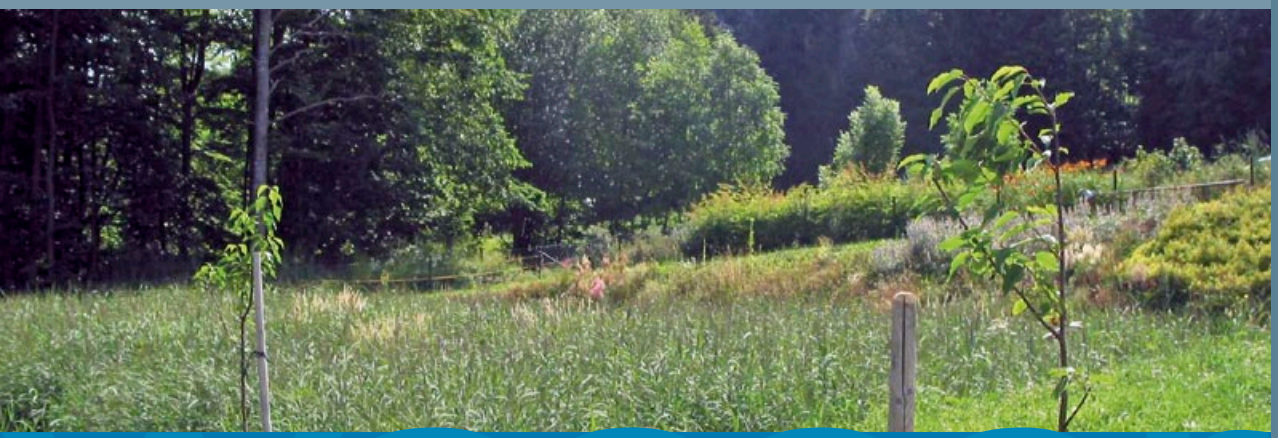
GESCHÄFTSBEREICH LEBENSMINISTERIUM.BAYERN.DE

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Bepflanzter Bodenfilter zur Reinigung häuslichen Abwassers in Kleinkläranlagen

Informationen für Planung, Bau und Betrieb



wasser

Bayerisches Landesamt für
Umwelt

Bepflanzte Bodenfilter zur Reinigung häuslichen Abwassers in Kleinkläranlagen

Informationen für Planung, Bau und Betrieb

UmweltThema

Impressum

Bepflanzte Bodenfilter zur Reinigung häuslichen Abwassers in Kleinkläranlagen

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 08 21 90 71-0
Fax: 08 21 90 71-55 / -56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:
LfU, Referat 67, Claudia Koschi

Bildnachweis:
LfU: Titelbild, Abb. 1, 2, 3a und 4a
Wasserwirtschaftsamt Weilheim: Abb. 5 und 6
Mironde Verlag (www.mironde.com): Abb. 3b und 4b aus: HEINRICH, K. u. S. (2008): „Das Kleinkläranlagen-handbuch." -312 S., Niederfrohna, Mironde Verlag (dort auf den Seiten: 43 und 45)

Titelbild:
Kläranlage im Landkreis Miesbach

Druck:
Druckerei Johann Walch GmbH & Co. KG
Im Gries 6
86179 Augsburg

Gedruckt auf Papier aus 100% Altpapier.

Stand:
Oktober 2011

Auflage:
5.000 Stück

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

1 Vorbemerkungen 6

2 Was ist ein bepflanzter Bodenfilter bzw. eine Pflanzenkläranlage? 7
2.1 Wie ist eine Kläranlage mit bepflanzten Bodenfiltern aufgebaut? 8
2.2 Welche Vor- und Nachteile haben Kleinkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern? 8

3 Planungs- und Baugrundsätze für Kleinkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern 10
3.1 Allgemeine Hinweise 10
3.2 Anforderungen an mechanisch-biologische Kleinkläranlagen 10
3.3 Standort der Anlage auf dem Grundstück, Sicherung gegen Unbefugte 11
3.4 Vorbehandlung 11
3.5 Aufbau der bepflanzten Bodenfilter 13
3.5.1 Horizontal durchströmte bepflanzte Bodenfilter 13
3.5.2 Vertikal durchströmte bepflanzte Bodenfilter 14
3.5.3 Dimensionierung des bepflanzten Bodenfilters 15
3.5.4 Abdichtung 16
3.5.5 Filteraufbau 17
3.5.6 Beschickung, Zulauf- und Oberflächengestaltung 18
3.5.7 Ablaufgestaltung 19
3.5.8 Bepflanzung 19
3.6 Inbetriebnahme 20
3.7 Winterbetrieb 20

4 Eigenkontrolle und Wartung 22

5 Rechtliche Hintergründe und Genehmigungsverfahren 24
5.1 Anforderungen an den Ablauf 24
5.2 Von der Planung zum Betrieb der Kleinkläranlage 24
5.3 Bescheinigug durch private Sachverständige 25

6 Investitions- und Betriebskosten 26

7 Beispiele für Kleinkläranlagen mit bepflanztem Bodenfilter 27

8 Weiterführende Literatur 29

9 Glossar 30

Vorwort

Der Schutz bayerischer Flüsse und Seen sowie des Grundwassers wird in erschlossenen Baugebieten in der Regel durch den Anschluss an eine gemeindliche Abwasserreinigungsanlage sichergestellt. Bedingt durch die Siedlungsstruktur und wirtschaftliche Aspekte besteht jedoch vielerorts keine öffentliche Abwasserentsorgungsmöglichkeit. Diese kleinen Ortsteile oder Einzelanwesen liegen oftmals an kleinen empfindlichen Fließgewässern, die einen ökologisch wertvollen Lebensraum bilden. Die Behandlung des anfallenden Abwassers ist hier von besonderer Bedeutung für den Gewässerschutz.

Wenn ein Anwesen auf Dauer nicht an eine öffentliche Abwasseranlage angeschlossen werden kann, verbleibt nur die Behandlung des häuslichen Abwassers auf dem Grundstück in einer privaten Kleinkläranlage. Der Bau oder die Nachrüstung von Kleinkläranlagen mit biologischer Reinigungsstufe kann unter bestimmten Bedingungen und Voraussetzungen staatlich gefördert werden.

Soll das Abwasser mit Hilfe eines naturnahen Systems, z. B. eines bepflanzten Bodenfilters, biologisch gereinigt werden, sind die folgenden Informationen zu Planung, Bau und Betrieb hilfreich. Für weitere Fragen stehen spezielle Planungsbüros, private Sachverständige in der Wasserwirtschaft, aber auch die MitarbeiterInnen der Wasserwirtschafts- und Genehmigungsbehörden bereit.

Claus Kumutat
Präsident

Oktober 2011

1 Vorbemerkungen

Wo keine Anschlussmöglichkeit an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen besteht, erfolgt die Abwasserreinigung über private Kleinkläranlagen.

Das gesamte häusliche Abwasser der 12,5 Mio. in Bayern lebenden Einwohnern wird in Abwasserbehandlungsanlagen gereinigt. Knapp 96 % der Einwohner sind derzeit an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossen, wobei mit einem weiteren Anstieg des Anschlussgrades an kommunale Kläranlagen auf etwa 97 % zu rechnen ist. In abseits gelegenen, kleinen Ortschaften und Streusiedlungen des ländlichen Raumes bestehen vielfach keine Anschlussmöglichkeiten an öffentliche Entsorgungseinrichtungen. Langfristig muss daher nach Schätzungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt landesweit das Abwasser von zirka 3 % der Bevölkerung bzw. von rund 400.000 Einwohnern über private Kleinkläranlagen gereinigt werden. Somit werden annähernd 100.000 Kleinkläranlagen auf Dauer Bestand haben. In Bayern gibt es gegenwärtig etwa 4.000 privat betriebene Kleinkläranlagen, die mit bepflanzten Bodenfiltern als biologischer Hauptreinigungsstufe ausgestattet sind.

Seit dem Jahr 2002 gelten auch für Kleinkläranlagen die Anforderungen für die Größenklasse 1 nach Anhang 1 der Abwasserverordnung. Private Kleinkläranlagen sind folglich mit einer biologischen Reinigungsstufe auszustatten, wenn sie auf Dauer bestehen bleiben. Die Planung sollte in jedem Fall durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro erfolgen. Falls eine gemeinschaftliche Kleinkläranlage für zwei oder mehr Wohnhäuser gebaut werden soll, z. B. um Kosten zu sparen, sollten vorab die gegenseitigen nachbarschaftlichen Pflichten und Aufgaben vertraglich genau festgelegt werden.

Für einen ordnungsgemäßen, langfristigen und störungsfreien Betrieb der Anlage sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Die Anlage ist sorgfältig gemäß den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 262 zu errichten.
- Grundsätzlich sollte im Haushalt auf aggressive Reinigungsmittel verzichtet werden. Abfälle, Hygieneartikel, Arzneimittel, Chemikalien, Fette, Öle, Farbreste oder Lösungsmittel dürfen nicht über Waschbecken oder Toilette entsorgt werden.
- Eine regelmäßige Pflege und fachgerechte Wartung der Anlage müssen auf Dauer gesichert sein.
- Ein gewisses Verständnis des Betreibers für die technischen und biologischen Prozesse ist Voraussetzung für den langfristig guten Betrieb der Anlage.

2 Was ist ein bepflanzter Bodenfilter bzw. eine Pflanzenkläranlage?

Die biologische Abwasserreinigung mit bepflanzten Bodenfiltern gehört zu den sog. naturnahen Verfahren. Die sandig-kiesigen Bodenkörper sind mit Röhrichtpflanzen (Helophyten) bepflanzt und werden mit vorbehandeltem Abwasser beschickt. Sie zeichnen sich durch geringen Energieverbrauch aus und benötigen viel Betriebsfläche auf ausreichend großen Grundstücken. Mit regelmäßiger, sachkundiger Wartung weisen sie stabile Reinigungsleistungen auf. Unter einer Pflanzenkläranlage versteht man den bepflanzten Bodenfilter samt den notwendigen peripheren Einrichtungen, einschließlich der Vorbehandlung.

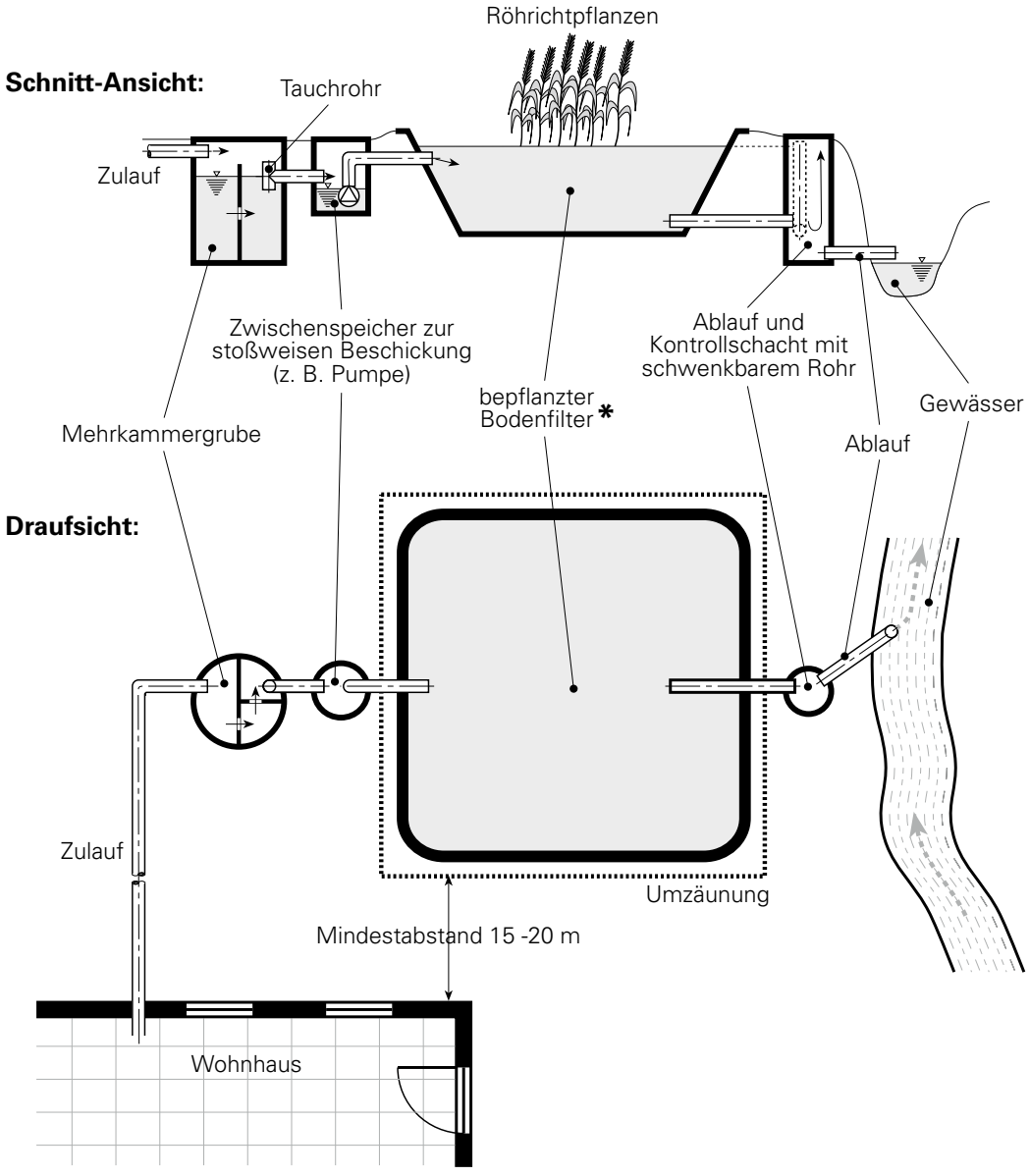


Abb. 1: Übersichtsschema einer Kleinkläranlage mit bepflanztem Bodenfilter

* *Die Detailgestaltung der Zu- und Ablaufkonstruktion ist abhängig vom technischen Konzept des bepflanzten Bodenfilters.*

2.1 Wie ist eine Kläranlage mit bepflanzten Bodenfiltern aufgebaut?

Die wichtigsten Elemente einer Pflanzenkläranlage sind die mechanische Vorbehandlungsstufe und mindestens ein bepflanzter Bodenfilter zur biologischen Reinigung.

Eine Kläranlage mit bepflanzten Bodenfiltern benötigt eine Vorbehandlungsstufe, in der das Rohabwasser entschlammt und von Grob- und Schwimmstoffen befreit wird. Eine effektive Vorreinigung ist zwingende Voraussetzung für einen dauerhaft stabilen Betrieb ohne Verstopfung des Bodenmaterials (Kolmation). Anschließend folgt der bepflanzte Bodenfilter, in dem die biologische Hauptreinigung erfolgt. Dieser kann aus einem, besser jedoch aus mehreren bepflanzten Bodenfiltern aufgebaut sein, die horizontal oder vertikal, hintereinander oder parallel durchflossen werden. Die Kombination von vertikal und horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern, der sog. Hybridbetrieb, ist besonders leistungsstark. Dabei werden die unterschiedlichen Vorteile der beiden Durchströmungsarten kombiniert. Am Ablauf der Anlage befindet sich ein Kontrollschacht, in dem eine Probenahme des gereinigten Abwassers möglich ist. Dort können im Rahmen der regelmäßigen Wartung durch einen Fachkundigen Proben genommen werden, um die Ablaufqualität zu überprüfen. In der Abbildung 1 sind die wichtigsten Elemente einer Kleinkläranlage mit bepflanztem Bodenfilter dargestellt. Nähere Hinweise zur Planung und zum Bau werden in Kapitel 3 gegeben.

2.2 Welche Vor- und Nachteile haben Kleinkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern?

Für Kleinkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern können folgende Vor- und Nachteile genannt werden:

Vorteile

- Der biologische Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe kann bei richtiger Planung, sorgfältigem Bau und ordnungsgemäßem Betrieb sicher und ganzjährig erreicht werden.
- Auftretende Belastungsstöße werden im bepflanzten Bodenfilter ausreichend abgepuffert.
- In vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern ist eine sichere Nitrifikation, in horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern hingegen eine gute Denitrifikation zu erreichen. Durch Kombination der beiden Durchströmungsarten, dem sog. Hybridbetrieb, können beide Vorteile optimal genutzt werden.
- In den bepflanzten Bodenfilter findet eine Keimreduktion statt.
- Die Baukosten können durch Eigenleistung gesenkt werden.
- Bei sachkundiger Wartung ist langfristig ein sicherer Betrieb möglich.
- Pflanzenkläranlagen zeichnen sich durch einen geringen Energieverbrauch und wenig Anlagentechnik aus.
- Bei horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern kann ein Stromanschluss entfallen. Hanglagen können genutzt werden, um eine hydraulisch gleichmäßige Beschickung sicherzustellen.
- Der Wartungsaufwand und die Jahresbetriebskosten sind gering.
- Pflanzenkläranlagen lassen sich gut in die Umgebung einbinden.

Nachteile

- Die Leistung der Abwasserreinigungsanlage ist wenig steuerbar.
- Im bepflanzten Bodenfilter nimmt der Rückhalt von Phosphor im Laufe der Betriebsjahre ab.
- Eine leistungsstarke Vorbehandlung ist notwendig (abfiltrierbare Stoffe im Jahresmittel < 100 mg/l), um eine Kolmation des Bodenmaterials zu vermeiden.
- Gesammeltes Niederschlagswasser darf nicht in die Kleinkläranlage gelangen; es ist separat abzuleiten, z. B. durch eine breitflächige Versickerung auf dem Grundstück.
- Der Flächenbedarf von Pflanzenkläranlagen ist größer als von technischen Kleinkläranlagen.

3 Planungs- und Baugrundsätze für Kleinkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern

3.1 Allgemeine Hinweise

Vor dem Bau einer Pflanzenkläranlage müssen die rechtlichen Grundlagen sowie die Anforderungen geklärt, eine fachgerechte Planung erstellt und diese im Genehmigungsverfahren begutachtet werden.

Zum Einleiten von Abwasser aus einer Kleinkläranlage in ein oberirdisches Gewässer oder das Grundwasser ist grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis (§§ 8 und 9 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Verbindung mit Art. 15 und 70 des Bayerischen Wassergesetztes (BayWG)) erforderlich. Zuständig sind die Kreisverwaltungsbehörden (KVB) – das sind die Landratsämter, die kreisfreien Städte oder die großen Kreisstädte. In den meisten Fällen ist bei Kleinkläranlagen eine beschränkte Erlaubnis mit Zulassungsfiktion nach Art. 15 i. V. m. Art. 70 Abs. 1 Nr. 2 BayWG zu beantragen bzw. zu erteilen.

Die an die Abwasserbeseitigung zu stellenden Anforderungen, sowie welches Genehmigungsverfahren erforderlich ist, sollte der Bauherr oder sein Planer vor Fertigung der Antragsunterlagen, bei der KVB erfragen, um Verzögerungen im Gesamtablauf zu vermeiden.

Nach Klärung der Anforderungen und Formalien ist auch eine Absprache mit den Nachbarn sinnvoll. Zur fachgerechten Planung der Kleinkläranlage sowie zur Gewährleistung des gesamten Projektes sollte ein planendes Büro des Vertrauens ausgewählt werden. Im Genehmigungsverfahren begutachtet ein Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft (PSW), ob die Anlage den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. Anschriften von zugelassenen PSW können bei der Kreisverwaltungsbehörde oder dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt erfragt bzw. im Internet unter www.lfu.bayern.de/wasser/sachverstaendige_wasserrecht/psw/index.php abgerufen werden.

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

- Arbeitsblatt A 262 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. „Grundsätze für die Bemessung, Bau und Betrieb von bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers", März 2006.
- Informationsheft des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „Abwasserbehandlung bei Einzelanwesen", November 2011.

Zusätzliche Hinweise enthält die weiterführende Literatur in Kapitel 8.

3.2 Anforderungen an mechanisch-biologische Kleinkläranlagen

Errichtung, Betrieb und Unterhaltung der Pflanzenkläranlage sind nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik durchzuführen.

Serienmäßig hergestellte Kleinkläranlagen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung sowie naturnahe Kleinkläranlagen (Abwasserteiche und bewachsene Bodenfilter) können – ausreichende Bemessung, ordnungsgemäßer Bau, sorgfältige Eigenkontrolle und fachgerechte Wartung entsprechend den einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik vorausgesetzt – mindestens die Anforderungen der Größenklasse 1 des Anhangs 1 zur Abwasserverordnung hinsichtlich CSB und BSB_5 (siehe 5.1) erfüllen.

Abwasseranlagen müssen gemäß § 60 WHG nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet, betrieben und unterhalten werden. Die Erfüllung weitergehender Anforderungen hinsichtlich der Abwasserbehandlung erfordert bestimmte konstruktive Maßnahmen (z. B. Reihenschaltung mehrerer bepflanzter Bodenfilter, separate Anlagenstufe zur Phosphorelimination, Rückführung des Filterüberlaufs in den Zulauf) sowie eine auf die Erreichung des Qualitätsziels ausgerichtete und nachgewiesene Bemessung, Betriebsweise und Wartung.

3.3 Standort der Anlage auf dem Grundstück, Sicherung gegen Unbefugte

Ein geeigneter Standort ist notwendig.

Ein angemessener Abstand zu benachbarten Grundstücken ist wichtig, weil sich z. B. bei Betriebsproblemen oder auch bei mangelnder Wartung Gerüche aus der Vorklärung entwickeln können. Zudem sind hygienische Gründe von Belang. Es empfiehlt sich, in jedem Fall einen Abstand von 15 bis 20 m zu einem benachbarten bewohnbaren Gebäude einzuhalten. Zu einem Trinkwasserbrunnen wird bei technisch wasserdichten Anlagen ein Abstand von mindestens 25 m gefordert. Abwasseranlagen mit einer ständigen Zufuhr von gereinigtem Abwasser in den Untergrund (z. B. durch Sickerschächte) dürfen auch in der weiteren Umgebung von Grundwasserfassungen nicht errichtet werden (DIN 2001-1 „Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen – Teil 1: Kleinanlagen“).

Es ist Vorsorge zu treffen, dass Unbefugte oder Kinder die Anlage nicht betreten können, um sich nicht zu gefährden. Es darf nicht vergessen werden, dass Abwasser beim Eintritt in den bepflanzten Bodenfilter noch mindestens 10^6 Keime/ml (10 Millionen Keime pro Milliliter, d. h. pro Tausendstel Liter), darunter auch Krankheitserreger, enthält.

Die bepflanzten Bodenfilter müssen rückstaufrei angelegt werden. Auch bei Hochwasser im benachbarten Fließgewässer darf es nicht zum Rückstau in die bepflanzten Bodenfilter kommen. Sofern Regenwasser von benachbarten Flächen zufließen kann, ist dies durch einen kleinen Erdwall, der die bepflanzten Bodenfilter umgibt, zu verhindern. Die Sohle der Anlage muss über dem höchstmöglichen Grundwasserstand liegen.

3.4 Vorbehandlung

Eine gut funktionierende Vorbehandlungsstufe ist Voraussetzung für einen dauerhaft sicheren Betrieb eines bepflanzten Bodenfilters.

Eine gut funktionierende Vorbehandlung ist die Voraussetzung für einen dauerhaft sicheren Betrieb des bepflanzten Bodenfilters.

Nach den vorliegenden Erfahrungen darf die Konzentration an abfiltrierbaren Stoffen (AFS) nach der Vorbehandlung 100 mg/l im Jahresmittel nicht überschreiten, um den Bodenfilter vor Verstopfungen zu schützen. Anzustreben ist eine mittlere Konzentration von 50 mg/l AFS. Dies kann mit angepassten Schlammräumintervallen und ausreichender Größe der Vorbehandlung erreicht werden.

Als Vorbehandlung bei bepflanzten Bodenfiltern ohne Fremdwasserzufluss haben sich Mehrkammergruben nach DIN 4261-1 bewährt (Abb. 2). Mehrkammer-Ausfaulgruben bieten aufgrund ihres größeren Volumens gegenüber den Mehrkammer-Absetzgruben eine deutlich höhere Betriebssicherheit, eine weitgehende Stabilisierung des abgesetzten Schlammes und sie müssen seltener entschlammt werden. Vorgaben zur Bemessung und Ausführung der Mehrkammergrube sind in der DIN 4261-1 bzw. dem Arbeits-

blatt DWA-A 262 festgelegt.

Das Nutzvolumen der Mehrkammer-Ausfaulgrube errechnet sich nach der Anzahl der angeschlossenen Einwohner bzw. den Einwohnerwerten (EW):

- bis 6 EW: 1.500 l/EW, mindestens jedoch 6 m³,
- 7 - 10 EW: 9 m³ für 6 EW + 750 l für jeden weiteren EW,
- 11 - 50 EW: 12 m³ für 10 EW + 500 l für jeden weiteren EW.

Bei Kleinkläranlagen mit Fremdwasserzufluss ist gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 262 ein Absetzteich oder ein Emscherbrunnen als Vorbehandlung erforderlich.

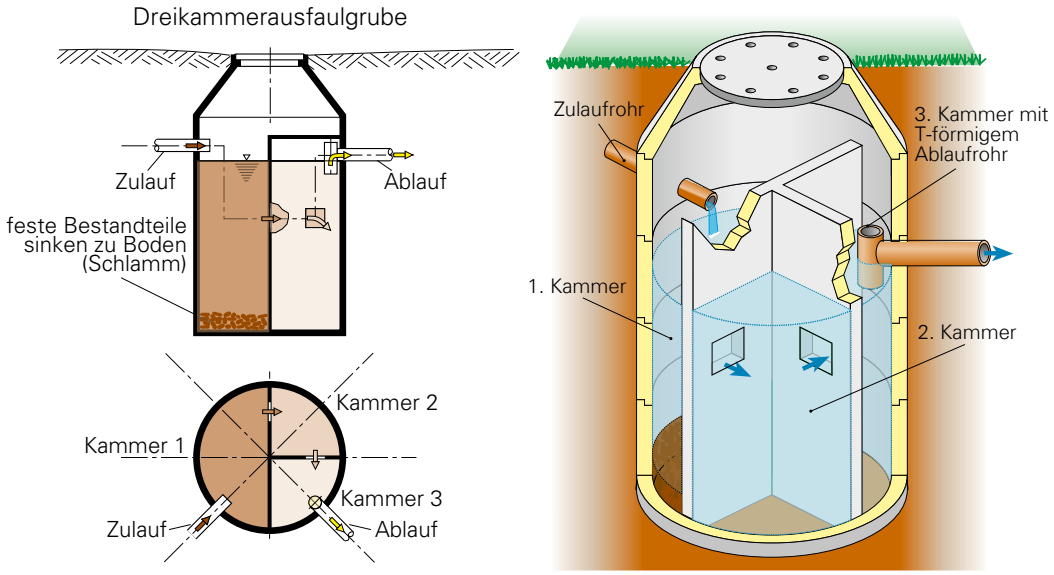


Abb. 2: Mehrkammer-Ausfaulgrube

In der mechanischen Vorbehandlungsstufe werden absetzbare Stoffe und Schwimmstoffe aus dem Rohabwasser entfernt. Die organische Belastung des Abwassers verringert sich hier um etwa 30 %.

Durchmesser und Gefälle von Leitungen auf dem Grundstück richten sich nach den Anforderungen der Norm DIN 1986-100 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056".

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 Entnahme muss abweichend von der DIN 4261-1 bereits durchgeführt werden, wenn der Schlamm 1/3 des erforderlichen Gesamtnutzvolumens ausfüllt. Anders kann die erforderliche niedrige Konzentration an AFS im Ablauf der Vorbehandlung nicht gewährleistet werden. Wird im Zulauf zum bepflanzten Bodenfilter die Konzentration an AFS von 100 mg/l überschritten, muss unverzüglich eine Entschlammung durchgeführt werden. Die Entschlammung erfolgt durch eine Spezialfirma. Der Schlamm wird einer großen Kläranlage zugeführt und dort behandelt. Wird

die Schlammräumung vernachlässigt, reicht letztlich das Nettovolumen für ein zuverlässiges Absetzen der Sinkstoffe nicht mehr aus. Als Folge davon werden Feststoffe nicht mehr ausreichend sedimentiert, gelangen auf die bepflanzten Bodenfilter und führen dort zur Kolmation.

Auf dem Markt werden als kostengünstige Alternative zu der beschriebenen Vorbehandlung Sonderlösungen angeboten.

So wird z. B. als Vorreinigung ein zusätzlicher Schlammfilter vorgeschlagen, der mit durch einen Grobstoffzerkleinerer vorbehandeltem Abwasser oberflächig beschickt wird. Diese Art der Vorbehandlung wird in Fachkreisen derzeit kontrovers diskutiert und hat deshalb noch nicht Eingang in das einschlägige Regelwerk DWA-A 262 gefunden. In Bayern können Schlammfilter unter bestimmten Voraussetzungen im kommunalen Bereich akzeptiert werden. Da das Rohabwasser direkt auf die Filteroberfläche aufgebracht wird, ist jedoch ein ausreichender Abstand zur Wohnbebauung erforderlich, um hygienische Beeinträchtigungen und Geruchsbelästigungen auszuschließen.

Eine andere Alternative sind die sogenannten Rottebehälter, in denen das Rohabwasser über eine Siebfläche oder eine Filterschicht aus Kies, Stroh oder Holzhäcksel geleitet wird. 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. Allerdings können die Feststoffgehalte im Ablauf der Rottebehälter noch recht hoch sein, was zur Kolmation des bepflanzten Bodenfilters führen kann. Der Rottebehälter soll daher über ein Volumen von mindestens 200 l/E verfügen und auf eine maximale Beschickung von 1.000 l/(m²·d) bemessen werden. Im Anschluss an den Rottebehälter ist, zur weiteren Reduzierung der Feststoffe eine Mehrkammergrube nach DIN 4261 mit einem Nutzvolumen von mindestens 500 l/E vorzusehen.

Weitere Alternativen sind denkbar, sofern der Nachweis erbracht werden kann, dass ein dauerhafter Rückhalt von Feststoffen ≤ 100 mg/l erfolgt.

3.5 Aufbau der bepflanzten Bodenfilter

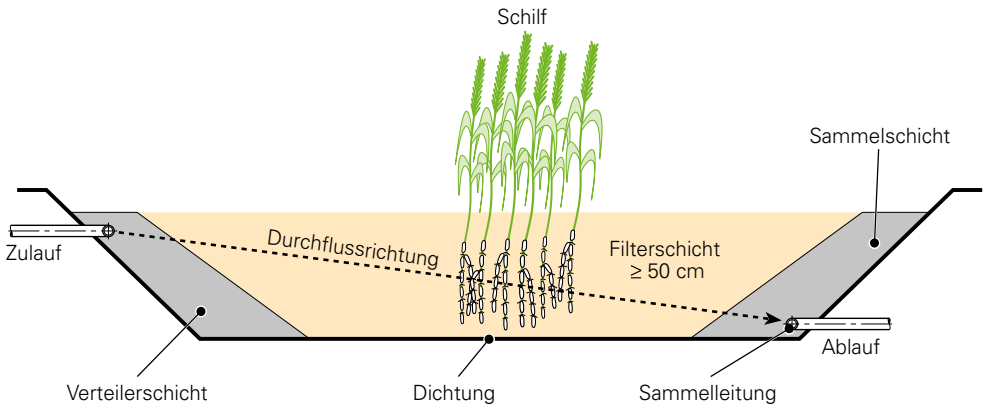
Entsprechend der Art ihrer Beschickung wird zwischen horizontal und vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern unterschieden.

Der bepflanzte Bodenfilter kann horizontal oder vertikal durchströmt werden.

3.5.1 Horizontal durchströmte bepflanzte Bodenfilter

Bei horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern (Abb. 3) fließt das Abwasser über einen Einlaufbereich (Verteilerschicht) seitlich dem Bodenkörper breitflächig zu und wird an der gegenüber liegenden Seite in einer Sammelschicht und einem Dränrohr (Sammelleitung) gesammelt und anschließend in ein Gewässer eingeleitet oder z. B. über einen Sickerschacht dem Untergrund zugeführt. Es haben sich Fließwege im Bodenfilter von 3 bis 6 m als zweckmäßig erwiesen. Längere Fließwege sind unbedingt zu vermeiden. Die Beschickung sollte bevorzugt an der längeren Filterseite erfolgen.

Horizontal durchströmte bepflanzte Bodenfilter eignen sich gut zum Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe und reduzieren teilweise den Stickstoff aufgrund anoxischer Bereiche im Bodenkörper. In der Regel werden horizontal durchströmte be-



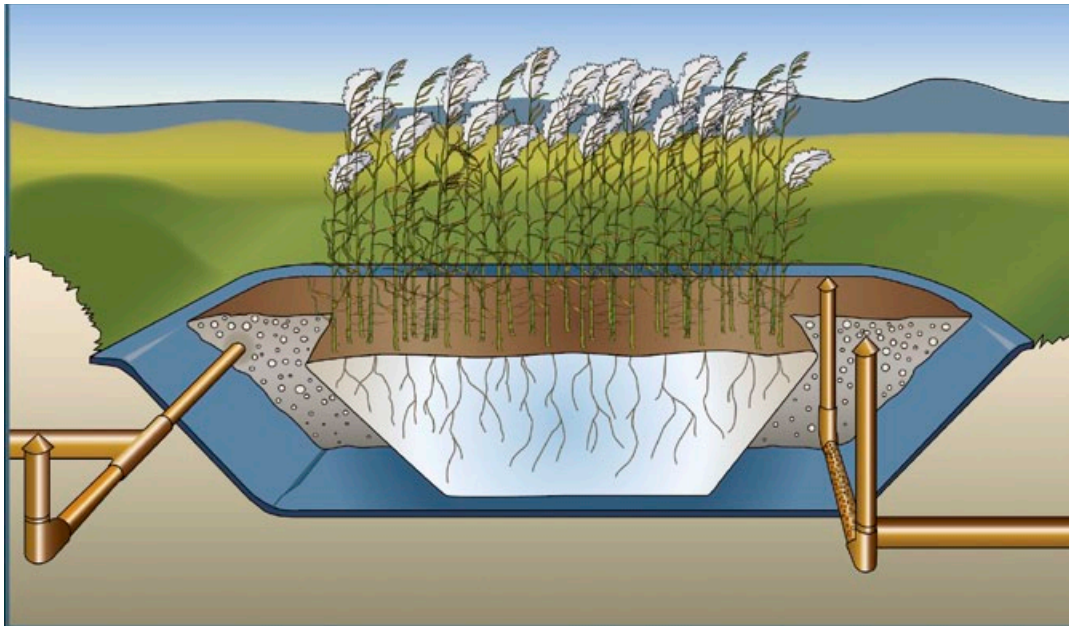


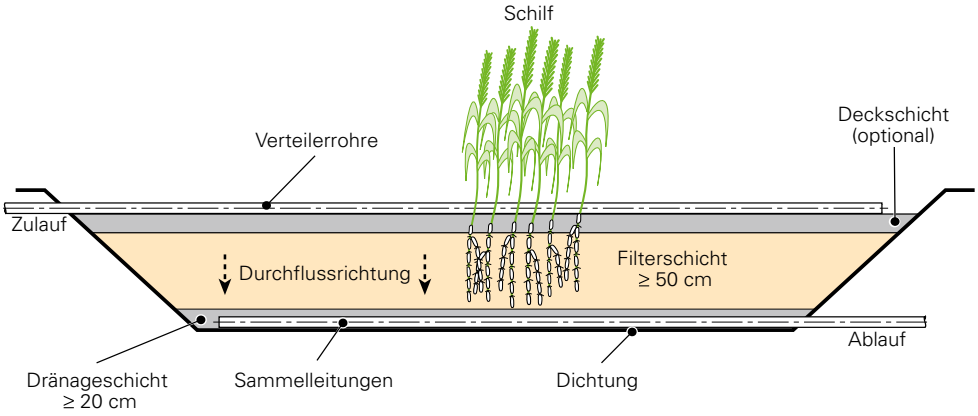
Abb. 3a: (oben) und Abb. 3b: (unten) Horizontal durchströmter bepflanzter Bodenfilter

pflanzte Bodenfilter entsprechend den Geländeverhältnissen ohne Einsatz von Pumpen beschickt und benötigen somit keinen Stromanschluss.

3.5.2 Vertikal durchströmte bepflanzte Bodenfilter

Bei vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern (Abb. 4) wird das Abwasser intervallweise (intermittierend) oberflächennah durch mehrere auf dem Bodenkörper verlegte Dränrohre (Verteilerrohre) gleichmäßig über die gesamte Bodenfilteroberfläche aufgebracht. Die Entwässerung erfolgt an der Filtersohle durch eine Dränschicht und mehrere Dränrohre (Sammelleitungen). Das Bodenmaterial wird kurzzeitig eingestaut und rasch wieder entleert, wodurch Luftsauerstoff in die Poren des Bodens nachgesogen wird. Dadurch gelingt in vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern eine Nitrifikation, wie in allen biologischen Abwasserreinigungssystemen vorwiegend in der warmen Jahreszeit. Aufgrund der aeroben Milieuverhältnisse im Filterkörper ist dagegen die Denitrifikation gering.

Zusätzlich zu den beschriebenen Reinigungsvorgängen kann bei beiden Durchströmungsarten Phosphor in den bepflanzten Bodenfiltern überwiegend durch Adsorption verringert



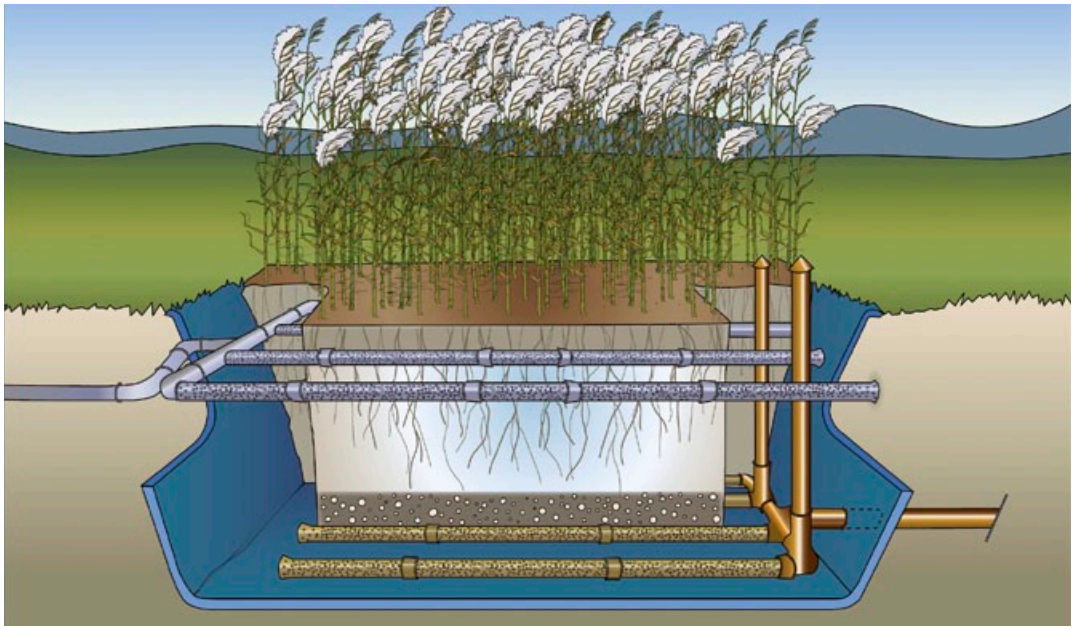


Abb. 4a: (oben) und Abb. 4b: (unten) Vertikal durchströmter bepflanzter Bodenfilter

werden. Eine gezielte Elimination ist nicht möglich. Auch die Hygieneparameter können in bepflanzten Bodenfiltern reduziert werden. Bei einstufigen Anlagen werden in der Regel Keimeliminationsraten von 1,5 bis 2 Zehnerpotenzen, bei mehrstufigen Anlagen von etwa 3 bis 4 Zehnerpotenzen erreicht.

3.5.3 Dimensionierung des bepflanzten Bodenfilters

Die spezifische Fläche (m^2/E), d. h. die Fläche des bepflanzten Bodenfilters (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.

Für die Bemessung des Bodenfilters sind die technischen Vorgaben zu beachten.

Die Mindestfläche und die spezifische Fläche des bepflanzten Bodenfilters sowie die Mindestschichtdicke des nutzbaren Bodenmateriales sind entsprechend der Art der Durchströmung in der Tabelle 1 angegeben. Zusätzlich ist für horizontal durchströmte bepflanzte Bodenfilter eine maximale CSB-Flächenbelastung angegeben, sowie eine maximal zulässige Flächenbeschickung für beide Durchströmungsarten. Bei horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern dürfen die Flächenanteile im Bereich der Böschungen nicht in die Berechnung der Filteroberfläche eingehen.

Wird ein bepflanzter Bodenfilter entsprechend den oben genannten Vorgaben gebaut, kann davon ausgegangen werden, dass die Anlage ganzjährig die organische Verschmutzung des eingeleiteten, häuslichen Abwassers mit gutem Wirkungsgrad abbauen kann.

Die Mindesthöhe der Filterschicht von 50 cm bei den bepflanzten Bodenfiltern ergibt sich aus dem hydraulisch notwendigen Einsickerungsquerschnitt und der Durchwurzelungstiefe der Schilfpflanzen. Drän- oder Stützschichten sowie Deckschichten dürfen nicht auf die Schichtdicke des biologisch wirksamen Filterkörpers angerechnet werden. Für vertikal durchströmte bepflanzte Bodenfilter ist unterhalb des Filters eine Dränschicht von ≥ 20 cm vorgeschrieben.

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

Tab. 1: Wichtige Bemessungsgrundlagen für einen bepflanzten Bodenfilter zur Reinigung von häuslichen Abwasser (Arbeitsblatt DWA-A 262)

	Horizontal durchströmte bepflanzte Bodenfilter	Vertikal durchströmte bepflanzte Bodenfilter
Spezifische Fläche [m^2/E]	≥ 5	≥ 4
Mindestfläche [m^2]	≥ 20	≥ 16
Höhe der Filterschicht [cm]	≥ 50	≥ 50
CSB-Flächenbelastung [g/m^2·d]	≤ 16	-
Hydraulische Flächenbelastung bei $Q_{T,d,aM}$ [mm/d] bzw. [l/(m^2·d)]	≤ 40	≤ 80

3.5.4 Abdichtung

Ein bepflanzter Bodenfilter muss nach unten und zu den Seiten abgedichtet sein, damit kein ungereinigtes Abwasser in den Boden versickern kann.

Ein bepflanzter Bodenfilter muss nach unten und zu den Seiten abgedichtet sein, um sicherzugehen, dass kein ungereinigtes Abwasser in den Boden versickern kann. Zur Abdichtung wird am besten eine künstliche Dichtung eingebaut, z. B.:

- Abdichtung mit wurzelfester und UV-beständiger Kunststofffolie (vorzugsweise PE-Folie) mit einer Mindestdicke von 1 mm. Es ist von Vorteil, wenn die Folie in einem Stück verlegt wird, um Undichtheiten zu vermeiden. Wird die Folie in Bahnen geliefert, muss bei den Verschweißarbeiten vor Ort größte Sorgfalt angewandt werden, um Verletzungen der Folie und Undichtheiten auszuschließen. An den Seiten des Bodenfilters sollte die Folie etwa 20 bis 30 cm über der Filteroberfläche enden und zum Schutz gegen Beschädigung mit Bodenmaterial bedeckt werden.
- eine Beton- oder Kunststoffwanne
- eine mineralische Dichtung mit tonigem Mateial

Auf eine künstliche Dichtung kann in Einzelfällen verzichtet werden, wenn der anstehende Boden bereits aus stark bindigem, d. h. undurchlässigem Material wie z. B. Lehm besteht (Durchlässigkeitsbeiwert $k_f < 10^{-8}$ m/s). In solchen Fällen übernimmt diese Schicht die Funktion der Abdichtung.
Die Abdichtung ist von einer Fachfirma durchzuführen. Nach Fertigstellung der Abdichtung muss die Dichtheit durch eine Dichtheitsprüfung nachgewiesen werden.

3.5.5 Filteraufbau

Für den Bodenfilter einer Pflanzenkläranlage gibt es konkrete technische Regeln zur Höhe, Durchlässigkeit, Korngröße und Aufbau.

Die biologisch wirksame Filterschicht von horizontal und vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern muss – gemäß Arbeitsblatt DWA-A 262 – eine Höhe von mindestens 50 cm haben und aus einer einzigen homogenen Filterlage bestehen.

Als Filtermaterial eignen sich für den bepflanzten Bodenfilter Mittelsande bis Feinkiese, die eine runde Körnung besitzen. Gebrochenes Material ist aufgrund des geringen Porenvolumens ungeeignet.

Dem Durchlässigkeitsbeiwert k_f des Bodenkörpers kommt für den dauerhaft guten Betrieb große Bedeutung zu. Er sollte vorzugsweise im Bereich von $k_f = 10^{-4}$ bis 10^{-3} m/s liegen. Für die gleichmäßige Durchsickerung des Bodenkörpers sollten enggestufte, definierte Korngemische, d. h. ein Filtermaterial mit möglichst gleich großen Teilchen, gewählt werden. Die „wirksame Korngröße“ d_{10} von sandigen Filtern sollte ≥ 0,2 bis ≤ 0,4 mm betragen und der Ungleichförmigkeitsgrad $U = d_{60}/d_{10}$ sollte < 5 sein. Die optimale Korngröße liegt bei 0,1 bis 4 mm. Bindige Anteile sollten wegen der erhöhten Kolmationsgefahr so gering wie möglich sein. Zur Sicherstellung dieser Anforderung sollte nur gewaschener Sand/Kiessand eingesetzt werden. Die Kornverteilung ist durch eine Bodenanalyse von einem Fachbetrieb zu ermitteln und durch eine unabhängige Prüfstelle nachzuweisen.

Um eine Verstopfung des Filtermaterials im Zulaufbereich von horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern zu verhindern, wird in Fließrichtung eine abgestufte Körnung beim Übergang vom Kies (Verteilerschicht) zum Filtersand empfohlen. Im Auslaufbereich muss zur gleichmäßigen Entwässerung des Filterkörpers ebenfalls gröberes Material verwendet werden (Sammelschicht).

Bei vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern sollten die Dränage- und Filterstützschichten so ausgebildet und gestaltet werden, dass der Filterkörper vollständig entwässert und keine Staunässe entstehen kann.

Der Übergang zum Mittelsand- bis Feinkiesbereich des bepflanzten Bodenfilters sollte möglichst fließend gestaltet werden. Jede abrupte Änderung der Körnung des Füllmaterials im Filterkörper führt zu Stauhorizonten.

Das Bodenmaterial sollte möglichst trocken und locker eingebaut werden. Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass das Bodenmaterial beim Einbau nicht verdichtet wird. Die bepflanzten Bodenfilter sollten eine möglichst ebene horizontale Oberfläche aufweisen, um zum einen Rinnen- und Pfützenbildung zu vermeiden und zum anderen einen kurzzeitigen, flächigen Filterüberstau zu ermöglichen (s. 3.5.8).

Durch Eigenleistung bei den geschilderten Arbeiten, die unter fachmännischer Bauaufsicht durchgeführt werden, können die Kosten für den bepflanzten Bodenfilter deutlich gesenkt werden.

3.5.6 Beschickung, Zulauf- und Oberflächengestaltung

Bepflanzte Bodenfilter dürfen nur mit mechanisch vorgereinigtem, häuslichem Abwasser aus einer Trennkanalisation beschickt werden.

Die bepflanzten Bodenfilter 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 und ist nicht zulässig.

Eine hydraulische Entkoppelung von Vorbehandlung und Beschickung ist zweckmäßig, um einen Schlammaustrag aus der Vorklärung bei hydraulischen Stoßbelastungen zu vermeiden.

Es wird empfohlen, einen Schacht (Schachtringe 80 bis 100 cm Durchmesser, Lüftungsmöglichkeit im Deckel) zwischen Vorbehandlung und bepflanztem Bodenfilter frostsicher einzubauen, von dem aus eine Spülung der Zulaufrohre sowie eine Probenahme erfolgen kann.

Die Beschickung muss so erfolgen, dass der gesamte Bodenfilter für die biologische Reinigung genutzt werden kann.

Die Beschickung muss so erfolgen, dass möglichst der gesamte bepflanzte Bodenfilter für die biologische Reinigung genutzt werden kann.

Bei horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern erfolgt die Beschickung seitlich über eine Verteilerschicht und einem darin verlegten Kunststoff-Dränrohr mit einem Lochdurchmesser von ca. 1 bis 2 cm. Die Zulaufeinrichtung ist so zu gestalten (z. B. mittels einer Stoßbeschickung), dass das Abwasser gleichmäßig auf den gesamten Filterquerschnitt verteilt wird. Die Verteilerschicht aus gröberem Material, z. B. Kies 2/8 mm, sorgt für eine gleichmäßige Verteilung des Abwasser im Horizontalfilter. Die Beschickung sollte an der längeren Filterseite erfolgen. Ein zu kleiner Einsickerquerschnitt kann zu Verstopfungen führen.

Ein oberflächiger Abfluss muss wirksam verhindert werden. Dazu ist es sinnvoll, die Filteroberfläche mit einem Gegengefälle auszuführen.

Eine oberirdische Zuleitung des Abwassers über eine einfache Verteilerrinne mit Überlaufschwelle ist ungeeignet. Während der kalten Jahreszeit kann die Zulaufkonstruktion zudem einfrieren.

Bei vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern werden die Verteilerrohre mit gleichmäßiger Lochung in mehreren Längs- und Querreihen auf der gesamten Filteroberfläche verlegt. Die beschickte Fläche pro Austrittsöffnung sollte grundsätzlich so klein wie möglich sein. Vertikal durchströmte bepflanzte Bodenfilter sollten schwallartig nicht mehr als 4x täglich beschickt werden. Eine Heber- und Kippeinrichtung oder intermittierender Pumpenbetrieb sind hierfür geeignet. Die Beschickungseinrichtungen müssen so angelegt werden, dass die gesamte Bodenfilteroberfläche gleichmäßig beschickt wird. Im Pumpenschacht sollte aus Sicherheitsgründen ein Wasserstandsmesser mit Alarmmelder angebracht werden. Die Druckleitungen vom Pumpenschacht sollten mit Gegengefälle verlegt werden, damit die Leitungen nach dem Pumpvorgang leer laufen können; ein Gefälle hilft auch, ein Zufrieren der Leitungen im Winter zu vermeiden.

Bei der Auslegung der Beschickungseinrichtung und der Rohrleitungen ist der intermittierende Betrieb zu beachten und auf die erforderlichen Volumenströme abzustimmen. Nach der Beschickung müssen sich die Rohrleitungen selbsttätig vollständig entleeren.

Es empfiehlt sich, die Austrittslöcher an den Verteilerrohren nicht kleiner als 8 mm auszuführen, sonst besteht die Gefahr der Verstopfung. Im Bereich der Austrittsöffnungen ist es sinnvoll, die Filteroberfläche vor Erosion zu schützen. Die Oberfläche von vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern sollte für eine gleichmäßige Verteilung des Abwassers und zur Vermeidung von Rinnen und Pfützenbildung waagrecht und eben sein.

3.5.7 Ablaufgestaltung

Die Ablaufeinrichtungen müssen so gestaltet werden, dass der gesamte Filterkörper durchströmt und enwässert wird.

Bei horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern sollten die Ablaufeinrichtungen so gestaltet werden, dass Kurzschlussströmungen verhindert werden und der gesamte Filterkörper durchströmt und entwässert wird. Hierzu sollte im Auslaufbereich über der gesamten Anlagenbreite eine Sammelschicht aus gröberem Material (z. B. Kies 2/8 mm) sowie ein Dränrohr (Sammelleitung) angeordnet werden.

Bei vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern befinden sich die mindestens 20 cm dicke Dränageschicht (Sammelschicht) sowie die Sammelleitungen, bestehend aus mehreren Längs- und Querleitungen, unterhalb der Filterschicht. Der Durchlässigkeitsbeiwert der Dränageschicht (z. B. Kies 2/8 mm) muss bei $k_f \geq 10^{-3}$ m/s liegen. Die Rohre sind so zu bemessen, dass die Übergangsschicht zum Bodenfilter bei maximaler hydraulischer Belastung nicht eingestaut wird.

Die Sohle des Bodenfilters ist bei beiden Ausführungen mit einem Gefälle zum Auslauf hin zu gestalten, damit der Bodenfilter vollständig entwässern kann. Damit der Wasserstand im bepflanzten Bodenfilter ggf. reguliert werden kann, muss im Ablauf eine höhenregulierbare Wehrschwelle oder ein drehbarer Rohrbogen eingebaut sein.

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

Zu- und Ablaufleitungen müssen so angelegt werden, dass sie leicht gereinigt werden können.

Es wird empfohlen, die Zu- und Ablaufleitungen sowie Schächte so zu gestalten, dass sie mit mechanischen Geräten oder Hochdruckspüleinrichtungen gereinigt werden können. Dazu sind die Leitungen mindestens 10 cm über die Filteroberkante zu führen und mit Revisionsöffnungen zu versehen.

3.5.8 Bepflanzung

Für die Bepflanzung des Bodenfilters eignen sich Röhrichtpflanzen. Bewährt hat sich Schilf.

Für die Bepflanzung des Bodenfilters eignen sich grundsätzlich alle Arten von rhizombildenden und tiefwurzelnden Röhrichtpflanzen (*Helophyten*). Am besten bewährt hat sich Schilf (*Phragmites australis*), die Ergänzung durch weitere Röhrichtpflanzen dient vor allem der optischen Verschönerung des bepflanzten Bodenfilters. Röhrichtpflanzen sind Pflanzen, 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 (hauptsächlich bei *Phragmites australis*), bilden die zahlreichen Wurzelhärchen eine große

Aufwuchsfläche für Mikroorganismen aller Art, die die eigentliche Abwasserreinigung bewirken. Die Pflanzen lockern den Boden auf und sorgen für gute Durchlässigkeit.

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*)

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 zwei Ballen, vier bis acht Setzlinge oder vier bis sechs Rhizome pro Quadratmeter. Es wird empfohlen, während der Bepflanzung einige Bohlen oder Bretter über den Bodenfilter zu legen und die Bepflanzung von dort aus durchzuführen. Auf diese Weise wird eine Verdichtung des Bodenmaterials vermieden. Der fertig bepflanzte Bodenfilter sollte umgehend mit Abwasser beschickt werden, um ein Austrocknen zu vermeiden. Durch ein kurzzeitiges Einstauen (ca. 10 cm über die Oberfläche) kann das Aufkommen von Fremdvegetation unterbunden werde. Ein längeres Einstauen ist in dieser Phase nicht sinnvoll, weil dadurch Fäulnisprozesse hervorgerufen werden könnten.

Fremdkräuter sind ggf. zu entfernen, um ein Überwuchern der Röhrichtpflanzen zu verhindern. Dabei sollte der Bodenfilter zum Schutz möglichst nur über Bretter betreten werden. Das Wachstum von Fremdkräutern, vor allem von Brennnesseln, ist meist ein Zeichen dafür, dass der bewachsene Bodenfilter an einzelnen Stellen zu trocken ist bzw. nicht gleichmäßig durchströmt wird.

3.6 Inbetriebnahme

Der bepflanzte Bodenfilter kann ab Betriebsbeginn mit dem gesamten anfallenden Abwasser beaufschlagt werden. Nach etwa ein bis zwei Monaten – in Abhängigkeit von der Jahreszeit – ist die Anlage voll eingearbeitet.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Bodenfilter nach der Bepflanzung feucht gehalten wird, um das Anwachsen der Pflanzen zu fördern.

Bei nur zeitweise genutzten Anwesen, bei denen über einen längeren Zeitraum kein Abwasser anfällt, sollte dafür Sorge getragen werden, dass die Pflanzen ausreichend mit Wasser versorgt werden.

3.7 Winterbetrieb

Im Winter nimmt die Reinigungsleistung der bepflanzten Bodenfilter um 5 bis 10 % ab. Die Anlage ist vor Frost zu schützen.

Während der kalten Jahreszeit weisen bepflanzte Bodenfilter generell geringere Reinigungsleistungen auf als in den Sommermonaten, etwa 5 bis 10% hinsichtlich der organischen Parameter. Bedingt durch niedrigere Temperaturen wird die Reaktionszeit biologischer Systeme langsamer, so auch die der Mikroorganismen im bepflanzten Bodenfilter. Dies betrifft vor allem, wie bei anderen Kläranlagentypen auch, die Nitrifikationsleistung. Zudem treten die Pflanzen in die winterliche Ruhephase ein.

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

- Eine Sicherung von ausreichenden Temperaturverhältnissen im bepflanzten Bodenfilter 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 bepflanzten Bodenfilter sollten möglichst geradlinig, mit gleichmäßigem Gefälle und auf kurzem Weg erfolgen.
- Die Bepflanzung der Bodenfilter dient im Winter als wärmende Isolierschicht. Eine ggf. notwendige Mahd kann entweder im Herbst, das Mähgut verbleibt dann auf der Filteroberfläche, oder im Frühjahr erfolgen. Im Frühjahr wird jeweils das Mähgut und abgestorbene Pflanzen mit einem Rechen entfernt.
- Der bepflanzte Bodenfilter sollte an einer windgeschützten Lage errichtet werden.

4 Eigenkontrolle und Wartung

Der Planer hat den Betreiber in Betrieb und Eigenkontrolle der Pflanzenkläranlage einzuweisen sowie eine Betriebs- und Pflegeanleitung zu erstellen. Die Wartung der Anlage ist fachkundig vorzunehmen.

Zur Sicherstellung eines auf Dauer einwandfreien Betriebes der Kleinkläranlage gehört die regelmäßige Eigenkontrolle durch den/die Betreiber/in und die fachmännische Wartung. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 262 ist ein Wartungsvertrag grundsätzlich erforderlich. Der Abschluss eines Wartungsvertrages entsprechend der bayerischen Eigenüberwachungsverordnung (EÜV) ist für diejenigen Arbeiten nicht erforderlich, die Wartungspflichtige selbst ordnungsgemäß ausführen.

Der/die Betreiber/in ist vom planenden Büro in Betrieb und Eigenkontrolle der Anlage einzuweisen. Für alle bepflanzten Bodenfilter ist seitens des Planers eine umfassende, allgemeinverständliche Betriebs- und Pflegeanleitung zu erstellen. Darin sollte auf alle in der Praxis vorkommenden Betriebszustände und die verschiedenen Vegetationsphasen eingegangen werden. Weiterhin sollten auch mögliche Betriebsstörungen und entsprechende Abhilfemaßnahmen erläutert werden. Sofern der Betreiber die notwendigen Wartungsarbeiten nicht selber ordnungsgemäß durchführen kann, hat er eine Fachfirma zu beauftragen, die auf der Basis eines Wartungsvertrages in regelmäßigen Abständen die Anlage wartet und eventuell festgestellte Mängel behebt.

Die Eigenkontrolle und Wartung umfassen die gesamte Kläranlage mit bepflanztem Bodenfilter 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 hinaus 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 Betriebsbuch zu dokumentieren:

- Kontrolle der Vorbehandlung auf Schlammabtrieb, Verstopfung,
- Funktionsfähigkeit der Beschickungs-, Verteilungs- und Ablaufeinrichtungen,
- Sichtkontrolle der Filteroberfläche auf Pfützenbildung und des Pflanzenbestandes,
- Sichtkontrolle des Ablaufes auf Auffälligkeiten (z. B. Schlammabtrieb, trüber Ablauf, Geruch).

Mindestens zweimal jährlich, davon einmal im Winter, sind durch die Hersteller-, Wartungsfirma oder eine sonstige fachkundige Person folgende Kontrollen und Wartungsarbeiten vorzunehmen:

- Kontrolle des Füllstands des Schlammspeichers (ggf. Schlammräumung veranlassen),
- Sichtkontrolle auf Pfützenbildung, Verstopfungen, Ablagerungen oder Rinnenbildung auf der Oberfläche der bepflanzten Bodenfilter,
- Kontrolle des Zustandes der Pflanzen und auf Fremdkräuter,
- Kontrolle der Funktionstüchtigkeit der Vorbehandlung, der Zu- und Ablaufvorrichtungen, der Staurohre und Stoßbeschickungseinrichtungen,
- Prüfung auf undichte Stellen und bauliche Schäden.

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

- pH-Wert,
- absetzbare Stoffe,
- CSB (Betriebsmethode),
- ggf. zusätzliche Parameter, sofern an die Anlage höhere Anforderungen gestellt werden.

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

5 Rechtliche Hintergründe und Genehmigungsverfahren

5.1 Anforderungen an den Ablauf

Für private Kleinkläranlagen mit einer Ausbaugröße von weniger als 50 Einwohnern werden vom Gesetzgeber nach Anhang 1 der Abwasserverordnung (AbwV) vom 15. Oktober 2002 folgende Anforderungen an die Ablaufkonzentration gestellt:

Die Anforderungen des Wasserrechtsbescheides an die Qualität der Abwasserbehandlung müssen eingehalten werden.

- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) ≤ 150 mg/l und
- Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5) ≤ 40 mg/l

Diese Anforderungen gelten bei Kleinkläranlagen als eingehalten, wenn eine durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, durch europäische technische Zulassung oder sonst nach Landesrecht zugelassene Abwasserbehandlungsanlage betrieben wird.

Darüber hinaus können im Einzelfall aus Gründen des Gewässerschutzes oder der Gesundheitsvorsorge strengere Anforderungen an die Qualität der Abwasserbehandlung, wie z. B. Nitrifikation, Denitrifikation oder Hygienisierung gestellt werden.

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. Es wird empfohlen, gleichzeitig Kontakt zu einem Privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW) aufzunehmen. Dieser muss begutachten, ob die geplante Anlage den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht, die gestellten Anforderungen an die Abwasserbehandlung erfüllt und die Voraussetzungen für eine Erlaubnis mit Zulassungsfiktion gemäß Art. 15 in der Verbindung mit Art. 70 des Bayerischen Wassergesetzes gegeben sind (s. a. Kap. 3.1).

Die erforderlichen Antragsunterlagen 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 im Rahmen der Bauabnahme durch den PSW bestätigt werden. Das Abnahmeprotokoll ist der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde zuzusenden.

Betrieb, Eigenkontrolle und Wartung der Anlage sind dem Gutachten des PSW bzw. dem Bescheid der Kreisverwaltungsbehörde zu entnehmen. Vom Planer ist eine Betriebsanleitung zu erstellen. Dabei sind auch das Arbeitsblatt A 262 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) sowie die in Frage kommenden DIN zu berücksichtigen.

5.3 Bescheinigung durch private Sachverständige

Gemäß Art. 60 BayWG sind der ordnungsgemäße Betrieb, die Funktionstüchtigkeit der Anlage einschließlich der Zu- und Ableitungen, die ordnungsgemäße Eigenkontrolle und die fachgerecht durchgeführte Wartung sowie die ordnungsgemäße Beseitigung der bei der Wartung festgestellten Mängel alle zwei Jahre durch einen Privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW) zu prüfen und zu bescheinigen.

Alle zwei bzw. vier Jahre ist die Funktionstüchtigkeit der Anlage, die ordnungsgemäße Eigenkontrolle und die fachgerecht durchgeführte Wartung durch einen PSW zu bescheinigen.

Wurde eine Bescheinigung mit der Gesamtbewertung „ohne Mängel“ ausgestellt, verlängert sich die Frist für die folgende Prüfung auf vier Jahre.

6 Investitions- und Betriebskosten

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

Die Kosten für den bepflanzten Bodenfilter können sehr unterschiedlich ausfallen.

Die Kosten für den bepflanzten Bodenfilter können unterschiedlich ausfallen. Sie hängen von der benötigten Filterfläche 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. Einrichtungen zur Vorbehandlung sowie zur Zu- und Ableitung.

Insgesamt ist je nach Anlagengröße mit Investitionskosten von ca. 1.000,- bis 2.000,- EUR pro Einwohner zu rechnen. Ist eine funktionsfähige Vorbehandlung bereits vorhanden, verringern sich die Herstellungskosten entsprechend.

Unabhängig von der Art und Größe der Kleinkläranlage fallen im Zusammenhang mit der wasserrechtlichen Erlaubnis weiterhin Genehmigungsgebühren sowie Honorarkosten für die Erstellung der Planungs- bzw. Antragsunterlagen, für die Begutachtung und für die Bauabnahme durch einen Privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW) an.

Die Jahresbetriebskosten als Summe aus Betriebsmittel- und zweimaligen Wartungskosten liegen unabhängig von der Anlagengröße im Mittel bei etwa 200,- EUR. Außerdem sind Kosten für die Fäkalschlammentsorgung und die vorgeschriebene Bescheinigung durch den PSW von ca. 20,- bis 30,- EUR pro Einwohner und Jahr je nach Anlagengröße anzusetzen. Hinzu kommen noch die kalkulatorischen Kosten für Abschreibung und Verzinsung.

Der Freistaat Bayern gewährt noch bis 2014 staatliche Zuschüsse für die Nachrüstung bestehender Kleinkläranlagen mit einer biologischen Stufe. Die Grundlage der Förderung sind die Richtlinien für Zuwendungen zu Kleinkläranlagen (RZKKA) vom 01.01.2011. Einzelheiten zum Förderverfahren sowie den zugehörigen Förderantrag finden Sie im Internet unter http://www.rzkka.bayern.de.

7 Beispiele für Kleinkläranlagen mit bepflanztem Bodenfilter

Ein horizontal durchströmter bepflanzter Bodenfilter sowie eine so genannte Hybridanlage als gelungene Beispiele für Pflanzenkläranlagen.

Als Beispiele werden im Folgenden zwei Kleinkläranlagen aus dem Landkreis Weilheim-Schongau vorgestellt.

Bei der in Abbildung 5 dargestellten Anlage für ein Privatanwesen handelt es sich um einen horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfilter. Er wurde 2003 erbaut und reinigt das Abwasser von 4 Einwohnern.

Nach Vorbehandlung des häuslichen Abwassers in einer Dreikammergrube nach DIN 4261, Teil 1, mit einem Gesamtvolumen von 6 m³ wird das Abwasser unter Ausnutzung des natürlichen Gefälles einem horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfilter mit 20 m² Oberfläche zugeführt. Dies entspricht einer spezifischen Fläche von 5 m²/E. Der bepflanzte Bodenfilter ist umzäunt und nach unten und zu den Seiten mit PE-Folie abgedichtet.

Das Filtermaterial besteht im Wesentlichen aus Kies (2/16), unterbrochen durch Querriegel aus Sand (0/2), der Zu- und Ablaufbereich ist zur Vermeidung von Verstopfungen in gröberem Kies ausgeführt. Die oberen 10 cm des bepflanzten Bodenfilters wiederum sind mit Kies (4/8) gestaltet. Bepflanzt wurde der Bodenfilter aus optischen Gründen mit neun verschiedenen Sumpfpflanzen wie Schilf, Binsen, Schwertlilien und Rohrkolben, von Früh- bis Spätblühern, die den Bodenfilter in unterschiedlichen Tiefen durchwurzeln.

Die Beschickung des bepflanzten Bodenfilters erfolgt kontinuierlich, der Ablauf ist so gestaltet, dass ein Einstau des Bodenfilters möglich ist.

Die Anlage wird zweimal im Jahr durch einen Fachkundigen gewartet und beprobt. Sie erbringt einen weitgehenden Abbau der Kohlenstoffverbindungen.

Abb. 5: Umzäunter bepflanzter Bodenfilter

Bei dem zweiten Beispiel handelt es sich um eine so genannte Hybridanlage, eine Kombination aus einem vertikal und einem horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfilter. Die Anlage in Abbildung 6 ist für 10 Einwohner bemessen und wurde ebenfalls 2003 erbaut. Eine Besonderheit der Anlage ist die Einfassung des bepflanzten Bodenfilters mit einer Natursteinmauer.

Das Abwasser wird in einer 15 m³ großen Dreikammergrube nach DIN 4261, Teil 1, vorbehandelt und im Anschluss daran über eine Wippe schwallweise auf den vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfilter mit etwa 40 m² Oberfläche aufgebracht. Danach durchfließt das Abwasser den 30 m² großen horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfilter. Das Filtermaterial besteht bei beiden Bodenfiltern im Wesentlichen aus Sand (4/8), die Ablaufdränage des Vertikalfilters und die Zu- und Ablaufkulisse des Horizontalfilters sind in Kies (8/32) ausgeführt. Beide bepflanzten Bodenfilter sind zum Untergrund und den Seiten hin mit wurzelfester PE-Folie abgedichtet, mit Schilf bepflanzt und unfallsicher umzäunt.

Die Wartung der Anlage erfolgt zweimal im Jahr durch einen Fachkundigen, dabei wird u. a. eine Schlammspiegelmessung in der Dreikammergrube durchgeführt (auf eine mögliche Schwimmschlammdecke wird geachtet), eine Sichtkontrolle der kompletten Anlage sowie eine Beprobung des Ablaufes vorgenommen. Im Herbst wird das Schilf abgemäht, zur Isolierung im Winter auf dem bepflanzten Bodenfilter belassen und im Frühjahr vor dem Neuaustrieb entfernt.

Die Anlage erbringt einen weitgehenden Abbau der Kohlenstoffverbindungen sowie eine gewisse Nitrifikationsleistung.

Abb. 6:
Umzäunter bepflanzter Bodenfilter

8 Weiterführende Literatur

Bahlo, K. & Wach, G. (2007): Naturnahe Abwasserreinigung – Planung und Bau von Pflanzenkläranlagen. Ökobuch Verlag, Freiburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2011): Abwasserbehandlung bei Einzelanwesen. Augsburg (kostenlos beziehbar über den Publikationsshop des StMUGV, auch als Download: http://www.bestellen.bayern.de).

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2006): Arbeitsblatt DWA-A 262 „Grundsätze für die Bemessung, Bau und Betrieb von bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers". DWA-Bundesgeschäftsstelle, Hennef.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2007): DWA-Kommentar zum DWA-Regelwerk „Naturnahe Abwasserbehandlung in Pflanzenkläranlagen und Teichanlagen". DWA-Bundesgeschäftstelle, Hennef.

Deutsche Vereinigung des Gas- & Wasserfaches (2005): Arbeitsblatt W 300 „Wasserspeicherung – Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung in der Trinkwasserversorgung".

DIN 2001 (2007): Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen, Teil 1. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 4261 (2010): Kleinkläranlagen, Teil 1. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 1986-100 (2008): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., Ingenieurökologische Vereinigung e. V. (2008): Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege und Betrieb von Pflanzenkläranlagen. FLL & IÖV, Bonn.

Geller, G. & Höner, G. (2003): Anwenderhandbuch Pflanzenkläranlagen. Springer Verlag, Berlin.

Heinrich, K. & S. (2008): Das Kleinkläranlagenhandbuch. Mironde Verlag, Niederfrohna.

Lack, W. (2006): Abwasserreinigung mit Pflanzen – Bauanleitungen für 4 bis 400 Einwohner. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg.

Umweltbundesamt (2002): Mikrobiologische Untersuchungen zur seuchenhygienischen Bewertung naturnaher Abwasserbehandlungsanlagen. WaBoLu – Heft – Nr. 3/02.

Wissing, F. (2002): Wasserreinigung mit Pflanzen. Ulmer Verlag, Stuttgart.

9 Glossar

Abfiltrierbare Stoffe	Gehalt von Fest- und Schwebstoffen im Abwasser
Adsorption	Anlagerung von Substanzen an der Oberfläche fester Stoffe
aerob	Milieu, das molekularen Sauerstoff enthält
alternierend	Regelmäßig abwechselnde Art der Beschickung
anaerob	Milieu, das weder freien noch chemisch gebundenen Sauerstoff enthält
anoxisch	Milieu, das nur chemisch gebundenen Sauerstoff enthält (z. B. in Form von Nitrat)
autotroph	Ernährungsweise der Lebewesen, die Kohlendioxid als Kohlenstoffquelle zur Herstellung von organischem Zellmaterial nutzen, z. B. Nitrifikanten
Biofilm	Aufwuchs, der aus lebenden Mikroorganismen und anorganischen Substanzen besteht
Biomasse	Gesamtheit aller lebenden Mikroorganismen in einem System
Biotop	Lebensraum einer Lebensgemeinschaft
Biozönose	Lebensgemeinschaft
BSB_5	Biochemischer Sauerstoffverbrauch in 5 Tagen; die Menge an Sauerstoff in mg/l, die beim mikrobiellen Abbau der organischen Substanzen bei einer Temperatur von 20 °C innerhalb von 5 Tagen verbraucht wird.
CSB	Chemischer Sauerstoffverbrauch, Maß für die Summe aller chemisch abbaubaren Substanzen; die Menge an Sauerstoff in mg/l, die zur Oxidation dieser chemisch abbaubaren Substanzen verbraucht wird.
Denitrifikation	Umwandlung von Nitrat durch Bakterien zu gasförmigem Stickstoff
Eigenkontrolle	gesetzlich vorgeschriebene Überprüfung und Dokumentation der Zu-, Ablauf- und Betriebsparameter auf einer Kläranlage durch den Betreiber
Einwohnerwert (EW)	Summe aus der Zahl der Einwohner und der Einwohnergleichwerte

Einwohnergleichwert	Maß für die Schmutzfracht von gewerblich-industriellem Abwasser
Eutrophierung	Anstieg der Konzentrationen der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in einem Gewässer und die daraus resultierende Zunahme der Menge an Phytoplankton (Algen). Das wiederum von Bakterien unter Sauerstoffverbrauch abgebaut wird, wodurch dem Gewässer Sauerstoff entzogen wird.
Fäkalschlamm	Bei der Abwasserbehandlung in Kleinkläranlagen anfallender Schlamm bzw. der zu entsorgende Grubeninhalt
Fäulnis	Zersetzung organischer Substanzen durch Bakterien bei Sauerstoffmangel unter Geruchsentwicklung (z. B. durch Methangas oder Schwefelwasserstoff)
Fremdkräuter	Pflanzen, die nicht zur biologischen Abwasserreinigung in einem bepflanzten Bodenfilter geeignet sind, weil sie kleine Wurzelbereiche haben, z. B. Brennnesseln
Helophyten	Sumpfpflanzen, z. B. Röhrichtpflanzen
Horizontalfilter	bepflanzter Bodenfilter, der mit dem Ziel der biologischen Abwasserreinigung horizontal von vorgereinigtem Abwasser durchströmt wird
intermittierend	Art der Beschickung des bepflanzten Bodenfilters mit Abwasser, bei der Zeiten der Beschickung mit Ruhephasen abwechseln
Kolmation	Verstopfung des Bodenmaterials im bepflanzten Bodenfilter, z. B. durch Feststoffe aus dem nicht ausreichend vorbehandelten Abwasser
Mikroorganismen	Lebewesen z. B. im Bodenmaterial des bepflanzten Bodenfilters, die so klein sind, dass sie nur mit Hilfe eines Mikroskops erkennbar sind
Nitrifikation	Umwandlung von Ammonium über Nitrit in Nitrat durch Bakterien unter Sauerstoffverbrauch
PSW	Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft; Anschriften von zugelassenen PSW sind bei Kreisverwaltungsbehörden oder Wasserwirtschaftsämtern bzw. unter http://www.lfu.bayern.de/wasser/sachverstaendige_wasserrecht/psw/index.htm erhältlich
Röhrichtpflanzen	Sumpfpflanzen mit einem ausgeprägten Röhrensystem im Inneren der Stengel, z. B. Schilf

Sohlbereich	Bodenbereich des bepflanzten Bodenfilters
Ungleichförmigkeitsgrad	Beschreibung, wie gleichförmig die Korngrößen eines Bodens verteilt sind; nach DIN 4015 als d_{60}/d_{10} definiert, dabei ist d_{60} die Siebmaschenweite durch die 60 % der Masse des Bodens, d_{10} die Siebmaschenweite durch die 10 % dieser Masse gehen.
Vertikalfilter	bepflanzter Bodenfilter, der mit dem Ziel der biologischen Abwasserreinigung vertikal von vorgereinigtem Abwasser durchströmt wird.