



Ingenieurbüro Blumberg

Schilfbepflanzte Bodenfilter (constructed wetlands)

Allgemeines

Der Oberbegriff für den hier betrachteten Verfahrenstyp wird national wie international vielfältig variiert. Die am häufigsten gebrauchten synonymen Benennungen lauten: Pflanzenkläranlage, Bepflanzte oder Bewachsene Bodenfilter, Schilfkläranlage bzw. im Ausland - constructed wetlands, artificial wetlands for wastewater treatment, oder treatment wetlands oder reed bed treatment systems.

Es gibt eine Vielzahl von Untertypen. Von uns wird der vertikal durchströmte intermittierend (in Pumpintervallen) beschickte Bodenfilter im Regelfall realisiert (vertical flow constructed wetland with intermittant feeding). Das Substrat (Bodenfiltermaterial) besteht aus Sand. Der Bodenfilter ist ungesättigt, d. h. nicht eingestaut und wird nach oberirdischer Abwasserverteilung abwärts durchströmt. Zwischen dem Bodenfiltermaterial und den wasserabführenden Sohlrännagen sind oberhalb der Foliendichtung korngestufte Zwischenfilterschichten eingebaut.

Systempartner

1. Mikroorganismen

Vor allem Bakterien, die in einem mannigfachen Artenspektrum in jedem Oberboden in hoher Individuendichte vorhanden sind, bauen organische Schmutzstoffe unterschiedlichster Art zu Kohlendioxid und Wasser ab. Stickstoff wird gasförmig freigesetzt (Denitrifikation).



www.blumberg-engineers.de

2. Boden

Die mineralischen und organischen Bestandteile des Bodens binden chemisch und physikalisch Gift- und Nährstoffe (z. B. Schwermetalle und Phosphate).

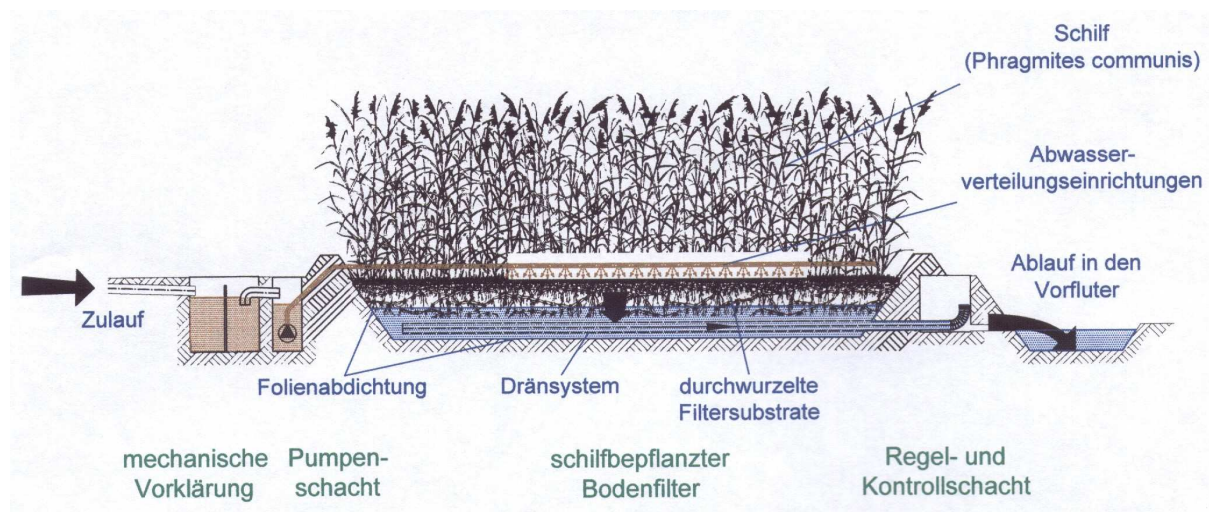
3. Sumpfpflanzen

Das Schilf erhält mit seinem ausgedehnten Wurzel- und Rhizomsystem die Wasserdurchlässigkeit des Bodens und führt über spezielle Luftleitgewebe Sauerstoff in den wassergesättigten Untergrund.

Funktionsbeschreibung

Der Reinigungsprozess erfolgt bei dem vorzugsweise von uns eingesetzten Bodenfiltertyp durch die Mineralisation der organischen Substanz des Abwassers durch Mikroorganismen, die als Biofilm die einzelnen Sandkörner umhüllen. Diese Bakteriengemeinschaften bilden eine Aufsitzerflora (sessile Mikroben), der auch Arten mit geringer Wachstumsrate (bzw. hohem Schlammalter) angehören, wie z. B. Nitrifikanten. Der Abbau organischer Kohlenstoffverbindungen (CSB, BSB) und die Überführung von Ammonium in Nitrat (Nitrifikation) erfordern eine gute Sauerstoffversorgung der daran angepassten Mikrobenarten (Aerobier). Diese wird durch den intervallweise erfolgenden Pumpbetrieb der Abwasserzuführung gewährleistet. Das schwallartig aufgebrachte Abwasser verdrängt bei der abwärts gerichteten Durchströmung die Porenluft und durchsickert das Filtersubstrat, in dem die genannten mikrobiologischen Abbauprozesse stattfinden. Ferner erfolgt eine physikalische Filterung partikulärer Substanzen überwiegend an der Oberfläche. Außerdem finden chemische Fällungsreaktionen statt, beispielsweise für abwasserbürtige Phosphate.

Nach Beendigung des Pumpintervalls (der Einzelbeschickung) durchsickert das Wasser in den Grob- und Mittelporen des Sandsubstrats und erzeugt gegenüber der Atmosphäre einen Unterdruck, der Luft in den sich entleerenden Porenraum nachzieht. Der Sauerstoffbedarf für die mikrobielle Veratmung der organischen Abwasserinhaltsstoffe (Schmutzstoffe) wird auf diese Weise befriedigt. – im Unterschied zu technisch-konventionellen Klärverfahren, bei denen die Mikroorganismen über technische Belüftungssysteme mit Luft oder Sauerstoff versorgt werden (Belebungsverfahren).



Schema Vertikal-Bodenfilteranlage (reed bed treatment system)

Sumpfpflanzen sind aufgrund eines speziellen Luftleitgewebes (Aerenchym) in der Lage, oberirdische Luft über die Halme zu den sauerstoffverbrauchenden Wurzeln zu führen. Die nähere Umgebung der Wurzeln und Rhizome im Bodenkörper, die sogenannte Rhizosphäre, wird dabei ebenfalls oxidiert (etwa $5 \text{ g O}_2 \times \text{m}^2/\text{d}$). Es wird also auch über die Bepflanzung mit Schilf ein (allerdings kleiner) Beitrag zur Förderung der mikrobiellen aeroben Abbauprozesse geleistet.

In der Regel werden unsere Schilfkläranlagen auf Nitrifikation ausgelegt. Hierzu ist eine gute Sauerstoffversorgung über Konvektion und Diffusion entscheidend. Diese wird verhindert durch den bakteriellen Abbau partikulärer organischer Substanz an der Filteroberfläche, dass es zu einer dauerhaften Verstopfung (Kolmation) des Filters kommt. Die Minimierung der Feststoffbelastung im Zulauf ist eine wesentliche Voraussetzung, um eine Überlastung des Abbauvermögens des Bodenfilters zu vermeiden. Daher ist die Funktion des vorgeschalteten Filterteiches oder anderer geeigneter Vorkläreinrichtungen von höchstgradiger Bedeutung zur weitgehenden Reduktion organischer Kohlenstoffverbindungen (C/BSB) und für eine nahezu vollständige Nitrifikation.

In sauerstoffarmen oder -freien Mikrozonen des Biofilms und der Zwischenschichten des Sandsubstrates herrschen zu einem kleinen Teil auch zuträgliche Bedingungen für eine Denitrifikation. Die hierauf spezialisierten Mikroorganismen brauchen sauerstofffreie (anoxische) Verhältnisse und leicht abbaubaren Kohlenstoff als Nahrungsgrundlage. Beide Voraussetzungen sind bei dem in der Regel realisierten Bodentyp nur in geringem Umfang, z. B. durch Kohlenstofffreisetzung aus abgestorbenem Pflanzenmaterial, gegeben. Eine Steigerung der Denitrifikation lässt sich über eine Teilzirkulation nitrifizierten Ablaufwassers in die Vorkläreinrichtungen erzielen.

Hinsichtlich der optimalen Betriebsweise bei intermittierendem Beschickungsbetrieb von zwei oder mehr Becken gibt es keine abschließenden Erkenntnisse.

Wir empfehlen zwischen den Einzelgaben (Pumpintervallen) pro Becken mindestens dreistündige Beschickungspausen und einen alternierenden Betrieb der Einzelbecken, entweder vier Becken in Rotation oder je ein Doppelbecken im dreistündigen Wechsel.

Die Frage, ob einerseits hohe Einzelgaben und lange Beschickungspausen oder niedrige Einzelgaben und kurze Beschickungspausen günstiger sind, sollte empirisch danach beurteilt werden, bei welcher Verfahrensweise sich das Redoxpotential nach der Absenkung durch die Abwasserzufuhr schneller wieder erhöht.

Neben dem sachgerechten Bau und der fehlerfreien Bepflanzung des Entsorgungsareals ist die etwa zweijährige Einfahrphase als besonders sensibles Stadium kontinuierlich durch Fachpersonal zu überwachen. Nichtbereinigte Fehlentwicklungen in dieser Zeit gefährden die Funktionstüchtigkeit des Gesamtkonzepts möglicherweise nachhaltig.

Copyright: M. Blumberg (2007)



Rhizomgeflecht von Phragmites communis

