und wissenschaftliche Korrektheit gestellt.

Schlacke

Schlacke	Rostasche aus der Müllverbrennung
Primärschlacke	trockene Schlacke ab Rost (vor Austrag)
Rohschlacke	Schlacke nach Austrag
Nassschlacke	nass ausgetragene Rohschlacke
Trockenschlacke	trocken ausgetragene Rohschlacke
Lagerschlacke	Nassschlacke nach mehr als 1 Woche Lagerung
Grobmineralik	individuell identifizierbare mineralische Schlackenbestandteile wie Glas, Keramik, Steine... sofern >2mm
Sinterschlacke	thermisch gesinterte oder (partiell) geschmolzene schwarzbraune „glasartige“ Schlackenphasen, welche häufig auch Metallstücke einschliessen
Feinschlacke	Schlacke <2mm ungeachtet der Zusammensetzung (Feinmineralik, Metalle...)

Als „*Schlacke*“ werden die über den Rost ausgetragenen Verbrennungsrückstände einer KVA bezeichnet.

Als „*Primärschlacke*“ wird die Schlacke ab Rost, also vor dem Abwurf in den Entschlacker, bezeichnet.

Als „*Rohschlacke*“ wird die aus dem Entschlacker ausgebrachte Schlacke bezeichnet. Diese kann auch zurückgeführte Flugaschekomponenten (z.B. Kesselasche) oder auch den Rostdurchfall enthalten.

Als „*Trockenschlacke*“ wird trocken ausgetragene Rohschlacke bezeichnet (ab Trockenentschlacker).

Als „*Nassschlacke*“ wird Rohschlacke ab Nassentschlacker bezeichnet, bei der die hydraulischen Abbindeprozesse noch nicht stark fortgeschritten sind. Wir definieren Nassschlacke als eine Schlacke, die für weniger als 1 Woche abgelagert wurde.

Nach Ablagerung über mehr als eine Woche wird das Erscheinungsbild, z.B. die Rieselfähigkeit, der Schlacke durch Mineralneubildungen dominiert. Diese Prozesse schreiten über mehrere Monate voran und führen dazu, dass sich die Schlacke verfestigt. Diese Schlacke wird nach unserer Definition korrekt als „*Lagerschlacke*“ bezeichnet. Wenn allgemein von „*Schlacke*“ die Rede ist, ohne dass diese näher spezifiziert wird, ist damit in der Regel eine „*Lagerschlacke*“ gemeint.

Metalle

ferromagnetisch*	an diesen Partikeln bleibt ein Magnet mit $\leq 0.2T$ hängen
paramagnetisch*	an diesen Partikeln bleibt ein Magnet mit $0.2-0.6T$ hängen
unmagnetisch	an diesen Partikeln bleibt ein Magnet mit $\leq 0.6T$ <u>nicht</u> hängen
Eisen (Stahl, FE)	ferromagnetischer Stahl
Edelstahl (stainless steel, SS)	nicht ferromagnetischer Stahl

Als „*ferromagnetisch*“ wird ein Metallpartikel definiert, an dem ein Magnet mit Flussdichte $0.2T$ hängen bleibt. Derartige Magnete sind in der Regel Eisen-Ferritmagnete.

Als „*paramagnetisch*“ definieren wir ein Metallpartikel, an dem ein Magnet mit Flussdichte $0.2-0.6T$ hängen bleibt* (in der Regel ein Neodymmagnet).

Als „*unmagnetisch*“ wird ein Metallpartikel bezeichnet, an dem ein Magnet mit Flussdichte $0.6T$ nicht hängen bleibt.

Ferromagnetische Eisenmetalle werden als „*Eisen*“ oder „*Stahl*“ bezeichnet. Nicht-Ferromagnetische (also para- oder unmagnetische) Stähle werden als „*Edelstahl*“ bezeichnet.

** Vorsicht: Diese von uns eingeführten „pragmatischen“ Definitionen entsprechen nicht den physikalisch korrekten Klassifizierungen anhand der magnetischen Permeabilität.*

Nichteisenmetall (non ferrous, NF)	<u>nicht ferromagnetisches</u> Metall, also unmagnetisches und paramagnetisches Metall inclusive Edelstahl
leicht NF (light NF; LNF)	NF mit Dichte $\leq 5g/cm^3$ (z.B. Al, Mg, Ti...)
schwer NF (heavy NF, HNF)	NF mit Dichte $> 5g/cm^3$ (z.B. Cu, Zn, Pb, Sn, SS, Au, Ag... und deren Legierungen wie Messing, Bronze...)
Metall blank	Metall ohne mineralische Anhaftungen
Metall total	„Metall blank“ plus Metall in chemischen Verbindungen, z.B. Oxide

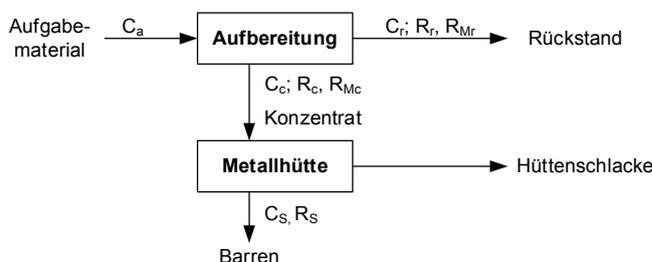
Als „*Nichteisenmetall*“ werden grundsätzlich alle Metalle, die nicht ferromagnetisch sind, bezeichnet. Auch *Edelstähle* werden zu den „*Nichteisenmetallen*“ gezählt, sofern sie nicht

separat ausgewiesen werden (wie z.B. nach der manuellen Sortierung oder nach einer Sensorsortierung). Wir orientieren uns hierbei an den Definitionen der VVEA (siehe Anhang 1).

Als „Metall blank“ oder „Metall partikulär“ wird der Metallgehalt eines Materials ohne mineralische Anhaftungen bezeichnet. Wenn allgemein von „Metallgehalten“ oder „Metallkonzentrationen“ die Rede ist, ist immer „Metall blank“ gemeint.

„Metall total“ (z.B. „Kupfer total“) bezeichnet den „gesamten“ Gehalt an einem Metall (z.B. Kupfer), also auch Metallanteile, die in Form von kommerziell nicht verwertbaren chemischen Verbindungen vorliegen, insbesondere in Oxiden. „Kupfer total“ wäre also der Kupfergehalt, der sich aus einer chemischen Totalanalyse ergeben würde.

Charakterisierung Trennerfolg



Metallpotenzial C_a	$\frac{\text{Masse Metall} > 2\text{mm}}{\text{Masse Aufgabematerial}}$
Konzentrat-Massenausbringen R_{Mc}	$\frac{\text{Masse Konzentrat}}{\text{Masse Aufgabematerial}}$
Konzentrat-Metallausbringen R_c (Metallausbeute)	$\frac{\text{Masse Metall im Konzentrat}}{\text{Masse Metall} > 2\text{mm im Aufgabematerial}}$
Konzentrat-Metallkonzentration C_c (Metallgehalt)	$\frac{\text{Masse Metall im Konzentrat}}{\text{Masse Konzentrat}}$
Metall-Schmelzertrag R_s	$\frac{\text{Masse Metallbarren}}{\text{Masse Metall im Konzentrat}}$

Achtung:

- Mit dem Ausdruck „Metall“ ist „Metall blank“ gemeint
- Ausbringen und Konzentrationen beziehen sich immer auf die Trockenmasse (105°C)

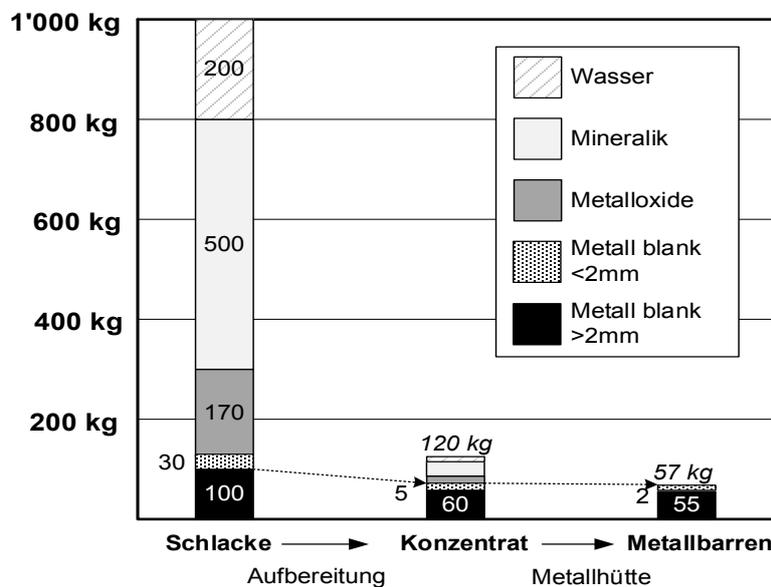
Die Produkte einer Schlackenaufbereitung werden als „Konzentrat“ und „Rückstand“ bezeichnet. Im *Konzentrat* ist der Metallgehalt gegenüber dem Aufgabematerial angereichert, im *Rückstand* abgereichert.

Das „Metallpotenzial“ C_a ist der im Aufgabematerial vorliegende Massenanteil an Metallstücken, die grösser als 2mm sind. Auch hier lehnen wir uns an die Definition der VVEA an (siehe Anhang 1). Diese Definition ist wichtig zur Beurteilung des Trennerfolges. Durch eine konventionelle (trockenmechanische) Schlackenaufbereitung sind nur Metallanteile >2mm zurückgewinnbar. 100% *Konzentrat-Metallausbringen* R_c (=Ausbeute) bedeutet, dass alle

Metallstücke >2mm aus dem Aufgabematerial ins Konzentrat überführt wurden. Da mit speziellen Verfahren auch Metallanteile <2mm zurückgewonnen werden können (z.B. durch nasse Aufbereitung oder durch Aufbereitung von trocken ausgetragener Schlacke), wäre es theoretisch denkbar, dass die Metallausbeute einer Schlackenaufbereitung mehr als 100% beträgt. In der Praxis kommt dies jedoch nicht vor: die Verluste an Metallstücken >2mm sind in Schlackenaufbereitungsanlagen grösser als der Metallertrag <2mm.

Massgeblich für die Beurteilung des Trennerfolges ist das *Konzentrat- Metallausbringen* R_c und nicht das *Konzentrat-Massenausbringen* R_{Mc} . Verwirrung entsteht, wenn Schlackenaufbereiter die gesamte Konzentratmasse, also Metall inklusive mineralische Anhaftungen, zur Beurteilung der „Ausbeute“ verwenden.

Beispiel



Aufgabe-Konzentration Metall total	$(100+30+170)/800^* = 37.5\%$
Aufgabe-Konzentration Metall blank	$(100+30)/800^{**} = 16.25\%$
Metallpotenzial im Aufgabematerial	$C_a = 100/800^{**} = 12.5\%$
Konzentrat-Massenausbringen	$R_{Mc} = 120/800^{**} = 15\%$
Konzentrat-Metallausbringen	$R_c = 65/100 = 65\%$
Konzentrat-Metallkonzentration	$C_c = 65/120 = 54.2\%$
Metall-Schmelzertrag	$R_s = 57/65 = 87.7\%$

*In der Grafik ist „symbolisch“ die Summe der wirtschaftlich relevanten FE und NF-Metalle dargestellt. Die Betrachtungen können auch auf einzelne Metalle (z.B. Kupfer) bezogen werden.

**Trockenmasse @105°C

Anhang 1: Bestimmung Nichteisenmetalle gemäss VVEA

VVEA

...Schlacke aus Anlagen, in denen Siedlungsabfälle oder Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung verbrannt werden, darf auf Deponien oder Kompartimenten des Typs D abgelagert werden, wenn:

- a. in der Schlacke enthaltene partikuläre Nicht-Eisenmetalle vorgängig zurückgewonnen wurden, mindestens aber so weit, dass ihr Anteil in der Schlacke 1 Gewichtsprozent nicht überschreitet; für die Bestimmung des Gehalts an partikulären Nicht-Eisenmetallen wird die Schlacke auf eine Korngrösse von 2 mm gemahlen...

Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich Stand 2013

Bestimmung des partikulären Nichteisen (NE) Metallanteils in KVA-Schlacke Eisen- (FE) und Nicht-Eisenmetalle (NE) werden anhand der magnetischen Eigenschaften klassifiziert. Ferromagnetische Bestandteile werden als FE klassifiziert, und zwar unabhängig davon, ob sie tatsächlich Eisen enthalten. Nicht-Eisenmetalle, die im engen Verbund mit Eisen vorliegen (z.B. elektrische Spulen mit Kupferdraht auf Eisenkernen) werden ebenfalls als «magnetisch» klassifiziert. Alle nichtmagnetischen Metalle werden als NE klassifiziert, auch wenn diese Eisen enthalten, z.B. in Form von unmagnetischen Chrom-Nickel-Stählen.

