

ESTER

Reduzierung der Mobilisierbarkeit von Schwermetallen in Untertagedeponien

Entwicklung einfacher
Strategien

Horst-Jürgen Herbert
Christian Reichelt

November 2009

Anmerkung:

Die diesem Bericht zugrunde-
liegenden Arbeiten wurden mit
Mitteln des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung
(BMBF) unter dem Förderkenn-
zeichen 02 C 0973 gefördert.

Die Arbeiten wurden von der
Gesellschaft für Anlagen- und
Reaktorsicherheit (GRS) mbH
durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt
dieser Veröffentlichung liegt allein
bei den Autoren.

Deskriptoren:

Auslaugung, Chemische Analyse, Geochemische Modellierung, Mobilisierbarkeit, Schadstoff-freisetzung, Schwermetalle, Zuschlagstoffe

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Untersuchungen zur Schadstoffmobilisierung aus Abfällen.....	5
2.2	Bedeutung langsamer Freisetzungprozesse	6
2.3	Minimierung der Schadstofffreisetzung	9
3	Methodik	13
3.1	Experimentelle Methoden - Elutionsversuche zur Untersuchung langsamer Schadstofffreisetzungen	13
3.1.1	ELISA-Versuche	13
3.1.2	Batch-Versuche	16
3.2	Analytische Methoden	16
3.2.1	Aufschlussmethoden	16
3.2.2	Chemische Analyse	17
3.2.3	Titration	17
3.2.4	Röntgenographische Phasenanalyse.....	17
3.3	Geochemische Modellrechnungen.....	17
3.3.1	Datenbasis.....	19
3.3.2	Datenbasis zur Berechnung komplexer SiAl-Systeme in salinaren Lösungen.....	25
3.3.3	Geochemische Modellierung mit EQ3/6.....	27
3.4	Modellierung der Reaktionen der Abfälle mit IP21-Lösung.....	27
3.5	Praktische Vorgehensweise.....	28
4	Materialien	29
4.1	Feststoffe.....	29
4.2	Lösungen.....	31
5	Durchgeführte Arbeiten	33
5.1	AP 1 - Schadstoffmobilisierung unter Normalbedingungen	33
5.1.1	AS 1.1 - Experimentelle Untersuchungen zur Schadstoffmobilisierung	33

5.1.2	AS 1.2 - Geochemische Modellrechnungen zur Schadstofffreisetzung	35
5.2	AP 2 - Entwicklung von Strategien zur Minimierung des Quellterms	35
5.3	AP 3 - Überprüfung der verringerten Schadstoffmobilisierung.....	36
5.3.1	Versuche zur Quantifizierung des pH-Einflusses auf die Schwermetallmobilisierung	36
5.3.2	Versuche zur Reduzierung der Schwermetallmobilisierung durch Mischen von Abfällen.....	36
6	Ergebnisse	39
6.1	Reaktion der Flugasche CA528 mit IP21-Lösung.....	39
6.1.1	CA528 - Lisa-Versuche.....	39
6.1.2	CA528 - Batch-Versuche	48
6.1.3	CA528 - Vergleich der Ergebnisse aus LISA- und Batch-Versuchen.....	54
6.1.4	CA528 - Geochemische Modellierung und Vergleich mit Experimenten...	56
6.1.5	Ableitbare Aussagen aus der Anpassung der geochemischen Modellierung an die experimentellen Ergebnisse	66
6.2	Reaktion des Filterstaubs CA539 mit IP21-Lösung	68
6.2.1	CA539 - Lisa-Versuche.....	68
6.2.2	CA539 - Batch-Versuche	77
6.2.3	CA539 - Vergleich der Ergebnisse aus LISA- und Batch-Versuchen.....	83
6.2.4	CA539 - Geochemische Modellierung und Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.....	85
6.2.5	Ableitbare Aussagen aus der Anpassung der geochemischen Modellierung an die experimentellen Ergebnisse	93
6.3	Reaktion des Filterstaubs CA606 mit IP21-Lösung	94
6.3.1	CA606 - Lisa-Versuche.....	94
6.3.2	CA606 - Batch-Versuche	103
6.3.3	CA606 - Vergleich der Ergebnisse aus LISA- und Batch-Versuchen.....	109
6.3.4	CA606 - Geochemische Modellierung und Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.....	111
6.3.5	Ableitbare Aussagen aus der Anpassung der geochemischen Modellierung an die experimentellen Ergebnisse	119
6.4	Reaktion MVA-Schlacke CA608 mit IP21-Lösung.....	120

6.4.1	CA608 - Lisa-Versuch.....	120
6.4.2	CA608 - Batch- Versuche	128
6.4.3	CA608 - Vergleich der Ergebnisse aus LISA- und Batch-Versuchen.....	134
6.4.4	CA608 - Geochemische Modellierung und vergleich mit experimentellen Ergebnissen.....	136
6.4.5	Ableitbare Aussagen aus der Anpassung der geochemischen Modellierung an die experimentellen Ergebnisse	144
6.5	Veränderungen der Schwermetalllöslichkeiten mit dem pH-Wert.....	145
6.5.1	Batchversuche mit CA528 mit NaOH-Zugabe.....	146
6.5.2	Batch-Versuche mit Mischungen aus CA528 und CA400	147
6.5.3	Schlussfolgerungen	149
7	Zusammenfassung	151
	Literatur	155
	Abbildungsverzeichnis.....	159
	Tabellenverzeichnis.....	171
	Abkürzungsverzeichnis.....	175
	Verzeichnis der Salzminerale und Zementphasen	177