

W. A. R. - Bibliothek  
Inv.-Nr. D 20012

10 ISWW 112

Johannes Kraus

## Herstellung von Leichtzuschlagstoffen aus Klärschlamm

**INSTITUT WAR — Bibliothek —**  
Wasserversorgung, Abwassertechnik  
Abfalltechnik und Raumplanung  
Technische Universität Darmstadt  
Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt  
TEL. 0 61 51/16 36 59 + 16 27 48  
FAX 0 61 51/16 37 58

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>Klärschlamm</b>	<b>29</b>
2.1	Entstehung und Eigenschaften	29
2.2	Klärschlammaufkommen	32
<b>3</b>	<b>Klärschlamm Entsorgung und -verwertung</b>	<b>34</b>
3.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen	35
3.1.1	Wasserseitige Gesetzgebung	36
3.1.2	Abfallrechtliche Gesetze	37
3.1.3	Bundes-Immissionsschutzgesetz	38
3.2	Klärschlamm Entsorgung nach dem Stand der Technik	38
3.2.1	Deponierung	41
3.2.2	Landbau	43
3.2.2.1	Landwirtschaftliche Verwertung	43
3.2.2.2	Kompostierung	45
3.2.2.3	Rekultivierungsmaßnahmen	47
3.2.3	Verbrennung	48
3.2.3.1	Verfahren	49
3.2.3.2	Rauchgasreinigung	52
3.3	Übersicht über alternative Verfahren der Klärschlammbehandlung	63
3.3.1	Nasse Verfahren	63
3.3.1.1	Hydrolyse	63
3.3.1.2	Na <sub>2</sub> Oxidation	64
3.3.2	Thermische Verwertung	67
3.3.2.1	Co-Verbrennung im Kraftwerk	67
3.3.2.2	Vergasung	68
3.3.2.3	Pyrolyse	71
3.3.3	Stoffliche Verwertung	78
3.3.3.1	Zementindustrie	78
3.3.3.2	Asphaltindustrie	83
3.3.3.3	Einsatz in der Grobkeramikindustrie	85
3.3.3.4	Zusatzstoff zur Blähtonherstellung	92

<b>4</b>	<b>Baustoffe</b> .....	<b>94</b>
4.1	Charakteristik.....	94
4.2	Baustoffmarkt .....	95
4.3	Leichtzuschlagherstellung .....	98
4.3.1	Verfahren .....	98
4.3.2	Blähvoraussetzungen.....	99
4.3.3	Blähkurven.....	103
<b>5</b>	<b>Das Verfahren <i>PORODUR</i></b> .....	<b>105</b>
5.1	Verwertung mineralischer Reststoffe .....	105
5.2	Prozeßbeschreibung.....	111
5.3	Verfahrensvergleich.....	117
5.4	Energie- und Massenbilanz .....	122
5.4.1	Mischen.....	124
5.4.2	Trockner.....	125
5.4.3	Formgebung.....	128
5.4.4	Pyrolyse .....	129
5.4.5	Brennen .....	136
5.4.5.1	Oxidierender Brand.....	143
5.4.5.2	Reduzierender Brand.....	145
5.4.6	Kühlen.....	150
5.4.7	Rauchgas-Entstaubung.....	151
5.4.8	Nachverbrennung.....	152
5.4.9	Rauchgas-Reinigung.....	156
5.5	Simulationsrechnung .....	157
5.5.1	Eingangsgrößen.....	157
5.5.2	Simulationsergebnisse.....	162
<b>6</b>	<b>Herstellung von Leichtzuschlagstoffen nach dem <i>PORODUR</i>-Verfahren</b> ....	<b>174</b>
6.1	Einflußgrößen .....	174
6.2	Rohstoffcharakteristik .....	175
6.2.1	Klärschlamm .....	176
6.2.2	Zusatzstoffe .....	177

6.3	Formgebung .....	181
6.4	Brennregime .....	193
6.4.1	Wertung / Brennfehler .....	194
6.4.2	Vorversuche im Kammerofen.....	196
6.4.2.1	Brennversuche - Vimbuch.....	196
6.4.2.2	Brennversuche - Sasbachried.....	197
6.4.2.3	Brennversuche - Karlsruhe .....	198
6.4.3	Brennversuche im Rohrofen .....	200
6.4.3.1	Brennkurven .....	202
6.4.3.2	Einfluß von Brenntemperatur und -dauer.....	209
6.4.3.3	Pyrolyse .....	213
6.4.3.4	Einfluß der Grünlings-Geometrie .....	220
6.4.3.5	Einsatz verschiedener Klärschlämme .....	221
6.4.3.6	Auswirkung von Zusatzstoffen .....	231
6.4.4	Feuerfestmaterial .....	235
6.5	Versuchsergebnisse .....	242
6.5.1	Bauphysikalische Kenngrößen.....	242
6.5.2	Chemisch-analytische Kenngrößen .....	247
6.5.2.1	Feststoffe .....	247
6.5.2.2	Eluat.....	256
<b>7</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>263</b>
7.1	Steinherstellung .....	263
7.2	Wirtschaftlichkeit.....	265
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>273</b>
<b>9</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>278</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>300</b>
10.1	Keramische Rohstoffe und Klärschlamm.....	300
10.1.1	Keramische Rohstoffe .....	300
10.1.2	Klärschlamm .....	301
10.2	Klärschlammzusatz bei der Ziegelproduktion .....	302
10.3	Ergänzungen zur Simulation.....	303

10.3.1 $c_p$ -Werte .....	303
10.3.2 Simulationsergebnisse .....	305
1) <i>PORODUR</i> - für den Fall $\lambda > 1$ (unter ansonsten identischen Bedingungen) .....	305
2) Blähton .....	309
<b>Schriftenreihe .....</b>	<b>316</b>