

Ing. Civ. Qui., M. Sc. Christian Bornhardt, Berlin

# **Untersuchungen zur Entfernung halogenorganischer Verbindun- gen (HOV) durch Pulverkohlen im Belebungsverfahren**

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **165**

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Symbolverzeichnis und Abkürzungen</b>	<b>VIII</b>
	<b>Abstract</b>	<b>X</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
	1.1 Allgemeines und Begriffsdefinitionen	1
	1.2 Die Wasserproblematik im Raum Berlin	3
	1.3 Aufgabenstellung	5
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Literaturübersicht</b>	<b>7</b>
	2.1 Halogenorganische Verbindungen im Wasser	7
	2.1.1 Allgemeines	7
	2.1.2 AOX in Gewässern	8
	2.1.3 Herkunftsbereiche des AOX	10
	2.1.3.1 Industrie und Gewerbe	10
	2.1.3.2 Häusliches Abwasser	13
	2.1.4 AOX-Elimination in der Kläranlage	14
	2.2 Adsorption an Kohleprodukten	19
	2.2.1 Einzelstoffe	19
	2.2.2 Mehrstoffgemische: Konkurrierende Adsorption	20
	2.3 Einsatz von Kohleprodukten zur Abwasserreinigung	21
	2.3.1 Vor- oder nachgeschaltete Filtration	21
	2.3.2 Simultaner Einsatz von Pulveraktivkohle im Belebtschlammverfahren	22
	2.3.2.1 Modellvorstellungen zum Wirkungsmechanismus	22
	2.3.2.2 Mathematische Modelle	27
	2.3.3 Anwendungsbeispiele mit nicht aktivierten Kohleprodukten	29
<b>3</b>	<b>Experimentelle Durchführung</b>	<b>31</b>
	3.1 Analytische Bestimmung der Parameter	31
	3.1.1 AOX-Bestimmung	31
	3.1.1.1 Gesamt-AOX	31
	3.1.1.2 AOX-Differenzierungsmethode	32
	3.1.2 Organische Summenparameter, Nährstoffe und Salze	32
	3.1.3 Physikalische Schlammparameter	33
	3.1.4 Biomassebestimmung in PAK/Belebtschlammssystemen	33
	3.2 Beschreibung der Versuchseinrichtungen und -durchführung	35
	3.3 Adsorptionsversuche	38
	3.3.1 Charakterisierung der eingesetzten Kohlen	38

	3.3.1.1	Phenol-Aufnahmevermögen	38
	3.3.1.2	Iodzahl	40
	3.3.2	Adsorptionsanalyse / Adsorbierbarkeit	41
3.4		Begleitende Untersuchungen: Belebtschlammaktivität	42
3.5		Statistische Methoden	43
<b>4</b>		<b>Ergebnisse zum Betrieb der Versuchsanlage: Vergleich mit dem Klärwerk Berlin-Ruhleben</b>	<b>44</b>
4.1		Betriebsparameter und Klärleistung	44
4.2		Statistische Auswertung der Wochen- und Jahresganglinien	44
	4.2.1	Nährstoffe (N, P und C)	45
	4.2.2	Korrelation zwischen Summenparametern	48
	4.2.3	AOX-Fraktionen	53
4.3		AOX-Bilanz im Klärwerk	57
<b>5</b>		<b>Ergebnisse zu den Adsorptionsversuchen</b>	<b>59</b>
5.1		Adsorption von organischen Abwasserinhaltsstoffen an unterschiedlichen Kohlen	59
5.2		Beurteilung der Adsorbierbarkeit von unterschiedlich behandelten Abwässern	61
	5.2.1	Gesamt-DOC	61
	5.2.2	AOX-Fraktionen	67
	5.2.3	Korrelation zwischen Summenparametern	76
5.3		Begleitende Untersuchungen zur Adsorption	77
	5.3.1	Beurteilung von Verdrängungseffekten: Stufenweise Beladung der Aktivkohle	77
	5.3.2	Konkurrenzeffekte durch die Bedingungen im Belebungsbecken	81
	5.3.3	Kinetik der Adsorption an Aktivkohle	82
<b>6</b>		<b>Ergebnisse zur Behandlung mit Pulverkohle</b>	<b>86</b>
6.1		Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einsatz von Pulverkohlen im Klärwerk Berlin-Ruhleben	86
6.2		AOX-Entfernung in der Pilotanlage	87
	6.2.1	Simultane Kohlezugabe (PACT)	88
	6.2.2	Nachgeschaltete Kohlebehandlung	91
	6.2.2.1	Ohne Kohlerückführung	91
	6.2.2.2	Teilstrom-Nachbehandlung mit Kohlerückführung	94
6.3		Einfluß der Kohlezugabe auf die anderen Parameter	97
	6.3.1	DOC und Nährstoffe	97
	6.3.2	Schlammparameter	98
6.4		Modellberechnungen	100
6.5		Einfluß der Kohlezugabe auf die Schlammaktivität	105

6.5.1	Kohlenstoffabbau	105
6.5.2	Dynamik der Phosphorentfernung	107
6.5.3	Dynamik der Stickstoffentfernung	110
6.5.3.1	Nitrifikation	110
6.5.3.2	Denitrifikation	112
<b>7</b>	<b>Zusammenfassende Diskussion und Schlußfolgerungen</b>	<b>114</b>
7.1	Problematik und Aufgabenstellung	114
7.2	Herkunft und Charakterisierung des AOX	114
7.3	Adsorbierbarkeit der Gruppenparameter DOC und AOX	116
7.4	Wirkungsmechanismus des PACT-Verfahrens	117
7.5	Simultane Pulverkohlebehandlung	119
7.6	Sequentielle Aktivkohlebehandlung	120
7.7	Fazit	121
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>122</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>124</b>
9.1	Tabellen	124
9.2	Bilder	132
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>135</b>