



Bayerisches Landesamt  
für Wasserwirtschaft

A large, stylized blue graphic element resembling a thick brushstroke or a calligraphic letter 'W' that extends diagonally across the page from the bottom left towards the top right.

## **Pflanzenbeete zur Abwasser- reinigung in Kleinkläranlagen**

Informationen für Planung, Bau und  
Betrieb privater Pflanzenkläranlagen zur  
Reinigung häuslichen Abwassers  
Stand April 2001

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
(Herausgeber und Verlag) · München 2001

## **Pflanzenbeete zur Abwasser- reinigung in Kleinkläranlagen**

Informationen für Planung, Bau und  
Betrieb privater Pflanzenkläranlagen zur  
Reinigung häuslichen Abwassers  
Stand April 2001

**Herausgeber:** Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, D-80636 München,  
eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung  
und Umweltfragen

**Autorin:** Dr. Tanja Gschlöbl

**Redaktion:** Dipl.-Ing. (FH) Evamaria Burkart  
Dipl.-Biol. Elke Zahner-Meike

**Druck:**

Für den Druck wurde Recycling-Papier aus 100% Altpapier verwendet.

**Bezug:** Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, Postfach 2061, 94460 Deggendorf

**Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers**

## Vorwort

Der Schutz bayerischer Flüsse und Seen sowie des Grundwassers wird in Baugebieten in der Regel durch den Anschluss an eine gemeindliche Abwasserreinigungsanlage sichergestellt. Einzelanwesen in nicht erschlossenen Bereichen liegen oft in Gebieten, in denen das Grundwasser besonders gefährdet ist und kleine Fließgewässer einen ökologisch wertvollen Lebensraum insbesondere auch für Jungfischarten bilden. Die Behandlung des anfallenden Abwassers ist hier von besonderer Bedeutung für den Gewässerschutz.

Wenn ein Anwesen derzeit noch nicht an eine öffentliche Abwasseranlage angeschlossen werden kann, ist es notwendig, ausreichende Vorkehrungen zur Behandlung und Ableitung des häuslichen Abwassers auf dem privaten Grundstück zu treffen.

Soll das Abwasser mit Hilfe eines naturnahen Systems, z. B. einer Pflanzenkläranlage, biologisch gereinigt werden, können die folgenden Informationen für Planung, Bau und Betrieb dienlich sein. Für weitere Fragen stehen spezielle Planungsbüros, aber auch die Mitarbeiter/Innen der Wasserwirtschafts- und Genehmigungsbehörden bereit.

München, im April 2001



Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle  
Präsident

# Inhalt

1	Vorbemerkungen zur Errichtung und zum Betrieb einer Kleinkläranlage mit Pflanzenbeeten	7
2	Was ist eine Pflanzenkläranlage?	9
2.1	Wie ist eine Pflanzenkläranlage aufgebaut?	9
2.2	Welche Vor- und Nachteile haben Kleinkläranlagen mit Pflanzenbeeten?	10
3	Planungs- und Baugrundsätze für Kleinkläranlagen mit Pflanzenbeeten	11
3.1	Allgemeine Hinweise	11
3.2	Standort der Anlage auf dem Grundstück, Sicherung gegen Unbefugte	11
3.3	Vorbehandlung	12
3.4	Horizontal- und Vertikalbeete	14
3.4.1	Abdichtung	15
3.4.2	Bodenmaterial	15
3.4.3	Dimensionierung des Pflanzenbeetes	16
3.4.4	Bepflanzung	17
3.4.5	Beschickung und Zulaufgestaltung	18
3.4.6	Ablaufgestaltung, Ablauf der Kläranlage	19
3.5	Inbetriebnahme	20
3.6	Winterbetrieb	20
4	Eigenkontrolle und Wartung	21
5	Rechtliche Hintergründe und Genehmigungsverfahren	23
5.1	Anforderungen an den Ablauf	23
5.2	Von der Planung zum Betrieb der Kleinkläranlage	23
6	Investitions- und Betriebskosten	24
7	Beispiel für eine Kleinkläranlage mit Pflanzenbeet	25
8	Weiterführende Literatur	27
9	Glossar	28

# 1 Vorbemerkungen zur Errichtung und zum Betrieb einer Kleinkläranlage mit Pflanzenbeeten

Der Anschlussgrad der Bevölkerung in Bayern (12,15 Mio. Einwohner) an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen konnte während der letzten Jahre auf rund 93% erhöht werden. Die Anzahl der privaten Kleinkläranlagen beträgt derzeit etwa 190.000. Da mit einer weiteren Steigerung des Anschlussgrades an kommunale Kläranlagen auf 96% zu rechnen ist, werden zukünftig etwa 100.000 Kleinkläranlagen auf Dauer Bestand haben. Nach einer statistischen Erhebung des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft gab es in Bayern Ende 1999 etwa 1.300 Kleinkläranlagen, die mit Pflanzenbeeten als biologischer Hauptreinigungsstufe ausgestattet sind.

Neue Bauvorhaben werden vorrangig in ausgewiesenen und erschlossenen Gebieten realisiert. Es besteht Anschlusspflicht an kommunale Abwasseranlagen. In abseits gelegenen, kleinen Ortschaften und Streusiedlungen des ländlichen Raumes bestehen jedoch vielfach noch keine Anschlussmöglichkeiten an öffentliche Entsorgungseinrichtungen. Zur Sanierung der bestehenden Verhältnisse – und im Einzelfall auch für neue Bauvorhaben – sind dann Kleinkläranlagen zu errichten.

Private Kleinkläranlagen mit biologischer Reinigungsstufe sind immer erforderlich, wenn sie nicht nur kurzzeitig, d. h. weniger als etwa 5 Jahre, bestehen bleiben. Besteht die Absicht als biologische Stufe ein Pflanzenbeet zu errichten, sollte die Planung in jedem Fall durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro erfolgen. Falls eine Kleinkläranlage für zwei oder mehr Wohnhäuser gebaut werden soll, z. B. um Kosten und Zeit zu sparen, ist es ratsam, vorab die gegenseitigen nachbarschaftlichen Pflichten und Aufgaben vertraglich genau festzulegen.

Mit der Übertragung der Verantwortung für eine ordnungsgemäße Abwasserbehandlung auf eine Privatperson wird es sehr wichtig, stets das notwendige Interesse für die Anlage aufzubringen und über die Notwendigkeiten des Betriebes und der Pflege der Abwasseranlage gut informiert zu sein.

Für einen erfolgreichen Betrieb der Anlage ist zu beachten, dass nur unter Einhaltung der folgenden Voraussetzungen die Anlage dauerhaft gut funktioniert:

- Grundsätzlich sollte auf „sauberes“ Abwasser geachtet werden, d. h. aggressive Reinigungsmittel sollen im Haushalt nicht benutzt werden; Abfälle, Hygieneartikel, Farbreste oder Lösungsmittel sollen nicht über die Toilette entsorgt werden.
- Sparsamer Wasserverbrauch in Küche, Bad und Wäschebereich tut der Kläranlage stets gut.
- Alle Arten von landwirtschaftlichem Abwasser bekommen der Abwasseranlage schlecht.
- Das Haus sollte kein Wochenendhaus sein oder stark wechselnde Bewohnerzahlen haben, weil ein Pflanzenbeet keine extrem schwankenden Abwasserzuläufe verkraften kann.
- Die Bereitschaft zur regelmäßigen Pflege und Wartung der Anlage muss auf Dauer aufgebracht werden.
- Ein gewisses technisches und biologisches Grundverständnis ist für den Betrieb der Anlage wichtig.



## 2 Was ist eine Pflanzenkläranlage?

Pflanzenkläranlagen gehören zu den naturnahen Verfahren der Abwasserreinigung. Sie zeichnen sich durch geringen Energieverbrauch aus und benötigen viel Betriebsfläche auf ausreichend großen Grundstücken. Nach erfolgreichem Anwachsen der Pflanzen können sie mit etwas gärtnerischem Geschick und einem gewissenhaften Betrieb so gut funktionieren, dass sie kaum mit der Nase oder dem Auge als Abwassersysteme erkannt werden und beinahe als eine Art "Biotop" am Gartenrand stehen. Das „beinahe“ sei aber betont, denn es darf nicht vergessen werden, dass das in einem Pflanzenbeet behandelte Abwasser vor allem für Kinder und Tiere leicht zugänglich ist und die hygienischen Gefahrenmomente nicht unterschätzt werden dürfen (s. a. Kap. 3.2).

### 2.1 Wie ist eine Pflanzenkläranlage aufgebaut?

Eine Pflanzenkläranlage besteht erstens aus einer Vorbehandlungsstufe, in der das Rohabwasser von groben Schwimm- und Sinkstoffen befreit wird. Danach folgt der Pflanzenbeetbereich, in dem die biologische Reinigung erfolgt. Dieser kann aus einem, besser jedoch aus zwei oder mehreren Pflanzenbeeten aufgebaut sein, die horizontal oder vertikal, hintereinander oder parallel durchflossen werden. Bevor das gereinigte Abwasser die Anlage verlässt, muss eine Probenahmestelle, die in einem Kontrollschacht untergebracht ist, passiert werden. Dort können Proben gezogen werden, um den Ablauf auf seine Qualität zu prüfen. In der folgenden Abbildung sind in einem Übersichtsschema die wichtigsten Elemente einer Kleinkläranlage mit Pflanzenbeet dargestellt (Abb. 1). Nähere Hinweise zur Planung und zum Bau werden in Kapitel 3 gegeben.

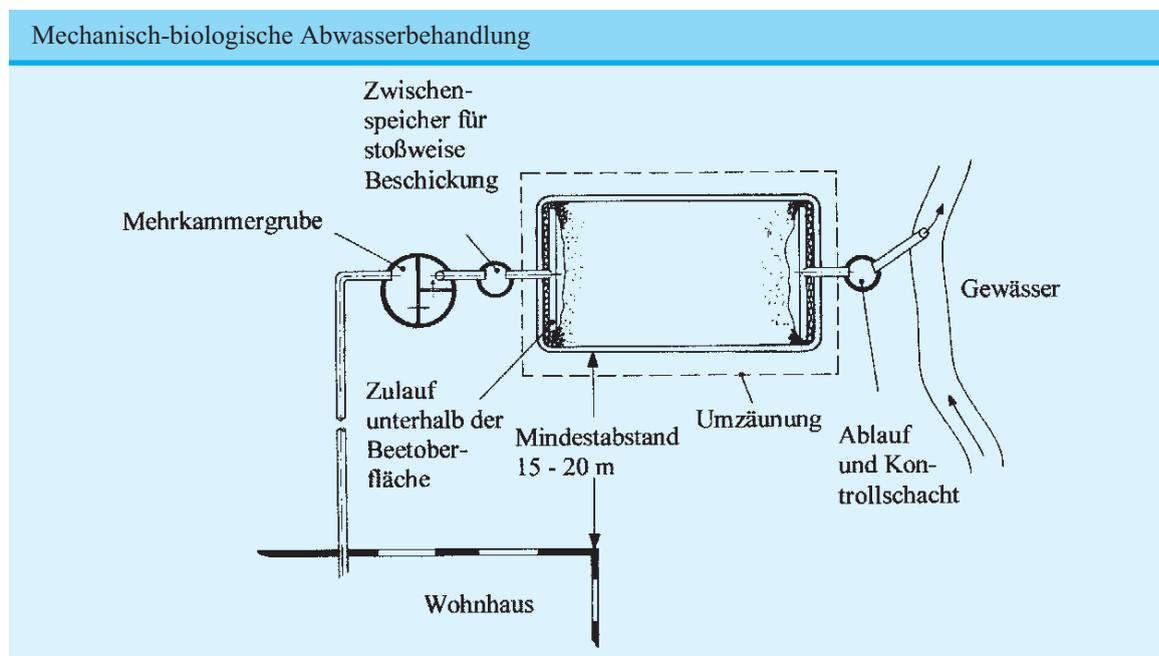


Abb. 1 Übersichtsschema einer Kleinkläranlage mit Pflanzenbeet

## 2.2 Welche Vor- und Nachteile haben Kleinkläranlagen mit Pflanzenbeeten?

Für Kleinkläranlagen allgemein und insbesondere für solche mit Pflanzenbeetstufen können folgende Vor- und Nachteile genannt werden:

### Vorteile

- Der biologische Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe kann bei richtiger Planung und ordnungsgemäßem Betrieb sicher und ganzjährig erreicht werden; durchschnittliche Belastungsstöße werden im Pflanzenbeet ausreichend abgepuffert.
- Die Baukosten können durch Eigenleistung gesenkt werden.
- Die Nachrüstung der Kläranlage durch den Bau von weiteren, parallel oder hintereinander durchflossenen Beeten ist einfach durchzuführen.

### Nachteile

- Die Leistung der Abwasserreinigungsanlage ist kaum steuerbar.
- Im Pflanzenbeet werden Stickstoffverbindungen aus dem Abwasser nur teilweise verringert; der Rückhalt von Phosphor nimmt im Laufe der Betriebsjahre ab.
- Das den Pflanzenbeeten zufließende Abwasser darf keine absetzbaren Stoffe mehr enthalten, sonst verstopft das Bodenmaterial (Kolmation).
- Gesammeltes Niederschlagswasser darf nicht in die Kleinkläranlage gelangen; es sollte auf dem Grundstück breitflächig versickert werden.
- Pflanzenkläranlagen sind in Höhenlagen lediglich bis ca. 1.000 bis 1.200 m ein geeignetes Abwasserreinigungssystem.

# 3 Planungs- und Baugrundsätze für Kleinkläranlagen mit Pflanzenbeeten

## 3.1 Allgemeine Hinweise

Bevor eine Kleinkläranlage installiert werden kann, gibt es verschiedene Fragen zu klären, z. B. solche zum Genehmigungsverfahren. Im Regelfall wird ein vereinfachtes Verfahren nach Art. 17a des Bayerischen Wassergesetzes (BayWG) durchgeführt.

Eine Absprache mit dem Nachbarn sollte als erster Schritt vor dem Gespräch mit der Gemeinde und der Kreisverwaltungsbehörde erfolgen. Es wird ferner empfohlen, ein planendes Büro des Vertrauens auszuwählen, das die fachgerechte Planung sowie die Gewährleistung für das gesamte Projekt übernimmt. Im Genehmigungsverfahren muss ein Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft (PSW) beauftragt werden, der prüft, ob die Anlage den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. Anschriften von zugelassenen PSW können bei der Kreisverwaltungsbehörde oder dem Wasserwirtschaftsamt erfragt werden.

Die Wasserwirtschaftsverwaltung, die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (früher: Abwassertechnische Vereinigung e.V.) u. a. haben einschlägige technische Regelwerke und informative Broschüren zu diesem Thema veröffentlicht, die für jedermann erhältlich sind, z. B.:

- Arbeitsblatt A 262 der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. „Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbaugrößen bis 1.000 Einwohnerwerte“, Juli 1998
- Informationsheft des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft „Abwasserentsorgung von Einzelanwesen“, Januar 2001
- Informationsblatt des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen „Pflanzenkläranlagen - ein naturnahes Verfahren zur Abwasserreinigung“, Februar 1997

Weitere Hinweise dazu, siehe Kapitel 5; Auswahl vertiefender Literatur, siehe Kapitel 8.

## 3.2 Standort der Anlage auf dem Grundstück, Sicherung gegen Unbefugte

Ein angemessener Abstand zu benachbarten Grundstücken ist wichtig, weil sich z. B. bei Betriebsproblemen lästige Gerüche entwickeln können. Zudem sind hygienische Gründe von Belang. Es empfiehlt sich, in jedem Fall einen Abstand von 15 - 20 m zum nächsten bewohnten Gebäude einzuhalten. Auf oder neben Grundstücken mit Trinkwasserbrunnen wird von der Errichtung von Kleinkläranlagen dringend abgeraten.

Es ist Vorsorge zu treffen, dass Unbefugte die Anlage nicht betreten, um sich nicht zu gefährden und/oder Schaden anzurichten. Ferner sollen die Pflanzenbeete durch einen Zaun gesichert werden. Es darf nicht vergessen werden, dass Abwasser beim Eintritt in das Pflanzenbeet noch mindestens 10<sup>6</sup> Keime/ml (anders ausgedrückt: 10 Millionen Keime im Inhalt eines Fingerhutes), darunter auch eventuell Krankheitserreger, enthalten kann.

Die Pflanzenbeete müssen rückstaufrei angelegt werden. Auch bei Hochwasser im benachbarten Fließgewässer darf es nicht zum Rückstau in die Pflanzenbeete kommen. Der seitliche Zufluss von Regenwasser ist durch einen kleinen Erdwall, der die Pflanzenbeete umgibt, zu verhindern. Die Sohle der Anlage sollte bei technischer Sohldichtung (z. B. Folie) mindestens 30 cm über dem höchstmöglichen Grundwasserstand liegen.

### 3.3 Vorbehandlung

Für einen über längere Zeit sicheren und effizienten Betrieb der Pflanzenbeete ist eine gute Vorbehandlung mit Rückhalt aller absetzbaren und aufschwimmfähigen Stoffe von Bedeutung. Eine Verstopfung des Beetes, insbesondere im Zulaufbereich, kann dadurch vermieden werden. Auch Geruchsproblemen und/oder massenhaftem Auftreten von z. B. Fliegen oder Mücken kann dadurch entgegen gewirkt werden.

Als Vorbehandlung sind entweder eine Mehrkammerabsetzgrube mit  $0,3 \text{ m}^3/\text{Einwohner}$  Nutzvolumen (Gesamtvolumen mindestens  $3 \text{ m}^3$ ) oder – noch besser – eine Dreikammerausfallgrube mit  $1,5 \text{ m}^3/\text{Einwohner}$  Nutzvolumen (Gesamtvolumen mindestens  $6 \text{ m}^3$ ) erforderlich (s. a. DIN 4261, Teil 1). In einer Mehrkammergrube (Abb. 2) verringert sich die organische Belastung des Abwassers um etwa 30%. Durchmesser und Gefälle von Leitungen auf dem Grundstück richten sich nach den Vorgaben der DIN 1986.

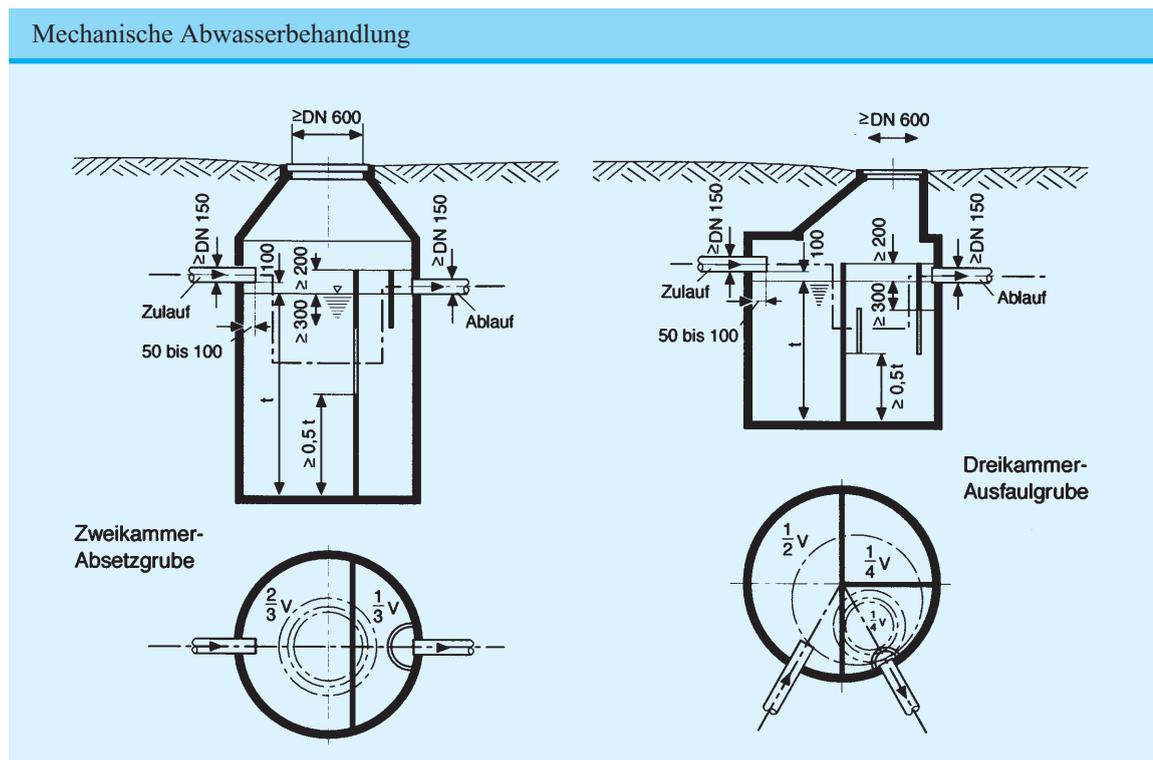


Abb. 2 Mehrkammergruben (Maße in mm)

Von besonderer Wichtigkeit für den zuverlässigen Betrieb der Gesamtanlage ist die regelmäßige Entsorgung des Fäkalschlammes, der sich in der Mehrkammergrube mit der Zeit ansammelt. Die Häufigkeit der Entnahme kann der Betriebsanleitung der Anlage entnommen werden oder richtet sich nach der Fäkalschlammumsatz der Gemeinde. Die Entnahme erfolgt durch eine Spezialfirma. Der Schlamm wird einer großen Kläranlage zugeführt und dort behandelt. Wird die Schlammräumung

vernachlässigt, reicht letztendlich das Nettovolumen für ein zuverlässiges Absetzen der Sinkstoffe nicht mehr aus. Als Folge davon werden Feststoffe nicht mehr ausreichend sedimentiert, gelangen auf die Pflanzenbeete und führen dort zu Verstopfungen.

Teilweise werden auf dem Markt als kostengünstige Alternativen zu der beschriebenen Vorbehandlung fertige „Baukastensysteme“ angeboten. So wird z. B. als „Vorreinigung“ ein zusätzliches Pflanzenbeet vorgeschlagen, auf das der mit einem Grobstoffzerkleinerer behandelte Rohschlamm oberirdisch aufgebracht wird. Diese Verfahrensweise entspricht nicht den Grundsätzen einer ordnungsgemäßen Abwasserbehandlung. Zudem stellt die Ansammlung von Rohschlamm auf der Beetoberfläche einen erheblichen hygienischen Gefahrenherd dar.

Ein anderer Vorschlag geht dahin, in sog. Rottevorklärungen (Abb. 3) oder Kompostern das Rohabwasser über eine Siebfläche oder eine Filterschicht aus Kies, Stroh oder Holzhäcksel zu leiten. Die zurückgehaltenen Grobstoffe sollen dort kompostieren. Dafür ist eine gute Luftzufuhr notwendig. Durch die regelmäßige Zugabe von Strukturstoffen wie Holzhäcksel wird die Rotte aerob gehalten. Das kompostierte Gut soll dann im Garten Verwendung finden, d. h. die regelmäßige Abfuhr von Fäkaltschlamm könnte entfallen. Nach den bisherigen Erfahrungen konnte allerdings ohne die Zugabe von Branntkalk noch nicht nachgewiesen werden, dass das Kompostgut hygienisch unbedenklich ist. Die Baukosten für eine Rottevorklärung, die ein Volumen von etwa 300 l/Einwohner benötigt, liegen etwas höher als für eine Dreikammerausfallgrube.

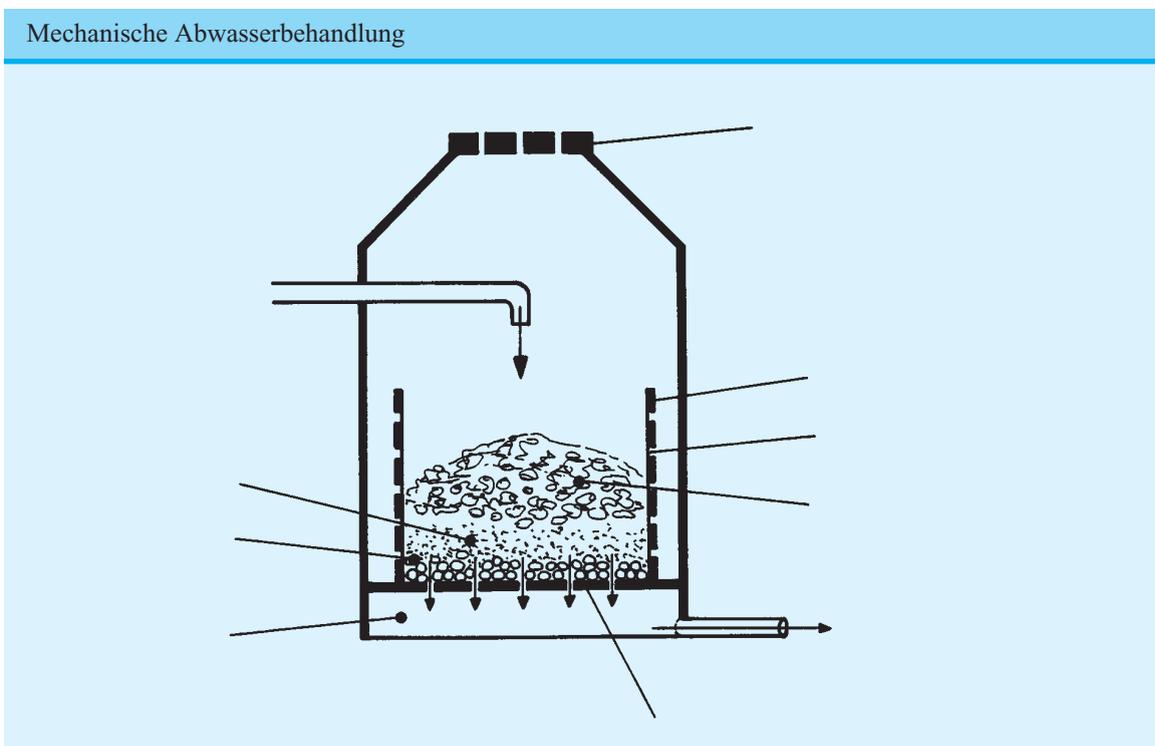


Abb. 3. Schematische Darstellung einer Rottevorklärung

### 3.4 Horizontal- und Vertikalbeete

Entsprechend der Art ihrer Beschickung werden Horizontal- und Vertikalbeete unterschieden.

#### Horizontal durchströmte Pflanzenbeete

Die Mehrzahl der bestehenden Pflanzenbeete wird horizontal durchströmt (Abb. 4), d. h. das Abwasser fließt über einen Einlaufbereich an der Stirnseite des Beetes dem Bodenkörper breitflächig zu und wird an der gegenüber liegenden Seite mit einem Dränrohr gesammelt und anschließend in ein Gewässer eingeleitet oder z. B. über einen Sickerschacht dem Untergrund zugeführt.

Horizontal durchflossene Beete eignen sich gut zum Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe, weniger gut aber, um Stickstoff zu oxidieren. In der Regel benötigen sie keinen Strom.

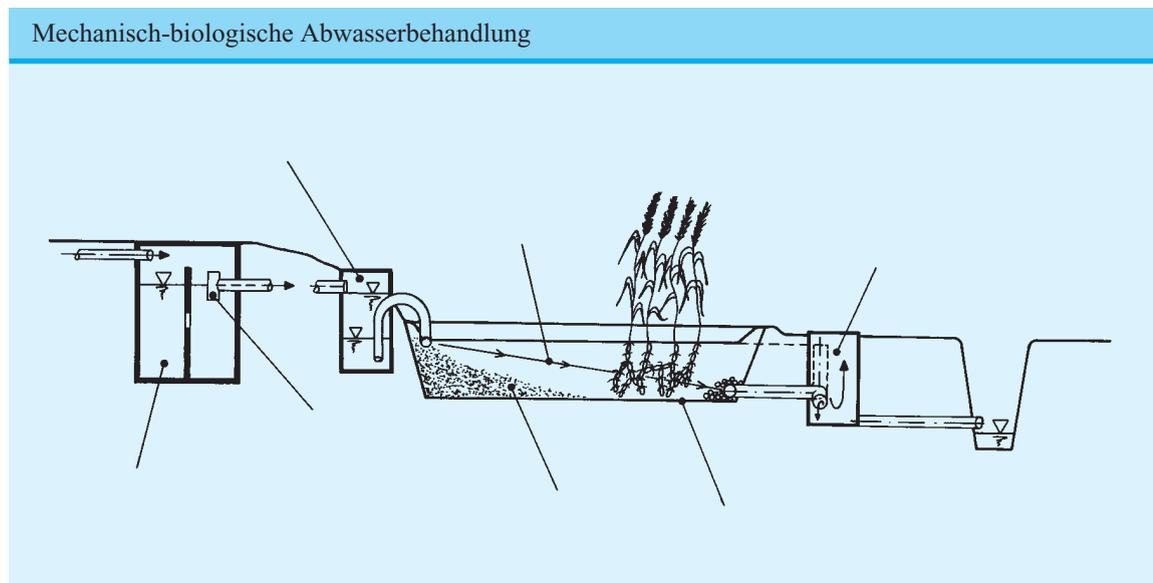


Abb. 4 Horizontal durchströmtes Pflanzenbeet

#### Vertikal durchströmte Pflanzenbeete

Vertikal durchströmte Pflanzenbeete (Abb. 5) werden bisher in Bayern selten eingesetzt, u. a. weil sie kaum angeboten werden, und somit liegen auch weniger Betriebserfahrungen vor. Das Abwasser wird oberflächennah auf den Bodenkörper aufgebracht. Mehrere über dem Pflanzenbeet verlegte Dränrohre mit gleichmäßiger Lochung oder ein kurzer, schwallartiger Überstau ermöglichen eine Verteilung des zufließenden Abwassers über die gesamte Beetoberfläche. Die Beschickung erfolgt intermittierend meist mit Pumpen, d. h. unter Einsatz von Energie. Das Bodenmaterial wird kurzzeitig eingestaut und rasch wieder entleert, wodurch Luftsauerstoff in die Poren des Bodens nachgezogen wird. Dadurch gelingt in Vertikalbeeten eine – wenn auch nicht geregelte – Nitrifikation.

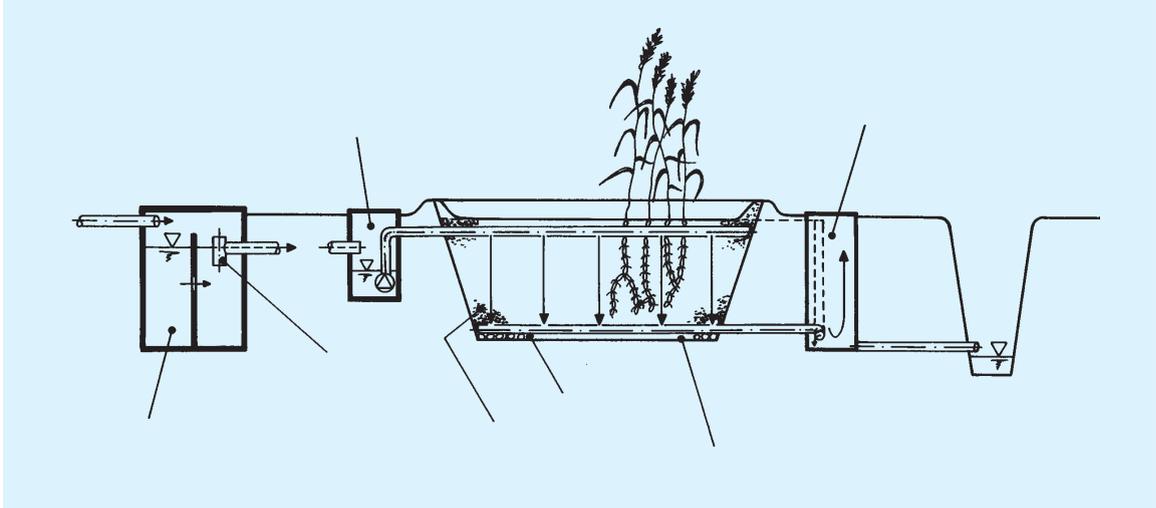


Abb. 5 Vertikal durchströmtes Pflanzenbeet

### 3.4.1 Abdichtung

Ein Pflanzenbeet muss nach unten und zu den Seiten abgedichtet sein, um sicherzugehen, dass kein ungereinigtes Abwasser unkontrolliert in den Boden versickern kann. Dazu muss meist eine künstliche Dichtung eingebaut werden:

- Diese kann z. B. aus einer Beton- oder einer Kunststoffwanne bestehen.
- Vielfach wird jedoch eine Abdichtung mit wurzelfester Kunststoffolie (z. B. PE-Folie) mit einer Mindestdicke von 1 mm gewählt. Es ist von Vorteil, wenn die Folie in einem Stück verlegt wird, um Undichtigkeiten zu vermeiden. Wird die Folie in Bahnen geliefert, muss bei den Verschweißarbeiten vor Ort größte Sorgfalt angewandt werden, um Verletzungen der Folie auszuschließen. An den Seiten des Beetes sollte die Folie etwa 20 - 30 cm über der Beetoberfläche enden und zum Schutz gegen Sonnenlicht sowie gegen mechanische Zerstörung mit Bodenmaterial bedeckt werden.
- Eine dritte Möglichkeit zur Abdichtung eines Pflanzenbeetes ist das Einbringen einer mindestens 30 cm dicken Tonschicht. Der Einbau der Abdichtung und die Dichtheitsprüfung nach dem Einbau sollten in jedem Fall von einem Fachbetrieb durchgeführt werden.

Auf eine künstliche Dichtung kann verzichtet werden, wenn der anstehende Boden bereits aus stark bindigem, d. h. undurchlässigem Material wie z. B. Lehm, besteht (Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f < 10^{-8}$  m/s). In solchen Fällen übernimmt diese Schicht die Funktion der Abdichtung.

### 3.4.2 Bodenmaterial

Als Bodenmaterial eignen sich für das Pflanzenbeet Mittelsande bis Feinkiese, die eine runde Körnung besitzen. Scharfkantiges Schüttgut ist ungeeignet, weil es leicht die Wurzeln der Pflanzen verlet-

zen kann. Bindiges Material, wie Lehm, führt schnell zu einer Verstopfung des Bodens, zu oberflächlichem Ablauf mit zu kurzen Aufenthaltszeiten und zu Fäulnisprozessen im Pflanzenbeet. In sehr grobkörnigem Material fließt das Abwasser nach kurzer Betriebsdauer oft in einer bevorzugten Strömungsrichtung, meist direkt vom Zulauf zum Ablauf.

Dem Durchlässigkeitsbeiwert des Bodenkörpers kommt für den dauerhaft guten Betrieb große Wichtigkeit zu. Er sollte vorzugsweise im Bereich von  $k_f = 10^{-4}$  bis  $10^{-3}$  m/s liegen. Es ist von Vorteil für die gleichmäßige Durchsickerung des Bodenkörpers, wenn enggestufte, definierte Korngemische gewählt werden. Die wirksame Korngröße  $d_{10}$  sollte  $> 0,2$  mm betragen. Die optimale Korngröße liegt bei 0,1 bis 3 mm. Die Kornverteilung ist durch eine Bodenanalyse von einem Fachbetrieb zu ermitteln.

Um eine Verstopfung im Zulaufbereich zu verhindern, ist es sinnvoll, diesen mit grobkiesigem Material zu gestalten. Der Übergang zum Mittelsand- bis Feinkiesbereich des Pflanzenbeetes sollte möglichst fließend gestaltet werden. Jede abrupte Änderung der Körnung des Füllmaterials im Beet führt zu Stauhorizonten, Verstopfungen und Fäulnisbildung.

Die Zumischung von geringen Anteilen ( $< 5\%$ ) von bindigem Material (z. B. Lehm, Ton) ist für die Adsorption von Phosphaten aus dem Abwasser an die Bodenteilchen von Vorteil. Dieser Effekt ist allerdings, entsprechend dem gewählten Material und der Beschickung, zeitlich auf ca. 10 Betriebsjahre beschränkt. Danach ist die Adsorptionskapazität des Bodenmaterials meistens erschöpft. Eine Beimischung von Eisenspänen zur Verbesserung des Phosphatrückhaltes hat sich nicht bewährt.

Das Bodenmaterial sollte möglichst trocken und locker – am besten mit der Schaufel – eingebaut werden. Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass das Bodenmaterial beim Einbau nicht verdichtet wird.

Die Pflanzenbeete sollten eine möglichst ebene horizontale Oberfläche aufweisen, um zum einen Rinnen- und Pfützenbildung zu vermeiden und zum anderen einen zeitweisen, flächigen Beetüberstau zu ermöglichen; dadurch kann z. B. das Wachstum von Fremdkräutern wie u. a. Springkraut oder Brennnesseln unterdrückt werden. Bei horizontal durchströmten Pflanzenbeeten ist es sinnvoll, im Zulaufbereich ein Gegengefälle an der Sohle von etwa 5% anzulegen, um ein gleichmäßiges Eindringen des Abwassers in den Bodenkörper sicherzustellen.

Durch Eigenleistung bei den geschilderten Arbeiten können die Kosten für die Pflanzenbeetanlage deutlich gesenkt werden.

### 3.4.3 Dimensionierung des Pflanzenbeetes

Die spezifische Fläche ( $m^2/E$ ), d. h. die Fläche des Pflanzenbeetes ( $m^2$ ), die zur Reinigung des Abwassers von einem Einwohner (E) notwendig ist, spielt für den dauerhaft stabilen und guten Reinigungserfolg der Anlage eine entscheidende Rolle. Die spezifische Fläche des Pflanzenbeetes könnte durchaus etwas größer sein als in Tab. 1 angegeben, darf aber nicht geringer gewählt werden. Zu großzügig bemessene Pflanzenbeete trocknen insbesondere während der Sommermonate leicht aus.

Die Mindestfläche und die spezifische Fläche des Pflanzenbeetes sowie die Mindestschichtdicke des nutzbaren Bodenmaterials sollen entsprechend der Art der Durchströmung betragen:

**Tab. 1** Wichtige Bemessungsgrundlagen für ein Pflanzenbeet zur Reinigung von häuslichem Abwasser gem. ATV Arbeitsblatt A 262

Art der Durchströmung des Pflanzenbeetes	Spezifische Fläche (m <sup>2</sup> /E)	Mindestfläche eines Pflanzenbeetes m <sup>2</sup>	Mindestdicke des Bodenmaterials (cm)
Horizontal	≥ 5	20	50
Vertikal	≥ 2,5	10	80

Wird ein Pflanzenbeet entsprechend diesen Vorgaben gebaut, kann davon ausgegangen werden, dass die Anlage ganzjährig die organische Verschmutzung des eingeleiteten, häuslichen Abwassers mit gutem Wirkungsgrad abbauen kann. Die Mindestschichtdicke von 50 cm bei den horizontal durchflossenen Pflanzenbeeten ergibt sich zum einen aus dem hydraulisch notwendigen Einsickerungsquerschnitt und der Durchwurzelungstiefe der Schilfpflanzen, zum anderen um im Winter sicherzustellen, dass das Pflanzenbeet nicht einfriert. Vertikal durchflossene Pflanzenbeete haben zwar eine geringere spezifische Fläche als Horizontalbeete, werden dafür aber tiefer gebaut.

Böschungen sollten entsprechend den Bodenverhältnissen mit einer Neigung von 1:2 oder flacher ausgeführt werden.

#### 3.4.4 Bepflanzung

Für die Bepflanzung des Beetes eignen sich alle Arten von Röhrichtpflanzen (Helophyten). Darunter werden Pflanzen verstanden, deren natürliches Vorkommen sich auf feuchte Gebiete, Uferbereiche von Gewässern oder Sumpfgebiete erstreckt. In den starken, langen Halmen (bis zu 3 m) weisen diese Pflanzen ein besonderes Gewebe auf, das den Luftaustausch bis in die mächtigen Wurzelbereiche sicherstellt. Da der Wurzelbereich sehr ausladend ist (Abb. 6 und 7) und in natürlichen Standorten bis zu 1,2 m (bei *Phragmites australis*) in die Tiefe wachsen kann, bilden die zahlreichen Wurzelhärchen eine große Aufwuchsfläche für Mikroorganismen aller Art, die die eigentliche Abwasserreinigung bewirken. Die Pflanzen lockern zudem den Boden auf und sorgen für gute Durchlässigkeit. Durch die Pflanzung verschiedener Helophytenarten wird das Pflanzenbeet optimal durchwurzelt.

Die für die biologische Abwasserreinigung bedeutendste Pflanze ist eine Schilfart, deren botanischer Name *Phragmites australis* lautet. Sie zeichnet sich durch dauerhaft guten Wuchs und Stabilität gegen Umwelteinflüsse, wie starken Wind oder wechselnde Nährstoffverhältnisse aus. Obwohl sich Schilf meist auf Dauer durchsetzt, trägt die Vielfalt der gewählten Pflanzen nicht nur zur ökologischen Stabilität des Pflanzenbeetes bei, sondern fördert auch dessen Schönheit und lockt Insekten und Schmetterlinge an. Zusätzlich können u. a. auch gepflanzt werden:

- Wasserschwertlilie (*Iris pseudacorus*)
- Rohrkolben (*Typha angustifolia*)
- Flatter- (*Juncus effusus*) und Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*)
- Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*)
- Wasserminze (*Mentha aquatica*)

#### Pflanzen in der Abwasserreinigung

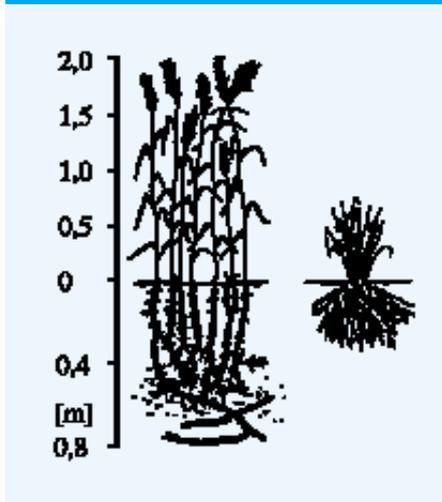


Abb. 6 Wurzelbereiche von Schilf (*Phragmites australis*, links) und Binse (*Juncus* spp., rechts)



Abb. 7 Wurzelbereich von jungem Schilf (3 Monate nach Anpflanzung)  
Foto: Heike Stuible, Nürnberg

Die Bepflanzung erfolgt am besten im späten Frühjahr bis Spätsommer. Die Pflanzen können in der Gärtnerei als Ballen, einzelne Rhizome oder Setzlinge erworben und gepflanzt werden. Für die Pflanzung genügen 2 Ballen bzw. 4 - 6 Rhizome pro Quadratmeter. Es wird empfohlen, während der Bepflanzung einige Bohlen oder Bretter über die Beete zu legen und von dort aus die Bepflanzung durchzuführen. Auf diese Weise wird eine Verdichtung des Bodenmaterials vermieden. Das „fertige“ Beet sollte umgehend mit Abwasser beschickt werden, um ein Austrocknen zu vermeiden. Ein längeres Einstauen ist in dieser Phase nicht sinnvoll, weil dadurch Fäulnisprozesse hervorgerufen werden könnten.

Pflanzen oder -teile sollten nicht aus natürlichen Standorten entnommen werden! Dadurch wird der Natur nur Schaden zugefügt, denn diese Pflanzen haben sich seit Jahren an ihren natürlichen Standort gewöhnt und können in einer Kläranlage unter den dort herrschenden, veränderten Milieubedingungen leicht zu Grunde gehen.

#### 3.4.5 Beschickung und Zulaufgestaltung

Die Pflanzenbeete dürfen nur mit vorgereinigtem, häuslichem Abwasser beschickt werden, das keine Grob- und Feststoffe mehr enthält. Das Zuführen von Regenwasser, Straßenabwasser, Dränwasser oder z. B. Wasser aus einem Schwimmbecken führt zu Betriebsproblemen.

Ist eine Zuleitung des vorgereinigten Abwassers mit natürlichem Gefälle auf die Pflanzenbeete nicht möglich, können einfache Entwässerungspumpen (Druckstutzen mindestens DN 50; Förderstrom mindestens 2 l/s; Förderhöhe < 5 m) mit einer Leistung von 0,5 - 2,2 kW eingesetzt werden. Diese können beim Fachhandel bezogen werden.

Es ist immer darauf zu achten, dass der Bodenkörper gut durchlüftet ist, um Fäulnisvorgänge auszuschließen. Es wird deshalb empfohlen:

- die Pflanzenbeete schwallartig zu beschicken; eine Heber- und Kippeinrichtung oder intermittierender Pumpenbetrieb (Beschickung mehrmals täglich) sind hierfür ratsam. Im Pumpenschacht sollte aus Sicherheitsgründen ein Wasserstandsmesser mit Alarmmelder angebracht werden.
- einen Schacht (Schachtringe 80 - 100 cm Durchmesser; Lüftungsmöglichkeit im Deckel) zwischen Dreikammergrube und Pflanzenbeet frostsicher einzubauen, von dem aus eine Spülung der Zulaufrohre sowie eine Probenahme erfolgen kann.
- Druckleitungen vom Pumpenschacht aus mit Gegengefälle zu verlegen, damit die Leitungen nach dem Pumpvorgang leerlaufen können; ein Gefälle hilft auch, ein Zufrieren der Leitungen im Winter zu vermeiden.

Die Beschickung muss so erfolgen, dass möglichst das gesamte Pflanzenbeet für die biologische Reinigung genutzt werden kann. Eine wenig befriedigende Lösung bei horizontal durchströmten Pflanzenbeeten ist es, das Abwasser über eine einfache Verteilerrinne mit Überlaufschwelle oberirdisch zuzuleiten. Bei dieser Lösung entstehen meist Probleme mit Verstopfungen, Geruchsentwicklung sowie unzureichenden Hygieneverhältnissen. Während der kalten Jahreszeit kann die Zulaufkonstruktion einfrieren. Weitaus vorteilhafter und auf Dauer kostensparender und betriebsstabiler sind an der Einlaufseite unterirdisch verlegte Kunststoff-Dränrohre, mit einem Lochdurchmesser von ca. 1 - 2 cm, die geschützt in eine Kiespackung eingebettet werden. Für den dauerhaft stabilen Betrieb ist es sehr wichtig, die Dränrohre so zu verlegen, dass sie über hochgezogene, seitliche Enden regelmäßig gelüftet und gesäubert werden können.

Bei vertikal durchströmten Pflanzenbeeten ist auf eine gleichmäßige Beschickung über die gesamte Beetoberfläche zu achten. Hier werden die Dränrohre in mehreren Längs- und Querreihen in eine Kiespackung eingebettet und oberflächennah (ca. 20 cm tief) verlegt. Die Erfahrungen mit vertikal durchströmten Pflanzenbeeten, insbesondere mit deren Beschickung sowie über ihr Langzeitverhalten, sind derzeit noch nicht so umfangreich wie für horizontal durchströmte Pflanzenbeete.

### 3.4.6 Ablaufgestaltung, Ablauf der Kläranlage

Die Ablaufgestaltung sollte entsprechend der Zulaufkonstruktion erfolgen. Bei horizontal durchströmten Pflanzenbeeten findet sich der Sammeldrän meist am Ende der Schmalseite des Beetes, bei vertikal durchströmten Pflanzenbeeten unter der Filterschicht, bestehend aus mehreren Längs- und Querleitungen.

Damit der Wasserstand im Pflanzenbeet reguliert werden kann, muss im Ablauf eine höhenregulierbare Wehrschwelle oder ein drehbarer Rohrbogen eingebaut sein. Wird der Wasserspiegel während der Wachstumsphase langsam abgesenkt, können die Wurzeln der Röhrichtpflanzen zu stärkerem Tiefen-

wachstum angeregt werden. Damit ist mehr Aufwuchsfläche für die Mikroorganismen gegeben. Demgegenüber können durch kurzes Einstauen (ca. 10 cm über die Oberfläche) Fremdkräuter „ertränkt“ werden. Besonders das Springkraut ist hier gefürchtet, weil es die Röhrichtpflanzen überwuchert. Auch Brennnesseln sollten nicht im Pflanzenbeet bleiben. Sie sind immer ein Zeichen dafür, dass das Bodenmaterial an einzelnen Stellen zu trocken ist bzw. das Pflanzenbeet nicht gleichmäßig beschickt bzw. durchströmt wird.

Das Ablaufrohr aus dem Pflanzenbeet mündet bei beiden Varianten in einen rückstaufrei anzulegenden Sammelschacht, mindestens 10 cm oberhalb der Schachtsohle. Die weiterführende Leitung ist sohlgleich mit der Schachtsohle anzuschließen. Im Sammelschacht sollen die Durchflussmessung und die Probenahme zur Kontrolle des Betriebes und der Reinigungsleistung sowie der regelmäßigen Wartung der Anlage erfolgen. Anschließend kann der Ablauf der Anlage in ein Gewässer eingeleitet oder über einen Sickerschacht, besser möglichst breitflächig, versickert werden.

### 3.5 Inbetriebnahme

Die Pflanzenbeetanlage kann ab Betriebsbeginn mit dem gesamten anfallenden Abwasser beaufschlagt werden. Nach etwa 1 - 2 Monaten ist die Anlage – entsprechend der Jahreszeit – voll eingearbeitet. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass das Beet nach der Bepflanzung feucht gehalten wird, sonst können die sensiblen Röhrichtpflanzen nicht richtig anwachsen.

### 3.6 Winterbetrieb

Während der kalten Jahreszeit weisen Pflanzenkläranlagen generell geringere Reinigungsleistungen auf als in den Sommermonaten. Bedingt durch niedrigere Temperaturen verlangsamt sich die Reaktionszeit biologischer Systeme, so auch die der Mikroorganismen im Pflanzenbeet. Zudem treten die Pflanzen in die winterliche Ruhephase ein.

Die größte Gefahr für den Betrieb des Pflanzenbeetes sind jedoch starke und lange andauernde Frostperioden, in denen das Bodenmaterial und die Zu- und Ableitungen einfrieren könnten. Bei Höhenlagen über ca. 1.000 bis 1.200 m und stark wind- und wetterexponierten Orten sowie ausgesprochenen Schattenlagen ist deshalb von Pflanzenkläranlagen abzuraten.

Um die Anlage im Winter vor Frost zu schützen, wird Folgendes empfohlen:

- Eine Sicherung von ausreichenden Temperaturverhältnissen im Pflanzenbeet wird bereits dadurch bewirkt, dass nur das „warme“ häusliche Abwasser, d. h. unvermischt mit Niederschlags- oder Grundwasser, behandelt wird.
- Die Zuleitungen vom Haus zur Anlage und von der Vorklärung zum Pflanzenbeet sollten möglichst geradlinig, mit gleichmäßigem Gefälle und auf kurzem Weg erfolgen.
- Nachdem das Pflanzenbeet im Spätherbst vorsichtig gemäht wurde, sollte das Mähgut über den Winter als wärmende Isolierschicht auf der Oberfläche des Beetes liegen bleiben und erst im Frühling entfernt werden, wenn die Pflanzen wieder austreiben.

## 4 Eigenkontrolle und Wartung

Zur Sicherstellung eines auf Dauer einwandfreien Betriebes der Kleinkläranlage gehört die regelmäßige Eigenkontrolle durch den/die Betreiber/in und die fachmännische Wartung durch eine Fachfirma. Die nachfolgenden Vorgaben entsprechen dem Entwurf „Technische Regeln für Kleinkläranlagen“, die das Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen herauszugeben beabsichtigt.

Der/die Betreiber/in ist vom planenden Büro in Betrieb und Eigenkontrolle der Anlage einzuweisen. Dabei sollten auch mögliche Betriebsstörungen und entsprechende Abhilfemaßnahmen erläutert werden. Die beauftragte Fachfirma hat auf der Basis eines Wartungsvertrages in regelmäßigen Abständen den Zustand der Anlage zu kontrollieren und festgestellte Mängel zu beheben.

Die Eigenkontrolle und Wartung umfassen die gesamte Kläranlage mit Pflanzenbeet und Mehrkammergrube, sowie die Kontrollschächte einschließlich eventuell vorhandener Pumpen.

Grundsätzlich gilt, dass:

- von der Anlage keine Belästigung oder Gefährdung der Umwelt ausgehen darf,
- die Funktion der Anlage ständig gewährleistet sein muss,
- das gereinigte Abwasser nicht über das erlaubte Maß belastet sein darf,
- die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften eingehalten werden müssen.

Ferner ist zu beachten, dass:

- alle Anlagenteile jederzeit zugänglich sein müssen,
- es in der Mehrkammergrube und den Schächten zur Bildung von gefährlichen Gasen kommen kann und deshalb bei den Arbeiten höchste Vorsicht geboten ist,
- bei Arbeiten an elektrischen Bauteilen vorab die Stromzufuhr zu unterbrechen ist,
- eine Zufahrt zur Grube für die Schlammabfuhr zu gewährleisten ist.

Von dem/der Betreiber/in ist täglich zu überprüfen, ob die Anlage in Betrieb ist. Es sind monatlich mindestens folgende Eigenkontrollen an der Anlage vorzunehmen und in einem Betriebstagebuch zu dokumentieren:

- Ablesen des Betriebsstundenzählers der Abwasserpumpe
- Sichtkontrolle der Beschickungs- und Verteilungseinrichtungen
- Sichtkontrolle der Oberfläche auf Pfützenbildung
- Sichtkontrolle des Ablaufes auf Auffälligkeiten (z. B. Schlammabtrieb, trüber Ablauf, Geruch)

Mindestens zweimal im Jahr, in Abständen von etwa 6 Monaten, sind durch die Hersteller- oder eine Fachfirma folgende Kontrollen und Wartungsarbeiten vorzunehmen:

- Sichtkontrolle auf Pfützenbildung, Verstopfungen, Ablagerungen oder Rinnenbildung auf der Oberfläche der Pflanzenbeete

- Funktionstüchtigkeit der Zu- und Ablaufvorrichtungen, des Staurohres, der Einrichtung für Schwallbeschickung
- Zustand der Pflanzen, Kontrolle auf Fremdkräuter

Im Rahmen der Wartung sind ferner aus dem Ablauf der Anlage anhand einer qualifizierten Stichprobe folgende Parameter zu untersuchen:

- pH-Wert
- absetzbare Stoffe
- CSB
- BSB<sub>5</sub>

Die Ergebnisse der Eigenkontrolle sind im Betriebstagebuch der Anlage zu dokumentieren. Die durchgeführten Arbeiten (u. a. auch Störungen, angefallene Schlammmenge) sind in einem Wartungsbericht zu erfassen, der dem Betriebstagebuch beigelegt wird.

# 5 Rechtliche Hintergründe und Genehmigungsverfahren

Dieses Kapitel enthält eine kurze Übersicht zur allgemeinen Information. Nähere und weitere Hinweise können der Broschüre „Abwasserentsorgung von Einzelanwesen“ des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft entnommen werden (s. a. Kap. 8).

## 5.1 Anforderungen an den Ablauf

Für private Kleinkläranlagen mit einem täglichen Schmutzwasseranfall bis zu 8 m<sup>3</sup> (das entspricht einem Anschlusswert bis etwa 50 Einwohnern) werden vom Gesetzgeber keine allgemeinen, unmittelbaren Anforderungen an die Ablaufkonzentration gestellt. Als Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der Reinigungsleistung werden die Parameter für gemeindliche Kläranlagen der Größenklasse 1 nach Anhang 1 der Abwasserverordnung herangezogen, d. h. CSB = 150 mg/l und BSB<sub>5</sub> = 40 mg/l.

## 5.2 Von der Planung zum Betrieb der Kleinkläranlage

Der erste Weg führt den/die Bauherrn/in zu einem qualifizierten Ingenieurbüro. Dieses ist verantwortlich für die fachgerechte Planung aller Einrichtungen zur Abwasserentsorgung. Ferner überprüft und koordiniert es die mit der Bauausführung beauftragten Firmen und übernimmt die Gewährleistung für das gesamte Projekt. Es wird empfohlen, gleichzeitig Kontakt zu einem Privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW) aufzunehmen. Dieser muss bestätigen, dass die geplante Anlage den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht und die Voraussetzungen für ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren gemäß Art. 17a des Bayerischen Wassergesetzes gegeben sind (s. a. Kap. 3.1).

Die erforderlichen Unterlagen müssen eine Erläuterung mit Angaben und Bauwerkszeichnungen u. a. über das Grundstück, die Art und Bemessung der Kläranlage, das zur Einleitung benutzte Gewässer sowie einen Lageplan enthalten. Diese Unterlagen sind mit dem Gutachten des PSW bei der Kreisverwaltungsbehörde einzureichen.

Die fertige Kleinkläranlage muss der geprüften Planung und den behördlichen Vorgaben entsprechen. Dies muss bei der Abnahme durch den PSW bestätigt werden. Das Abnahmeprotokoll ist der Kreisverwaltungsbehörde zuzusenden. Der/die Bauherr/in ist gegenüber der Kreisverwaltungsbehörde für den ordnungsgemäßen Bau und Betrieb der Kleinkläranlage verantwortlich.

Betrieb, Eigenkontrolle und Wartung der Anlage sowie die Entschlammung der Vorklärung sind der Betriebsanleitung zu entnehmen und haben sich an

- dem Arbeitsblatt A 262 der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV e.V.),
- den in Frage kommenden DIN,
- dem Gutachten des PSW bzw.
- dem Bescheid der Kreisverwaltungsbehörde,
- ferner an den zu erwartenden Technischen Regeln für Kleinkläranlagen zu orientieren.

Die Betriebsanleitung ist vom Planer aufzustellen und dem/der Betreiber/in auszuhändigen.

## 6 Investitions- und Betriebskosten

Bei Kostenangeboten ist darauf zu achten, dass alle notwendigen Einrichtungen der Pflanzenkläranlage unter Angabe der Nutzungsdauer berücksichtigt werden.

Die Kosten für das Pflanzenbeet können unterschiedlich ausfallen. Sie hängen von der benötigten Pflanzenbeetfläche und den örtlichen Verhältnissen ab, z. B. der Bodenstruktur, einer Hanglage oder der Art der Abdichtung, aber auch von der Höhe der Eigenleistung, die von dem/der Betreiber/in erbracht werden kann. In die Gesamtkosten gehen ferner Kosten für die notwendigen weiteren Ausstattungsteile der Kläranlage ein, u. a. Einrichtung zur Vorbehandlung sowie zur Zu- und Ableitung. Die Mindestgröße für das Pflanzenbeet beträgt bei horizontaler Durchströmung  $20 \text{ m}^2$  (entsprechend 4 Einwohnern (E)). Insgesamt ergibt sich daraus eine Investitionssumme von ca. 1.500,- bis 4.000,- DM pro Einwohner. Ist eine funktionsfähige Vorbehandlung bereits vorhanden, können die dafür angefallenen Kosten von der o. g. Summe abgezogen werden.

Für den Betrieb einer Kleinkläranlage eines 4 Personenhaushaltes muss mit Jahreskosten von 500,- bis 2.200,- DM gerechnet werden. Darin sind enthalten ca. 200,- bis 500,- DM/Jahr für den Wartungsvertrag und ca. 400,- DM/Jahr für die geregelte Schlammabfuhr sowie kalkulatorische Kosten (Abschreibung, Verzinsung). Insgesamt ergeben sich daraus Gesamtkosten von 5,- bis ca. 15,- DM/m<sup>3</sup> Abwasser.

Eine staatliche Förderung auf der Grundlage der Richtlinie zur Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben (RZWas) wird für private Kleinkläranlagen nicht gewährt.

## 7 Beispiel für eine Kleinkläranlage mit Pflanzenbeet

Als Beispiel wird im Folgenden die private Kläranlage H. mit einem horizontal durchströmten Pflanzenbeet im Landkreis Roth bei Nürnberg vorgestellt (Abb. 7). Die Pflanzenbeetanlage wurde 1992 erstellt und als "Demonstrationsvorhaben im Umweltschutz" vom Freistaat Bayern gefördert. Sie reinigt das Abwasser von 20 Einwohnern eines ehemaligen Mühlengebäudes im ländlichen Raum. Die Bewohner des landwirtschaftlichen Betriebes zeichnen sich durch ein umweltbewusstes Leben aus (u. a. sparsamer Wasserverbrauch, Verwendung von schonenden Putz- und Reinigungsmitteln im Haushalt). Sie haben sich mit ihren Nachbarn in einem Verein zusammengeschlossen, zu dessen Zielen es u. a. gehört, die Kläranlage zu betreuen und Besuchern zu zeigen sowie der örtlichen Jugend die Natur nahe zu bringen.



Abb. 7 Umzäuntes Pflanzenbeet der Kleinkläranlage H.

### **Aufbau der Kleinkläranlage** (Schemazeichnung s. Abb. 4)

Nach der Vorbehandlung des häuslichen Abwassers in einer Dreikammergrube nach DIN 4261, Teil 1, wird das Abwasser unter Ausnutzung des natürlichen Gefälles einem horizontal durchflossenen Pflanzenbeet mit einer Oberfläche von 200 m<sup>2</sup> zugeführt. Dies entspricht einer großzügig bemessenen spezifischen Fläche von 10 m<sup>2</sup>/E. Die Entfernung zu den Wohngebäuden beträgt ca. 30 m. Das Pflanzenbeet ist unfallsicher umzäunt und nach unten sowie zu den Seiten mit PE-Folie und einer darauf angebrachten, zusätzlichen Tonschicht abgedichtet.

Das Filtermaterial besteht im Wesentlichen aus Kies (2/8 mm) mit einer wirksamen Korngröße von > 0,2 mm. Im Zulaufbereich wurde ein schmaler Bereich mit LIAPOR-Kugeln (4/8 mm) verfüllt, um

lokale Verstopfungen des Bodenmaterials zu vermeiden. Das Pflanzenbeet wurde mit je 5 Schilfsetzlingen (*Phragmites australis*) pro m<sup>2</sup> bepflanzt.

Die Zu- und Ablaufkonstruktion besteht jeweils aus einem Betonschacht (600 mm Durchmesser) und spülbaren Einsickerungs- und Ablaufrohren (DN 100). Am Ablauf wird das biologisch gereinigte Abwasser über einen Kippheber geleitet, mit dessen Hilfe der Wasserstand im Pflanzenbeet um 20 cm gesenkt oder angehoben werden kann. Das behandelte Abwasser wird anschließend in ein kleines Gewässer eingeleitet. Der anfallende Fäkalschlamm aus der Dreikammergrube wird hier, als Ausnahmefall, in einem Schlammbeet getrocknet. Nach Überprüfung der Inhaltsstoffe durch ein autorisiertes Analyzelabor wird der getrocknete Schlamm dann in der eigenen Landwirtschaft verwertet. Üblicherweise wird in Kleinkläranlagen anfallender Fäkalschlamm zur weiteren Behandlung in eine große Kläranlage gebracht (s. a. Kap. 3.3).

### Wartung der Anlage

Das planende Büro hat dem Betreiber eine ausführliche Betriebsanleitung übergeben und in den ersten beiden Betriebsjahren zusätzlich die Wartung der Anlage übernommen.

Zur Wartung der Kleinkläranlage gehören neben der jährlichen Fäkalschlammmentnahme aus der Dreikammergrube eine regelmäßige Sichtkontrolle der gesamten Anlage, das Mähen der seitlichen Dämme am Pflanzenbeet sowie der Rückschnitt und die Pflege der Schilfpflanzen (z. B. Entfernung von Fremdkräutern) im Beet. Ferner werden regelmäßig alle Zu- und Ableitungseinrichtungen auf ordnungsgemäßen Betrieb überprüft.

### Reinigungsleistung

Ablaufproben werden vom Betreiber in regelmäßigen Abständen einem anerkannten Institut zur Messung der relevanten Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen übergeben. Die Anlage erbringt seit der Inbetriebnahme einen weitgehenden Abbau der Kohlenstoffverbindungen. Eine Nitrifikationsleistung war bisher nicht nachzuweisen.

## 8 Weiterführende Literatur

- Abwassertechnische Vereinigung (1998): ATV Arbeitsblatt A 262 „Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbaugrößen bis 1.000 Einwohnerwerte“, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA), Hennef
- Bahlo, K. & Wach, G. (1993): Naturnahe Abwasserreinigung – Planung und Bau von Pflanzenkläranlagen. Ökobuch, Staufen/Freiburg
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2001): Abwasserentsorgung von Einzelanwesen, München (kostenlos über das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf erhältlich)
- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1997): Pflanzenkläranlagen – ein naturnahes Verfahren zur Abwasserreinigung. Information, Umwelt & Entwicklung Bayern, München (kostenlos beim Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen erhältlich)
- DIN 4261, Kleinkläranlagen, Teile 1 und 3. Beuth-Verlags GmbH, Berlin
- DIN 1986, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Beuth-Verlags GmbH, Berlin
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1998): Leitfaden zur Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum, Karlsruhe
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (1994): Abwasserbeseitigung im Außenbereich (Kleinkläranlagen), Essen
- Lohse, M., Mollenhauer, H., Nowak, M., Schröder, R. & Foppe, H.-G. (1996): Bepflanzte Bodenabwasserreinigungsstufen von Kleinkläranlagen. Korrespondenz Abwasser 4, 555-565
- Niedersächsisches Umweltministerium (1992): Abwasserbehandlung in Kleinkläranlagen, Hannover
- Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (1995): Kleinkläranlagen, Zürich
- Wissing, F. (1995): Wasserreinigung mit Pflanzen. Ulmer Verlag, Stuttgart

## 9 Glossar

Adsorption	Anlagerung von Substanzen an der Oberfläche fester Stoffe
aerob	Milieu enthält molekularen Sauerstoff
alternierend	Regelmäßig abwechselnd
anaerob	Milieu enthält weder freien noch chemisch gebundenen Sauerstoff
Atmung	Gewinnung von Energie durch Abspaltung von Wasserstoff aus einem Substrat
autotroph	Ernährungsweise der Lebewesen, die Kohlendioxid als Kohlenstoffquelle zur Herstellung von organischem Zellmaterial nutzen, z. B. Nitrifikanten
Biofilm	Schleimiger Aufwuchs (Belag), aus lebenden Mikroorganismen und anorganischen Substanzen auf der Oberfläche eines Körpers
Biomasse	Gesamtheit aller lebenden Mikroorganismen in einem System
Biotop	Lebensraum einer Lebensgemeinschaft
Biozönose	Lebensgemeinschaft
BSB <sub>5</sub>	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen; Menge an Sauerstoff in mg/l, die beim mikrobiellen Abbau der organischen Substanz bei einer Temperatur von 20 °C in 5 Tagen verbraucht wird
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf; Maß für die chemisch abbaubare Substanz
Denitrifikation	Überführung von Nitrat über Nitrit zu gasförmigem Stickstoff
Eigenkontrolle	vorgeschriebene Überprüfung und Dokumentation der Zu -, Ablauf- und Betriebsparameter auf einer Kläranlage durch den Betreiber
Einwohnerwert	BSB <sub>5</sub> -Verschmutzung (60 g/(E x d)) im häuslichen Abwasser pro Einwohner (E)
Eutrophierung	Infolge hoher Konzentrationen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor nimmt in einem Gewässer die Menge an Phytoplankton (Algen) zu. Das abgestorbene Material wird von Bakterien unter Sauerstoffverbrauch abgebaut und der Sauerstoff damit dem Gewässer entzogen.
Fäkalschlamm	Bei der Abwasserbehandlung in Kleinkläranlagen anfallender Schlamm bzw. der zu entsorgende Grubenhalt
Fäulnis	Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen durch Bakterien bei Sauerstoffmangel unter Geruchsentwicklung (z. B. Methangas)
Fremdkräuter	Pflanzen, die nicht zur biologischen Abwasserreinigung in einem Pflanzenbeet geeignet sind, weil sie kleine Wurzelbereiche haben, z. B. Brennnesseln
Helophyten	Röhrichtpflanzen
Horizontalbeet	Pflanzenbeet, das mit dem Ziel der biologischen Abwasserreinigung horizontal von vorgereinigtem Abwasser durchströmt wird intermittierend Art der Beschickung des Pflanzenbeetes mit Abwasser, bei der Zeiten der Beschickung mit Ruhephasen abwechseln
Kolmation	Verstopfung des Bodenmaterials im Pflanzenbeet, z. B. durch Feststoffe aus nicht ausreichend vorbehandeltem Abwasser
Mikroorganismen	Lebewesen z. B. im Bodenmaterial des Pflanzenbeetes, die so klein sind, dass sie nur mit Hilfe eines Mikroskops erkannt werden können
Nitrifikation	Überführung von Ammoniumstickstoff in Nitratstickstoff unter Sauerstoffverbrauch durch Bakterien
PSW	Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft; Anschriften von zugelassenen PSW sind bei Kreisverwaltungsbehörden oder Wasserwirtschaftsämtern erhältlich
Röhrichtpflanzen	Sumpfpflanzen mit einem ausgeprägten Röhrensystem im Inneren der Stengel, z. B. Schilf
Sohlbereich	Bodenbereich des Pflanzenbeetes
Vertikalbeet	Pflanzenbeet, das mit dem Ziel der biologischen Abwasserreinigung vertikal von vorgereinigtem Abwasser durchströmt wird.