



# Freie und Hansestadt Hamburg

## Umweltbehörde

### Pflanzenkläranlagen

#### Funktion, Anwendung, Reinigungsleistung, Planung, Bau und Betrieb, Kosten \*

Pflanzenkläranlagen zählen wie Abwasserteiche zu den naturnahen Verfahren der Abwasserreinigung. Pflanzenkläranlagen stehen häufig im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion, vor allem im ländlichen Raum. Über kaum ein Abwasserreinigungsverfahren wurde und wird in der Öffentlichkeit so kontrovers diskutiert wie über die Pflanzenkläranlage.

Eine sachliche und unvoreingenommene Auseinandersetzung mit diesem Thema setzt voraus, dass von allen an der Diskussion Beteiligten anerkannt wird, dass die Pflanzenkläranlage *eines* von mehreren in Frage kommenden Reinigungsverfahren ist und kein Allheilmittel für die Abwasserentsorgung im ländlichen Raum darstellt.

#### Die nachfolgenden Ausführungen

- informieren über das Reinigungsverfahren,
- zeigen Anwendungsvoraussetzungen und -möglichkeiten auf und
- sollen Entscheidungsprozesse unterstützen.

Klarheit muss darüber bestehen, dass es für die Abwasserentsorgung bei der Wahl des Entsorgungssystems und des Reinigungsverfahrens kein Patentrezept gibt. Entscheidungen über die „richtige“ Entsorgungskonzeption können nur im Einzelfall und nur auf der Grundlage von sorgfältigen Untersuchungen der technisch und wasserwirtschaftlich möglichen Entsorgungsvarianten und deren Bau- und Betriebskosten getroffen werden. Abwasseranlagen können nicht von der Stange gekauft werden.

#### Was ist eine Pflanzenkläranlage?

Eine Pflanzenkläranlage ist eine Kläranlage mit Pflanzenbeeten als biologische Reinigungsstufe. Zu einer Pflanzenkläranlage gehören aber neben dem abwasserdurchströmten Pflanzenbeet (bewachsener Bodenfilter), das gewissermaßen das Herzstück der Anlage bildet, noch

- Zu- und Ablaufeinrichtungen mit Kontrollschacht,
- eine Vorreinigungsanlage, z.B. Mehrkammerabsetz- oder Ausfallgrube,
- ggf. eine Pumpanlage,
- Wartungs- und Betriebseinrichtungen, z.B. Betriebsgebäude.

Das Pflanzenbeet besteht aus einem mit Sumpfpflanzen bewachsenen sandig-kiesigen Bodenkörper, der fallweise auch bis zu 5 % bindige (d.h. lehmige oder tonige) Anteile aufweisen kann.

Man unterscheidet zwischen horizontal und vertikal durchströmten Pflanzenbeeten. Das meist im freien Gefälle zugeführte mechanisch oder mechanisch-biologisch vorgereinigte Abwasser fließt beim horizontal durchströmten Pflanzenbeet gleichmäßig verteilt, jedoch intermittierend auf der einen Seite des Beetes zu. Nach Durchströmen des Beetes in überwiegend horizontaler Richtung wird das Abwasser mit einem Dränrohr gesammelt und über einen Kontrollschacht abgeleitet. Ein Großteil der Poren des Bodenkörpers ist ständig mit Wasser gefüllt. Das Abwasser fließt „unter der Oberfläche“.

Die Beschickung über die Beetoberfläche erfolgt beim vertikal durchströmten Beet meist intermittierend mittels Pumpen. Mehrere über dem Beet oder im Bereich der Beetoberfläche verlegte gelochte Rohre verteilen das zufließende Abwasser über die gesamte Oberfläche. Im Vergleich zum horizontal durchströmten Beet ist das Bodenmaterial hier nur kurzzeitig eingestaut, so dass sich die Poren wieder mit Luft füllen können. Grundsätzlich ist der Bodenkörper tiefer angelegt als beim horizontal durchströmten Beet.

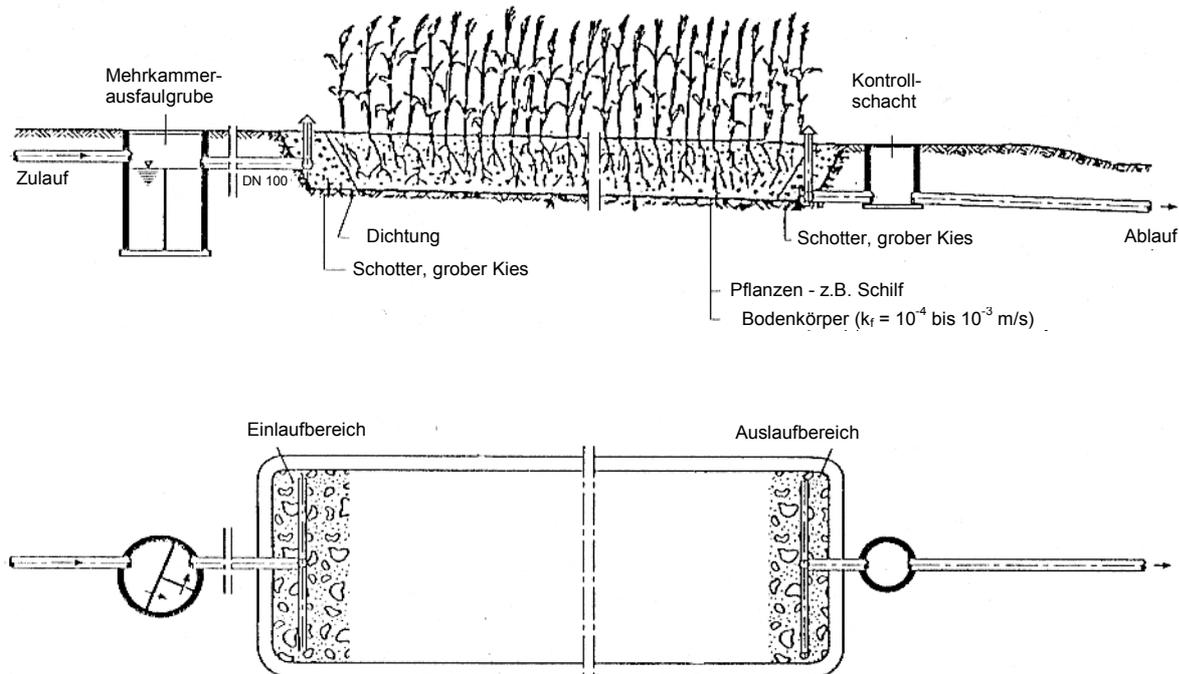
### Wie funktioniert die Abwasserreinigung in einem Pflanzenbeet?

Die Wirkungsmechanismen der Abwasserbehandlung im Pflanzenbeet sind durch komplexe physikalische, chemische und biologische Vorgänge gekennzeichnet, die sich aus dem Zusammenwirken von Boden, Mikroorganismen, Pflanzen und Abwasser ergeben.

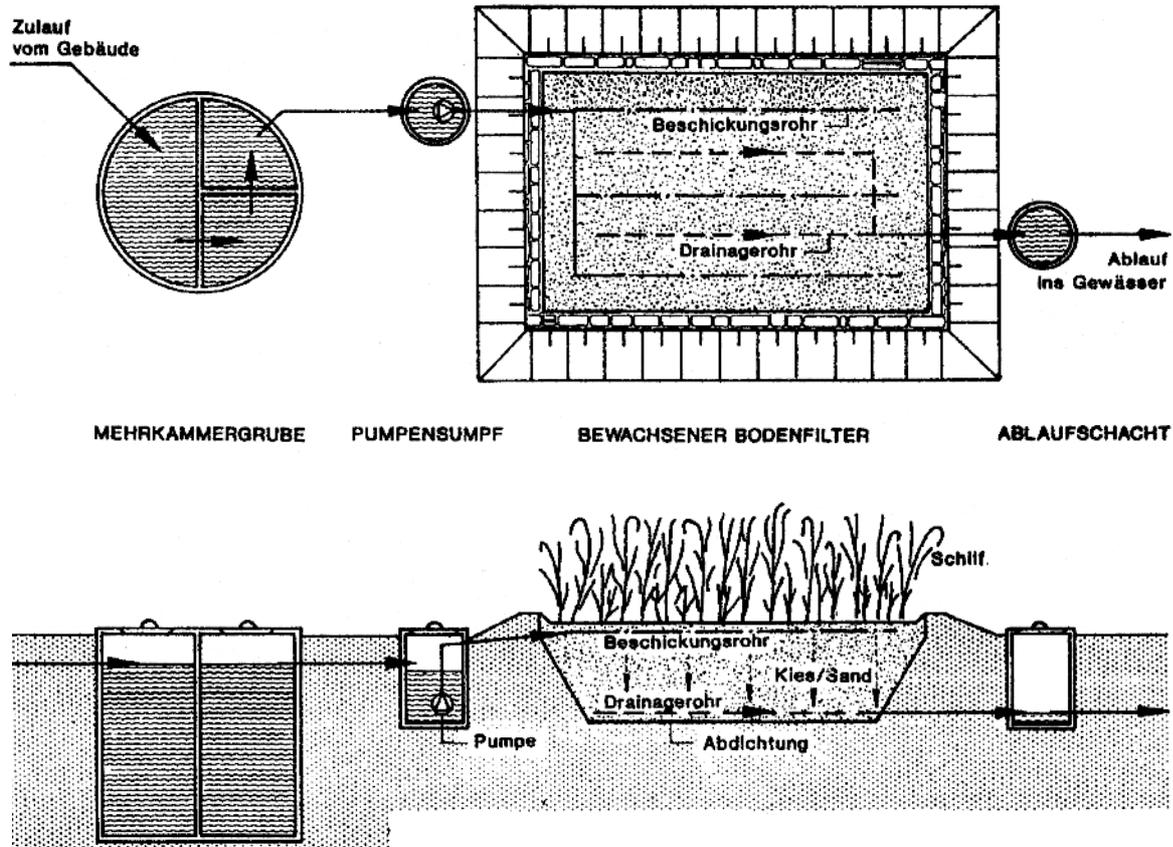
Der Reinigungsprozess wird wesentlich vom Bodenkörper und seinem Aufbau beeinflusst. Die biologischen Abbauvorgänge laufen auf der Oberfläche der Bodenpartikel und der Pflanzenwurzeln ab. Hier sitzen Millionen von Mikroorganismen, die sich von den Abwasserinhaltsstoffen "ernähren" und sie zu für das Gewässer unschädlichen Verbindungen abbauen. Dazu muss der Bodenkörper dauerhaft eine ausreichende hydraulische Durchlässigkeit aufweisen. Daneben spielen vor allem Filtrations- und Anlagerungsvorgänge eine wesentliche Rolle. Verarbeitet werden können nur biologisch gut abbaubare Stoffe, wie sie üblicherweise im häuslichen Abwasser enthalten sind. Andere Stoffe, wie z.B. Phosphate, lassen sich biologisch nicht abbauen, sie können aber teilweise an die geringen Anteile bindigen Materials angelagert werden.

Die Pflanzen sind für den Reinigungsprozess wichtig, weil sie

- als Aufwuchsfläche für Mikroorganismen dienen,
- durch Abgabe von chemischen Substanzen (Wurzelexsudaten) die Aktivität der Mikroorganismen fördern,
- Verstopfungen des Bodenkörpers entgegenwirken,
- für eine Vergleichmäßigung der Temperatur im Bodenkörper sorgen (Beschattung im Sommer, Wärmedämmung im Winter).



**Abbildung 1:** Horizontal durchströmtes Pflanzenbeet



**Abbildung 2:** Vertikal durchströmtes Pflanzenbeet

### Für welche Anwendungen kommen Pflanzenbeete in Frage?

Pflanzenbeete können eingesetzt werden

- als Nachreinigungsstufe nach technischen Kläranlagen oder
- als biologische Reinigungsstufe nach Dreikammerausfallgruben bei Hauskläranlagen (Kleinkläranlagen). Pflanzenkläranlagen > 50 Einwohnerwerten (E) sind in Hamburg aufgrund des Platzbedarfes kaum zu realisieren.

Sie sind nicht geeignet zur Reinigung gewerblicher und industrieller Abwässer, die einseitig zusammengesetzt oder hoch belastet sind und biologisch schwer oder nicht abbaubare Stoffe, wie z.B. Schwermetalle enthalten.

### Welche Reinigungsleistung können Pflanzenkläranlagen erbringen?

Für Einleitungen aus Pflanzenkläranlagen gelten grundsätzlich die gleichen Anforderungen wie für alle anderen Kläranlagentypen. Für Anlagen bis 150 E sind die Anforderungen in der Globalrichtlinie Kläranlagen geregelt. Danach sind die Anlagen so zu konzipieren und zu bemessen, dass eine weitestgehende Nitrifikation und stabile Denitrifikation mit einer mindestens 70 %-igen Stickstoffelimination erzielt wird. Für Kleinkläranlagen (< 50 E) sind folgende Anforderungen einzuhalten:

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	90 mg/l
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB <sub>5</sub> )	20 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	10 mg/l *
Stickstoff gesamt, anorganisch <sup>1</sup> (als $\Sigma$ NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N)	25 mg/l *

\* Diese Anforderung gilt bei einer Abwassertemperatur  $\geq 12^\circ$  C im Ablauf der biologischen Stufe

Für dieses Anforderungsprofil sind Pflanzenkläranlagen generell geeignet. Soweit im Einzelfall strengere als diese Mindestanforderungen oder Anforderungen an den Nährstoffparameter Phosphor gestellt werden müssen, z.B. wenn es sich um ein besonders empfindliches Gewässer handelt, muss sorgfältig geprüft werden, ob eine Kläranlage mit Pflanzenbeet das geeignete Verfahren ist.

### Welche Voraussetzungen sind an den Standort zu stellen?

Bei Pflanzenkläranlagen muss ebenso wie bei allen anderen Kläranlagen ein aufnahmefähiges Gewässer zur Einleitung des gereinigten Abwassers vorhanden sein. Einleitungen in Trockengräben ohne ausreichende Wasserführung und stehende Gewässer (See, Baggersee usw.) sind nicht zulässig. Witterungsabhängige und klimatisch exponierte Lagen sind wegen des möglichen Leistungsabfalls bei der Reinigung wenig geeignet. Als günstige Standorte sind besonnte und vor extremen Witterungseinflüssen geschützte Lagen zu suchen.

Wegen des erheblichen Flächenbedarfs und der Einschränkungen aus hygienischer Sicht bleibt die Anwendung jedoch auf weitläufige Bebauung beschränkt. Insbesondere aus Gründen möglicher Geruchsbelästigungen empfiehlt sich, je nach Vorbehandlung des Abwassers und Beschickung der Anlage, ein Abstand des Pflanzenbeetes zum nächsten bewohnten Gebäude von 15 bis 20 m; das Einverständnis der Grundstücksnachbarn sollte vor Baubeginn eingeholt werden.

### Was muss bei Planung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen beachtet werden?

Pflanzenkläranlagen bedürfen ebenso wie andere biologische Reinigungsverfahren einer sorgfältigen Planung, einer fachmännischen Herstellung sowie einer regelmäßigen Überwachung, Wartung und Pflege.

#### Planung

Bei der Ermittlung der Bemessungswerte und bei der Dimensionierung und Auslegung des Bodenkörpers sowie der Auswahl des Bodenmaterials und der Pflanzen ist der Stand der Technik zu berücksichtigen. Dieser ist im Arbeitsblatt A 262 der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV)<sup>2</sup> beschrieben. Weitere Hinweise gibt die örtlich zuständige Wasserbehörde. In Hamburg werden diese Anlagen nur im Einzelfall zugelassen. Voraussetzung ist u.a., dass durch weiter gehende Maßnahmen (z.B. Rezirkulation des gereinigten Abwassers in die Vorklärung) neben einer verbesserten Reinigungsleistung eine Stickstoffelimination von  $\geq 70$  % erreicht wird.

Bei der Planung ist im Einzelnen auf Folgendes besonders zu achten:

- **Vorreinigung**

Pflanzenbeete vertragen wegen der Verstopfungsgefahr keine Feststoffe, wie z.B. Sand, Papier, Hygieneartikel. Deshalb ist ihnen immer eine mechanische bzw. mechanisch/biologische Vorreinigung vorzuschalten, in der das Abwasser entschlammt und von Grob- und Schwimmstoffen befreit wird. Damit können auch die hygienischen Randbedingungen verbessert werden.

---

<sup>1</sup> Für Stickstoff, gesamt, kann im Einzelfall eine höhere Konzentration zugelassen werden, wenn die Verminderung der Gesamtstickstofffracht mindestens 70 % beträgt.

<sup>2</sup> Vertrieb: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA), Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef

- **Abdichtung**  
Pflanzenbeete müssen nach unten hin sowie an den Seiten abgedichtet werden. Zur Abdichtung kommen Folien (Stärke  $\geq 1,0$  mm, wurzelfest und UV-beständig, vorzugsweise auf PE-Basis), Beton- oder Kunststoffwannen oder eine Lehmdichtung in Frage. Besonderes Augenmerk kommt der ordnungsgemäßen und sorgfältigen Ausführung zu.
- **Aufbau und Material des Bodenkörpers**  
Der Bodenkörper soll aus feinkörnigem, sandig-kiesigem Material mit Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f = 10^{-4}$  bis  $10^{-3}$  m/s bestehen. Bei vorwiegend horizontal durchströmten Beeten sollte die Schichtdicke mindestens 50 cm, bei vorwiegend vertikal durchströmten wenigstens 80 cm betragen. Die Beetoberfläche außerhalb des Zulaufbereiches ist horizontal auszuführen.
- **Pflanzen**  
Für die Bepflanzung des Bodenkörpers kommen hauptsächlich Sumpfpflanzen (Helophyten) in Frage. Zur Anwendung geeignet ist besonders Schilf (Phragmites). Auch Schwertlilie (Iris) und Rohrkolben (Typha) u.a. können eingesetzt werden. Schilf kann als Ballen, einzelne Rhizome oder Setzlinge gepflanzt werden.
- **Beetfläche**  
Die erforderliche wirksame Beetfläche beträgt mindestens
  - $5\text{m}^2/\text{E}$ , Mindestfläche des Beetes  $20\text{m}^2$ , bei vorwiegend horizontaler Durchströmung,
  - $2,5\text{m}^2/\text{E}$ , Mindestfläche des Beetes  $10\text{m}^2$ , bei vorwiegend vertikaler Durchströmung.

Wird für die Denitrifikation gereinigtes Abwasser in eine vorgeschaltete Denitrifikation bzw. in die Vorklärung rezirkuliert, ist die Beetfläche entsprechend der höheren hydraulischen Belastung zu vergrößern.
- **Weitere Einrichtungen**  
Die Zulaufeinrichtungen sind so zu gestalten, dass das Abwasser gleichmäßig über
  - den gesamten Beetquerschnitt bei horizontaler Durchströmung,
  - die gesamte Beetoberfläche bei vertikaler Durchströmung verteilt wird.

Die Ablaufeinrichtungen sind so anzulegen, dass der Wasserspiegel im Beet planmäßig sowohl abgesenkt als auch bis 10 cm über die Beetoberfläche angehoben werden kann. Es sind entsprechende bauliche und betriebliche Vorkehrungen gegen das Einfrieren der Anlage bzw. von Anlagenteilen auch bei länger anhaltendem Frost zu treffen. Das Beet ist aus hygienischen Gründen sowie zum Schutz der Pflanzen vor Betreten zu sichern.

### **Bau**

Wie Erfahrungen zeigen, kommt der plangerechten, sorgfältigen Erstellung des Pflanzenbeetes mit Zu- und Ablaufvorrichtungen, Abdichtung und Verteilereinrichtung besondere Bedeutung zu. Versäumnisse bei der Bauausführung oder unsachgemäß ausgeführte Arbeiten beim Pflanzenbeet lassen sich nachträglich nur schwer oder nur mit großem Aufwand korrigieren. Diese Arbeiten dürfen daher nur von anerkannten Fachbetrieben nach § 13b Hamburgisches Abwassergesetz (HmbAbwG) ausgeführt werden.

### **Betrieb**

Pflanzenkläranlagen müssen wie technische Anlagen regelmäßig fachmännisch betreut und überwacht werden, weil sonst ein dauerhafter, einwandfreier Betrieb nicht gewährleistet ist. Wie bei allen Kleinkläranlagen ist täglich zu prüfen, ob Störungen vorliegen; wöchentlich sind einfache Kontrollen durchzuführen. Dabei ist u.a. zu prüfen, ob die Anlage ordnungsgemäß funktioniert. Vierteljährlich ist die Anlage durch einen Fachbetrieb mit einer Zulassung nach § 15 (5) HmbAbwG warten zu lassen und die Zu- und Ablaufbeschaffenheit zu untersuchen.

Der bei der Vorreinigung anfallende Primärschlamm ist ordnungsgemäß zu entsorgen, z.B. zu einer dafür geeigneten Kläranlage abzufahren.

Zur Pflege der Pflanzen ist anzumerken, dass insbesondere in den ersten Jahren nach Inbetriebnahme für die Entfernung von Fremdpflanzen, wie z.B. Springkraut, Brennnesseln zu sorgen ist. Dies kann evt. durch periodisches Überfluten erfolgen. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, die Pflanzen im

Spätherbst zu schneiden und über den Winter als Isolierung auf dem Beet liegen zu lassen. Das Schnittgut muss dann im Frühjahr entfernt werden, bevor die Pflanzen wieder austreiben. Regelmäßige gärtnerische Pflege und Wartung der Pflanzenzonen sowie Überprüfung der Durchlässigkeit sind unverzichtbar. Verstopfte Bodenpartien des Pflanzenbeetes (meist im Einlaufbereich) sind wieder aufzuarbeiten oder auszutauschen und entsprechend der Schadstoffbelastung zu entsorgen. Der Abschluss eines Vertrages zur Beet- und Pflanzenpflege wird deshalb empfohlen.

Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, dass die Pflanzenbeete bei guter Wartung eine Betriebsdauer von wenigstens 10 bis 15 Jahren erreichen.

### **Was kosten Pflanzenkläranlagen?**

Die Investitionskosten für Pflanzenkläranlagen liegen etwa in der gleichen Größenordnung wie die für technische Anlagen. Sie hängen im Wesentlichen vom anstehenden Boden, vom Grundwasserstand und von der erforderlichen Art der Abdichtung ab.

Für einen 4-Personenhaushalt (Mindestgröße einer Kleinkläranlage) ist für eine komplette Pflanzenkläranlage mit Baukosten von DM 10.000,- bis 15.000,- zu rechnen (Stand Feb. 2000). Die Kosten verringern sich, wenn vorhandene Anlagenteile (z.B. Mehrkammerausfallgrube), ggf. nach baulicher Sanierung, weitergenutzt werden können.

Über die Betriebskosten liegen hier noch keine ausreichenden Erfahrungswerte vor und die Angaben in der Literatur sind sehr unterschiedlich. Der Kostenaufwand dürfte jedoch in ähnlicher Höhe wie bei Tropfkörperanlagen liegen und beinhaltet die Kosten für Energie (Pumpen), Fachbetriebswartung sowie ggf. Schlammabfuhr, so dass mit Aufwendungen in der Größenordnung von DM 1.000,- bis 1.500,- pro Jahr bei einer Anlage für 4 Personen zu rechnen ist.

---

\* Grundlage für Text und Abbildungen: Pflanzenkläranlagen - ein naturnahes Verfahren zur Abwasserreinigung, 2/97, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen