

Schlacken aus der Metallurgie



Schlacken aus der Metallurgie, Band 1
– Rohstoffpotential und Recycling –
Karl J. Thomé-Kozmiensky • Andrea Versteyl
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 Heuß • Heribert Motz
ISBN: 978-3-935317-86-3
Erscheinung: Oktober 2012
Seiten: 200 Seiten
Preis: 30.00 EUR

Paketpreis

Schlacken aus der Metallurgie,
Band 1 bis 3

60.00 EUR
statt 90.00 EUR

Schlacken aus der Metallurgie, Band 3
– Chancen für Wirtschaft und Umwelt –
Michael Heuß • Heribert Motz
ISBN: 978-3-944310-17-6
Erscheinung: Oktober 2014
Seiten: 320 Seiten
Preis: 30.00 EUR

Bestellungen unter www.vivis.de
oder

vivis

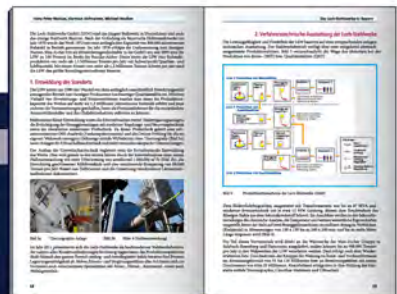
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Dorfstraße 51

D-16816 Nietwerder-Neuruppin

Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10

E-Mail: tkverlag@vivis.de



EDELMETALL RECYCLING FÜR DIE NÄCHSTE GENERATION.



MAIREC bietet die Rückgewinnung von Edelmetallen aus edelmetallhaltigen Recyclingmaterialien und stellt damit dringend benötigte Rohstoffe wie Gold, Silber, Platin, Palladium und Rhodium für Produktionsprozesse bereit. MAIREC sichert damit nicht nur die nächste Generation von Computerprozessoren, Mobiltelefonen oder Autokatalysatoren, sondern auch die Rohstoffvorkommen für die nächste Generation Mensch.

Erfahrungen mit dem neuen Vierfach-Ofen beim Recycling von metallischen Rohstoffen – Rückgewinnung von Platin und Palladium aus Katalysatoren –

Norbert Brand, Peter Liebetrau und Udo Seiler

1.	Herkunft und Einsatzgebiete für Edelmetalle	432
1.1.	Herkunft	432
1.2.	Einsatzgebiete	432
1.3.	Einsatzstoffe bei der Veraschung.....	433
2.	Rechtliche Vorgaben für den Ofenbetrieb.....	434
3.	Beschreibung der Ofensysteme	435
3.1.	Einzel-Ofen	435
3.2.	Doppel-Ofen.....	436
3.3.	Vierfach-Ofen.....	436
4.	Wärmewirtschaft und Emissionsschutz.....	437
4.1.	Abgaskühler und Wärmenutzung.....	437
4.2.	Abgasreinigung.....	439
5.	Betriebsergebnisse beim Einsatz des Vierfach-Ofens	440
6.	Resümee und Zusammenfassung	441
7.	Quellen	441

Anlagen zur Gekrätzveraschung werden seit vielen Jahrzehnten für das Recycling von Edelmetallen in der Schmuckindustrie eingesetzt. Im Laufe der Zeit haben sich die technischen Anforderungen heutzutage nicht nur an der Ofentechnik, sondern auch an leistungsfähigen Abgasreinigungssystemen orientieren.

In den Veraschungsöfen werden heute die Rückstandsprodukte der Elektro-, Automobil- und chemischen Industrie aufbereitet. Die Edelmetalle, die recycelt werden sollen, liegen in den Produkten im Verbund mit anderen Materialien vor, von denen sie in dem Veraschungsprozess befreit werden. Die so gewonnene *Asche* besitzt einen hohen Anteil an Metallen, die wieder in den Produktkreislauf zurückgeführt werden.

Damit den vielfältigen Anforderungen und Aufstellungsbedingungen mit unterschiedlichen Platzverhältnissen Rechnung getragen werden kann, wurden Ofensysteme mit Einzel- oder Doppelbeschickung entwickelt, denen ausgereifte Baugruppen zur Abgaskühlung und -reinigung nachgeschaltet werden.

Eine weitere Optimierung der Ofentechnik stellt das Vierfach-Ofensystem dar. Über die Betriebserfahrungen des Ofensystems soll im Folgenden berichtet werden.

1. Herkunft und Einsatzgebiete für Edelmetalle

Am Beispiel von Gold (Aurum, Au), Platin (Pt) und Palladium (Pa) sollen die Herkunft und Einsatzgebiete für die Edelmetalle beschrieben werden. Die Edelmetalle Gold (Au), Platin (Pt) und Palladium sind Bestandteile der Erdkruste. Die Metalle kommen meist metallisch aber auch in Verbindungen vor. Neben Platin und Palladium befinden sich weitere Edelmetalle in der Gruppe der Platinnebenmetalle: Iridium, Osmium, Rhodium und Ruthenium.

1.1. Herkunft

Gold wird weltweit gefördert. Maßgebliche Förderländer sind Südafrika, Australien, die Volksrepublik China, USA und die Russischen Föderation. Geringe Mengen kommen in nahezu allen europäischen Flüssen vor (Rheingold). Bei einer Fördermenge von etwa 2.700 t/a (2011) und einer geschätzten Reserve von etwa 51.000 Tonnen in den heute abbauwürdigen Vorkommen ergibt sich eine theoretische Reichweite von etwa 19 Jahren [3, 8]. Hochgerechnet anhand der Konzentrationen befindet sich allerdings das meiste Gold in den Ozeanen. Die Schätzungen belaufen sich auf etwa neun Millionen Tonnen [3]. Der Goldpreis hat sich zwischen dem Jahr 2000 von etwa 250 Dollar/Feinunze über etwa 1.900 Dollar/Feinunze auf 1.189,55 Dollar/Feinunze (Stand 29.12.2014) verändert [4].

Platin kommt weltweit metallisch und als chemische Verbindungen in Mineralien vor. Bei der Kupfer- und Nickelgewinnung fällt Platin als Nebenprodukt an. Maßgebliche Förderländer für Platin im Jahr 2011 waren Südafrika (etwa 72,4 Prozent), Russland (etwa 13,5 Prozent) und Kanada (etwa 5,2 Prozent). Die gesamte Fördermenge betrug weltweit etwa 192 Tonnen [5]. Der Platinpreis hat sich im Jahre 2000 von etwa 450 Dollar/Feinunze über 2.200 Dollar/Feinunze (2008) auf 1.203,75 Dollar/Feinunze Ende 2014 verändert [6].

Die ursprünglichen Lagerstätten für metallisches Palladium und Seifen sind weitestgehend ausgebeutet, so dass Palladium heute als Begleitmetall bei der Kupfer- und Nickelgewinnung anfällt. 2011 wurden insgesamt etwa 210 Tonnen neu gewonnen. Maßgebliche Förderländer sind Russland mit einem Anteil von etwa 41 Prozent und Südafrika mit etwa 37,5 Prozent. Weiterhin erzeugen Kanada (etwa 9 Prozent) und USA (etwa 6 Prozent) 1) Palladium. Der Palladiumpreis hat sich in den Jahren 2000 von etwa 450 Dollar/Feinunze über 1.100 Dollar/Feinunze (2001) und etwa 200 Dollar/Feinunze (2003 und 2008) auf 813,5 Dollar/Feinunze verändert [7].

1.2. Einsatzgebiete

Gold

Der größte Anteil des geförderten Golds wurde 2011 zu Schmuck verarbeitet (etwa 85 Prozent). In der verarbeitenden Industrie (Elektronik, Medizin, Optik) wurden etwa 12 Prozent eingesetzt. Die restlichen 3 Prozent dienen zum Stabilisieren der Volkswirtschaften und lagern in den Tresoren der (Staats-)Banken.

Platin

Neben Gold wird Platin in der Schmuckindustrie und für Münzen eingesetzt. Da Platin sehr gute katalytische Eigenschaften besitzt, wird es großtechnisch in Automobil-Katalysatoren, in Brennstoffzellen oder bei der Salpetersäureherstellung eingesetzt. Allein in der Automobilbranche wurden 2005 etwa 120 Tonnen, d.h. mehr als 57 Prozent der gesamten Erzeugung von etwa 210 Tonnen für die Katalysatoren eingesetzt. Ein weiteres Einsatzgebiet sind hochtemperaturbeständige Teile in Turbinen, Turbinenleitschaufeln bei Flugzeugtriebwerken, Schubdüsen oder in der Glasindustrie (Schmelzöfen). In der Elektroindustrie wird Platin z.B. in Thermoelementen Pt 100, Zündkerzen, in Laserdruckern für die Entladekorona eingesetzt.

Palladium

2005 wurden knapp 50 Prozent des Palladiums für die Katalysatoren in der Automobilindustrie eingesetzt, etwa 18,6 Prozent in der Schmuckindustrie, 12,6 Prozent, in der Elektrotechnik, 11 Prozent in der Zahnmedizin und 4,2 Prozent in der chemischen Industrie [2]. Mit der steigenden Anzahl an Altfahrzeugen nimmt der Anteil an recyceltem Palladium weltweit zu.

1.3. Einsatzstoffe bei der Veraschung

Im Zuge des Recyclings werden in den Veraschungsöfen edelmetallhaltige Stoffe verascht. Die Einsatzstoffe können sowohl selbstgängig brennen oder nur unter Einsatz von Gasbrennern von flüchtigen Stoffen und Organik befreit werden. Demzufolge unterscheidet man nach Glüh- und Verbrennungsprozessen. Der beschriebene Vierfach-Ofen ist für beide Prozesse einsetzbar. Wobei der Glühvorgang optimierter möglich ist als der Verbrennungsvorgang.

Aufgrund der Reaktivität werden einige kohlenstoffbasierte Katalysatoren aus der chemischen Industrie mit Wasser gesättigt angeliefert, so dass diese nicht selbstgängig veraschen und einen hohen Einsatz an Zusatzenergie aus dem Brennerbetrieb benötigen. Als Rückstand bleiben *Aschen* übrig, die einen hohen Gehalt an Edelmetallen aufweisen. Diese Aschen werden so aufbereitet, so dass am Ende die reinen Edelmetalle wiedergewonnen werden. Diese werden dann wieder in den Stoffkreislauf eingebracht. Bezogen auf die oben beschriebenen Einsatzgebiete bedeutet das, dass langfristig jeweils etwa 12 Prozent des heute erzeugten Goldes und Palladiums nach dem Einsatz in der Industrie aus dem Recyclingprozess wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden kann.

Zu den in den Veraschungsöfen einsetzbaren Stoffen zählen u.a.

- Wischtücher, Filter, Kleinteile oder Rückstände von Wasch- und Spülwässern der Schmuckindustrie (Gekrätze) mit den Stoffen Gold, Silber oder Platin;
- Wischtücher, Filter oder Rückstände aus der Leiterplattenindustrie mit Gold, Silber, Platin, Palladium, Ruthenium oder Kupfer;
- kohlenstoffbasierte Katalysatoren aus der chemischen Industrie mit den Stoffen Platin, Palladium oder Rhodium;

- mit Edelmetallen beschichtete Folien mit den Stoffen Gold oder Silber;
- Rückstände aus Zahnpraxen;
- Elektronikschrott mit den Stoffen Gold, Silber, Platin, Palladium, Ruthenium oder Kupfer.

2. Rechtliche Vorgaben für den Ofenbetrieb

Gekrätzveraschungsanlagen sind gemäß der 4. BImSchV als Anlagen der Nr. 8.1. (Spalte 1a) Anlagen zur Beseitigung fester, flüssiger oder in Behälter gefasster gasförmiger Abfälle durch thermische Verfahren. Demnach unterliegen sie den Anforderungen der 17. BImSchV, wobei unter Berücksichtigung des Standes der Technik und mit Blick auf die geringen Massenströme und Emissionsfrachten vereinfachte Regelungen im Einzelfall geprüft werden.

Die Vorgaben für den Anlagenbetrieb richten sich nach den Qualitätsmerkmalen des jeweiligen Einsatzstoffes. In Deutschland werden in der Regel die Emissionsvorschriften der 17. BImSchV zugrunde gelegt, wobei vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Zumutbarkeit Ausnahmeregelungen anzustreben sind.

Einige genehmigungsrechtliche Auflagen für den Vierfach-Ofen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Auflage	Begründung
Nachverbrennungstemperatur 800 °C, 2 Sekunden	Flüssiggasbetriebene Brenner
Sauerstoffgehalt > 6%	O ₂ -Messung, Verbrennungsmanagement
Schornstein h > 13,2m über Flur	
Einsatzgut: polychlorierten Kohlenwasserstoffen < 10 mg/kg	Beprobung des Einsatzproduktes
Reinigung der Abgase mit Staubfilter	- Reingasstaubgehalt < 20,0 mg/m ³ - Hg und Tl jeweils < 0,05 mg/m ³ - Pb, Co, Ni, Se, Te < 0,5 mg/m ³ - Sb, Cr, CN, F, Cu, Mn, V, Sn < 1,0 mg/m ³ bezogen auf 11% O ₂ , Umrechnung nur bei O ₂ -Gehalt > Bezugssauerstoffgehalt
NO _x -Emissionsminderung	• Primärmaßnahme: Einsatz NO _x -arme Gasbrenner
kontinuierliche Emissionsmesstechnik	• CO, Staub, O ₂ und Nachverbrennungstemperatur sind kontinuierlich zu erfassen
wiederkehrende Einzelmessungen	• Messumfang: sämtliche Emissionskonzentrationen gemäß 17. BImSchV, die nicht kontinuierlich erfasst werden • Durchführung: zugelassene Messstelle nach § 26, 28 • Häufigkeit: alle 3 Jahre

Tabelle 1:

Genehmigungsrechtliche Auflagen für eine Gekrätzveraschungsanlage

3. Beschreibung der Ofensysteme

Die hier beschriebenen Öfen sind Ofensysteme die im Batch-Betrieb diskontinuierlich laufen. Die Öfen werden durch den Einsatz von Gasbrenner vorgewärmt. Nach Erreichen der Mindesttemperatur aus der Betriebsanweisung oder dem Genehmigungsbescheid wird der Ofen durch das Öffnen der Ofentür mit dem Material beschickt.

Die Beschickung erfolgt entweder direkt auf der Herdplatte. Je nach Produkt muss das auf der Herdplatte befindliche Material zur besseren Verbrennung geschürt werden. Am Ende des Veraschungsprozesses wird die Asche mit einem geeigneten Werkzeug – einem Stahlbesen oder einem Schieber – aus dem Verbrennungsraum entfernt. Der Ofen ist bereit für die nächste Charge. Am Ende des Prozesses wird der Ofen gereinigt, so dass das gesamte Produkt einer Aufbereitung zugeführt werden kann.

Alternativ wird das zu veraschende Produkt in Wannen oder Schalen gefüllt. Diese werden dann in den Ofen eingebracht. Mit Hilfe dieser Behälter ist eine sortenreine Aufbereitung des Produktes gewährleistet.

3.1. Einzel-Ofen

Anfangs wurden alle Öfen mit einer Tür und Frontbeschickung ausgeführt. Diese Öfen sind weit verbreitet und werden in vielen Betrieben eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Öfen ist die gute Regelbarkeit auf das jeweilige Produkt. Der Veraschungsprozess folgt eindeutigen Prozessabläufen.

Diese Ofenform ist für geringe Durchsatzmengen geeignet und zeichnet sich durch seinen stark wechselnden Betrieb aus. Eine schematische Darstellung ist in Bild 1 und ein ausgeführter Einzel-Ofen in Bild 2 ersichtlich.

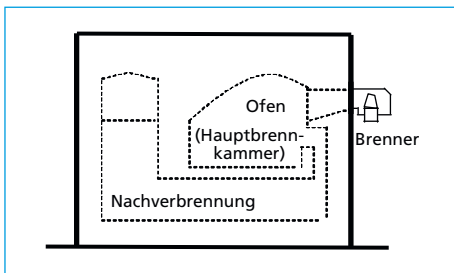


Bild 1: Schema des Einzel-Ofens



Bild 2: Ausgeführter Einzel-Ofen

Mehrere Brenner sind seitlich der Brennkammer angebracht. Die Anzahl und Leistung der Brenner wird den jeweiligen Erfordernissen angepasst, so dass die einzelnen Bereiche der Brennkammer bedarfsgerecht beheizt werden können.

3.2. Doppel-Ofen

Bild 3 zeigt einen Doppelofen zur Gekrätzveraschung. Zwei Einzel-Öfen werden direkt aneinander gestellt. Der Flächenbedarf und die Investition werden reduziert. Beide Öfen können unabhängig voneinander betrieben werden. Die heißen Abgase werden getrennt einem dem jeweiligen Ofen zugeordneten Wärmetauscherturm zugeführt. Daran schließt sich eine gemeinsame Abgasreinigung an. Diese Abgasreinigung wird gleichmäßiger ausgelastet, als bei dem Einzel-Ofen und man kann kompakter bauen. Die Abgasreinigung kann kostengünstiger ausgeführt werden.



Bild 3: Doppelofensystem zur Gekrätzveraschung

3.3. Vierfach-Ofen

Eine Verbesserung bei der Prozessführung und ein höherer Durchsatz werden mit dem neuen Vierfach-Ofen erreicht. Der Vierfach-Ofen stellt eine Weiterentwicklung des Doppelofensystems dar. Zur besseren Ausnutzung des Brennraums wurde dieser verlängert und auf der Rückseite ebenfalls mit einem automatischen Beschickungsportal ausgerüstet. Dadurch konnte die Durchsatzleistung bei geringfügiger Vergrößerung der Ofengrundfläche nochmals gesteigert werden. Die Abgasreinigung wird noch gleichmäßiger belastet und kann spezifisch kostengünstiger ausgeführt werden.

Die seitlich angebrachten Gasbrenner für die Hauptbrennkammer werden entsprechend dem Bedarf ausgelegt.



Bild 4: Vierfach-Ofen, Vorder- und Rückseite

4. Wärmewirtschaft und Emissionsschutz

Damit die Vorgaben des Genehmigungsbescheids in Bezug auf die Emissionen eingehalten werden können, werden den Verbrennungsöfen Abgasreinigungsanlagen nachgeschaltet. Da die Anlagen nur geringe Abgasvolumenströme aufweisen und in der Regel nicht kontinuierlich, d.h. 7 Tage die Woche 24 h/d, betrieben werden, besteht die Abgasreinigung in der Regel aus einem filternden Abscheider (Schlauchfilter) und trockener Additivzugabe.

4.1. Abgaskühler und Wärmenutzung

Die Abgase verlassen die Nachbrennkammer mit einer Mindesttemperatur von $> 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ über einen gemauerten Abgaskanal. Dieser Abgaskanal wird in der Regel unter der Bodenplatte geführt und sorgt mit seinem Volumen für eine ausreichend lange Verweilzeit, damit der Ausbrand optimiert wird.

Die heißen Abgase treten in den Wärmetauscherturm (WTT) ein und werden durch eine entsprechende Anordnung der Heizregister, bestehend aus verschiedenen Glatt- und Rippenrohr schnell abgekühlt. Der Rückbildungsbereich für Dioxine/Furane wird schnell durchfahren, so dass die Konzentration sehr gering ist. Diese geringen Konzentrationen lassen sich durch den Herdofenaktivkoks-/Aktivekohleanteil im Additiv sicher unter die geforderten Werte von $0,1\text{ ng/Nm}^3$ reduzieren.

Die dem Abgas entnommene Wärmemenge kann für Heizzwecke genutzt werden. Nicht verwendete Wärmemengen werden über einen Rückkühler an die Umgebung abgegeben (Bild 5).

Ein ausgeführter WTT mit der dazugehörigen Pumpe für den Wasser-/Glykol-Kreislauf ist in Bild 6 dargestellt.

Die Wärme wird in der durch ein Wasser-Glykol-Kreislauf von der Anlage zur Wärmenutzung oder zum Rückkühler transportiert. Das System ist für eine Temperaturspanne von $70\text{ }^{\circ}\text{C}/90\text{ }^{\circ}\text{C}$ Zulauf/Rücklauf ausgelegt. Vorgaben wie bei der Druckkesselverordnung

sind daher nicht relevant. Die Wärme kann mit Hilfe eines Wasser/Wasser-Wärmetauscher für die Erzeugung von warmem Wasser und/oder Heizzwecke eingesetzt werden. Überschüssige Wärme wird über Dach abgegeben, so dass zu allen Jahreszeiten die Abfuhr der freigesetzten Wärmemenge gegeben ist.

Zur Vermeidung von Kondensation durch Taupunktunterschreitungen und daraus resultierender Korrosion ist der Flüssigkeitskreislauf mit einem 3-Wegeventil ausgerüstet, so dass sowohl beim An- und Abfahrbetrieb als auch bei Schwachlast die Temperaturspreizung eingehalten werden kann.

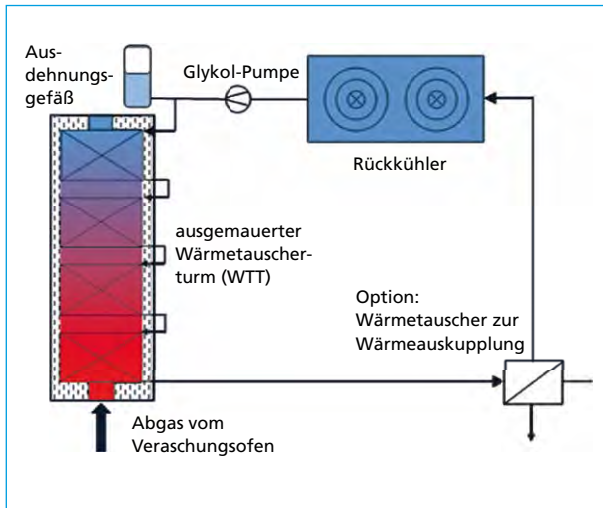


Bild 5:

Schema der Abgaskühlung hinter dem Veraschungssofen



Bild 6: Doppelter Wärmetauscher-turm (WTT) mit Reinigungsöffnungen und Pumpe für den Wasser-Glykol-Kreislauf

Der Wärmetauscherturm ist abgasseitig mit einem regelbaren By-Pass versehen. Dadurch wird die Temperatur vor Schlauchfilter schnell erreicht und Korrosion durch Unterschreitung des Taupunkts minimiert.

4.2. Abgasreinigung

Die Abgasreinigung erfolgt mittels Multizyklon und Schlauchfilter. Der Multizyklon wird zur Vermeidung von Funkeneinträgen in das Schlauchfilter und als Mischstrecke für das vor dem Multizyklon eingeblasene Additiv eingesetzt. Durch die intensive Vermischung kann die Reaktion mit den Abgasbestandteilen beginnen. Zusätzlich wird die Reaktion durch die lange Kontaktzeit zwischen den Abgasbestandteilen und Additiv vom Eintritt vor Multizyklon und der Abscheidung auf den Filterschläuchen optimiert. Die chemischen Reaktionen für die Einbindung der sauren Abgasbestandteile (z.B. HCl, SO_x, HF) laufen mit ausreichender Geschwindigkeit und Effektivität im Temperaturbereich zwischen 140 und 160 °C ab. Die Additivzugabe kann der erwarteten Abgaszusammensetzung entsprechend angepasst werden. Der Aufbau einer Abgasreinigung ist in Bild 7 am Beispiel einer ausgeführten Anlage dargestellt.

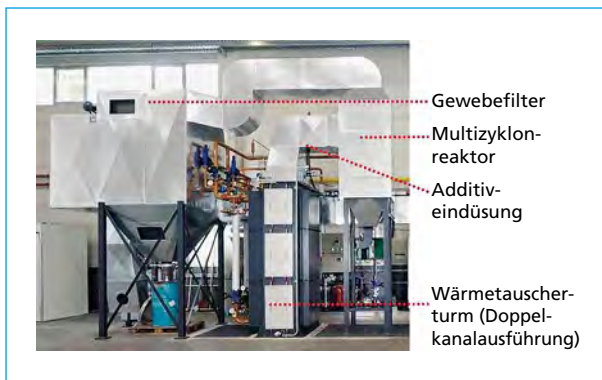


Bild 7:

Bausteine der Abgasbehandlung

Quelle: Schetter, G.: Thermische Behandlung edelmetallhaltiger Produktionsrückstände, Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz, Berlin, Juni 2011

Auf Basis der Ofenkonstruktion werden Emissionen an der Entstehung gehindert. Hierzu zählt CO und thermisches NO_x. Durch die hohe Turbulenz in der Nachbrennkammer kommt es zu einer guten Durchmischung, so dass CO weitestgehend zu CO₂ oxidiert wird. Für den Wert C_{ges} gelten analoge Vorgaben, so dass auch dieser Wert problemlos eingehalten wird. Beim Einsatz hochkalorischen Medien ist die Aufgabe an die Verbrennungskapazität anzupassen.

Die sauren Abgasbestandteile, wie z.B. HCl, SO_x oder HF werden durch die Additivdosierung mit einem Kalk-Koks/Aktivkohle-Gemisch auf die geforderten Werte reduziert. Bei hohen Rohgaskonzentrationen sind ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Der Anteil an HOK/Aktivkohle im Adsorbens sorgt für die Reduktion der Dioxine/Furane im Reingas unter die geforderten Werte. Die Rohgaskonzentration ist durch die, im Abschnitt Wärmetauscherturm beschriebene schnelle Absenkung der Temperatur gering. Die geforderten Reingaswert für PCDD/DF werden gesichert eingehalten.

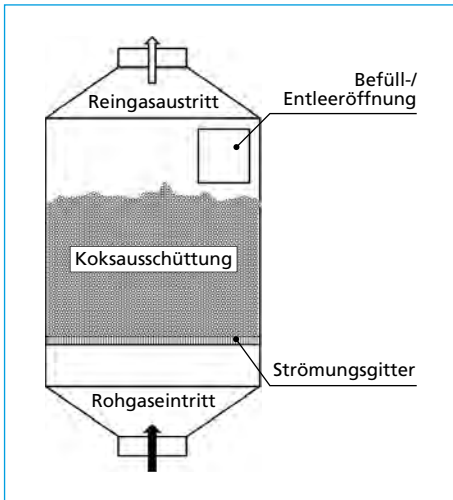


Bild 8: Funktionsprinzip Festbettadsorber

Die Emissionswerte (Grenzwerte) für die meisten Schwermetalle werden ebenfalls sicher durch das Kalk-Koks/Aktivkohle-Gemisch eingehalten. Eine Ausnahme bildet Quecksilber. Abhilfe kann hier der Einsatz von dotiertem HOK oder dotierter Aktivkohle schaffen.

Im Einzelfall kann es jedoch notwendig sein z.B. durch höheren Quecksilbergehalt im Produkt, zur Einhaltung der Grenzwerte ein Festbettadsorber dem Schlauchfilter nachzuschalten. Im Festbettadsorber wird die Koksschüttung von unten nach oben durchströmt (Bild 8).

5. Betriebsergebnisse beim Einsatz des Vierfach-Ofens

Auf dem Betriebsgelände in Rippershausen sind mehrere Doppel-Öfen im Einsatz. Derzeit ist eine weitere Anlage im Bau. Mit dem neuen Vierfach-Ofen, der eine zentrale Rolle im Verarbeitungsprozess spielt, verfügt die NOBRA GmbH zusammen mit den anderen Öfen über drei unterschiedliche Veraschungswege für die Verarbeitung der unterschiedlichsten edelmetallhaltigen Rückläufe aus der Industrie.

Auf Grund der zu veraschenden Mengen wurde für ein Produkt ein Vierfach-Ofen gebaut. Dieser Ofen hat genügend Reserven, um im 3-schicht Betrieb alle bislang vorgesehenen Durchsätze zu fahren. Der spezielle Aufbau des Vierfach-Ofens erlaubt die spezifische Grundfläche, bezogen auf den Durchsatz deutlich zu reduzieren. Durch die gestufte Beschickung können der Ofen und die nachgeschaltete Abgasreinigung sehr konstant betrieben werden. Dies führt zu einem geringen spezifischen Energieeinsatz. Dieser variiert je nach Energieinhalt des zu veraschenden Produktes und ist niedriger, als bei den ebenfalls betriebenen Einfach- oder Doppel-Öfen.

Die Erfahrungen mit dem Vierfach-Ofen sind durchweg positiv. Während der gesamten Betriebszeit kam es bislang zu keinem ungeplanten Stillstand und der erwartete Durchsatz konnte gefahren werden. Dies gilt sowohl für den Vierfach-Ofen als auch für anderen Öfen am selben Standort. Während der Anfangsphase konnten Anpassungen und Optimierungen des Ofenbetriebs durch die Fernwartung umgesetzt werden. Der Ofen wird in regelmäßigen Abständen inspiziert und gewartet.

Der Gesamtzustand des Ofens und nachgeschalteten Abgasreinigungsanlage wird erfasst. Kleinere Reparaturen oder Änderungen im Betriebsmanagement, die nicht im laufenden Betrieb und/oder durch die Fernwartung umgesetzt werden können, werden durchgeführt. Im Wesentlichen sind Thermoelemente zu ersetzen, die auf Grund der eingesetzten Stoffe altern bzw. beschädigt sind.

Die Erfahrungen mit dem Vierfach-Ofen decken sich mit den Erfahrungen, die bereits mit den anderen Öfen gewonnen hat. Der eingesetzte Vierfach-Ofen verhält sich ebenso zuverlässig wie die bereits seit längerem im Betrieb befindlichen Einfach- und Doppelöfen. Da der Ofen ein geringeres Bauvolumen besitzt und sehr kompakt aufgebaut ist, ist die spezifische Investition gegenüber dem Einfach- oder Doppel-Ofen geringer. Der Ofen kann demgemäß bei entsprechendem Durchsatz deutlich kostengünstiger betrieben werden.

6. Resümee und Zusammenfassung

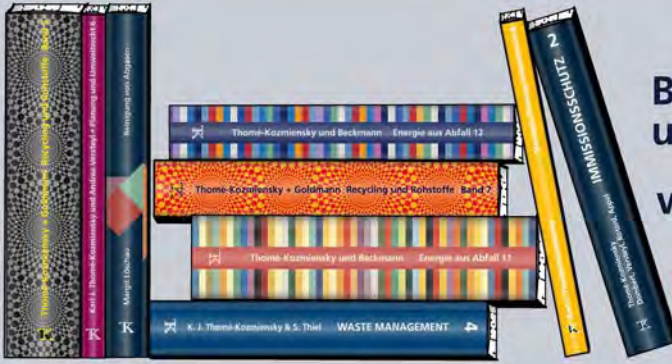
Diese Technologien geben dem Betreiber die Möglichkeit jedes Material in dem am besten geeigneten thermischen Prozess einzubringen. Das Gesamt-Konzept konnte nun soweit optimiert und spezialisiert werden, dass alle dem Betreiber anvertraute Materialien mit größtmöglicher Sorgfalt behandelt werden können. Für den Kunden bedeutet dies das bestmögliche Recyclingergebnis für die edelmetallhaltigen Rückläufe nach dem derzeitigen Stand der Technik.

Der Vierfach-Ofens und die dazugehörige Abgasreinigungsanlage erfüllten die gesetzten Erwartungen in Bezug auf Durchsatz und Verfügbarkeit voll umfänglich. Alle Vorgaben in Bezug auf den Durchsatz, die Verweilzeit und die genehmigungsrelevanten Emissionswerte der Abgasreinigung konnten eingehalten oder unterschritten werden. Die Aufbereitung der mit Platin und Palladium dotierten Katalysatoren führte zu einem Produkt, welches für die weitere Aufbereitung ideal geeignet war. Ab der Inbetriebnahme hat er unter Beweis gestellt, dass der gewählte Weg für die Steigerung des Durchsatzes auf reduziertem Raum der richtige Weg war.

Angesichts der erheblichen Rohstoffverknappung einiger Edel- und Halbedelmetalle einerseits und dem enormen Bedarf dieser Stoffe andererseits kommt dem hier vorgestellten Gekrätzveraschungssystem eine wichtige Rolle als Vorstufe zur wirtschaftlichen und umweltschonenden Wiedergewinnung von Edelmetallen zu [9].

7. Quellen

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Palladium> vom 30.12.2014
- [2] http://forum.finanzen.net/forum/Palladium_das_seltene_Edelmetall-t422275 vom 29.12.2014
- [3] <http://de.wikipedia.org/wiki/Gold> vom 30.12.2014
- [4] <http://www.finanzen.net/rohstoffe/goldpreis> vom 29.12.2014
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Platin> vom 29.12.2014
- [6] <http://www.finanzen.net/rohstoffe/platinpreis> vom 30.12.2014
- [7] <http://www.finanzen.net/rohstoffe/palladiumpreis> vom 30.12.2014
- [8] <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gold/mcs-2012-gold.pdf>
- [9] Schetter, G.: Thermische Behandlung edelmetallhaltiger Produktionsrückstände, Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz, Berlin, Juni 2011



Besuchen Sie
uns unter

www.

vivis.de

Wir widmen uns aktuellen verfahrens- und anlagentechnischen sowie politischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Themen, soweit sie die Abfall- und Kreislaufwirtschaft, die Energie- und Rohstoffwirtschaft und den Immissionsschutz betreffen. Unsere Aufgabe sehen wir in der Kommunikation zwischen Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Technik und Wissenschaft.

Zu wichtigen Themen veranstalten wir Konferenzen und Congresses – dazu geben wir Bücher heraus.

Stets sind wir auf der Suche nach interessanten Referenten, aktuellen Themen und spannenden Projekten um unser Angebot weiterzuentwickeln. Gern lassen wir uns von neuen Ideen inspirieren und diskutieren deren Realisierbarkeit.



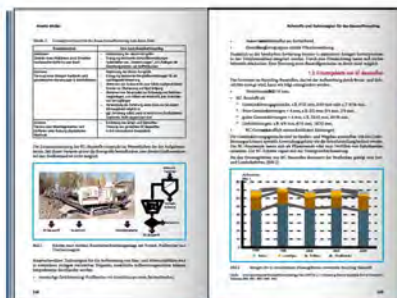
Der TK Verlag gibt seit dreißig Jahren Fachbücher zu zahlreichen Themen des technischen Umweltschutzes heraus:

- Thermische Abfallbehandlung und energetische Verwertung
- Mechanisch-biologische Abfallbehandlung und Ersatzbrennstoffe
- Biologische Abfallbehandlung
- Recycling und Rohstoffe
- Verpackungen, ...

Unsere Konferenzen im Überblick:

- Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonferenz
- Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz
- Berliner Konferenz Mineralische Nebenprodukte und Abfälle
- IRRC – Waste-to-Energy
- Berliner Immissionsschutzkonferenz

Insgesamt sind bislang bei uns etwa zweitausend Fachbeiträge erschienen, die in ihrer Gesamtheit einen guten Überblick über technische, wirtschaftliche, rechtliche und politische Entwicklungen geben. Seit Kurzem stellen wir Ihnen die Fachbeiträge kostenlos auf unserer Internetseite zur Verfügung.



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

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann (Hrsg.):
Recycling und Rohstoffe – Band 8

ISBN 978-3-944310-20-6 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2015
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Erfassung und Layout: Ginette Teske, Sandra Peters, Carolin Bienert, Janin Burbott,
Max Müller, Cordula Müller
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.