

2735 - 999 6

# Wasserreinigung mit Pflanzen

Von Friedrich Wissing

34 Farbfotos auf Tafeln

140 Schwarzweißfotos und Zeichnungen

23 Tabellen



# Inhalt

			7	
Vorwort . . . . .	5	3.1.1	Sauerstoffversorgung von Sumpfpflanzen . . . . .	40
<b>1 Ein kurzer Abriß der Kulturgeschichte des Wassers . . . . .</b>	<b>10</b>	3.1.2	Struktur und Aktivität der Bakterienflora in Pflanzen-kläranlagen . . . . .	42
1.1 Wasser wird zu Abwasser . . . . .	10	3.2	Repositions pflanzen . . . . .	47
1.2 Selbstreinigung . . . . .	14	3.2.1	Botanik der helophytischen Repositions pflanzen . . . . .	47
1.3 Frühe Abwasserbehandlung . . . . .	16	3.2.1.1	Wurzeln der Sumpfpflanzen . . . . .	48
<b>2 Grundlagen der Abwasserbehandlung . . . . .</b>	<b>17</b>	3.2.2	Ökologie der helophytischen Repositions pflanzen . . . . .	52
2.1 Abwasserinhaltsstoffe . . . . .	17	3.2.3	Die Sukzession der Heliophyten in Pflanzenkläranlagen . . . . .	55
2.1.1 Organische Verbindungen . . . . .	17	3.2.4	Der ökonomische Wert von helophytischen Repositions pflanzen . . . . .	55
2.1.1.1 Abbaubarkeit . . . . .	20	3.3	Monokotyle helophytische Repositions pflanzen . . . . .	56
2.1.2 Anorganische Verbindungen . . . . .	20	3.3.1	Die Gräser . . . . .	56
2.1.2.1 Stickstoffverbindungen . . . . .	21	3.3.1.1	Das Schilf . . . . .	56
2.1.2.2 Phosphorverbindungen . . . . .	24	3.3.1.2	Das Pfahlrohr . . . . .	59
2.1.2.3 Schwefelverbindungen . . . . .	24	3.3.1.3	Das Rohrglanzgras . . . . .	60
2.1.2.4 Salze . . . . .	24	3.3.1.4	Der Schwaden . . . . .	60
2.1.2.5 Andere anorganische Verbindungen . . . . .	25	3.3.2	Die Binsenähnlichen . . . . .	61
2.2 Reinigungsverfahren . . . . .	25	3.3.2.1	Die Teichbinse . . . . .	61
2.2.1 Mechanische Verfahren . . . . .	25	3.3.3	Die Seggen . . . . .	63
2.2.2 Chemische Verfahren . . . . .	25	3.3.4	Andere monokotyle helophytische Repositions pflanzen . . . . .	64
2.2.3 Biologische Verfahren . . . . .	27	3.3.4.1	Der breitblättrige Rohrkolben . . . . .	66
2.2.3.1 Anaerobe Verfahren (Faulverfahren) . . . . .	28	3.3.4.2	Der Kalmus . . . . .	69
2.2.3.2 Aerobe Verfahren . . . . .	30	3.3.4.3	Die Sumpfschwertlilie . . . . .	69
2.2.3.3 Klärschlamm . . . . .	31	3.4	Dikotyle helophytische Repositions pflanzen . . . . .	70
2.2.3.4 Weitergehende Reinigung . . . . .	34	3.5	Wasser pflanzen (Hydrophyten) . . . . .	70
2.2.4 Naturnahe Reinigungsverfahren . . . . .	34	3.5.1	Freischwimmende Hydrophyten . . . . .	70
2.2.4.1 Landwirtschaftliche Abwasser verwertung . . . . .	36	3.5.2	Submerse Hydrophyten . . . . .	71
2.2.4.2 Landbehandlungsverfahren . . . . .	37	3.6	Vegetative Vermehrung helophytischer Repositions pflanzen . . . . .	74
2.2.4.3 Abwasserteiche . . . . .	37			
<b>3 Pflanzen in der Wasserreinigung . . . . .</b>	<b>39</b>			
3.1 Die Rolle der Pflanzen bei der Abwasserreinigung in Pflanzenkläranlagen (K. HOFMANN) . . . . .	39			

<b>4</b>	<b>Entwicklung von Pflanzen- kläranlagen . . . . .</b>	<b>75</b>	<b>5.3.2</b>	Weitergehende Reinigung in Pflanzenkläranlagen . . . . .	105
4.1	Erste Erfahrungen im Bau von Pflanzenkläranlagen . . . . .	76	5.3.2.1	Stickstoffelimination . . . . .	105
4.2	Frühe Entwicklungen im Bau von Pflanzenkläran- lagen . . . . .	77	5.3.2.2	Phosphorelimination . . . . .	107
4.3	Weitere Entwicklungen im Bau von Pflanzenkläran- lagen . . . . .	80	5.3.3	Keimzahlverminderung . . . . .	109
4.3.1	Bepflanzte Teichanlagen . . . . .	81	5.3.3.1	Verhalten hygienisch relevanter Bakterien in Pflanzenkläranlagen (K. HOFMANN) . . . . .	109
4.3.2	Hydroponik . . . . .	82	5.3.4	Abbau von Schadstoffen . . . . .	111
4.3.3	Bepflanzte Bodenfilter . . . . .	83	5.3.4.1	Abbau organischer Schad- stoffe . . . . .	112
4.3.4	Intermittierende Beschickung . . . . .	84	5.3.4.2	Abbau und Akkumulation anorganischer Schadstoffe . . . . .	112
4.3.5	Bodenfilter mit vertikalem Durchfluß . . . . .	86	5.4	Kontrolle und Pflegemaß- nahmen bei Pflanzen- kläranlagen . . . . .	115
4.3.6	Hybridanlagen . . . . .	87	5.4.1	Kontrolle der Funktion von Pflanzenkläranlagen . . . . .	115
4.4	Systeme, Typen und Varianten von Pflanzen- kläranlagen . . . . .	88	5.4.2	Pflege von Pflanzenkläran- lagen . . . . .	116
4.4.1	Definition von Pflanzen- kläranlagen . . . . .	88	5.5	Lebensdauer . . . . .	119
			5.6	Bemessung von Pflanzen- kläranlagen . . . . .	120
<b>5</b>	<b>Leistungsfähigkeit von Pflanzenkläranlagen . . . . .</b>	<b>92</b>	<b>6</b>	<b>Einsatz von Repositions- pflanzen in Pflanzenklä- ranlagen . . . . .</b>	<b>121</b>
5.1	Belastungsparameter von Pflanzenkläranlagen . . . . .	92	6.1	Regen- und Oberflächen- wasser . . . . .	121
5.1.1	Hydraulische Belastung . . . . .	92	6.1.1	Abfluß von versiegelten Flächen . . . . .	122
5.1.1.1	Physikalische Kenngrößen von Böden . . . . .	92	6.1.1.1	Regenwasser in Pflanzen- kläranlagen . . . . .	122
5.1.1.2	Chemische Zusam- men- setzung von Böden . . . . .	95	6.1.1.2	Brauchwasseraufbereitung . . . . .	122
5.1.2	Biologische Belastung . . . . .	96	6.1.1.3	Oberflächenwasser- reinigung . . . . .	124
5.1.2.1	Kolmation durch Wurzel- wachstum . . . . .	96	6.1.1.4	Mischwasserführung . . . . .	124
5.1.2.2	Offenhaltung vertikal durchströmter Filter . . . . .	97	6.1.2	Abfluß von extensiv gestalteten Landschaften . . . . .	125
5.1.2.3	Kolmation in horizontal durchströmten Pflanzen- becken . . . . .	98	6.1.2.1	Fließgewässerrückbau . . . . .	125
5.1.3	Aufbau von Böden in Pflanzenkläranlagen . . . . .	99	6.1.2.2	Offene Regen- und Hoch- wasserrückhaltung . . . . .	127
5.2	Ökologische Einflußpara- meter . . . . .	100	6.1.2.3	Weiträumige Hochwasser- retentionsgebiete . . . . .	128
5.2.1	Verdunstung . . . . .	100	6.1.3	Abfluß von intensiv gestal- ten Landschaften . . . . .	129
5.2.2	Winterbetrieb . . . . .	101	6.1.3.1	Naturnahe Badegewässer . . . . .	129
5.2.3	Höhenlage . . . . .	102	6.1.3.2	Golfplätze . . . . .	130
5.2.4	Einfahrzeiten . . . . .	103	6.2	Dezentrale Abwasserreini- gung . . . . .	131
5.3	Abbauleistungen . . . . .	103	6.2.1	Kleinkläranlagen . . . . .	132
5.3.1	Abbau der organischen Belastung . . . . .	105			

6.2.1.1	Genehmigung von Pflanzenkleinkläranlagen . . . . .	134	7.1.2	Folien im Wasserbau . . . . .	167
6.2.1.2	Vorreinigung (Mehrkammergruben) . . . . .	134	7.1.3	Beton im Wasserbau . . . . .	168
6.2.1.2.1	Wahl der Vorreinigung . . . . .	138	7.1.4	Andere Baustoffe . . . . .	169
6.2.1.3	Dezentrale Schlammverer- dung . . . . .	138	7.2	Beckengröße . . . . .	170
6.2.2	Wahl der Pflanzenkläranla- genkonfiguration . . . . .	139	7.3	Substrateinbau . . . . .	172
6.2.2.1	Objektive Kriterien . . . . .	139	7.4	Leitungen und Dränrohre .	172
6.2.2.2	Subjektive Kriterien . . . . .	141	7.5	Gewährleistung . . . . .	172
6.2.3	Nachreinigung oder Ver- bleib des Abwassers . . . . .	141	7.6	Pflanzenkläranlagennach- barschaften . . . . .	173
6.2.4	Kosten von Pflanzenklär- anlagen . . . . .	144	<b>8</b>	<b>Wasserrechtliche Aspekte von Pflanzenkläranlagen</b>	
6.3	Kleine Kläranlagen . . . . .	146	(B. M. KREUZBERG) . . . . .	174	
6.3.1	Kommunale Abwässer in Pflanzenkläranlagen . . . . .	146	8.1	Rechtsnormen und Ver- waltungsvorschriften von Bund und Ländern . . . . .	174
6.3.1.1	Schönung von Abwasser aus konventionellen Klär- anlagen . . . . .	147	8.2	Der Verwaltungsvollzug . .	175
6.3.2	Gewerbliche Abwässer in Pflanzenkläranlagen . . . . .	147	8.3	Die Pflicht zur Abwasser- beseitigung . . . . .	176
6.3.2.1	Abwässer aus technischen Prozessen in Pflanzenklä- ranlagen . . . . .	149	8.3.1	Anschuß- und Benut- zungzwang . . . . .	176
6.3.2.2	Wärmebelastung von Abwasser . . . . .	151	8.4	Wasserrechtliche Genehmi- gung . . . . .	176
6.3.2.3	Geschlossene Wasserkreis- läufe . . . . .	152	8.4.1	Technische Anforderungen	176
6.4	Landwirtschaftliche Ab- wässer in Pflanzenkläranla- gen . . . . .	153	8.4.2	Versagungsgründe . . . . .	177
6.4.1	Gülle . . . . .	153	8.5	Abgaben und Gebühren .	177
6.4.2	Silagesickerwässer . . . . .	155	8.6	Die Zulassung von Pflan- zenkläranlagen in Öster- reich und in der Schweiz	178
6.4.3	Sickerwässer von Kompost- mieten . . . . .	156			
6.5	Deponiesickerwässer . . . . .	156	<b>Verzeichnisse</b>		
6.6	Klärschlammvererdung (K. HOFMANN) . . . . .	158	Fachbegriffe . . . . .	179	
<b>7</b>	<b>Bau von Pflanzenklä- ranlagen</b> . . . . .	163	Technisch-wissenschaftliche Vereine	184	
7.1	Dichtungsstoffe im Wasser- bau . . . . .	163	Verbände und Arbeitsgruppen	185	
7.1.1	Erddichtungen . . . . .	164	Grünverbände	186	
7.1.1.1	Aufbereitete Erddichtun- gen . . . . .	164	Arbeitsgruppen	186	
7.1.1.2	Sekundäre Kapillarsperren	166	Dem Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau		
			angeschlossene Landesverbände	186	
			Beratende und planende Firmen		
			und Ingenieurbüros	187	
			Wartungsarbeiten/Mustervertrag	188	
			Normen/Regelwerke	189	
			EG-Richtlinien	191	
			Literaturverzeichnis	192	
			Register	200	
			Bildquellen	207	