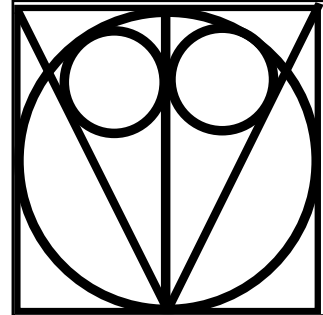


IÖV-A-W1/95

IÖV

INGENIEURÖKOLOGISCHE
VEREINIGUNG DEUTSCHLAND

Alpenstr. 13 D - 86159 Augsburg



IÖV-Arbeitsblatt W1/95

"BEWACHSENE HORIZONTAL DURCHSTRÖMTE BODENFILTER"

INHALT:

Vorwort

1. Standort
2. Abwasserableitung / Vorbehandlung
3. Beetdichtung
4. Zu- und Ablaufkonstruktion
5. Bodenkörper
6. Bepflanzung
7. Dimensionierung
8. Betrieb
9. Ausblick

Ingenieurökologische Vereinigung Deutschland IÖV

BEWACHSENE HORIZONTAL DURCHSTRÖMTE BODENFILTER

An der Aufstellung haben mitgewirkt:

Prof. Dr. Wolfgang Bischofsberger, Garching

Dipl.-Ing. Gunther Geller, Augsburg (Redaktion)

Prof. Dr. Wolfgang Haber, Freising

Prof. Dr. Werner Hegemann, Garching

Dipl.-Biologe Karel Kleyn, Hohenau

Dipl.-Ing. Anton Lenz, Ringelai

Dipl.-Ing. Robert Netter, Starnberg

Dr. Siegfried Rettinger, München

Prof. Dr. Peter Wilderer, Garching

Die hier als Arbeitsblatt der IÖV vorliegenden Empfehlungen wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (WA-02-88407) mit dem gleichnamigen Titel an der TU München von den beiden Lehrstühlen für Landschaftsökologie (Prof. Dr. W. Haber) sowie Wassergüte- und Abfallwirtschaft (Prof. Dr.-Ing. W. Bischofsberger, Prof. Dr. P. Wilderer) erarbeitet. Außerdem flossen Anregungen vieler Kollegen ein, insbesondere von denen der Arbeitsgruppe "Erfahrungsaustausch Pflanzenkläranlagen Weihenstephan".

Das Arbeitsblatt gibt erstmals genaue Empfehlungen zu Konstruktion, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen des Typs "Bewachsener Bodenfilter", bei denen das Abwasser horizontal durch einen hauptsächlich mit Sand gefüllten Bodenfilter strömt, der zur dauerhaften Erhaltung der Wasserdurchlässigkeit vor allem mit Schilf (*Phragmites australis*) bepflanzt ist.

Unser Dank gilt dem BMFT für die gewährten Forschungsmittel, den Abwasserverbänden Ampergruppe (AVA) und Schönberg für die Möglichkeit zur Durchführung der Forschungsarbeiten auf Verbandsgelände, der Freien Christlichen Gemeinde Bethsehel sowie den beteiligten Forschungseinrichtungen.

Augsburg, Februar 1995

INHALT:

	Seite
Vorwort	4
1. Standort	
1.1 Allgemeine Standortbedingungen	5
1.2 Abstand	5
1.3 Schutz gegen unerwünschten Wasserzutritt	5
1.4 Zufahrt	5
2. Abwasserableitung / Vorbehandlung	
2.1 Kanalsystem	6
2.2 Vorbehandlung des Abwassers	6
2.3 Vorbehandlung bei Kleinkläranlagen	6
2.4 Vorbehandlung bei Kleinen Kläranlagen	6
2.5 Vorkehrungen gegen Abkühlung	7
2.6 Größe der Absetzeinrichtungen	7
3. Beetdichtung	
3.1 Ausreichende Dichtigkeit	7
3.2 Erforderliche Abdichtung	7
4. Zu- und Ablaufkonstruktion	
4.1 Zulaufkonstruktion	8
4.2 Ablaufkonstruktionen	8
4.3 Weitere Vorkehrungen	8
5. Bodenkörper	
5.1 Tiefe	9
5.2 Durchlässigkeit	9
5.3 Anforderungen für BSB ₅ - und CSB-Abbau	9
5.4 Anforderungen für Stickstoffentfernung	10
5.5 Anforderungen für Phosphatentfernung	10
5.6 Anforderungen für Keimzahlreduktion	10
5.7 Einbau	10
5.8 Beetgefälle	11
6. Bepflanzung	
6.1 Pflanzenarten	11
6.2 Pflanztechnik	12
6.3 Anwuchsphase	12
7. Dimensionierung	
7.1 Berechnung	12
7.2 Pauschale Dimensionierung	13
8. Betrieb	
8.1 Grundsätze	14
8.2 Wasserhaushalt / Frachten	14
8.3 Vorkehrungen gegen Austrocknung	15
8.4 Ernte	15
9. Ausblick	15
10. Literatur	16

VORWORT

Diese Empfehlungen gelten für den Bereich von Kleinkläranlagen nach DIN 4261 (bis 50 EGW) und für Kleine Kläranlagen (50 - 1.000 EGW). Es geht um die Behandlung von überwiegend häuslichem Abwasser oder von mit diesem vergleichbarem, gewerblichem Abwasser in Horizontalfiltern.

Ferner gelten die Empfehlungen nur für die im Forschungsvorhaben verwendeten Bodenmaterialien (Sand als Hauptfraktion) und für Filtertiefen über 0,5 m Tiefe.

Die Mindestanforderungen (BSB-/CSB-Abbau) können bei allen Verfahrenstypen eingehalten werden. Zusätzlich können als darüber hinausgehende Leistungen erbracht werden:

- allgemeine Verbesserung eines Mehrkammergrubenablaufes hinsichtlich seiner BSB/CSB- Konzentrationswerte,
- im Einzelfall zusätzlich:
 - weitergehende Entfernung von Ammoniumstickstoff,
 - weitergehende Entfernung von Stickstoff,
 - weitergehende Verminderung von Phosphor,
 - weitergehende Elimination von Bakterien.

Je nach den Ablaufanforderungen ergeben sich erhebliche Unterschiede in Art, Größe und baulicher Gestaltung eines Pflanzenbeetes.

Pflanzenkläranlagen stellen Multifunktionselemente in der Landschaft dar. Neben der Abwasserreinigung dienen diese Flächen auch Zwecken des Naturschutzes, der Bereicherung des Landschaftsbildes, der Minimierung von Eingriffen in die Landschaft und der Wasserretention.

1. Standort

1.1 Allgemeine Standortbedingungen

Der Standort soll für das Pflanzenwachstum günstig sein, z. B. ist eine ausreichende Besonnung notwendig. Der Zulauf soll möglichst im Freispiegel erfolgen.

1.2 Abstand

Als Abstand eines Pflanzenbeetes vom nächsten bewohnten Gebäude sind in der Regel 25 m zu empfehlen.

Bei Kleinen Kläranlagen orientiert sich die notwendige Entfernung von Gebäuden bzw. Ortschaften an der Art der Vorreinigung. Bei offener Vorreinigung ist ein Abstand von 300 m empfehlenswert, bei geschlossener Vorreinigung kann dieser Wert unterschritten werden.

1.3 Schutz gegen unerwünschten Wasserzutritt

Pflanzenbeete müssen gegen das unkontrollierte Eindringen von Oberflächen- und Grundwasser gesichert sein.

Bei einer Lage im Hochwasserraum sind geeignete Schutzvorkehrungen gegen Hochwasserüberflutung zu treffen.

1.4 Zufahrt

Kleine Kläranlagen bedürfen einer Zufahrt.

2. Abwasserableitung / Vorbehandlung

2.1 Kanalsystem

Grundsätzlich ist die Reinigung von Abwasser sowohl aus dem Trenn- als auch aus dem Mischsystem möglich. Aus Gründen der Betriebsführung, vor allem im Winterbetrieb, ist ein Trennsystem vorzuziehen. Die hier höheren Konzentrationen an Stickstoff im Zulauf verbessern darüberhinaus auch die Abbauleistungen der Stickstoff eliminierenden Mikroflora. Kleinkläranlagen darf grundsätzlich kein Niederschlagswasser zugeleitet werden.

2.2 Vorbehandlung des Abwassers

Eine Vorbehandlung des Abwassers vor der Einleitung in die Pflanzenkläranlage ist erforderlich.

2.3 Vorbehandlung bei Kleinkläranlagen

Bei Kleinkläranlagen ist zur Entschlammung in der Regel eine Mehrkammerabsetzgrube nach DIN 4261 Teil 1 vorzuschalten.

2.4 Vorbehandlung bei Kleinen Kläranlagen

Bei Kleinen Kläranlagen können zur Vorklärung alle aus der Abwasserbehandlungstechnik bewährten Einrichtungen (z. B. Rechen, Emscherbecken, Absetzteich, Absetzgrube) eingesetzt werden. An die Primärschlammbehandlung sind die gleichen Anforderungen zu stellen wie bei herkömmlichen Kläranlagen.

2.5 Vorkehrungen gegen Abkühlung des Abwassers

Die Entfernung zwischen Vorreinigung und Bodenfilter soll möglichst kurz sein, damit sich das Abwasser nicht zu stark abkühlt. Ferner ist durch entsprechende Gestaltung der Vorreinigung (z. B. durch geschlossene Bauweise) zu gewährleisten, daß die Abwassertemperatur nur geringfügig absinken kann.

2.6 Größe der Absetzeinrichtungen

Bei Verwendung von Absetzeinrichtungen wie z. B. Emscherbecken, Absetzbecken, Mehrkammerabsetzgruben und ähnlichen Vorreinigungseinrichtungen soll die Mindestgröße gemäß den einschlägigen Vorschriften gewählt werden (um den Betrag der Anfaulung und Abkühlung möglichst klein zu halten).

3. Beetdichtung

3.1 Ausreichende Dichtigkeit

Pflanzenbeete müssen an ihrer Sohle und an den Seiten hinreichend dicht sein. Als hinreichend dicht kann in der Regel ein natürlicher Boden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \leq 10^{-8}$ m/s (Ton) gelten.

3.2 Erforderliche Abdichtung

Bei klüftigem Untergrund und Durchlässigkeitsbeiwerten des anstehenden Bodens in Höhe von $k_f \geq 10^{-6}$ m/s ist grundsätzlich eine künstliche Dichtung erforderlich (z. B. Beton- oder Kunststoffwanne, Foliendichtung oder mehrlagige Lehmdichtung mit seitlich hochgezogener Einbindung). Bei k_f - Werten um 10^{-7} m/s muß je nach Lage des Beetes und dem Abstand zum Grundwasser über erforderliche Dichtungsmaßnahmen im Einzelfall entschieden werden.

4. Zu- und Ablaufkonstruktion

4.1 Zulaufkonstruktion

Zulaufkonstruktionen sind so zu gestalten, daß sie das Abwasser auf die Beetoberfläche oder in die Einsickerungskulisse des Bodens im Zulaufbereich gleichmäßig verteilen, ohne daß es zur Bildung von Erosionsrinnen auf der Beetoberfläche, zu Verschlammungen oder Verstopfungen des Bodens kommt. Die unterirdische Einleitung über Dränrohre ist besonders geeignet, und zwar aus Gründen einer gleichmäßigen Verteilung, Wartung (Rückspülmöglichkeit) und Frostsicherheit.

4.2 Ablaufkonstruktionen

Ablaufkonstruktionen sind so zu errichten, daß sie das Wasser nach planmäßiger Passage durch das Pflanzenbeet sammeln, ohne daß es zu Kurzschlußströmungen kommt.

Die Ablaufkonstruktion muß so angelegt sein, daß der Wasserspiegel im Pflanzenbeet planmäßig sowohl abgesenkt als auch über die Beetoberfläche aufgestaut werden kann.

Die Ablaufkonstruktion ist so zu gestalten, daß bei den Verstellarbeiten aus hygienischen Rücksichten keine Berührung mit dem Abwasser erfolgen kann.

4.3 Weitere Vorkehrungen

Zu- und Ablaufvorrichtungen müssen sich leicht reinigen lassen (z. B. durch Spülung).

Zu- und Ablauf des Pflanzenbeetes müssen so angeordnet werden, daß einwandfrei Abwasserproben entnommen werden können.

Zu-, Ablaufvorrichtungen und Verteileinrichtungen (bei intermittierender Beschickung) sind so zu gestalten, daß es im Winterbetrieb (bei Frosteinwirkung) zu keinen Störungen kommt.

Aus hygienischer Sicht und wegen möglicher Geruchsprobleme ist eine unterirdische Beschickung empfehlenswert.

5. Bodenkörper

5.1 Tiefe

Die Tiefe des Bodenkörpers soll 0,5 - 1,0 m betragen. Bei Tonabdichtungen ist als Schutz vor Undichtigkeiten infolge Durchwurzelung der Abdichtungen eine Mindestmächtigkeit des Filterkörpers von 0,8 m notwendig.

5.2 Durchlässigkeit

Das verwendete Bodenmaterial soll eine hydraulische Durchlässigkeit im Bereich von 10^{-3} m/s bis 10^{-5} m/s aufweisen. Ein entsprechender Nachweis ist vor dem Einbau des Materials zu erbringen.

Neben einer ausreichenden Durchlässigkeit des Bodens soll auch der kapillare Aufstieg des Wassers bis zur Bodenoberfläche gewährleistet sein.

Sowohl eine zu geringe als auch eine zu hohe Durchlässigkeit des Bodenmaterials können zu Problemen im längerfristigen Betrieb führen.

5.3 Anforderungen für BSB₅- und CSB-Abbau

Für einen effektiven BSB₅- und CSB-Abbau sind die unter Punkt 5.2. genannten Anforderungen an das Bodenmaterial ausreichend.

5.4 Anforderungen für Stickstoffentfernung

Für die effektive Stickstoffentfernung aus dem Abwasser ist eine intermittierende Betriebsführung oder eine mehrstufige Betriebsweise empfehlenswert. Weiterhin ist eine ausreichende Kationenaustauschkapazität für die vorübergehende Festlegung von NH_4^+ - Ionen notwendig. Eine endgültige, dauerhafte Festlegung ist nicht möglich, da bei der angenommenen Beschickung die Bindungskapazität für NH_4^+ - Ionen schnell erschöpft ist.

Um eine ausreichende Denitrifikation zu gewährleisten, muß eine Kohlenstoffquelle vorhanden sein. Es kann deshalb empfehlenswert sein, diese z. B. beim Substrateinbau zuzugeben .

5.5 Anforderungen für Phosphatentfernung

Für die Phosphatfestlegung sind sowohl basenreiche als auch saure Böden geeignet. Bei allen Böden ist eine Bindung an organische Substanz gegeben. Eine weitergehende Festlegung von Phosphat findet in Form von Ton-Humus-Komplexen und in Ca-, Fe-, Mn- und Al-Komplexen statt.

5.6 Anforderungen für Keimzahlreduktion

Die Abbauleistung in bezug auf Keime bzw. Bakterien ist weniger abhängig vom eingebrachten Substrat, als von der Verweilzeit im Substrat.

Die Keimzahlreduktion liegt im Bereich von 2 - 5 Zehnerpotenzen. Eine deutliche Veränderung der Florazusammensetzung zugunsten von Gruppen, die für eine bessere Wasserqualität typisch sind, ist festzustellen.

5.7 Einbau

Das zu verwendende Bodenmaterial ist trocken einzubauen. Für eine zusätzliche Lockerung ist der Zusatz von kohlenstoffreichem, organischem Material vorteilhaft.

5.8 Beetgefälle

Mit einem Gegengefälle der Beetoberfläche im zulaufenden Bereich kann eine klare räumliche Begrenzung eines Überstaues erreicht werden. Auch kleine Wälle quer zur Hauptfließrichtung können gegen die unkontrollierte Ausbreitung eines Überstaues hilfreich sein.

Die Beetoberfläche ist so zu gestalten, daß ein planmäßiger flächiger Überstau zur Unterdrückung von Fremdpflanzen möglich ist und bei Porenverstopfung keine Erosionsschäden infolge oberflächigen Abflusses eintreten.

Eine Sohlneigung zum Auslauf hin ist solange entbehrlich, wie dies hydraulisch nachgewiesen werden kann.

Die Sohlneigung von kurzen Pflanzenbeeten ist bei den üblicherweise vorgeschlagenen Ablaufkonstruktionen entbehrlich. Bei Beeten mit langer horizontaler Fließstrecke ist ein Sohlgefälle in Fließrichtung zweckmäßig.

6. Bepflanzung

6.1 Pflanzenarten

Es wurde hauptsächlich Schilf (*Phragmites australis*) verwendet, zumindest im Einlaufbereich. Schilf wurzelt als einzige Pflanze bis zu 1 m Tiefe.

Je nach Verfahrensvarianten können weitere Pflanzenarten eingesetzt werden, z. B.:

- Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*),
- Schmalblättriger Rohrkolben (*Typha angustifolia*),
- Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*),
- Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*),
- Aufrechter Igelkolben (*Sparganium erectum*),
- Kalmus (*Acorus calamus*).

6.2 Pflanztechnik

Bei allen angegebenen Pflanzenarten ist eine ganzjährige Ballenpflanzung möglich. Vorzugsweise sollte von Oktober bis April gepflanzt werden.

Bei Schilf kann die Pflanzung auch mit Hilfe von Rhizomschnittlingen oder Halmstecklingen und Soden erfolgen. Die Pflanzung soll gemäß den dafür im Landschaftsbau geltenden Regeln vorgenommen werden.

6.3 Anwuchsphase

Für die Einfahrphase ist die ausreichende Zufuhr von Wasser und Nährstoffen notwendig.

Durch konstruktive Maßnahmen ist eine Möglichkeit zu schaffen, um durch Überstau unerwünschten Gras- und Kräuterwuchs zu unterdrücken.

7. Dimensionierung

7.1 Berechnung

Grundvoraussetzung für die Funktionsfähigkeit der Anlage ist ein ausreichender Wirkquerschnitt, um das Abwasser in den Boden zu bringen.

Hydraulische Berechnung:

$$W = Q / (k_f \times l);$$

$$B = Q / (k_f \times l \times h);$$

$$t = V_n / Q = L \times B \times h \times n / Q;$$

Berechnung für den erforderlichen BSB-/CSB-Abbau:

$$A = Q \times (\ln C_o - \ln C_t) / K_{\text{BSB/CSB}}$$

$$t = \ln (C_o/C_t)/K$$

t = Aufenthaltszeit (h)

V_n = nutzbares Porenvolumen

Q = Durchfluß (m^3/s)

L = Beetlänge (m)

B = Breite der Einrieselungskulisse (m)

h = hydraulisch wirksame Beckentiefe (m)

n = nutzbarer Porenanteil

A = erforderliche Fläche (m^2)

C_o = Ausgangskonzentration (mg/l)

C_t = geforderte Konzentration im Auslauf (mg/l)

W = Wirkungsquerschnitt (m^2)

I = Gefälle (m/m)

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)

$K_{\text{BSB/CSB}}$ = Abbaukonstante (m/d) = 0,06

Die Aufenthaltszeit, bzw. die Beetfläche muß einerseits von der Reaktionskinetik, andererseits von der Hydraulik her bestimmt werden. Die längere der beiden Aufenthaltszeiten, resp. die größere ermittelte Beetfläche ist für die Auslegung der Kläranlage maßgebend.

7.2 Pauschale Dimensionierung

Für Anlagen bis 50 EGW Ausbaugröße kann die Berechnung durch die pauschale Annahme eines Flächenbedarfs von 5 m^2 pro EGW ersetzt werden.

8. Betrieb

8.1 Grundsätze

Ab der Inbetriebnahme können die Mindestanforderungen im Ablauf ($BSB_5 \leq 40 \text{ mg/l}$; $CSB \leq 150 \text{ mg/l}$) eingehalten werden.

Höhere Anforderungen sind nach einer verfahrensspezifischen Entwicklungszeit des Pflanzenbeckens möglich.

Die Anlage wird ab Betriebsbeginn mit der gesamten Abwassermenge beaufschlagt. Vom Planer einer Pflanzenkläranlage soll eine umfassende allgemeinverständliche Betriebs- und Pflegeanleitung für alle in der Praxis auftretenden Betriebs- und Wachstumszustände (Winterbetrieb, Beschickung, Pflanzenpflege etc.) einer Pflanzenkläranlage erstellt und dem Anlagenbetreiber ausgehändigt werden.

Der Abschluß eines Wartungs- und/oder Betreuungsvertrages zwischen Planer und Betreiber wird empfohlen.

8.2 Wasserhaushalt / Frachten

Wird einer Kleinen Pflanzenkläranlage im Regenwetterfall Mischwasser zugeführt, ist das Pflanzenbeet bis zum zweifachen Trockenwetterzufluß zu beschicken. Höhere Beschickungsraten bedürfen gesonderter konstruktiver Vorkehrungen und hydraulischer Nachweise.

Bei Kleinkläranlagen soll das Niederschlagswasser nicht mitbehandelt werden.

Sumpfpflanzen zeichnen sich durch eine hohe Verdunstungsleistung aus. In Trockenzeiten ist ein deutlich reduzierter Ablauf festzustellen. Auch in der Zeit der Vegetationsruhe wird über die Streu Wasser verdunstet. Daher ist für den Wirkungsgrad der Pflanzenkläranlagen nur eine frachtenbezogene Betrachtung aussagekräftig.

8.3 Vorkehrungen gegen Austrocknung

Infolge der ständigen hohen Verdunstungsleistung ist eine ausreichende Wasserversorgung dauernd zu sichern. Bei saisonalem Betrieb der Kläranlage ist dem durch betriebliche Maßnahmen Rechnung zu tragen (z. B. durch hohen Anstau am Ende der Saison).

8.4 Ernte

Durch eine Ernte (Mahd) der oberirdischen Biomasse im Herbst können max. 50 - 100 g Stickstoff und max. 5 g Phosphor pro m² und Jahr entzogen werden.

Bei einer Beschickung mit häuslichem Abwasser und einer Flächenbelastung von ca. 5 m² pro Einwohnergleichwert ist ein Nährstoffentzug über eine Ernte unbedeutend.

Eine Mahd fördert auch das Pflanzenwachstum im Regelfall nicht.

Die am Ende der Vegetationsperiode absterbenden und nicht gemähten oberirdischen Pflanzenteile bilden eine Isolierschicht zum Schutz der Pflanzenkläranlagen vor Auskühlung im Winter. Ferner stellen die Streu und die absterbenden Wurzeln und Rhizome wichtige Kohlenstoffquellen für die Bakterien dar.

9. Ausblick

Die Mindestanforderungen für BSB/CSB können ausgehend vom gegenwärtigen Wissensstand bei Pflanzenkläranlagen sicher eingehalten werden.

Zusätzliche Anwendungen ergeben sich für folgende Bereiche:

- Behandlung von Abwässern aus Industrie und Gewerbe,
- Nährstoffelimination,
- Regenwasserbehandlung,
- Behandlung von Grund- und Oberflächenwasser,
- Nachbehandlung (Schönung) von Kläranlagenabläufen.

Pflanzenkläranlagen werden primär für die Abwasserreinigung gebaut, können aber noch weitere Funktionen erfüllen:

- Naturschutz: Die Röhrichte stellen Vernetzungsstrukturen, Trittsteinbiotope, Lebensräume (insbesondere für eine Vielzahl von Tierarten) dar.
- Wasserretention: Als dezentrale Anlagen mit großem Wasserspeichervermögen wird das Wasser lange in der Landschaft zurückgehalten und dient zur Aufbesserung von Niedrigwasserabflüssen in Trockenzeiten, besonders bei kleinen Vorflutern.
- Verminderung von Kanallängen: Durch die Möglichkeit einer dezentralen Entsorgung werden Eingriffe durch den Bau von unnötigen Kanalstrecken vermieden (Eingriffe in den Wasserhaushalt der Landschaft durch z. B. Dränereffekt der Kanalstränge und die Beeinträchtigung bzw. Zerstörung empfindlicher Landschaftsteile wie Auen und Feuchtflächen). Kürzere Kanalstränge vermindern auch das Ausmaß von möglichen Undichtigkeiten im Kanalnetz.
- Minimierung von Eingriffen in das Landschaftsbild: Als naturnahe Landschaftselemente fügen sich Röhrichtflächen unauffällig in die Landschaft ein.
- Nährstoffverwertung: Röhrichte stellen in unseren Breiten die produktivste Lebensgemeinschaft dar und übertreffen dabei Grünland- und Ackergesellschaften. Die Verwertung von Röhrichten in Baugewerbe und Industrie findet zunehmend Beachtung. Röhrichte bieten ein erhebliches Potential bezüglich der Produktion von "nachwachsenden Rohstoffen".

10. Literatur

- Dafner, G. (1987): Betriebserfahrung mit Pflanzenkläranlagen. *gwf-Wasser/Abwasser*, 128, 4, München, 241-246.
- IÖV (Ingenieurökologische Vereinigung Deutschland) (1994): Behandlung von häuslichem Abwasser in Pflanzenkläranlagen. IÖV-Hinweisblatt H-W1/94, Eigenverlag, Augsburg.
- Geller, G., Netter, R., Kleyn, K., Lenz, A. (1992): Bewachsene Bodenfilter zur Reinigung von Wässern - Ergebnisse und Empfehlungen aus einem 5jährigen BMFT-Forschungsvorhaben. *Korrespondenz Abwasser* 6/92, Bonn, 886-898.
- Geller, G., Kleyn, K., Lenz, A., Netter, R., Rettinger, S., Hegemann, W. (1992): Bewachsene Bodenfilter zur Abwasserreinigung. *Freunde der Landschaftsökologie e.V.*, Heft 7, Eigenverlag Freising.
- Netter, R., Bischofsberger, W., (1990): Sewage Treatment by Planted Soil Filters. In: *Constructed Wetlands in Water Pollution Control, Advances in Water Pollution Control*, Pergamon Press, Oxford, 525-528.
- Netter, R., Bischofsberger, W., (1990): Hydraulic Investigations on Planted Soil Filters. In: Cooper, P.F. & Findlater, B.C. *Constructed Wetlands in Water Pollution Control*, Pergamon Press, Oxford, 11-20.

Was ist Ingenieurökologie? Was will die Ingenieurökologische Vereinigung IÖV?

Die erste Tagung "Ingenieurökologie" in Weihenstephan am 20. - 21. Oktober 1993 war der Auftakt für die Aktivitäten der Ingenieurökologischen Vereinigung Deutschland (IÖV), deren Gründung im Anschluß an diese Tagung erfolgte. Sie ist damit das erste nationale Mitglied der International Ecological Engineering Society (IEES).

Der Begriff "Ecological Engineering" wurde vor allem von Mitsch und Jørgensen bekannt gemacht. Prof. Mitsch, der auch Herausgeber der gleichnamigen Zeitschrift ist, stellte im Juli 93 in Freising-Weihenstephan das Thema vor. Das Fachgebiet selber hat auch eine lange Tradition im deutschsprachigen Raum, hier vor allem unter dem Begriff "Ökotechnik" (Kickuth, Uhlmann).

Die ersten **Definitionen** wurden u.a. von ODUM und MITSCH gegeben:

"We define ecological engineering and ecotechnology as the design of human society with its natural environment for the benefit of both (MITSCH 1988). It is engineering in the sense that it involves the design of this natural

environment using quantitative approaches and basing our approaches on basic science. It is a technology with the primary tool being self-designing ecosystems. The components are all of the biological species of the world." (MITSCH & JØRGENSEN 1989).

Nach ODUM (1962) ist ecological engineering: "environmental manipulation by man using small amounts of supplementary energy to control systems in which the main energy drives are still coming from natural sources" und: "the management of nature is ecological engineering, an endeavor with singular aspects supplementary to those of traditional engineering. A partnership with nature is a better term" (ODUM 1971). Weiter: "the engineering of new ecosystem designs is a field that uses systems that are mainly self-organizing" (ODUM 1983).

UHLMANN (1983), STRASKRABA (1984, 1985) definieren Ökotechnologie als Einsatz technischer Mittel zum Ökosystem-Management, das auf tiefgehendem Verständnis für ökologische Zusammenhänge beruht und dabei die Kosten für notwendige Maßnahmen sowie deren schädliche Folgen für die Umwelt senkt (nach MITSCH & JØRGENSEN 1989).

Zitierte Literatur siehe: MITSCH W. J. & JØRGENSEN S.E.: Ecological Engineering. An introduction to Ecotechnology, Willey, New York 1989.

Die Planungsmaßstäbe der Ingenieurökologie sind:

- kleine Ökosysteme
- mittelgroße Ökosysteme
- großräumige Ökosysteme

Planungsmaßstäbe und Beispiele:

Kleine Ökosysteme: Objektplanung

Bewachsene Bodenfilter zur Reinigung von Abwasser aus Kommunen, und von Deponien und Strassen.

Mittelgroße Ökosysteme: Stadt-, Dorfökosystemplanung

Dorferneuerungsplanungen aus ganzheitlicher Sicht, dabei z. B. Verbesserung der Autarkie bezüglich Energie- und Nahrungsmittelversorgung sowie Arbeitsplätzen, Maßnahmen zur Regenwassernutzung und -versickerung ...

Großräumige Ökosysteme: Raum- und Landschaftsplanung, Landnutzung

Ökologische Land- und Forstwirtschaft: u.a. zur Sicherung der Trinkwasserversorgung; Mehrfachnutzung: z. B. Braunkohlentagebau- rekultivierung unter Verwendung anthropogener Materialien wie Klärschlamm; Konzepte für die Verwendung von Klärschlamm und organischen Materialien in der Landschaft; umfassende Gewässerschutzkonzepte für Gewässereinzugsgebiete unter Einbezug der Landnutzung; Renaturierung von Niedermooren mit Anbau nachwachsender Rohstoffe.

Bezugsobjekt der Ingenieurökologie

ist das Ökosystem, so wie für die Ingenieurbiologie die Pflanze und für das Bauingenieurwesen das technische Objekt (Brücke, Strasse, Kläranlage) Bezugsobjekt ist.

Ökosysteme werden dabei

- neu geschaffen,
- saniert,
- genutzt oder
- so erhalten, daß sie dauerhaft von selber weitgehend stabil (= nachhaltig) sind und keine oder wenig technische Energie brauchen.

Die Ingenieurökologie baut auf der Grundlagenwissenschaft Ökologie auf und setzt die Erkenntnisse der Ökologie, insbesondere der Ökosystemforschung, und weiterer Grundlagenwissenschaften ingenieurmäßig um.

So werden z. B. im Maßstab der Objektplanung durch den Bau von Bewachsenen Bodenfiltern zur Abwasserreinigung Ökosysteme neu geschaffen, die meist ohne Fremdenergie auskommen und wenig Regelaufwand erfordern. Diese "naturnahen" Kläranlagen werden genauso ingenieurmäßig berechnet und konstruiert, wie dies für technische Kläranlagen gemacht wird.

Ein zweites Beispiel: Die Erkenntnisse über die Nährstoffeinträge in die

Gewässer (u. a. aus der Grundlagenwissenschaft Bodenkunde und aus der Land- und Wasserwirtschaft) müssen ingenieurmäßige Umsetzung finden: Wenn die Frachtbilanzen so eindeutig zeigen, daß im ländlichen Raum Stickstoff nahezu vollständig und Phosphor zu weit über 50 % aus der Landschaft und nicht aus Abwassereinleitungen kommt, sind aus der Sicht der Ingenieurökologie folgende Maßnahmen notwendig: Im Stadium der Umweltverträglichkeitsstudie generell Ermittlung der Quellen der Gewässerbelastung und der Kosten der Verringerung, gerade im ländlichen Raum bei kleinen Kläranlagengrößen. Darauf aufbauend Entwicklung einer Strategie, die u. a. auf der Ebene der Raum- und Landschaftsplanung nachhaltige Landnutzungskonzepte und auf der Ebene der Objektplanung definierte, ingenieurmäßig berechnete und eventuell neu geschaffene Puffer- und Filterzonen vorsieht, z. B. vor Einleitung eines belasteten Fließgewässers in einen eutrophierungsgefährdeten See (s. a. FREDE et al. 1994).

Ingenieurökologie hat, wie es für eine ökologische Disziplin nicht anders zu erwarten ist, vielfältige Überschnei-

dungen mit bestehenden Fachgebieten: z. B. im Bereich der Landnutzungssysteme mit der Landespflege, mit der Land- und Forstwirtschaft (Stichworte: "ökologischer Landbau", "Nachhaltigkeit", "Erosionsforschung", "Renaturierung", "Klärschlamm-Kompostierung"), im Bereich des Bauingenieurwesens z. B. mit der Regenwasserbehandlung und mit der Gestaltung von Bergbaufolgelandschaften, im Bereich von Architektur und Städtebau z. B. mit nach ökologischen Grundsätzen gestalteten Baugebieten und deren Stoffkreisläufen.

Die ingenieurökologische Vereinigung fördert das Fachgebiet Ingenieurökologie durch viele Aktivitäten, u. a. dadurch, daß sie den dazu notwendigen Austausch zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Anwendung ermöglicht. Sie wird das entsprechende Wissen zusammentragen und weitergeben (z. B. in Form eines eigenen Regelwerkes und in Form von Tagungen, Fachseminaren, Erfahrungsaustausch-Treffen) und auch die notwendige Lobby-Arbeit leisten, u. a. bei Berufsverbänden, in der Politik und im Hochschulbereich.

Dabei wird sie sich ganz besonders für ingenieurökologische Themenbereiche einsetzen, die trotz ausreichender fachlicher Grundlagen immer noch offiziell nicht ausreichend anerkannt werden, wie z. B. Pflanzenkläranlagen. Ähnliches gilt für das Gebiet der Abwasserbehandlung im ländlichen Raum generell.

Die IÖV will auch Heimat sein für Menschen und Fachgebiete, deren Arbeit in einem Grundlagenfach (z. B. Bodenkunde, Geologie, Biologie) zu ingenieurökologisch angewandt ist (Stichworte: "Erosionsschutz", "Renaturierung"), oder in einem angewandten Fachgebiet zu wenig gesamtökologisch (Stichworte: "Regenwasserbehandlung", "Hochwasserschutz," "Klärschlammverwertung").

Die IÖV sieht sich in diesem Sinne nicht als Konkurrenz, sondern als notwendige Ergänzung bestehender Organisationen.

Besondere Chancen für ingenieurökologische Ansätze ergeben sich aus der gigantischen laufenden Umstrukturierung der Landnutzung in der EG, in den Engpässen der bisherigen Entsorgung von anthropogen verursachten Materialien (Beispiel Klärschlamm), in der Folgenutzung der Braunkohletage-

bau Landschaften und aus den knapper werdenden Mitteln der öffentlichen Hand.

Die IÖV bietet Ihren Mitgliedern eine Reihe gewichtiger **Vorteile**:

Austausch und Kooperationsmöglichkeit mit Gleichgesinnten, leichter Informationszugang zur verstreuten und teilweise inhomogenen Information des Fachgebietes, berufsständische Unterstützung der Arbeit der Mitglieder, auch gegenüber Verwaltung und Politik.

Im Mitgliedsbeitrag ist das sehr stark verbilligte Abonnement der Zeitschrift Ecological Engineering, Verlag Elsevier, enthalten, herausgegeben von William Mitsch, einem der Väter des Fachgebiets. Daneben erhalten die Mitglieder auch in zunächst unregelmäßigen Abständen die IÖV-Mitteilungen.

Die Teilnahme an Veranstaltungen und der Bezug des IÖV-Regelwerks und der IÖV-Informationsblätter ist für Mitglieder stark verbilligt.

Weitere Informationen:

IÖV-Geschäftsstelle

Alpenstr. 13

86159 Augsburg

0821-582472 Fx.