

02

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSINSTITUT FÜR INDUSTRIE- UND
SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT SOWIE ABFALLWIRTSCHAFT E.V. STUTT GART

Uwe Menzel

1 →

**Optimierter Einsatz von
Pulveraktivkohle zur Elimination
organischer Reststoffe aus
Kläranlagenabläufen**

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

	Verzeichnis der Abbildungen	11
	Verzeichnis der Tabellen.....	17
	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen.....	20
1	EINLEITUNG	25
2	HISTORISCHER RÜCKBLICK.....	27
3	AKTIVKOHLE.....	28
3.1	Definition und Aufbau.....	28
3.2	Herstellung	28
3.3	Porengröße, Porenverteilung und innere Oberfläche.....	31
4	ADSORPTION	34
4.1	Begriffsdefinitionen	34
4.2	Bindungsfestigkeit.....	35
4.2.1	Physisorption.....	35
4.2.2	Chemisorption.....	36
4.2.3	Wasserstoffbrückenbindung	36
4.3	Adsorptionsgleichgewicht	37
4.3.1	Adsorptionsisothermen	37
4.3.2	Adsorptionsgleichgewichte bei Mehrstoffgemischen.....	42
4.4	Einflußfaktoren.....	43
4.5	Adsorptionskinetik.....	44
5	VERFAHRESENTWICKLUNG UNTER BESONDERER BERÜCK- SICHTIGUNG DER ABWASSERENTFÄRBUNG AM BEISPIEL DER TEXTILVEREDELUNGSINDUSTRIE (TVI)	47
5.1	Einführung.....	47
5.2	Abwässer der TVI.....	47
5.2.1	Bearbeitungsschritte und Abwasserbelastung der TVI	47

	Seite	
5.2.2	Farbstoffe.....	52
5.2.2.1	Reaktivfarbstoffe.....	55
5.2.2.2	Farbmessung.....	59
5.2.2.3	Abwasserbelastung durch Farbstoffe.....	61
5.2.2.4	Biologische Abbaubarkeit von Textilfarbstoffen.....	62
5.2.3	Wasserrechtliche Grundlagen.....	64
5.3	Verfahren zur Abwasserentfärbung.....	67
5.3.1	Biologische Verfahren.....	67
5.3.2	Physikalisch-chemische Verfahren.....	69
5.3.3	Bewertung der Verfahren bezüglich der Abwasserentfärbung in kommunalen Kläranlagen.....	70
5.4	Festlegung des Reinigungsverfahrens.....	72
5.4.1	Einbindung der Adsorptionsstufe.....	73
5.4.2	Abtrennung der Pulveraktivkohle (PAK) durch Flockungsfiltration.....	76
5.4.3	Verfahrensvorschlag: Adsorptions-Flockungs-Filtrationsverfahren (AFF-Verfahren).....	81
5.5	Verfahrenserprobung am Beispiel der kommunalen Kläranlage A mit hohem Abwasseranteil aus der TVI - Anwendungsfall 1.....	83
5.5.1	Beschreibung der Kläranlage A.....	83
5.5.2	Verfahrensschema der Kläranlage A.....	84
5.6	Halbtechnische Langzeitversuche.....	86
5.6.1	Beschreibung der Versuchsanlage.....	86
5.6.2	Versuchsprogramm und Versuchsdurchführung.....	89
5.6.3	Probenahme und Analytik.....	91
5.6.4	Versuchsergebnisse.....	92
5.6.4.1	Entfärbungswirkung.....	92
5.6.4.2	Entnahme von Abfiltrierbaren Stoffen (AFS).....	95
5.6.4.3	CSB-Elimination.....	96
5.6.4.4	Auswirkungen auf weitere Abwasserkenngößen.....	98
5.6.4.5	Spezifische Beladungen der Pulverkohle.....	99
5.6.4.6	Filterbetrieb.....	100
5.7	Zusammenfassende Bewertung.....	104

6	VERFAHRENSÜBERPRÜFUNG UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER ENTNAHME HALOGENOR- GANISCHER VERBINDUNGEN (HOV).....	106
6.1	Einführung	106
6.2	Charakterisierung der HOV	107
6.2.1	Bindungsfestigkeit und Stabilität der HOV	107
6.2.2	Summenparameter AOX, EOX und POX.....	108
6.3	Adsorbierbarkeit und Ökotoxizität	111
6.4	Halbtechnische Versuche	114
6.4.1	Versuchsprogramm und Versuchsdurchführung.....	114
6.4.2	Versuchsergebnisse.....	116
6.4.2.1	AOX-Elimination.....	117
6.4.2.2	Rückhalt von AFS und CSB.....	118
6.4.2.3	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	121
6.4.2.4	Filterbetrieb	122
6.4.3	Konsequenzen der Versuchsergebnisse für die Bemessung einer Filteranlage	127
6.5	Halbtechnische Sedimentationsversuche	129
6.5.1	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung	129
6.5.2	Versuchsergebnisse.....	130
6.5.2.1	Feststoffabscheidung in der Sedimentation.....	130
6.5.2.2	Feststoffabscheidung im Filter	131
6.5.2.3	Filterbetrieb	132
6.6	Zusammenfassung	134
7	GROBTECHNISCHE REALISIERUNG.....	138
7.1	Verfahrenstechnische Umsetzung	138
7.2	Ergebnisse des großtechnischen Anlagenbetriebs.....	143
7.2.1	Entfärbungswirkung	144
7.2.2	Entnahme von AFS.....	147
7.2.3	CSB-Elimination.....	148
7.2.4	Phosphorelimination	149
7.2.5	Spezifische Beladung der Pulverkohle mit Farbstoffen.....	150
7.2.6	Abscheidewirkung der Sedimentation.....	152
7.2.7	Filterbetrieb	153

8	OPTIMIERUNG DER PAK-EINSATZMENGE	156
8.1	Rückführung teilbeladener PAK in den biologischen Anlagenteil ..	156
8.1.1	Auswirkungen des Pulverkohle-Belebtschlamm-Verfahrens -Literaturlauswertung	157
8.1.2	Laborversuche	158
8.1.3	Einsparung von PAK	164
8.1.4	Auswirkungen der PAK-Rückführung im großtechnischen Anlagen- betrieb	169
8.1.4.1	Nitrifikation	169
8.1.4.2	CSB-Elimination	170
8.1.4.3	Phosphor-Elimination	171
8.1.4.4	Durchsichtsfarbzahl (DFZ)	172
8.1.4.5	Schlammvolumenindex	174
8.1.4.6	Feststoffgehalt	175
8.1.4.7	Klärschlammbehandlung und Schlammanfall	176
8.2	Rückführung teilbeladener PAK in den Adsorptionsreaktor - Mehrfachbeladung von Pulveraktivkohle	179
8.2.1	Versuche zur Adsorptionskinetik	180
8.2.2	Laborversuche zur Mehrfachbeladung von PAK im Batchbetrieb	185
8.2.3	Laborversuche zur Mehrfachbeladung von PAK im kontinuierlichen Betrieb	194
8.2.4	Halbtechnische Versuche zur Mehrfachbeladung von PAK im kontinuierlichen Betrieb mit Ausschleusung	203
8.2.5	Halbtechnische Versuche zur Mehrfachbeladung von PAK im kontinuierlichen Betrieb ohne Ausschleusung	211
8.2.6	Bewertung	217
9	ZUSAMMENFASSUNG	219
10	LITERATUR	222
11	ANHANG Verzeichnis aus der Schriftenreihe Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft	239