

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 15

Umwelttechnik

Dipl.-Ing. Lars Sommerfeld,
Berlin

Nr. 247

Zur Behandlung
feinkörniger
mit polycyclischen
aromatischen
Kohlenwasserstoffen
belasteter Reststoffe
aus der Bodenwäsche

VDI Verlag

HLuHB Darmstadt



15738537

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Bodenaufbau, Bodenkontaminationen und Verfahren zur Bodenreinigung	2
2.1 Bodenaufbau	2
2.2 Bodenkontaminationen und deren Eigenschaften	5
2.3 Grundlegendes über Bodenreinigungsverfahren	6
2.3.1 Mechanische Reinigungsverfahren	7
2.3.1.1 Die Bodenwäsche	7
2.3.1.2 Die Flotation	8
2.3.2 Biologische Reinigungsverfahren	16
2.3.2.1 Grundlagen des biologischen Abbaus von PAK	16
2.3.2.2 Verfahren zur biologischen Behandlung von Böden	18
2.3.2.3 Problematik der mangelnden Bioverfügbarkeit	22
2.3.2.4 Verfahren zur Erhöhung der Bioverfügbarkeit	24
2.3.3 Chemisch-physikalische Verfahren	31
2.3.3.1 Reaktion des Ozons	32
2.3.3.2 Anwendungsbeispiele in der Bodensanierung	33
2.4 Gesetzliche Regelungen	34
3 Zielsetzung	37
4 Material und Methoden	38
4.1 Versuchsanlagen	38
4.1.1 Aufbau der Flotationszellen	38
4.1.2 Anlage zur Untersuchung des biologischen Abbaus	39
4.1.3 Reaktor zur Ultraschallbehandlung	40
4.1.4 Versuchsanlage für die Ozonungsversuche	41
4.2 Untersuchte Stoffsysteme	42
4.2.1 Öl/Wasser-Emulsion	42
4.2.2 Feinkorn	43
4.2.3 Verwendete Tenside und Flotationshilfsmittel	44

4.3	Messverfahren	44
4.3.1	Probenaufbereitung	44
4.3.2	Bestimmung von Dodecan	45
4.3.3	Bestimmung der EPA-PAK	45
4.3.4	Bestimmung der Cyclohexan extrahierbaren Stoffe	47
4.3.5	Bestimmung der Proteinkonzentration	47
4.3.6	Bestimmung des organischen Kohlenstoffs	48
4.3.7	Bestimmung des organischen Trockenstoffs	48
4.3.8	Bestimmung der Sauerstoff- und Kohlendioxid- konzentration	48
5	Untersuchung zur pneumatischen Flotation	49
5.1	Ergebnisse der Flotationsversuche im Labormaßstab	49
5.1.1	Variation der Leerrohrgeschwindigkeit	49
5.1.2	Variation der Flotationszeit	50
5.1.3	Variation des Tensidgehaltes	51
5.1.4	Variation des Tensides	52
5.1.5	Einfluss des pH-Werts und des Flotationshilfsmittels Montanol 531	54
5.1.6	Schlussfolgerungen	58
5.2	Flotationsversuche in einer Pilotanlage	58
5.2.1	Vergleichende Versuche mit der 26 L-Flotationszelle und dem Feinkorn 96-3/FK	58
5.2.2	Parameteroptimierung nach Taguchi	61
5.2.3	Flotation im Batch-Betrieb, Optimierungsversuche im Pilotmaßstab nach Taguchi	64
5.3	Ergebnisse der biologischen Nachreinigung	72
5.3.1	Abbauversuche mit dem Feinkorn 96-3/FK	72
5.3.2	Abbauversuche mit dem Feinkorn 97-11/FK	73
5.3.3	Abbauversuch mit nicht flotiertem und flotiertem Feinkorn 98-1/FK	74
5.3.4	Schlussbetrachtung	75
6	Überwachung der biologischen Feinkornreinigung im belüfteten Rühr- reaktor mit Abluftanalyse	76
6.1	Modellierung des Schadstoffabbaus durch Kohlenstoff- und Sauerstoffbilanzierung mit Hilfe der Abgasanalyse	76
6.2	Erprobung des Modells	81

6.2.1 Biologischer Abbau von emulgiertem Dodecan mit Abgasanalyse zur Erprobung des Modells	81
6.2.2 Übertragung des Modells auf Feinkornsuspensionen	83
6.3 Untersuchungen zur Erhöhung der Bioverfügbarkeit	88
6.3.1 Vorbemerkungen	88
6.3.2 Biologischer Abbau ohne Vorbehandlung	89
6.3.3 Biologischer Abbau nach Zugabe von Tensiden	90
6.3.4 Biologischer Abbau nach Ultraschallbehandlung	92
6.3.5 Biologischer Abbau nach Kombination von Tensidapplikation und Ultraschallbehandlung	94
6.3.6 Oxidative Vorbehandlung mit Ozon	95
6.3.6.1 Vorgehensweise	96
6.3.6.2 Ergebnisse zur chemischen Oxidation mit Ozon	97
6.3.6.3 Ergebnisse zum biologischen Abbau nach erfolgter Ozonung	100
7 Zusammenfassung und Ausblick	102

Anhang

Literaturverzeichnis