

Möglichkeiten und Grenzen der Gewässerreinigung durch Pflanzenkläranlagen

Benedikt Lambert

Unsere Gesellschaft befaßt sich seit 1979 mit der ingenieurtechnischen Realisierung des Wurzelraumverfahrens nach KICKUTH. Im folgenden Beitrag wird daher schwerpunktmäßig auf dieses Verfahren eingegangen. Zu dem anderen „Pflanzenkläranlagentypus“ nach SEIDEL seien grundsätzliche Unterschiede dargelegt. Aktuelle Aspekte des Wurzelraumverfahrens werden besprochen; hinsichtlich einer Verfahrensbeschreibung sei auf die Literatur (1, 2) und Abb. 1 verwiesen.

1. Geschichtliches

Die Botanikerin SEIDEL beschäftigt sich seit den 50iger Jahren mit den physiologischen Leistungen von Sumpfpflanzen, insbesondere der Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*). Ihr Grundgedanke bestand darin, die physiologischen Leistungen von Sumpfpflanzen für die Reinigung von Abwasser und Gewässer zu nutzen. Hierbei dachte sie insbesondere an die Eliminierung von Schmutzstoffen aus dem Wasser über die Aufnahme (Inkorporierung) in die Pflanze. Diese Aufnahme sollte sowohl für organische Stoffe (Kohlenstoffverbindungen) wie für anorganische Stoffe (z. B. Nährstoffe, Stickstoff und Phosphat) genutzt werden. Die Aufnahme bei-

der Stoffgruppen hatte für die Abwassertechnik aus quantitativen Gründen, die so erreichte Elimination lag im Bereich von maximal 1-2 % bezogen auf die Zufuhr, keine Bedeutung. Für die Grundlagenforschung wurden, insbesondere was die organische Stoffgruppe betrifft, aber durchaus neue Erkenntnisse gewonnen.

Der Chemiker und Bodenkundler KICKUTH, der in den 60iger Jahren mit SEIDEL gemeinsame Versuche durchführte, lenkte das Augenmerk auf das Beeinflussungsvermögen (Transformationsvermögen) der höheren Pflanze auf ihren Wurzelraum. Er kombinierte die Leistungen von Pflanze und Boden. Nach über 10jähriger Forschung im labor- und halbtechnischen Maßstab entstand 1974 das erste großtechnische, kommunale Projekt „Othfresen“, 1975 das industrielle bei der Firma Windel.

SEIDEL modifizierte ihre Vorstellungen derart, daß sie das „Hydroponikkonzept“ (Pflanzen ohne Bodensubstrat) durch das „Hydrokulturkonzept“ (Pflanzen mit grobem Bodensubstrat) ersetzte. Dieses Konzept, was 1979 auch patentiert wurde, wurde und wird insbesondere für die Einfamilienhausentsorgung eingesetzt.

Das von KICKUTH entwickelte und patentierte „Wurzelraumverfahren“ wurde, von den vorgenannten abgesehen, ab 1980 hauptsächlich für kleine Anschlußgrößen (< 100 EGW) eingesetzt.

Tabelle 1

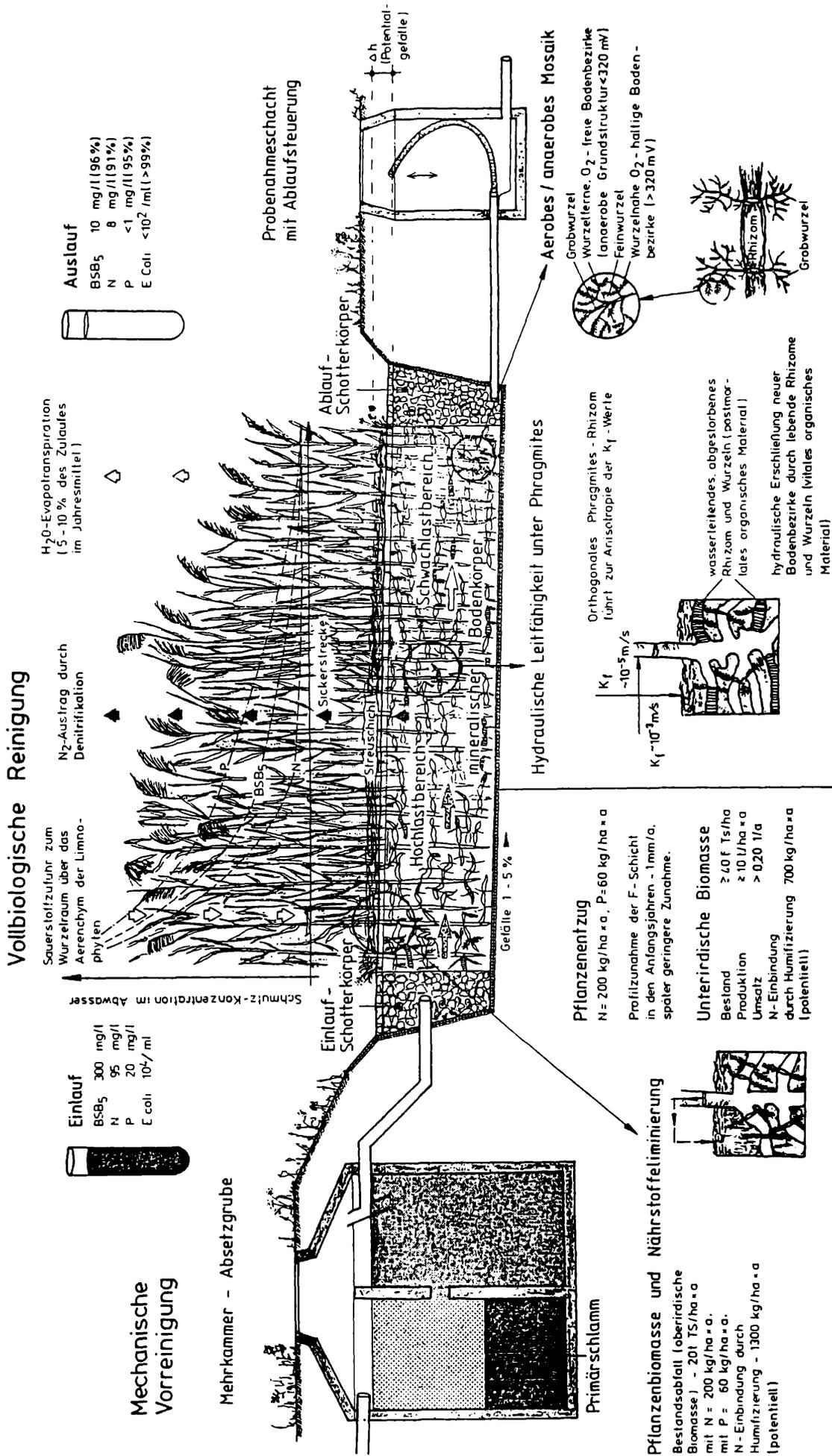
Verfahrensgegenüberstellung

<u>Boden</u>	HBV (Seidel) inertes, grobes Bodensubstrat (Kies)	WRV (Kickuth) pufferfähiges, sorptionsaktives, feinkörniges Bodensubstrat z. B. Lehmboden
Erschließung neuer Bodenbezirke (Dynamik)	nein	ja
Mosaikhafte Struktur	nein	ja
rhizogene wasserleitende Sekundärporen	nein	ja
Mikroorganismendichte	klein	groß
pedogene P- und N-Fixierung	fehlt	vorhanden
pedogene Pufferung (z. B. pH)	fehlt	vorhanden
Bodentiefe	~ 20 cm	~ 60 cm
Pflanze		
mehrere Arten in einer Anlage	ja	nein
Ernte *)	ja	nein
wärmeisolierende Streu *)	nein	ja
Konstruktion		
offene Wasserflächen	ja	nein
Kurzschlußströmung	ja	nein
einheitliche Strömungsrichtung	nein	ja
Reaktion sommerl. Verdunstung	groß	klein
System stützt sich auf primärporenbedingte, statische Hydraulik	ja	nein

Anmerkung: *) Bei neueren Anlagen wird oft auf die Ernte verzichtet

Wurzelsystem nach Prof. Kickuth (Abb. 1)

(Systemskizze für Kleinanlagen am Beispiel des Vegetationstyps Phragmitetum)



Der Zuwachs an organischer Substanz liefert u.a. Bindungskapazitäten für den Phosphor. Die organische Substanz stellt ca. 50% der P-Bindungskapazitäten bereit

Abbildung 1

BIOPLAN - Ingenieurgesellschaft,
 6920 Sinsheim, Karlsplatz 1
 Tel. 07261 / 64269

Seit 1984 sind auch größere Anlagen in Betrieb. Neben diesen beiden vorgenannten Verfahren gibt es bisher keine wissenschaftlich und verfahrenstechnisch begründbare „Pflanzenanlagen“. Die seit einiger Zeit stattfindende Begriffs- und Verfahrensinflation hat keinerlei sachliche Grundlage. Anlagen, die nach den Etiketten „bewachsene Bodenfilter“, „Schilfbodenanlagen“ oder „Sumpfbeetklärstufen“ erstellt wurden, stellen im besten Fall gute, in der Regel schlechte Imitationen der vorgenannten Verfahren dar.

2. Unterschiede zwischen dem Seidel- und dem Kickuth-Verfahren

Aus Tabelle 1 und 2 sind einige Unterschiede der beiden Verfahren angeführt. Es sei ausdrücklich angemerkt, daß die in Tabelle 1 angegebenen Reinigungsleistungen nur bei sachgerechter Erstellung möglich sind.

Tabelle 2

Ablaufergebnisse	HBV	WRV
BSB ₅	25 mg/l	20 mg/l
CSB	90 mg/l	30-40 mg/l
N	45 %	90 %
P	20 %	95 %
Ablauf-Milieu	reduziert	O ₂ vorhanden

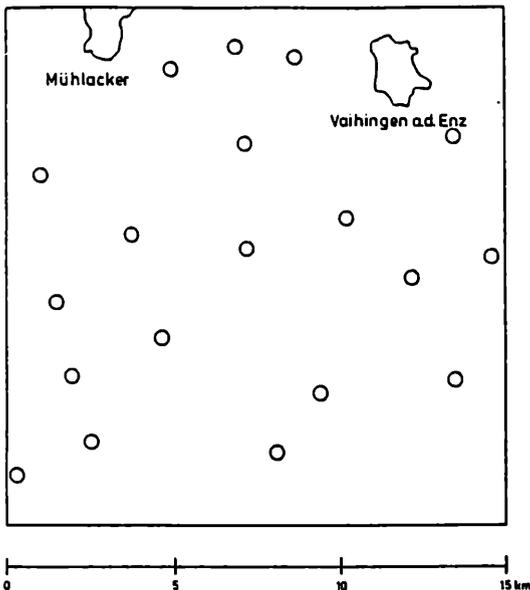
HBV = Hydrobotanisches Verfahren nach Seidel

WRV = Wurzelraumverfahren nach Kickuth

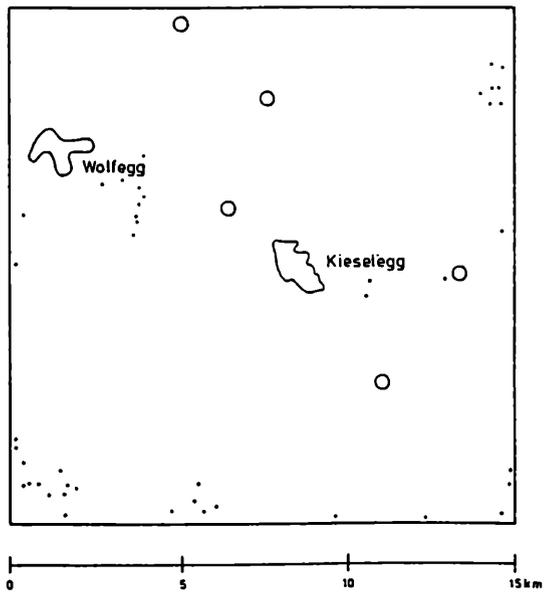
Tabelle 3

Siedlungstypen		
städtische Siedlung	ländlich, geschlossene Siedlung	ländlich, offene Siedlung
Zentralanschluß	Varianteuntersuchung	örtliche Lösung
offenkundig	notwendig	offenkundig
z. B. Verdichtungsraum Stuttgart	z. B. Gäulandschaften	z. B. Oberschwaben
	mit Dominanz von Haufen- und Straßendörfern	mit Dominanz von Weiher und Einzelhöfen

Geschlossene Siedlungen



Offene Siedlungen



 Orte >5000 Einwohner
 Orte 500 · 2000 Einwohner
 Siedlungssplitter, z.B. Aussiedlerhöfe

 Orte >1000 Einwohner
 Orte ca. 500 Einwohner
 Weiher, Einzelhöfe

Abbildung 2

Beispiel ländlicher Siedlungstypen

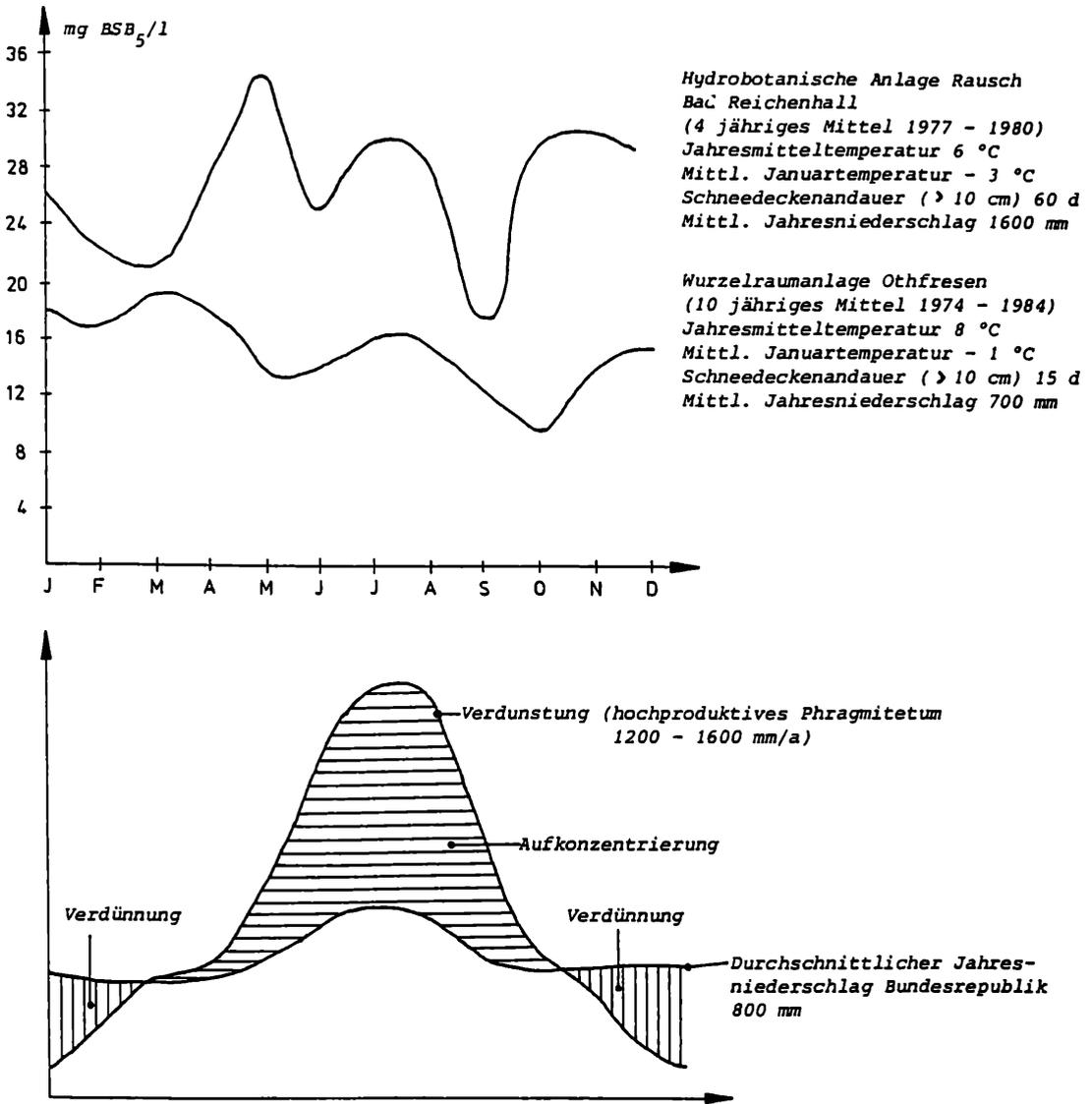


Abbildung 3

BSB₅ - Ablaufkonzentration im Jahresverlauf

3. Abwassertechnische Aktualität des Wurzelraumverfahrens

Nachdem die städtischen Siedlungszentren weitgehend mit leistungsfähigen Kläreinheiten ausgerüstet sind, steht aktuell die Abwasserreinigung im ländlichen Siedlungsbereich auf der Tagesordnung. In Tab. 3 seien nochmals die grundsätzlichen Siedlungstypen zusammengestellt. Für den ländlichen Siedlungsbereich sei in der Abb. 2 nochmals beispielhaft das Mosaik der Siedlungen angeführt. Es ist ersichtlich, welche große Zahl an kleinen Siedlungseinheiten im offenen Siedlungstyp vorhanden ist, andererseits ist auch erkennbar, daß der geschlossene Siedlungstyp ebenfalls Siedlungssplitter vorzuweisen hat.

In dem Umstand, daß die kleinen Siedlungseinheiten abwassertechnisch große Probleme bereiten, liegt einer der Gründe für die Aktualität und Attraktivität dieses Verfahrens.

Ein weiterer Grund dürfte in den gestiegenen Gewässergütevorschriften zu suchen sein. So werden für Hessen und Teile von Baden-Würt-

temberg auch für ländliche Kläranlagen mit kleinen Anschlußwerten Ammoniumstickstoffbegrenzungen behördlicherseits gefordert.

4. Sommer-, Winterbetrieb

Flächenhafte Verfahren wie Klärteiche und Wurzelraumanlagen sind selbstredend weit mehr von den Witterungs- und Klimaverhältnissen abhängig als die technischen Kompaktverfahren.

Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß auf die Ablaufkonzentrationen haben der Niederschlag (N) und die Verdunstung (V). Im Sommer dominiert, insbesondere bei Schilfbeständen, die Verdunstung, dies führt zu einer Aufkonzentrierung der Abläufe, im Winter dominiert der Niederschlag, dies führt zur Verdünnung der Abläufe. Dieser Umstand könnte eine Ursache für die relative Unabhängigkeit der BSB₅-Ablaufkonzentration vom Jahresverlauf sein (Abb. 3). Entsprechend des Jahrganges der Bodentemperatur würde man erwarten, daß die Winterwerte deutlich höher als die Sommerwerte ausfallen. Übers

gesamte Jahr betrachtet, findet bei WRA mit Schilf eine Aufkonzentrierung der Abläufe statt, die Jahresverdunstung ist größer als der Jahresniederschlag. Der rechnerische Verdunstungsüberhang bzw. das Ausmaß der Aufkonzentrierung kann z. B. 400 mm/Jahr betragen (Annahmen: $V = 1200 \text{ mm/a}$, $N = 800 \text{ mm/a}$). Es sei aber auch erwähnt, daß es auch in der Bundesrepublik Standorte gibt wo $N > V$ ist (z. B. Hochschwarzwald, Teile des Alpenvorlandes).

Je nach dem standörtlichen Ausmaß der Bodenwassersättigung in der oberen Schicht, der Niederschlagsart (Regen/Schnee) und -intensität wird, wie Beobachtungen an bestehenden Anlagen bestätigen, ein Großteil des Niederschlagswassers unvermischt und kurzfristig dem Vorfluter zugeführt. Der rechnerisch veranschlagte Jahresniederschlagswert schlägt sich deshalb in vielen Fällen nicht im Analysenwert nieder. Die gemachten Ausführungen sollen zeigen, daß die Beurteilung eines solchen Systems standortsabhängig ist. Nach den bisherigen Erfahrungen besitzt das Wurzelraumverfahren eine relative Unabhängigkeit gegenüber dem witterungsbedingten Jahresverlauf. Offenkundig ist dies daran zu erkennen, daß trotz blassem Schilfsproß in der Vegetationsruhe die Klärleistung nicht wesentlich tangiert wird. Wesentliche Leistungen der Pflanze, wie passiver parenchymatischer Sauerstofftransport in den Wurzelraum und die Erschließung des Bodenkörpers sind weitgehend unabhängig von der Vegetationsperiode. Allerdings zeigen die Ausscheidungen von organischen Stoffen (Exudate) durch die Pflanzenwurzel deutliche Abhängigkeiten zur Vegetationsperiode. Sie sind jedoch nur für die Phosphatfixierung bei Abwasser mit geringer organischer Belastung von Bedeutung.

Eine zentrale Größe für den Winterbetrieb spielt die Bodentemperatur, sie nimmt unmittelbaren Einfluß auf die reinigenden Bodenmikroorganismen. Hierbei ist zu erwähnen, daß ein abwasser-

belasteter Standort sich von einem solchen ohne Abwasserbelastung durch die ständige, abwasserbürtige Wärme- und Energiezufuhr unterscheidet.

Dieser Umstand konnte besonders gut im Februar 1986 studiert werden (Tab. 4). Die beiden untersuchten Anlagen liegen in einer Region mit hoher Häufigkeit an Barfrösten. Dieser Zustand war im Februar 1986 in besonders ausgeprägter Form vorhanden. Die Schneedecke betrug im Mittel auf den Anlagen ca. 0 – 5 cm, die mittlere monatliche Lufttemperatur betrug $-4,8^\circ\text{C}$, der monatliche Niederschlag (Schnee) 11,3 mm.

Auffallend an den Werten der Tab. 5 ist die im Vergleich zur niederen Temperatur ebenfalls geringe CSB-Ablaufkonzentration.

Ähnliche Beobachtungen konnten in den vergangenen Jahren auch 17000h bei anderen Anlagen gemacht werden.

Möglicherweise wird die Minderung der mikrobiellen Reinigungsleistung durch eine verstärkte Adsorption bei niedrigen Temperaturen kompensiert.

Es ist aus der klassischen Abwasserbehandlung bekannt, daß nicht unmittelbar alle organischen Schmutzstoffe mikrobiell abgebaut werden, sondern daß eine teilweise zwischenzeitliche Adsorption dieser Stoffe stattfindet.

5. Nachhaltigkeit

Die Lebensdauer einer Wurzelraumanlage und einer Klärteichanlage sind verschieden zu beurteilen. Bei der letzteren findet ein wesentlicher Teil der Reinigungsleistung in dem sich ständig erneuernden freien Wasserkörper statt (Selbstreinigung). Zeitliche Limits sind durch das Anwachsen des Bodenschlammes oder durch das Zuwachsen z. B. mit Makrophyten bei Nachklärteichen gegeben. Durch entsprechende Räumung kann der Ausgangszustand wiederhergestellt werden.

Tabelle 4

Vergleich abwasserbelasteter und unbelasteter Standort im Februar 1986

Anlage	Ittlingen			Buchenauerhof		
	Zu-	Ablauf	unbelastet	Zu-	Ablauf	unbelastet
Frosttiefe	10 cm	10 cm	40 cm	0 cm	20 cm	40 cm
Bodentemperaturen* in 50 cm Tiefe	–	–	–	3,5° C	1,2° C	– 0,5° C

* Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus 7 Einzelmessungen

Tabelle 5

Temperatur und Reinigungsleistung im Februar 1986

Anlage	Ittlingen		Buchenauerhof	
	Temperatur (° C)	Konzentration (mg CSB/l)	Temperatur (° C)	Konzentration (mg CSB/l)
Zulauf*	5	350	8	1400
Ablauf	1	25	1	160

* Diese Proben wurden in der Mehrkammerabsetzgrube gezogen. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus 4 Einzelmessungen. Die effektive Einlauftemperatur zur Anlage ist geringer (siehe Bodentemperatur Einlauf Tab. 4).

Beim Wurzelraumverfahren wird der Reaktionsraum nicht wie bei den Abwasserteichen durch die Abwasserzufuhr selbst erneuert. Die Erneuerung der Reaktionsräume/fläche findet durch die phytogene Dynamik zwischen abgestorbener und sich neu bildender unterirdischer Pflanzenbiomasse statt.

Durch diese Dynamik wird auch die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens aufrecht erhalten; abwasserbürtiger, organogener Verschluß feiner Primärporen wie der Zerfall der größeren Sekundärporen wird dadurch rückgängig gemacht bzw. durch Schaffung neuer Poren kompensiert.

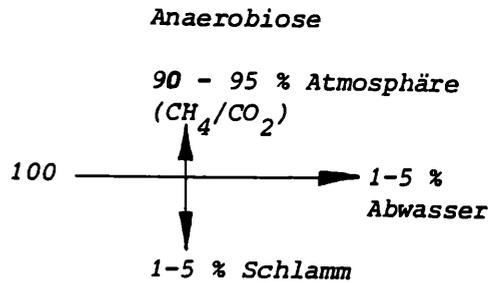
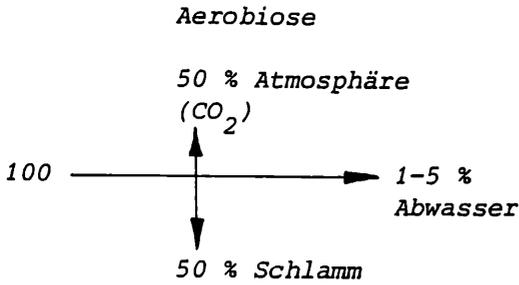


Abbildung 4

Vergleich der Kohlenstoffbilanz bei aerobem und anaerobem Abbau

Die letztlich akkumulierte organische Substanz hat eine ambivalente Funktion. Einerseits kann sie insbesondere die feinen Primärporen verschließen, andererseits wirkt sie dem Zerfall der Sekundärporen entgegen (Lebendverbaueffekt). Die phytogene organische Substanz, die etwa in der gleichen Größenordnung wie die abwasserbürtige liegen dürfte, bewirkt, neben neuen Bindungskapazitäten für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor, im Rahmen der Mineralisierung/Humifizierung eine Zunahme des Porenvolumens.

Neben der organischen Substanz ist auch die anorganische von Interesse. verfahrensgemäß bestimmt das Phosphatbindungsvermögen die Standzeit einer Anlage. Sie wird auf größer 50 Jahre ausgelegt. Aber nicht nur die Anreicherung an wertschöpfenden Nährstoffen, sondern auch die von Schadstoffen z. B. Schwermetallen ist denkbar. In Tab. 6 wurde eine pessimistische Abschätzung für die Anreicherung einiger Schwermetalle vorgenommen. Aus dem Ergebnis ist ersichtlich, daß eine Schädigung für Mikroorganismen und Pflanze für übliche Kommunal- und Hausabwässer nicht zu erwarten ist.

6. Kritik

Das Wurzelraumverfahren wurde von Anbeginn an von Seiten der Ämter und der Abwassertechnischen Vereinigung mit Skepsis und Kritik versehen. Anfänglich waren die „unhygienischen“ Rohabwässereinleitungen der Pilotanlage Othfresen der Stein des Anstoßes, inzwischen sind es andere Punkte.

Nach BUCKSTEEG (3) kann ein bindiger Boden keine größeren hydraulischen Durchlässigkeiten erreichen als $K_f = 10^{-5}$ m/s, denn die „Na-

Die biotischen Reinigungsvorgänge sind, soweit keine gravierenden Milieuänderungen eintreten, wie bei den Abwasserteichen nicht zeitlich limitiert.

An- und/oder Abreicherung organischer und anorganischer Stoffe im Boden stellt ein Limit für dieses System dar.

Zur quantitativen Seite der Anreicherung abwasserbürtiger Substanz, z. B. von Mikroorganismen ist folgendes zu bemerken. Da der Kohlenstoffabbau hauptsächlich anaerob stattfindet, fällt nur ein Bruchteil der mikrobiellen Biomasse im Vergleich zum aeroben Stoffwechsel an (Abb. 4).

tur macht keine Sprünge“. Tatsache ist, daß je nach dem Umfang der Sekundärporung solche „Sprünge“ offensichtlich doch ausgeführt werden (Tab. 7).

Die in Tab. 7 zitierten Angaben werden durch eine große Zahl von Beobachtungen, Erfahrungen und Untersuchungen aus der Bodenkunde und der Landwirtschaft untermauert (z. B. 5,6). Die Tatsache der sekundärporenbewehrten hohen hydraulischen Leitfähigkeit ist unter terrestrischen (Landböden) Verhältnissen bei allen Bodenarten und bei verschiedener Bodengese anzutreffen. Gleiches gilt nicht, bzw. zumindest nicht bei kurzer Bepflanzungsdauer, für hydromorphe Verhältnisse. Dies zeigen unmißverständlich die bisherigen Erfahrungen auf diesem Gebiet. BUCKSTEEG hingegen führt z. B. als Beleg seiner Theorie einen schilfbewachsenen Spülfeldboden an (7), der in den oberen, durchwurzelten 20 cm Durchlässigkeiten von $K_f > 3 \times 10^{-5}$ m/s hatte. Generelle Aussagen, wie sie BUCKSTEEG vornimmt, sind schon aus meßtechnischen und bodengenesischen Gründen unzulässig.

Um seine Theorie zu untermauern muß er allgemeine bodenkundliche Tatbestände (sekundärporenbewehrte Leitfähigkeit) wie den Einfluß spezifischer pedogener Größen (Pedogenese) ignorieren.

Auf der gleichen Veranstaltung hat HABERL Ergebnisse der Anlage Mannersdorf vorgestellt. Jenseits aller Theorie konnte unter praktischen Bedingungen gezeigt werden, daß im durchwurzelten Bodenkörper eine hydraulische Leitfähigkeit vorhanden ist, die ca. 2 Zehnerpotenzen größer ist als der von BUCKSTEEG behauptete Wert. Gleiche Beobachtungen und Messungen konnten wir ebenfalls an mehreren Anlagen machen.

Tabelle 6**Hypothetische Obergrenze der Schwermetallakkumulation von WRA bei Kommunalabwasser**

Konz. im Rohabw. g/m ³	Unterstellte Retention %	Hydraul. Belastg. M ³ /m ² xa	Betriebsdauer a	Bodenmasse t/m ²	Bodenkonzentration mg/kg	Grenzwerte Boden mg/kg	Grenzwerte Schlamm mg/kg
Pb 0,2	100	12	50	0,9	133	100	1200
Cd 0,01	100	12	50	0,9	6	3	30
Cu 0,1	100	12	50	0,9	66	100	1200
Zn 1,0	100	12	50	0,9	666	300	3000

- 1) Die verwendeten Rohabwasserkonzentrationen entsprechen denen von Müllsickerwässern
- 2) Eine Beeinträchtigung (bei den Bodenkonz. nach 50 Jahren) von Mikroorganismen und Pflanze ist nicht zu erwarten, da physiologische Konz. weit geringer als die Gesamtkonzentration ist und weil ein „Sicherheitszuschlag“ bei den Bodengrenzwerten vorhanden ist
- 3) Schwermetalle müssen bei Müllsickerwässern besonders berücksichtigt werden
- 4) Schwermetalle sind nicht abbaubare Stoffe und gehören deshalb nicht in die Kanalisation. Dieser Grundsatz gilt für alle biologischen Reinigungsverfahren

Tabelle 7**Sekundär- und primärporendeterminierte Leitfähigkeit bei verschiedenen Bodenarten**

– nach Scheffer-Schachtschabel, 1982 (4) –

hydraulische Leitfähigkeit (K_f -Wert) in m/s

Bodenart	sekundärporen-	primärporendeterminiert
Sandboden	4×10^{-3}	bis 4×10^{-5}
Schluffboden	4×10^{-3}	bis 5×10^{-7}
Lehmboden	4×10^{-3}	bis 1×10^{-7}
Tonboden	4×10^{-3}	bis 1×10^{-9}

Ein weiterer Kritikpunkt ist die 3-jährige Einfahrzeit. Während dieser Zeit entstünden gewässergütewirtschaftlich nicht zu verantwortende Situationen, da in der Einfahrzeit nur teilgereinigtes oder in der Trockenzeit ungereinigtes Abwasser dem Vorfluter zugeführt wird (8). Diese Kritik, die in anderen Fällen berechtigt ist, kann durch folgende Umstände bzw. Maßnahmen entschärft werden:

1) In der Regel kann durch entsprechende Bodenwahl und kulturtechnische Maßnahmen der Boden von Anbeginn der Betriebsnahme ausreichend hydraulisch leitfähig gemacht werden.

2) Viele Anlagen sind in den ersten Betriebsjahren nicht voll ausgelastet. Punkt 1) und 2) führen dazu, daß trotz unvollständiger Erschließung des Bodenkörpers eine vollständige Reinigung der Abwässer in der Anfahrphase erzielt werden kann.

3) Bei größeren Anlagen braucht durch Zweiteilung der Anlage in der Trockenzeit jeweils nur ein Beet trockengelegt werden, während das zweite Beet eine Mindestreinigungsleistung sicherstellt.

Das Absterben des Pflanzenbestandes bei Zufuhr großer Mengen phytotoxischer Substanzen wird oft in der Diskussion um das Wurzelraumverfahren postuliert. Unterstellt man ein solches Ereignis, so wäre nicht mit einem Betriebsausfall von drei Jahren zu rechnen. Aus den Erfahrungen im Rahmen der Einfahrphase von Wurzelraumanlagen kann geschlossen werden, daß auch

ohne vitalen und voll ausgebildeten Pflanzenbestand eine hohe Reinigungsleistung, die in vielen Fällen den behördlichen Auflagen entspricht, erzielt werden kann.

Oft wird argumentiert, Abwasserteiche seien generell dem Wurzelraumverfahren vorzuziehen. Unter bestimmten Umständen wie z. B. fehlender Fläche ist der belüftete Teich durchaus dem Wurzelraumverfahren vorzuziehen. In solchen Fällen haben wir uns, auf Grundlage einer Variantenuntersuchung, für belüftete Teiche entschieden. Eine generelle Empfehlung für die Abwasserteiche und gegen die Wurzelraumentorgung halten wir für falsch, dies trifft ebenso für die umgekehrte Auffassung zu.

Einige Stichpunkte sollen dies untermauern:

Bei sehr hohem Fremdwasserzufluß wird häufig auf Abwasserteiche ausgewichen. Hier kann die hohe Wassermenge „verkräftet“ werden. Hohe Fremdwasserzuflüsse sind ein untrügerisches Zeichen einer überholungsbedürftigen, aus vergangenen Jahrzehnten stammenden Kanalnetz- und Gewässerschutzkonzeption, die primär auf Verdünnung statt auf Reinigung des Abwassers ausgerichtet war. Durch die Anwendung von Klärteichen kann das defekte Kanalsystem beibehalten werden, zwangsläufig wird das Verdünnungs- anstelle des Reinigungsprinzips auch im Klärbereich angewendet. Die geforderte Ablaufkonzentration wird zwar eingehalten, der Reinigungsgrad sinkt aber drastisch ab, vom großen fremdwasserbedingten Flächenbedarf für die

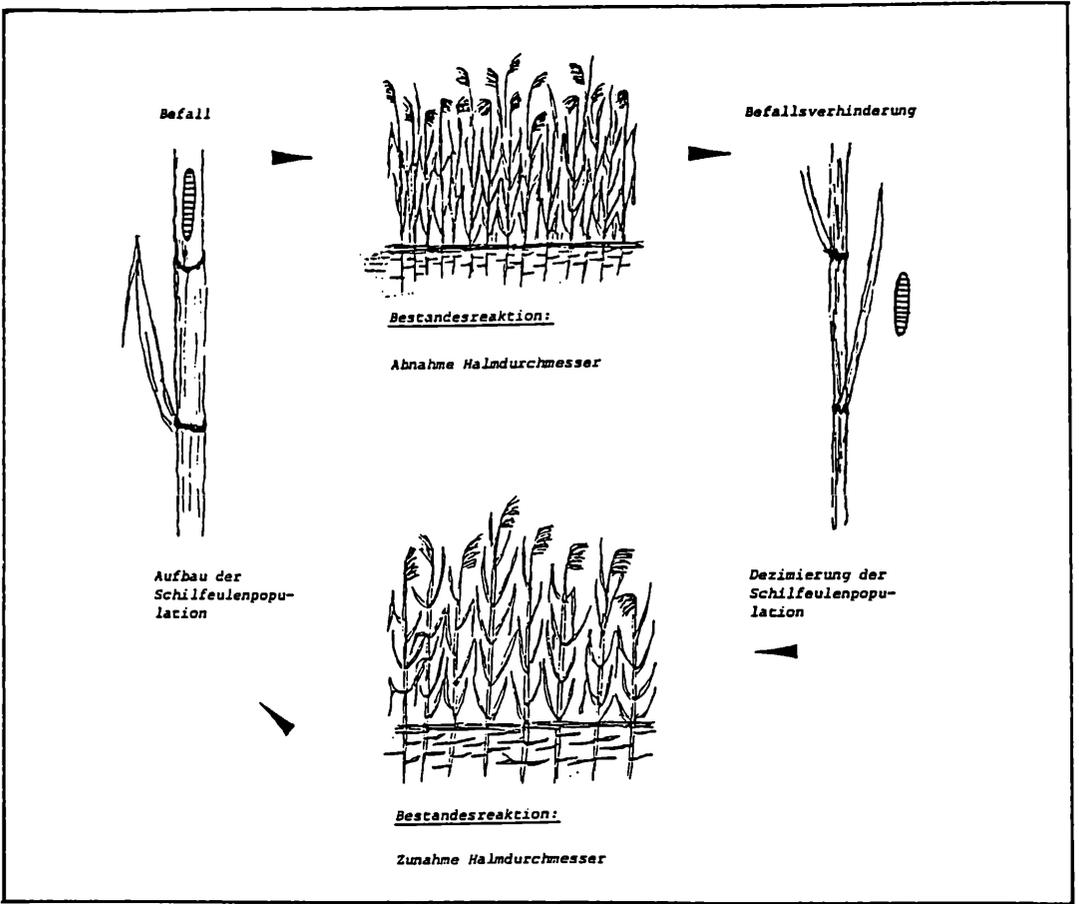


Abbildung 5

Ökologischer Regelkreis der oberirdischen Schilfbiomasse bei Schilfeulenbefall – nach VOGEL –

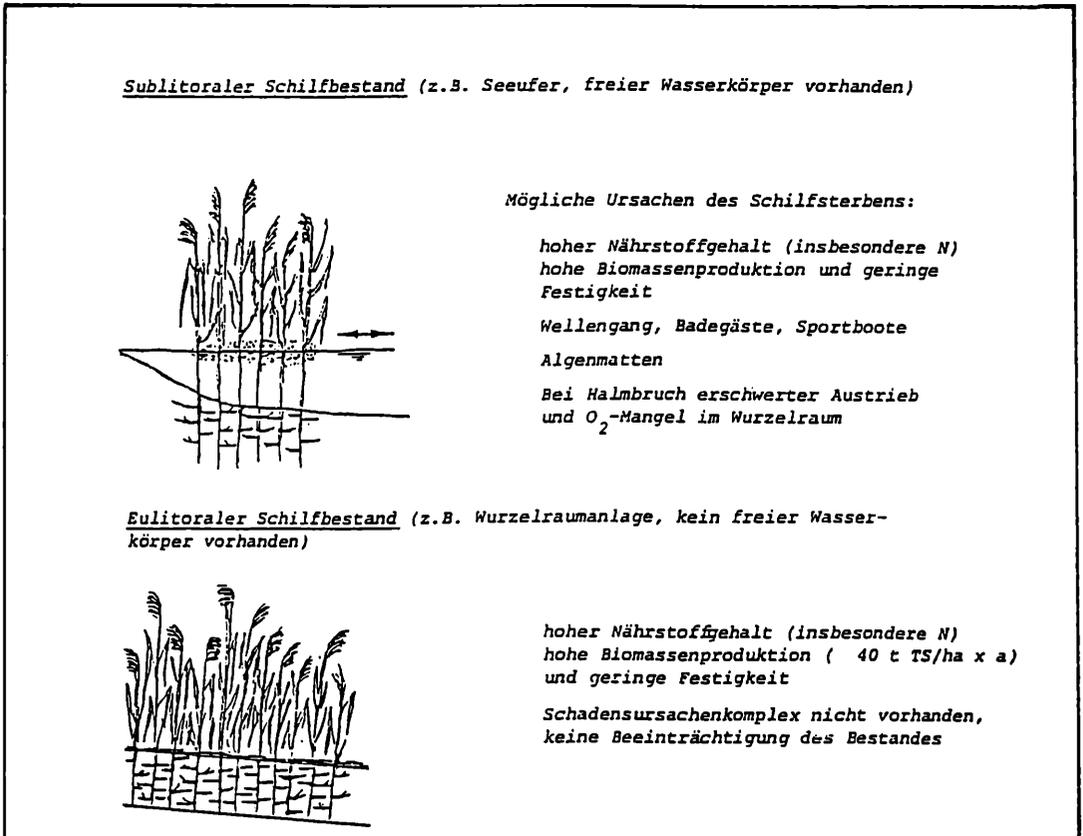


Abbildung 6

Typen von Schilfbeständen und ihre Anfälligkeit für „Schilfsterven“

Tabelle 8

Reinigungsleistung von Hauskläranlagen nach KICKUTH

		Wallenbrück (5 EGW) nach Einfahrphase				Friedenshort (25 EGW) in Einfahrphase			
		behördl. Auflage	Zulauf	Ablauf	Wirk. Grad	behördl. Auflage	Zulauf	Ablauf	Wirk. Grad
BSB ₅	mg/l	40	300	10	96 %	40	200	25	87 %
CSB	mg/l	120	400	40	90 %	120	300	50	83 %
NH ₄	mg/l	keine	50	2,0	96 %	keine	100	20	80 %
PO ₄	mg/l	keine	30	0,5	98 %	keine	60	5	91 %
absetz- bare Stoffe	mg/l	0,5	0,2	0,0	100 %	0,5	0,2	0,0	100 %

Tabelle 9

Kurzbeschreibung von Kläranlagen nach KICKUTH

	Wallenbrück	Winterberg	Friedenshort	Buchenauerhof
Anschlußgröße	5 EGW	6 EGW	25 EGW	100 EGW
Baujahr	7/82	10/85	3/85	11/84
spez. Flächenbedarf	2 m ² /EGW	3 m ² /EGW	3 m ² /EGW	1,5 m ² /EGW
spez. Baukosten	1000 DM/EGW	1800 DM/EGW	780 DM/EGW	340 DM/EGW
Abwasseranfall	Haus	Haus	Haus/Tagungs- stätte	Haus/Gastwirt- schaft/Kelterei
stark schwankender Abwasseranfall	täglich	täglich	täglich/wöchentlich	täglich/wöchentlich jährlich
Erstellt im	Hausgarten	Hausgarten	Obstgarten	Hausgarten
Verbleib des gereinig- ten Abwassers	Graben	Gartenteich danach Bach	Bach	Gartenteich danach Bach
Verbleib des Primärschlammes	Absetzgrube danach Landwirtschaft	Absetzgrube danach Landwirtschaft	Absetzgrube danach Landwirtschaft	Absetzgrube danach Landwirtschaft

Teiche und der Verunreinigung von Grund- und Bachwasser ganz abgesehen. In einem Fall wurde aus dem dörflichen Siedlungsgebiet doppelt so viel „Abwasser“ abgeführt wie Jahresniederschläge gefallen waren.

Durch die in Zukunft verschärften Anforderungen, auch an die Kläranlagenabläufe im ländlichen Raum, z. B. NH₄-Begrenzungen sind belüftete Klärteiche derzeit nicht einsetzbar (9). Bei den unbelüfteten Teichen findet erst bei spezifischen Flächen von >10 m²/E eine signifikante Ammoniumoxidation statt (10,11). Eine sichere Einhaltung z. B. des Grenzwertes von 5 mg NH₄/l ist auch bei großen Flächen nicht sichergestellt. Das große Puffervermögen bei unbelüfteten Klärteichen hinsichtlich starker Zulaufschwankungen sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß durch die systembedingten, internen qualitativen- und quantitativen Biomassenwechsel starke Schwankungen der Ablaufqualität verursacht werden können (12, 13, 14). Neben diesen biogenen Fluktuationen ist auch der relativ direkte Einfluß witterungsbedingter Größen auf Belüftung und Temperierung festzustellen, die zu einer Minderung bzw. Schwankung der Abbauleistung führt (13).

7. Monokultur und Stabilität

Oft wird eingewandt ein artenarmer Bestand sei instabil und umgekehrt ein artenreicher stabil. Als Beispiele werden Rüben- und Weizenbestände angeführt. Da der Pflanzenbestand einer Wurzelraumanlage in der Regel ebenfalls aus einer Art besteht, dem Schilfrohr, befürchtet man hier die gleichen Labilitäten wie bei den oben genannten landwirtschaftlichen Kulturen.

Schilfbestände sind, im Gegensatz zu der oben genannten Regel, sehr stabil und langlebig. Dies zeigen z. B. die Bestände am Donaudelta, wo seit 8000 Jahren an derselben Stelle Schilf wächst (15).

Als Ursache für diese Stabilität führt VOGEL (16) u. a. folgende Gründe an:

- Rhizomregeneration (Einzelindividuum ist aufgehoben)
- Hydromorpher Boden, keine bzw. kaum bodenbürtige Schädlinge
- Große genetische Variabilität

Welche Abwehr- und Regulationsmechanismen in einem solchen Bestand wirken, soll in Abb. 5 am Beispiel eines Schädlingsbefalles veranschaulicht werden.

Man wird sich nun fragen, weshalb das sogenannte Schilfsterben möglich ist. Die Standortunterschiede zwischen einem „sterbenden“ Schilfbestand und einer Wurzelraumanlage soll die Abb. 6 verdeutlichen.

8. Anwendung

Grundsätzlich sind die Anwendungsmöglichkeiten des Wurzelraumverfahrens sehr vielseitig. Die Bau- und Betriebserfahrungen unserer Gesellschaft erstrecken sich bisher auf Anschlußgrößen bis 100 EGW.

Dem Wurzelraumverfahren haftet die Auffassung an, daß es ohne größere naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Voraussetzungen realisiert werden kann. Gefördert wurde diese Auffassung durch Plagiatoren, die durch Etikettenschwindel („Sumpfbeetklärstufe“ oder „bewachsene Bodenfilter“), Werbeskizzen und Selbstbauanleitungen, durch bewußten Einbau von fehlerhaften Abänderungen bzw. „Vereinfachungen“ funktionsuntüchtige Anlagen erstellen bzw. entstehen ließen.

Unabdingbare Voraussetzung für die Erstellung funktionstüchtiger Anlagen ist eine eingehende Standortanalyse (Klima, Boden, Topographie), eine abwassertechnische Bemessung der Anlage und eine fachgerechte Bauausführung und Überwachung in der Einfahrphase.

Nach unseren Erfahrungen gibt es bei Nachweis einer autorisierten und fachgerechten Erstellung für Kleinanlagen in der oben genannten Größenordnung keine Genehmigungsschwierigkeiten. Einige solcher Anlagen wurden sogar auf Initiative der Wasserwirtschaftsverwaltung erstellt.

9. Literatur

KICKUTH, R. (1982):
Das Wurzelraumverfahren, ein kostengünstiges Klärverfahren für den dezentralen Einsatz in Kommunen und Gewerbe. – Der Tropenlandwirt 83, 141-154

KICKUTH, R. (1984):
Das Wurzelraumverfahren in der Praxis. – Landschaft und Stadt 16, (3), 145-153

BUCKSTEEG, K. (1985):
Vortrag auf dem 9. Wassertechnischen Seminar am 7.11.85 in Darmstadt

HARTGE, K. H. (1982):
In: SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Auflage, S. 162-163

WETZEL, M. (1960):
Die Durchporung und Durchwurzelung von Dauerweidestandorten der Altmärkischen Wische. – Zeitschrift für Landeskultur 1, 147-164

KOPP, E. (1965):
Die Permeabilität durchlässiger Böden, die Gliederung des Makroporenraumes und die Beziehungen zwischen Permeabilität und Bodentyp. – Z. f. Kulturt. u. Flurb., 5, 65-90

SCHÄFER, W. (1985):
Bodenphysikalische Untersuchungen zur Reifung von Spülgut. – Göttinger Bodenkundliche Berichte Nr. 82

BUCKSTEEG, K. u. a. (1985):
Erste Erfahrungen mit zwölf Sumpfpflanzenkläranlagen. – KA 3/85, 376-385

SPIES, P. und MUSKAT, J. (1986):
Erfahrungen mit belüfteten Abwasserteichen. – KA 2/86, 142-146

SCHLEYPEN, P. und WOLF, P. (1983):
Reinigungsleistung von unbelüfteten Abwasserteichen in Bayern. – GWF, 124, H3, 108-114

WOLF, P. (1984):
Nitrifikation und Denitrifikation in Abwasserteichen, Erfahrungen aus Bayern. – Wasser und Boden 11/84, 543-544

UHLMANN, D. (1966):
Beitrag zur Limnologie extrem nährstoffreicher Flachgewässer, Teil 2 Plankton-Massenwechsel. – Wiss. z. Univ. Leipzig, 15, 373-423

SCHWARZ, S. (1983):
Zur Steigerung der Abbauraten in Abwasserteichanlagen mit anaeroben Vorbecken. – WWT, 6, 212-213

LAMBERT, B. (1985):
Nachklärteiche- eine naturnahe und letzte Stufe der Abwasserreinigung. – KA 5/85, 396-402

RODEWALD-RUDESCU, L. (1974):
Das Schilfrohr; Die Binnengewässer Bd. 27. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

VOGEL, M. (1981):
Ökologische Untersuchungen in einem Phragmites-Bestand. Diss. Univ. Marburg

VOGEL, M. (1985):
Das Schilf reguliert seine Schädlinge selbst. – Mitteilungen der DFG, 2/85, 26-28

10. Anhang Fotoseite – S. 35

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Ing. (FH) Benedikt Lambert
BIOPLAN-Ingenieurgesellschaft
Karlsplatz 1
6920 Sinsheim/Elsenz



Wurzelraumanlage im Haus (Obst-)garten
rechts unten: Einlaufbereich einer Hauskläranlage

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [8_1986](#)

Autor(en)/Author(s): Lambert Benedikt

Artikel/Article: [Möglichkeiten und Grenzen der Gewässerreinigung durch Pflanzenkläranlagen 25-35](#)