



Nährstoffrückhalt aus Dränabflüssen in naturraumangepassten Retentionsanlagen

Jörg Steidl*, Thomas Kalettka*, Volker Ehlert*, und Jürgen Augustin**
 * Institut für Landschaftswasserhaushalt, ** Institut für Landschaftsstoffdynamik

Problem

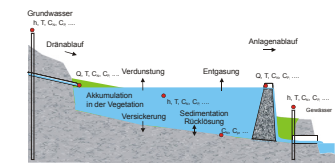
- Abflüsse aus Dränanlagen wirken als „schneller“ Interflow mit hohen Nährstofffrachten → Gewässereutrophierung
- Rohrdränssysteme werden z. Z. in Deutschland auf über 2 Mio. ha zur Standortverbesserung auf potenziell fruchtbaren Stauansesstandorten genutzt. Sie sind für die intensive Ackernutzung solcher Standorte auch künftig unverzichtbar → Hohes ökologisches Gefährdungspotenzial

Zielstellung

- Funktionsnachweise hinsichtlich des Nährstoffrückhalts für teichähnliche Retentionsanlagen mit aquatischer und amphibischer Vegetation, die zwischen Dränanlage und Gewässer unter Ausnutzung natürlicher feuchter Senkenareale angeordnet werden
- Analyse der Bedeutung von Standortfaktoren (Hydraul. Last, Verweildauer, Morphologie der Anlage) und Stoffumsatzprozessen (Sedimentation, Akkumulation in Biomasse, Gasemission, Sediment-Wasser-Wechselwirkung) für den Stoffrückhalt
- Ableitung von Kenngrößen sowie Empfehlungen für die Gestaltung und den Betrieb von Retentionsanlagen

Methodik

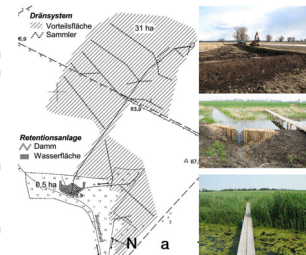
- ### Hydrologische und hydraulische Analysen
- Zulauf aus der Dränanlage, Ablauf in den Vorfluter, Niederschlag, Grundwasserstände, mikrometeorologische Größen zur Verdunstungsberechnung
 - Hydraulische Charakteristik und Wasserhaushaltbilanz der Retentionsanlage
 - Hydrologie der Dränflächen



Wesentliche Prozesse einer Retentionsanlage

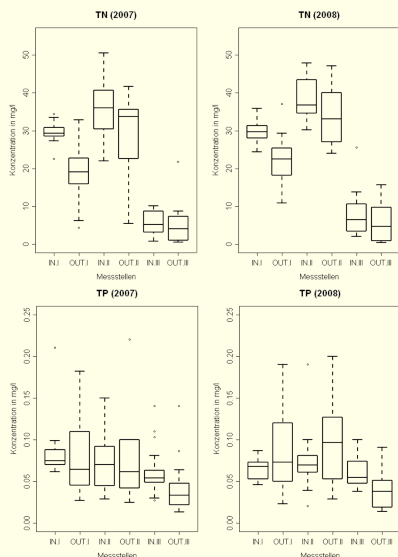
Stoffliche Prozessanalysen

- N-, P- und C-Konzentrationen in Zu- und Abläufen und an ausgewählten Punkten in aquatischen und amphibischen Zonen, Stofffrachten
- Sedimentation (in situ mittels Sedimentfallen)
- Stoffakkumulation (oberirdische Makrophyten-Biomasse)
- Sediment-Wasser-Wechselwirkung (P-Fractionen in Sedimentschichten, in situ-Fluxe aus Porenwasserprofilen mittels Dialysesamplers)
- Gasemission (N, C) aus aquatischen und amphibischen Sedimenten (Labor: Bohrkern, Gaschromatographie)



Retentionsanlage I

Ergebnisse



N- und P-Konzentrationen an den Zu- und Abläufen (IN, OUT) der Retentionsanlagen (I, II u. III) in Bilanzjahren (01.04. – 31.03.)

Wasserhaushalt der Retentionsanlagen

Anlage	Bilanzjahr	Wasserimport			Wasserexport		Bilanz Rest
		Drän-anlage	Grundwasser	Niederschlag	Verdunstung	Grundwasser	
I	2006	19187	2427	3632	4493	4815	18846
	2007	32765	2852	3842	4636	4737	28417
II	2006	73896	1145	922	1153	0	76895
	2007	196900	1632	1222	1079	0	201420
III	2006	12049	688	317	441	10546	3811
	2007	21800	4867	498	436	15970	11049

Rückhalt von Stickstoff in den Retentionsanlagen

Anlage	Bilanzjahr	N-Import		N-Export		Gesamt	N-Rückhalt
		Drän-anlage	Ablauf	Grundwasser	Gesamt		
I	2006	513	369	15	384	129	25%
	2007	813	586	14	600	213	26%
II	2006	2537	2466	0	2466	72	3%
	2007	7232	6912	0	6912	321	4%
III	2006	60	30	14	45	15	25%
	2007	170	86	18	104	66	39%

Rückhalt von Phosphor in den Retentionsanlagen

Anlage	Bilanzjahr	P-Import		P-Export		P-Rückhalt
		Drän-anlage	Ablauf	Grundwasser	Gesamt	
I	2006	1,8	1,4	0,4	2,2%	
	2007	2,8	2,5	0,3	11%	
II	2006	6,2	5,8	0,4	6%	
	2007	16,2	20,3	-4,1	keiner	
III	2006	0,8	0,1	0,7	84%	
	2007	1,5	0,3	1,1	77%	

Pilotanlagen

Charakteristika der untersuchten Retentionsanlagen

Drän	Retentionsanlagen			
	I	II	III	
Vorteilsfläche	34 ha	185 ha	15 ha	
Typ	Systematische Rohrdränung	Bedarfsdränung	Systematische Rohrdränung	
max. Wasserfläche	5,277 m ²	1,967 m ²	645 m ²	
	max. Wasservolumen	1,281 m ³	600 m ³	311 m ³
max. Wassertiefe	0,92 m	0,85 m	1,12 m	
	mittl. Wassertiefe	0,18 m	0,37 m	0,48 m
max. Wasserfläche / Vorteilsfläche	155 m ² /ha	11 m ² /ha	43 m ² /ha	
	max. Wasservolumen / Vorteilsfläche	38 m ³ /ha	3 m ³ /ha	21 m ³ /ha
Uferlänge / Wasserfläche	902 m/ha	1,168 m/ha	1,519 m/ha	
	aquatische Zone	648 m ²	1,263 m ²	415 m ²
amphibische Zone	4,629 m ²	704 m ²	230 m ²	
	Deckungsanteil der Vegetation			
	aquatische Zone	12%	64%	64%
	amphibische Zone	88%	36%	36%

Hydrologische Parameter der untersuchten Retentionsanlagen für Bilanzjahre (01.04. – 31.03.)

Dränanlage	Retentionsanlage				
	I	II	III		
Niederschlag (korrigiert)	2006	688	601	517	
	2007	728	815	810	
Dränabfluss	2006	62	40	80	
	2007	106	108	145	
mehr 75% des mittleren Dränabflusses	d/a	2006	157	134	249
	2007	186	134	232	
Verdunstung	mm/a	2006	849	767	716
	2007	878	719	710	
mittlerer Zufluss aus der Dränanlage	mm/d	2006	10	343	54
	2007	17	926	97	
Tage ohne Durchfluss am Anlagenablauf	d/a	2006	49	115	257
	2007	6	0	84	
mittlere empirische Aufenthaltszeit des Dränwassers in der Retentionsanlage	d	2006	13	5	3
	2007	10	1	4	

Anteile einzelner Prozesse am Stoffumsatz bzw. -rückhalt der Retentionsanlagen

Anlage	Bilanzjahr	N-Sedimentationsrate		NH4-N-Flux (Diffusion) absolut		NO3-N-Flux (Diffusion) absolut		Stickstoff-Entgasung (Denitrifikation) absolut		Lachgas-Entgasung (Denitrifikation) absolut		N-Speicherung in oberirdischer Makrophyten-Biomasse	
		aq	am	aq	am	aq	am	aq	am	aq	am	aq	am
I	2006	2-8	1-2	1-14	1-3	5-55	1-38	4-26	3-5	0-1	0-1	37-48	57-89
	2007	23-33	6-10	2-11	1-3	12-33	3-8	7-21	1-2	0-0,5	0-0,5	22-47	81-88
II	2006	29-80	4-34	0-21	0-5	0-48	0-12	1-5	0-1	0-0,5	0-0,5	0-22	57-95
	2007	13-36	6-10	1-3	0-1	58-79	10-30	2-3	0-0,5	0-0,5	0-5	38-84	
III	2006	3-9	1-2	1-2	1	32-65	22-47	0-0,5	0-0,5	25-59	46-75		
	2007	1-15	1-5	1-4	1-2	1-4	0-1	7-78	7-48	0-0,5	0-0,5	18-88	49-90

Legende:
 • % der aquatischen bzw. amphibischen Zone
 • Min.-Max. der Quartile (Frühjahr, Sommer, Herbst)
 • gelb markiert = Anteile > 25%

Anlage	Bilanzjahr	P-Sedimentationsrate		P-Flux (Diffusion) absolut		P-Speicherung in oberirdischer Makrophyten-Biomasse	
		aq	am	aq	am	aq	am
I	2006	1-20	1	6-45	1-17	54-87	83-99
	2007	25-70	5-9	1-14	0-2	30-71	91-93
II	2006	46-100	4-68	0-31	0-3	0-23	32-83
	2007	70-96	3-14	1-7	0-1	0-22	85-96
III	2006	1-11	1-8	5-8	1-3	86-94	89-98
	2007	1-8	1-2	1-50	1-19	49-95	81-98

Anlage	Bilanzjahr	C-Sedimentationsrate		CO2-Entgasung (Atmung)		CH4-Entgasung (Methanogenese)		C-Speicherung in oberirdischer Makrophyten-Biomasse	
		aq	am	aq	am	aq	am	aq	am
I	2006	5-6	0-1	21-52	18-24	11-13	9-10	29-62	66-71
	2007	45-63	4-10	11-13	2-5	0-1	0-1	24-45	85-94
II	2006	73-82	4-33	3-26	1-8	0-2	0-12	0-14	66-83
	2007	47-68	3-19	12-51	2-23	0-2	0-1	0-10	86-95
III	2006	1-14	1-8	37-54	20-49	7-18	5-11	27-34	44-68
	2007	5-22	1-4	18-42	2-17	0-1	0-1	41-76	79-97

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Funktionsnachweise wurden für drei Grundvarianten (Gestaltung, Standortparameter) möglicher landschaftsadäquater Retentionsanlagen zur Minderung des Nährstoffeintrages aus Dränanlagen in Gewässer erbracht, Frachtreduktionen unterliegen einer inner- und überjährlicher Dynamik
 → Langzeituntersuchungen sind zur Evaluierung der Nachhaltigkeit solcher Lösungen und zur Aufklärung der Spannweite von Dränabflüssen und Dränfrachten sowie ihrer Dynamik erforderlich
- Ganzjährige Minderung der Konzentrationen und Frachten bei N, dagegen Wechsel von längeren Phasen des Rückhalts und der kurzzeitigen Erhöhung bei P infolge zeitweiliger Rücklösungsprozesse aus den Anlagen-Sedimenten bei ausreichender P-Verfügbarkeit und O2-Defiziten
 → Entfernung stark P-haltiger organischer Oberböden vor Anlagenbau zur Verringerung der Grundbelastung
- Empfehlungen für Gestaltung und Management lassen sich aus den Verhältnissen von Retentionsleistungen und Parametern wie flächen-spezifische Frachtbelastung, Anteil und Anordnung der aquatischen und amphibischen Zonen, Wassertiefe, Beschattung, Stoffspeicherungspotenzial in der Makrophyten-Biomasse u. a. ableiten