



2735-999 6

Wasserreinigung mit Pflanzen

Von Friedrich Wissing

34 Farbfotos auf Tafeln
140 Schwarzweißfotos und Zeichnungen
23 Tabellen



Inhalt

Vorwort	5	3.1.1	Sauerstoffversorgung von Sumpfpflanzen	40
1 Ein kurzer Abriss der Kulturgeschichte des Wassers	10	3.1.2	Struktur und Aktivität der Bakterienflora in Pflanzen- kläranlagen	42
1.1 Wasser wird zu Abwasser	10	3.2	Repositionspflanzen	47
1.2 Selbstreinigung	14	3.2.1	Botanik der helophytischen Repositionspflanzen	47
1.3 Frühe Abwasserbehand- lung	16	3.2.1.1	Wurzeln der Sumpfpflan- zen	48
2 Grundlagen der Abwasser- behandlung	17	3.2.2	Ökologie der helophyti- schen Repositionspflanzen	52
2.1 Abwasserinhaltsstoffe	17	3.2.3	Die Sukzession der Helo- phyten in Pflanzenkläranla- gen	55
2.1.1 Organische Verbindungen	17	3.2.4	Der ökonomische Wert von helophytischen Reposi- tionspflanzen	55
2.1.1.1 Abbaubarkeit	20	3.3	Monokotyle helophytische Repositionspflanzen	56
2.1.2 Anorganische Verbindun- gen	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 helo- phytische 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 Repositionspflanzen	70
2.2.3.4 Weitergehende Reinigung	34	3.5	Wasserpflanzen (Hydrophyten)	70
2.2.4 Naturnahe Reinigungs- verfahren	34	3.5.1	Freischwimmende Hydrophyten	70
2.2.4.1 Landwirtschaftliche Abwasserwertung	36	3.5.2	Submerse Hydrophyten	71
2.2.4.2 Landbehandlungsverfahren	37	3.6	Vegetative Vermehrung helophytischer Reposi- tionspflanzen	74
2.2.4.3 Abwasserteiche	37			
3 Pflanzen in der Wasser- reinigung	39			
3.1 Die Rolle der Pflanzen bei der Abwasserreinigung in Pflanzenkläranlagen (K. HOFMANN)	39			

4	Entwicklung von Pflanzenkläranlagen	75	5.3.2	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 Pflanzenkläranlagen	77	5.3.2.2	Phosphorelimination	107
4.3	Weitere Entwicklungen im Bau von Pflanzenkläranlagen	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 Schadstoffe	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 Pflegemaßnahmen bei Pflanzenkläranlagen	115
4.3.6	Hybridanlagen	87	5.4.1	Kontrolle der Funktion von Pflanzenkläranlagen . .	115
4.4	Systeme, Typen und Varianten von Pflanzenkläranlagen	88	5.4.2	Pflege von Pflanzenkläranlagen	116
4.4.1	Definition von Pflanzenkläranlagen	88	5.5	Lebensdauer	119
			5.6	Bemessung von Pflanzenkläranlagen	120
5	Leistungsfähigkeit von Pflanzenkläranlagen	92	6	Einsatz von Repositionspflanzen in Pflanzenkläranlagen	121
5.1	Belastungsparameter von Pflanzenkläranlagen	92	6.1	Regen- und Oberflächenwasser	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 Pflanzenkläranlagen	122
5.1.1.2	Chemische Zusammensetzung von Böden	95	6.1.1.2	Brauchwasseraufbereitung .	122
5.1.2	Biologische Belastung . . .	96	6.1.1.3	Oberflächenwasserreinigung	124
5.1.2.1	Kolmation durch Wurzelwachstum	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 Pflanzenbecken	98	6.1.2.1	Fließgewässerrückbau . . .	125
5.1.3	Aufbau von Böden in Pflanzenkläranlagen	99	6.1.2.2	Offene Regen- und Hochwasserrückhaltung	127
5.2	Ökologische Einflußparameter	100	6.1.2.3	Weiträumige Hochwasserretentionsgebiete	128
5.2.1	Verdunstung	100	6.1.3	Abfluß von intensiv gestalteten 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 Abwasserreinigung	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
6.2.1.2	Vorreinigung (Mehrkammergruben) . . .	134
6.2.1.2.1	Wahl der Vorreinigung . . .	138
6.2.1.3	Dezentrale Schlammvererdung	138
6.2.2	Wahl der Pflanzenkläranlagenkonfiguration	139
6.2.2.1	Objektive Kriterien	139
6.2.2.2	Subjektive Kriterien	141
6.2.3	Nachreinigung oder Verbleib des Abwassers	141
6.2.4	Kosten von Pflanzenkläranlagen	144
6.3	Kleine Kläranlagen	146
6.3.1	Kommunale Abwässer in Pflanzenkläranlagen	146
6.3.1.1	Schönung von Abwasser aus konventionellen Kläranlagen	147
6.3.2	Gewerbliche Abwässer in Pflanzenkläranlagen	147
6.3.2.1	Abwässer aus technischen Prozessen in Pflanzenkläranlagen	149
6.3.2.2	Wärmebelastung von Abwasser	151
6.3.2.3	Geschlossene Wasserkreisläufe	152
6.4	Landwirtschaftliche Abwässer in Pflanzenkläranlagen	153
6.4.1	Gülle	153
6.4.2	Silagesickerwässer	155
6.4.3	Sickerwässer von Kompostmieten	156
6.5	Deponiesickerwässer	156
6.6	Klärschlammvererdung (K. HOFMANN)	158
7	Bau von Pflanzenkläranlagen	163
7.1	Dichtungsstoffe im Wasserbau	163
7.1.1	Erddichtungen	164
7.1.1.1	Aufbereitete Erddichtungen	164
7.1.1.2	Sekundäre Kapillarsperren	166

7.1.2	Folien im Wasserbau	167
7.1.3	Beton im Wasserbau	168
7.1.4	Andere Baustoffe	169
7.2	Beckengröße	170
7.3	Substrateinbau	172
7.4	Leitungen und Dränrohre . .	172
7.5	Gewährleistung	172
7.6	Pflanzenkläranlagennachbarschaften	173

8	Wasserrechtliche Aspekte von Pflanzenkläranlagen (B. M. KREUZBERG)	174
8.1	Rechtsnormen und Verwaltungsvorschriften von Bund und Ländern	174
8.2	Der Verwaltungsvollzug . .	175
8.3	Die Pflicht zur Abwasserbeseitigung	176
8.3.1	Anschluß- und Benutzungs-zwang	176
8.4	Wasserrechtliche Genehmigung	176
8.4.1	Technische Anforderungen .	176
8.4.2	Versagungsgründe	177
8.5	Abgaben und Gebühren . .	177
8.6	Die Zulassung von Pflanzenkläranlagen in Österreich und in der Schweiz . .	178

	Verzeichnisse	
	Fachbegriffe	179
	Technisch-wissenschaftliche Vereine	184
	Verbände und Arbeitsgruppen	185
	Grünverbände	186
	Arbeitsgruppen	186
	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