

VGB

Technisch-wissenschaftliche Berichte

„Feuerungen“

Chemische und mineralogische Informationen als Bewertungsmaßstab für die Qualität von Schlacken aus der thermischen Abfallverwertung

— VGB-TW 210 —

**Pilot-Studie der
Picolab Oberflächen- und Spurenanalytik GmbH
im Auftrag
des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz**

Erstellt durch:
Wolfgang Spiegel
Anton Huber

Herausgegeben von der
VGB TECHNISCHEN VEREINIGUNG
DER GROSSKRAFTWERKS BETREIBER E.V.

Es wird darauf hingewiesen, daß der Inhalt urheberrechtlich geschützt ist.
Jegliche Wiedergabe ist nur mit vorheriger Genehmigung des Verlages gestattet.

Zu beziehen bei:

VGB-KRAFTWERKSTECHNIK GmbH
— Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften —
Postfach 10 39 32, D-45039 Essen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	11
1 Einführung	15
1.1 HMV-Schlacke	15
1.1.1 Entstehungsprozeß	16
1.1.2 Verwertung	18
1.2 Motivation und Zielsetzung	21
1.3 Literaturinformationen	22
1.3.1 Mineralogische Daten	22
1.3.2 Chemische Daten	23
1.3.3 Natürliche Stoffsysteme	29
2 Untersuchungskonzept	31
2.1 Zerlegungskonzepte	32
2.2 Analytische Konzepte	33
2.2.1 Mineralogische Konzepte	33
2.2.2 Chemische Konzepte	34
2.3 Methodenvariation	34
3 Untersuchungsmethoden	35
3.1 Zerlegung in Fraktionen	35
3.1.1 Siebung	36
3.1.2 Magnetische Trennung	37
3.1.3 Dichtentrennung	38
3.1.4 Schlämmung	38
3.2 Mineralogische Methoden	39
3.2.1 Fraktionen	39
3.2.1.1 Statistische Polarisationsmikroskopie	39
3.2.1.2 Röntgendiffraktometrie	41
3.2.2 Partikel	42
3.2.2.1 Gefügapolarisationsmikroskopie	42
3.2.2.2 Rasterelektronenmikroskopie	42
3.2.3 Phasen	43
3.2.3.1 Phasenpolarisationsmikroskopie	43
3.2.3.2 Röntgendiffraktometrie	44

3.3	Chemische Methoden.....	44
3.3.1	Fraktionen	44
3.3.1.1	Röntgenfluoreszenz	45
3.3.1.2	Neutronenaktivierungsanalyse	46
3.3.2	Partikel	46
3.3.2.1	Energiedispersive Röntgenanalyse	47
3.3.3	Phasen	48
3.3.3.1	Wellenlängendispersive Röntgenanalyse	49
3.3.3.2	Sequentielle Elution	49
3.3.3.3	Sekundärionenmassenspektrometrie	51
3.3.3.4	Augerelektronenspektroskopie	51
4	Chemisch-mineralogische Kenngrößen von HVM-Schlacken	53
4.1	Mineralogische Kenngrößen	54
4.2	Chemische Kenngrößen	55
5	Stoffgruppe Schwermetalle	57
5.1	Kupfer	59
5.1.1	Natürliches Vorkommen und Häufigkeit	59
5.1.2	Verhalten in wässrigen Systemen	61
5.1.3	Toxizität und Grenzwerte	61
5.1.4	Verwendung in technischen Produkten	62
5.1.5	Anthropogene Belastungen	63
5.2	Blei	64
5.2.1	Natürliches Vorkommen und Häufigkeit	64
5.2.2	Verhalten in wässrigen Systemen	65
5.2.3	Toxizität und Grenzwerte	66
5.2.4	Verwendung in technischen Produkten	67
5.2.5	Anthropogene Belastungen	68
5.3	Zink	69
5.3.1	Natürliches Vorkommen und Häufigkeit	69
5.3.2	Verhalten in wässrigen Systemen	71
5.3.3	Toxizität und Grenzwerte	71
5.3.4	Verwendung in technischen Produkten	72
5.3.5	Anthropogene Belastungen	73

6	Untersuchungsobjekte	75
7	Untersuchungs- und Meßergebnisse.....	79
7.1	Trennung der Schlacke in Fraktionen	79
7.2	Mineralogische Untersuchungen	81
7.2.1	Fraktionen	81
7.2.1.1	Kupfer-, Blei-, Zinkverbindungen.....	91
7.2.1.2	Mineralische Hauptbestandteile	94
7.2.2	Partikel	104
7.2.2.1	Intergefüge	104
7.2.2.2	Oberflächen	114
7.2.3	Phasen	119
7.2.3.1	Phasen von Kupfer, Blei und Zink.....	123
7.2.3.2	Silikatische Phasen und Glas.....	129
7.2.3.3	Oxidische Phasen	135
7.2.3.4	Schwefel-, Phosphor-, Chlor- und Kohlenstoffphasen.....	140
7.2.3.5	Metallische Phasen	144
7.3	Chemische Untersuchungen	147
7.3.1	Fraktionen	147
7.3.1.1	Kupfer, Blei und Zink	152
7.3.1.2	Hauptkomponenten.....	153
7.3.1.3	Spurenkomponenten	154
7.3.2	Partikel	158
7.3.2.1	Kupfer, Blei und Zink	159
7.3.2.2	Die Verteilung der Hauptkomponenten.....	162
7.3.2.3	Die Korrelation der Hauptkomponenten.....	170
7.3.3	Phasen	175
7.3.3.1	Kupfer-, Blei- und Zinkphasen.....	176
7.3.3.2	Hauptphasen.....	183
7.3.3.3	Mobilisierbare Phasen.....	225
8	Interpretation der Ergebnisse.....	232
8.1	Trennung in Fraktionen.....	232
8.1.1	Korngrößenzerlegung	232
8.1.2	Magnetische Trennung	233
8.1.3	Dichtentrennung	233
8.1.4	Schlämmung	234

8.2	Chemie und Mineralogie der Fraktionen	234
8.3	Bilanzierung	244
8.3.1	Mineralische Hauptkomponenten	244
8.3.2	Schwermetalle	245
9	Aussagen zur Schlackequalität	248
10	Literaturverzeichnis	252