



***Erste Hinweise zu Qualitäts-  
sicherung und Qualitäts-  
management  
bei Bewachsenen Bodenfiltern  
(Pflanzenkläranlagen)***

**IÖV-Arbeitsgruppe Qualitätsmanagement**

***- Fassung Mai 99 -***

**Inhalt**

- 0 Kurzfassung
- 1 Vorbemerkung / Einleitung
- 2 Voraussetzungen für den Einsatz
- 3 Anforderungen bei Planung / Bauleitung
- 4 Anforderungen bei Baudurchführung
- 5 Anforderungen bei Wartung und Betrieb

Herausgeber: Ingenieurökologische Vereinigung e. V. (IÖV).  
Geschäftsstelle: Postfach 1o2234, 86o12 Augsburg.  
o821-575165 T., -582472 Fx., e-mail: 101725.1622@compuserve.com  
Stadtsparkasse Augsburg, BLZ 72o 5oo oo; KtoNr. 912857

## **Zur Nomenklatur**

Pflanzenkläranlagen (PKA) ist der zwischenzeitlich verbreitetste Begriff für naturnahe Kläranlagen, bei denen Pflanzen eine Rolle spielen (im englischen Sprachraum als constructed wetlands bezeichnet).

Es handelt sich jedoch im deutschen Sprachraum meist um Anlagen, bei denen das Wasser im Wesentlichen durch Passage im Boden-/Filterkörper gereinigt wird, nicht so sehr durch die Pflanzen. Diese Kläranlagen sollten deshalb treffender als Bewachsene Bodenfilter (BBF) bezeichnet werden. Auch wenn nachfolgend beide Begriffe synonym verwendet werden, sind meist BBF gemeint, wenn nicht ausdrücklich anders angegeben.

Diese erste Fassung wurde am 21.5.99 beim Erfahrungsaustausch Pflanzenkläranlagen an der Uni Hannover, veranstaltet von der Arbeitsgruppe Pflanzenkläranlagen der IÖV, öffentlich vorgestellt.

Bis 30.11.99 vorgebrachte/eingegangene Anregungen/Verbesserungsvorschläge werden für die nächste Fassung berücksichtigt.

### **Diese Veröffentlichung haben erarbeitet:**

Dipl.-Ing. Gunther Geller, Augsburg  
Prof. Dr. Helmut Löffler, Dresden

### **unter Mitwirkung von:**

Dipl.-Ing. Klaus Mori, Freiburg  
Dipl.-Ing. G. Höner, Augsburg  
Dipl.-Ing. H. Rustige, Berlin

Für die IÖV-Arbeitsgruppe Qualitätsmanagement

Prof. Dr. H. Löffler

G. Geller

## **0 Kurzfassung**

Der Entwicklungsstand bei Pflanzenkläranlagen hat bei den fortgeschrittensten Verfahrensvarianten im deutschsprachigen Raum schon seit Jahren den Stand der Technik erreicht, wie das inzwischen auch von der Abwassertechnischen Vereinigung im Arbeitsblatt H 262 (1998) anerkannt worden ist. Im europäischen Raum entsprechen damit Pflanzenkläranlagen, die besonders zur Abwasserentsorgung im ländlichen Raum geeignet sind, dem Begriff der "besten verfügbaren Technik" ("BVT" bzw. in der EU "BREF").

Die Arbeitsgruppe Pflanzenkläranlagen der Ingenieurökologischen Vereinigung (IÖV), früher Arbeitsgruppe "Erfahrungsaustausch Pflanzenkläranlagen Weihenstephan" hat sich seit ihrer Gründung 1985 die Aufgabe gestellt, vorhandenes Wissen und vorliegende Erfahrungen aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis zu koordinieren und entsprechende Handlungsanleitungen herauszugeben.

Die vorliegenden Schriften (IÖV-A-W1/95 "Bewachsene horizontal durchströmte Bodenfilter"/ IÖV-H-W1/94 "Behandlung von häuslichem Abwasser in Pflanzenkläranlagen") werden ergänzt durch die nachfolgenden Hinweise, mit denen die Qualität von solchen Anlagen bei Planung, Bau und Betrieb sichergestellt werden soll, durch Fehlervermeidung, Fehlerkontrolle und Fehlerbehebung. Erarbeitet wurden diese Empfehlungen von der IÖV Arbeitsgruppe Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement. Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge sind willkommen und werden bei der weiteren Überarbeitung berücksichtigt. Bei der vorliegenden Veröffentlichung sind u. a. Anregungen der DIN EN ISO 9000 ff, das ATV M 801 usw. berücksichtigt worden, soweit sie sich auf den in diesen Hinweisen angesprochenen Gesamtprozeß (Planung, Bau, Betrieb) und die dabei Beteiligten übertragen lassen.

## **1 Vorbemerkung / Einleitung**

Pflanzenkläranlagen in den verschiedensten Verfahrensvarianten sind seit mehreren Jahrzehnten im deutschen Sprachraum im Einsatz.

In der vergangenen Zeit galt das Hauptaufgabenmerk der Bemessung, der Konstruktion, der Filtermaterialauswahl usw. und der Rolle der einzelnen Systemkomponenten. Hierzu sind eine Flut von Veröffentlichungen erschienen sowie etliche Handlungsanleitungen wie ATV-A 262, IÖV-A-W1/95 und IÖV-H-W1/94.

Zwischenzeitlich ist die Frage der Qualität der Umsetzung in den einzelnen Phasen (Planung, Bau und Betrieb) in den Vordergrund getreten, auch aufgrund der damit und dabei gemachten Erfahrungen. Diese sind nicht immer positiv, u. a. auch, weil Pflanzenkläranlagen in vielen Fällen nicht bestimmungsgemäß eingesetzt werden.

Damit der Erfolg beim Einsatz von Pflanzenkläranlagen mit größerer Sicherheit gewährleistet werden kann, werden in den hier vorgelegten ersten Hinweisen die Rahmenbedingungen näher beschrieben, die dazu zu beachten sind.

Sie richten sich an alle bei der Umsetzung Beteiligten wie Entscheidungsträger, Verwaltung, Planer, Bauleiter, Baufirmen, Wartungsfirmen, an das Betriebspersonal wie Klärwärter usw.

Für die einzelnen Bereiche und Umsetzungsschritte werden nach und nach von der IÖV Handlungsanleitungen und Checklisten herausgegeben werden.

Bewachsene Bodenfilter zeichnen sich durch einige Besonderheiten und ihr daraus resultierendes spezielles Anwendungsspektrum aus:

- Weitgehende Integration von 4-5 Abwasserbehandlungsstufen der konventionellen technischen Kläranlagen (Absetzanlage, Belebung mit Nitrifikation und evtl. Denitrifikationsstufe, Nachklärung, Schnellfilter, Entkeimung) durch nur 2 Stufen: **Mechanische Vorreinigung** (z.B. Absetzanlage, Vorfilter) sowie **pflanzenbeständiges Langsamfiltersystem** (Pflanzenbeet).

- Bei Einsatz anaerober Vorklärverfahren fällt nur anaerob-teilstabilisierter Schlamm an (entspricht lediglich 40 % der Primärschlammmenge technischer biologischer Klärverfahren), bei aeroben Verfahren wie Rottegrube bzw. Filtersack fällt aerob stabilisierter Klärschlamm an.
- Hervorragende Pufferwirkung nach Menge und Güte in Havariesituationen (wesentlich höher als bei konventionellen Anlagen!)
- Sehr komplexe Elimination von Abwasserinhaltsstoffen, Hygienisierung besonders hoch; eine spezielle Ausrichtung auf weitere Parameter ist möglich (P, N).
- BBF beinhalten generell eine hohe Leistungsreserve zu den gegenwärtigen Anforderungen an die Reinwasserqualität nach WHG und erhöhen damit die Anwendungssicherheit bei den stets zu erwartenden Novellierungen des WHG.
- Einfache Technik, Personal geringer Betriebs- und Wartungsaufwand (Kosten)
- Größerer Flächenverbrauch als bei technischen Anlagen. Deshalb Einsatzschwerpunkt im ländlichen Raum.
- Höhere Störepfindlichkeit als konventionelle technische Anlagen gegen dauerhafte quantitative oder qualitative Überlastung oder Fehlbelastung (Begrenzte Autoregenerationsfähigkeit der pflanzenbestandenen Bodenfiltersysteme!)

## **Wertung der Anlagensensibilität**

### **Konventionelle Technik:**

Bei Überlastung (Havarie oder Dauerüberlastung) Auswirkung auf den Vorfluter (evtl. bricht zeitweise die gesamte Biologie zusammen), jedoch keine oder kaum Auswirkung auf die Anlagentechnik.

### **Pflanzenkläranlage:**

Bei Überlastung (vor allem bei Dauerüberlastung, weniger bei Havarie) in erster Linie Auswirkungen auf die Anlage selber und erst in der Folge auf den Vorfluter bzw. die Reinwasserqualität.

## Anwendungsspektrum

Nach Menge und Güte übersehbare Abwassererzeuger:

- Häusliches Abwasser aus Einzelanwesen
- Häusliches Abwasser aus kleinen Gemeinden mit übersehbarer Entwässerungsstruktur (Trennkanalisation, keine oder selektierte landwirtschaftliche oder gewerbliche Abwässer)
- Kommunales Abwasser, das dem häuslichen Abwasser ähnlich ist.
- Industrielle oder landwirtschaftliche Abwässer nach spezifischer Vorbehandlung.

Hier sind fallweise spezifische Erweiterungen bestehender Indirekt-einleiterverordnungen zu prüfen.

Besonderes Augenmerk muß gerichtet werden auf die Limitierung der **Frachten** von:

- Schwermetallen und ihren Verbindungen,
- Fetten und Ölen,
- starken Oxidationsmitteln (u. a. Aktivchlorverbindungen),
- nichtabsetzbaren, aber abfiltrierbaren Stoffen,
- leicht abbaubaren organischen Verbindungen.

Ein genereller und oftmals ausreichender Schutz ist dann gegeben, wenn die Indirekteinleiter über das kommunale Satzungsrecht auf die Grenzwerteinhaltung für Direkteinleiter der bisherigen **Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift** festgelegt werden (z. Z. 57 Anhänge).

Diese werden z. Z. schrittweise durch **Abwasserverordnungen** für die einzelnen Herkunftsbereiche abgelöst.

Die für den Anlagenschutz von Pflanzenkläranlagen vom Anbieter vorgegebenen Grenzwerte für die Satzungen der Gemeinden bleiben von den Änderungen der neu erlassenen Abwasserverordnungen unberührt; entsprechende Hinweise sollten in die Satzungen aufgenommen werden.

Bei Industrie- und Gewerbeparks werden zusätzlich für kritische Einleiter getrennte (biologische) Vorbehandlungsanlagen empfohlen.

Eine verfahrenstechnisch bedingte Einschränkung der Anlagengröße ist nicht durchgängig für Pflanzenkläranlagensysteme begründbar. Wirtschaftlichkeitsvergleiche und die Beherrschung des Kanalnetzes (Indirekteinleiter, Fremdwasser) engen die Anwendung beim derzeitigen Entwicklungsstand jedoch eher auf kleine Gemeinden ein.

Bei richtiger Bemessung und Bauausführung (Qualitätsstandard erforderlich!) sowie bestimmungsgemäßem Einsatz und Betrieb der bewachsenen Bodenfilter-Anlagen sind pauschale Sicherheitszuschläge zur Anlagenauslegung nicht erforderlich. Sie verleiten im Gegenteil nur zum sorglosen Umgang mit naturnahen Anlagen. Unabhängig hiervon sind begründete Sicherheitszuschläge immer in Betracht zu ziehen, bezüglich:

1. Einwohnerzuwachs
2. Prognostizierte Fremdwasseranteile
3. Ruhephasen zur Beetregeneration
4. Industrie- und Gewerbewasseranteile

Beispiele für vorprogrammierte vermeidbare Probleme sind:

- Brauerei mit intakter Vorreinigung fährt im Interesse eigener Betriebskostensenkung unter Umgehung der eigenen Vorreinigung auf eine kommunale Pflanzenkläranlage (10fache Frachtüberschreitung), deren Ablaufqualität fällt.
- Gemeinde mit Gewerbepark läßt trotz Einspruch des Anbieters den Anschluß einer Fleisch- und Wurstverarbeitung zu. Folge: Mehrere Fetthavarien mit daraus resultierendem Überstau und Schäden an den Pflanzen.
- Unzulässige Einleitung von Fäkalien in Abwurfschächte in dichter Folge. Davon Schlammaustrieb auf die Pflanzenkläranlage mit dort entstehender Schlammsschicht und daraus resultierendem Überstau.
- Einleitung von lehmhaltigen Oberflächenwässern, insbesondere bei Starkregen. Folge: dünne, aber hydraulisch hochwirksame Kolmationsschichten auf den Beeten der BBF.

## 2 Generelle Voraussetzungen für den Einsatz von Pflanzenkläranlagen

Wichtig ist die Sicherung des bestimmungsgemäßen Einsatzes von Pflanzenkläranlagen durch **Vermeidung oder Beseitigung von Störeinflüssen, wie** z. B. zu großen Regenwasser- oder Fremdwassermengen (empfehlenswert: max. 2.25 Q<sub>T</sub> wie in Bayern!

Mögliche Probleme bei der Trennkanalisation müssen differenziert untersucht werden:

- Bei traditionellen Gravitationssystemen mit Betonschächten sind es vor allem Fehlanlüsse, durchbrochene Schachtdeckeleinläufe, Grundwasserzulauf an undichten Stellen.
- Bei modernen Gravitationssystemen (z. B. mit Kunststoffschächten und -rohren entfällt das Problem undichter Schachtdeckel.
- Bei der Druckentwässerung reduzieren sich die hydraulischen Probleme auf die Abschnitte vor der Druckstation, die Abwasserqualität verändert sich jedoch oft negativ (Anfaulen)
- Bei der Vakuumentwässerung ist Grundwassereintritt an undichten Stellen möglich.

### Beispiele für Maßnahmen:

Erforderliche Kontrollmaßnahmen des Betreibers.

- Ortssatzungen zu Entsiegelungen
- Kanalnetzrekonstruktion (Deckel!)
- Nebelverfahren zur Aufdeckung von Fehlanlässen
- Tischtennisballverfahren

Weitere Maßnahmen:

- Abwasserkataster, gegebenenfalls ergänzt durch Sielhautuntersuchungen zur Aufklärung zurückliegender Störeinflüsse.
- Spezifische Vorbehandlungen durchsetzen (Technische Anlagen werden im Regelfall durch nachgeschaltete Stufen ergänzt, bei Pflanzenkläranlagen ist die Vorschaltung oftmals wichtiger!)
- Meßtechnische Nachrüstung an geeigneten Stellen (Indirekteinleiter, Kanal, Kläranlagenzulauf). Obligatorisch: Abwasser-Menge, evtl. auch Abwassergüte.

Eine ausreichende Vorklärung ist für das dauerhafte Funktionieren der anschließenden Filterstufe ausschlaggebend.

Übliche Vorklärstufen genügen diesen Anforderungen im allgemeinen nicht, auch wenn sie den a.a.R.d.T. entsprechen. Ein nicht ausreichendes Funktionieren der Vorklärung fällt bei den Durchflußsystemen der konventionellen Abwassertechnik meist nicht auf, jedoch bei den als Sicherheitsstufe vor den und für die anschließenden Gewässer funktionierenden Bodenfiltern. Deshalb empfiehlt sich zusätzlich zur Absetzung (z. B. in Mehrkammergruben, Emscherbrunnen o. ä.) eine weitere Stufe, unter bestimmten Voraussetzungen z. B. eine Feinfiltration.

### **3 Anforderungen bei Planung / Bauleitung**

- 3.1 Bei Pflanzenkläranlagen handelt es sich um ingenieurökologische Bauwerke, die sowohl Verständnis für Ökosysteme und ihre Komplexität, als auch Wissen und Erfahrung im Bereich des Ingenieurwesens verlangen. Sollte ein einzelner Planer die angesprochenen Voraussetzungen nicht abdecken können, ist zwingend ein ausreichendes Planungsteam dafür qualifizierter Fachleute erforderlich. Die Planung selber muß nach den entsprechenden Vorschriften erfolgen. Das planende Team sollte unbedingt auch die Baudurchführung begleiten (Bauoberleitung, örtliche Bauleitung).
- 3.2 Wie bei jeder Kläranlage ist auch bei Pflanzenkläranlagen ein geeigneter hydraulischer und abbaukinetischer Nachweis zu führen.
- 3.3 Ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit ist ein geeignetes Filtermaterial. Dieses ist nicht nur aufgrund seiner Körnungslinie auszuwählen, sondern muß darüberhinaus auch im Langzeitbetrieb hydraulisch geeignet sein, eine ausreichende Suffisionsfestigkeit besitzen, sowie chemisch und physikalisch geeignet sein für den jeweiligen Anwendungsfall. In der Regel sind geeignete Sande für die meisten Standortanwendungsfälle optimal. Für speziellere Anwendungsfälle sind jedoch auch andere Materialien denkbar. Bei der Regen-/Mischwasserbehandlung können auch sehr feinteilreiche lehmig-tonige Filtermaterialien geeignet sein, wenn entsprechende Trockenzeiten und eine entsprechende hydraulische Auslegung getroffen werden.
- 3.4 Der Planer muß die Ausführung des Bauwerkes ausführlich überwachen. Die Häufigkeit der Baustellenbesuche und die entsprechenden Koordinations- und Baubesprechungen richten sich unter anderem nach der Qualifikation der Baufirma. Weil für diese ein solches ingenieurökologisches Bauwerk in der Regel neu ist, empfiehlt sich ein überdurchschnittliches Engagement des Planers in der ersten gemeinsamen Baumaßnahme.

## **4 Anforderungen bei der Baudurchführung**

- 4.1 Erleichtert wird die Qualitätssicherung durch Vergabe der Bauarbeiten an erfahrene und geeignete Baubetriebe bzw. Bauausführende. Empfehlenswert sind Betriebe, die Erfahrung im Umgang mit Filtermaterialien haben, z. B. Betriebe aus dem Bereich Sportplatzbau / Dachbegrünung.
- 4.2 Es ist laufend zu kontrollieren, ob das geplante Filtermaterial dem eingebauten entspricht. Entsprechende Rückstellsproben müssen genommen werden. Bei der Einbringung ist eine mittlere Lagerungsdichte zu erreichen. Empfehlenswert ist Einbau bei Trockenwetter, Einbau von möglichst trockenem Material und Einsatz von Geräten, die nicht verdichten, wie z. B. Kran und Bagger außerhalb der Baustelle.
- 4.3 Die Abdichtung wird am besten im Werk vorgefertigt, so daß außer den Durchführungen vor Ort keine Schweißarbeiten notwendig werden. Bei den Durchführungen empfehlen sich insbesondere gängige Teile aus dem Bereich der Dachbegrünung.
- 4.4 Bei den Pflanzen empfehlen sich vorgezogene, adaptierte, reichlich bewurzelte Topfpflanzen, insbesondere, wenn die Wasserversorgung kritisch ist.

## **5 Anforderungen bei Wartung / Betrieb**

Pflanzenkläranlagen halten grundsätzlich bei sachgerechtem Betrieb die gesetzlich vorgeschriebenen Ablaufwerte ein (soweit vorhanden). Auch wenn durch die Qualitätssicherung bei Planung und Bau eine funktionstüchtige Pflanzenkläranlage entstanden ist, hängt das optimale Funktionieren danach stets entscheidend von Wartung und Betriebsführung ab (Ebenso wie bei konventionellen Kläranlagen).

Eine wirkliche Gewährleistung kann nur durch Absicherung aller Verwirklichungsschritte gegeben werden. Es empfiehlt sich stets dringend der Abschluß eines Wartungs- / Betreuungsvertrages mit dem Planer bzw. der Baufirma. Unabhängig hiervon sind vom Anbieter Anlagenbeschreibung (Funktionserläuterung), Betriebs- und Wartungsanleitung, Betriebstagebuch und Arbeitsschutzvorschriften vorzugeben. Hierbei müssen die Nebenbestimmungen aus den wasserrechtlichen Bescheiden genommen werden. Weiter sollten enthalten sein Hinweise

- zu den erforderlichen Bestandsunterlagen
- zur Erfordernis einer speziellen Anleitung bzw. Schulung der Klärwärter (Eigenverantwortung der Anlagenwartung, wie z. B. im NRW-Modell!)
- zu Eigenkontrollen und zur Bedeutung und den Möglichkeiten der Zulaufkontrolle, wie:
  - Menge des Zulaufs
  - Güte des Zulaufs
  - Schlammspiegelmessung in der Vorklärung
  - zwingende Eintragung in das Betriebstagebuch zur Beweissicherung (gilt für alle Kammern!)
  - Messung der Filterbeschaffenheit durch modifizierte Rammkernsonden mit Inliner
- zum Anlagenbetrieb
- zum Havariemanagement (Techn. Voraussetzungen)
- zu Wartungs- und Kontrollverträgen, übergeordneten Kontrollen, Kooperation, KA-Nachbarschaften
- zur rechtzeitigen Vorausbestimmung erforderlicher Erweiterungen der Anlage