

Jürgen Kern, Potsdam-Bornim

Pflanzenkläranlagen zur Behandlung landwirtschaftlicher Abwässer

Pflanzenkläranlagen ermöglichen eine umweltgerechte und kostengünstige Form der dezentralen Abwasserbehandlung. Mit ihnen lassen sich auch hochbelastete Abwässer aus unterschiedlichen landwirtschaftlichen Produktionsprozessen (Melkhaus-, Käsereiabwasser) bis zur Vorfluterreife reinigen. Bei angemessener verfahrenstechnischer Gestaltung können organische Verbindungen, Stickstoff, Phosphor sowie fäkalcoliforme Bakterien wirkungsvoll aus dem Abwasser entfernt werden. Weit verbreiteten Problemen wie der Nitratanreicherung im Grundwasser sowie der Eutrophierung von Flüssen und Seen wird damit entgegengewirkt.

Die Abwasserentsorgung stellt in ländlichen Regionen, wo noch kein Anschluß an die Kanalisation besteht, bis heute ein Problem dar.

Aufgrund der hohen Verrohrungskosten, die für den Anschluß an eine zentrale Kläranlage erforderlich sind, stellt sich die Frage, inwieweit die in der Agrarlandschaft anfallenden Abwässer nicht auch über kostengünstigere Pflanzenkläranlagen gereinigt werden können. Während Pflanzenkläranlagen zur Behandlung kommunaler Abwässer inzwischen weite Verbreitung gefunden haben [1, 2], liegen Erfahrungen mit der Behandlung stark belasteter, landwirtschaftlicher Abwässer bisher erst in Ansätzen vor [3]. Das hängt oft mit verfahrenstechnischen Problemen zusammen, die als Folge hoher Konzentrationen an Feststoffen, Stickstoff, Phosphor und Fetten immer wieder auftreten. Vor diesem Hintergrund wurde die Reinigungsleistung von Sumpfpflanzen auf zwei Systemebenen untersucht:

- in zwei Pflanzenkläranlagen, die mit verschiedenen Abwässern beschickt werden und
- in Pflanzentöpfen, die mit Melkhausabwasser beschickt wurden.

Pflanzenkläranlagen im praktischen Betrieb

In Großbeeren und Bad Saarow/Marienhöhe (Brandenburg) werden zwei Pflanzenkläranlagen im jahreszeitlichen Wechsel auf ihre Reinigungsleistung untersucht. Beide etwa gleich großen Pflanzenbeete (135 m²) sind mit Kies gefüllt, wodurch eine hohe Durchlässigkeit erreicht und ein oberflächlicher Abfluß verhindert wird. Die hydraulische Last liegt in Großbeeren bei 0,015 und in Marienhöhe bei 0,029 m³/m²•d. Bepflanzt sind die Beete beider Anlagen mit Schilf und anderen Sumpfpflanzen. Die wichtigsten Unterschiede zwischen den beiden Pflanzenkläranlagen sind die Art und Menge des beaufschlagten Abwassers. Während die Anlage in Großbeeren täglich von etwa 2 m³ häuslichem Abwasser horizontal durchflossen wird, sind es in Marienhöhe etwa 4 m³ eines Gemisches aus Käsereiabwasser und häuslichem Abwasser, das die Anlage jeden Tag vertikal durchströmt.

Reinigungsleistung

Zwischen dem Zu- und dem Ablaufwasser der Pflanzenkläranlage in Großbeeren ergeben sich sehr gute Reinigungsleistungen, die für den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB), für Stickstoff, Phosphor und fäkalcoliforme Bakterien zwischen 80 und 100 % liegen (Bild 1). Weniger gut sind die bisherigen Reinigungsleistungen der Anlage in Marien-

höhe. Vor allem die konzentrationsbezogene Stickstoffelimination erreicht mit maximal 63 % nur sehr unzureichende Werte und drückt damit ein häufig vorkommendes Problem, nämlich eine eingeschränkte Denitrifikation, aus. Große Mengen an NO₃- im Ablauf sind ein Indiz für die unvollständige Reduktion von NO₃- zu N₂, dem letzten Schritt des Stickstoffumsatzes, und spiegeln gleichzeitig ein ungünstiges Milieu für die auf anaerobe Bedingungen angewiesene Denitrifikation wider. Der Grund hierfür scheint in dem groben Kiessubstrat sowie in der intermittierenden Beschickungsweise zu liegen, die sich in diesem System negativ auswirkt und einen fortwährenden Sauerstoffeintrag in das Pflanzenbeet in Marienhöhe ermöglicht.

Eine weitergehende Reduzierung fäkalcoliformer Bakterien erfolgt sowohl in Großbeeren als auch in Marienhöhe in einem Teich, der den Pflanzenbeeten nachgeschaltet ist. Auf die Weise wird ein Hygienestatus erreicht, der als unbedenklich angesehen werden kann.

Weiterführende Laborversuche

Eine unzureichende Stickstoffelimination, wie sie bei der Behandlung von Käsereiabwasser in Marienhöhe beobachtet wurde, war der Anlaß für weitergehende Untersuchungen zum Abbauverhalten von fett- und eiweißhaltigem Melkhausabwasser. Extreme, winterliche Verhältnisse blieben hierbei unberücksichtigt.

Tab. 1: Reinigung von Melkhausabwasser in Topfexperimenten mit und ohne *Typha latifolia*

Table 1: Purification of dairy farm waste water in pot experiments with and without *Typha lat.*

5.-12. August 1996 Mittlere Lufttemperatur: 24 °C	CSB mg/l	Gesamt-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	Gesamt-P mg/l	Fäkalcoliforme KbE/ml
Zulauf	3100,0	85,2	20,4	2,3	402,0	100000,0
Perkolat des Sandfilters	315,0	25,9	14,3	0,7	< 2	14000,0
Konzentrationsabnahme %	89,8	69,6	29,9	69,6	> 99,5	86,0
Perkolat des Pflanzenfilters	248,3	12,8	1,8	0,7	< 2	9200,0
Konzentrationsabnahme %	92,0	85,0	91,2	69,6	> 99,5	90,8
17.-24. Oktober 1996 Mittlere Lufttemperatur: 11 °C						
Zulauf	2700,0	87,7	10,9	2,3	116,0	60000,0
Perkolat des Sandfilters	390,0	29,2	15,3	0,7		
Konzentrationsabnahme %	85,6	66,7	40,4	69,6		
Perkolat des Pflanzenfilters	148,8	6,6	2,0	0,4		
Konzentrationsabnahme %	94,5	92,5	81,7	82,6		

Dr. rer. nat. Jürgen Kern ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Bioverfahrenstechnik am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaske). Referierter Beitrag der LANDTECHNIK.

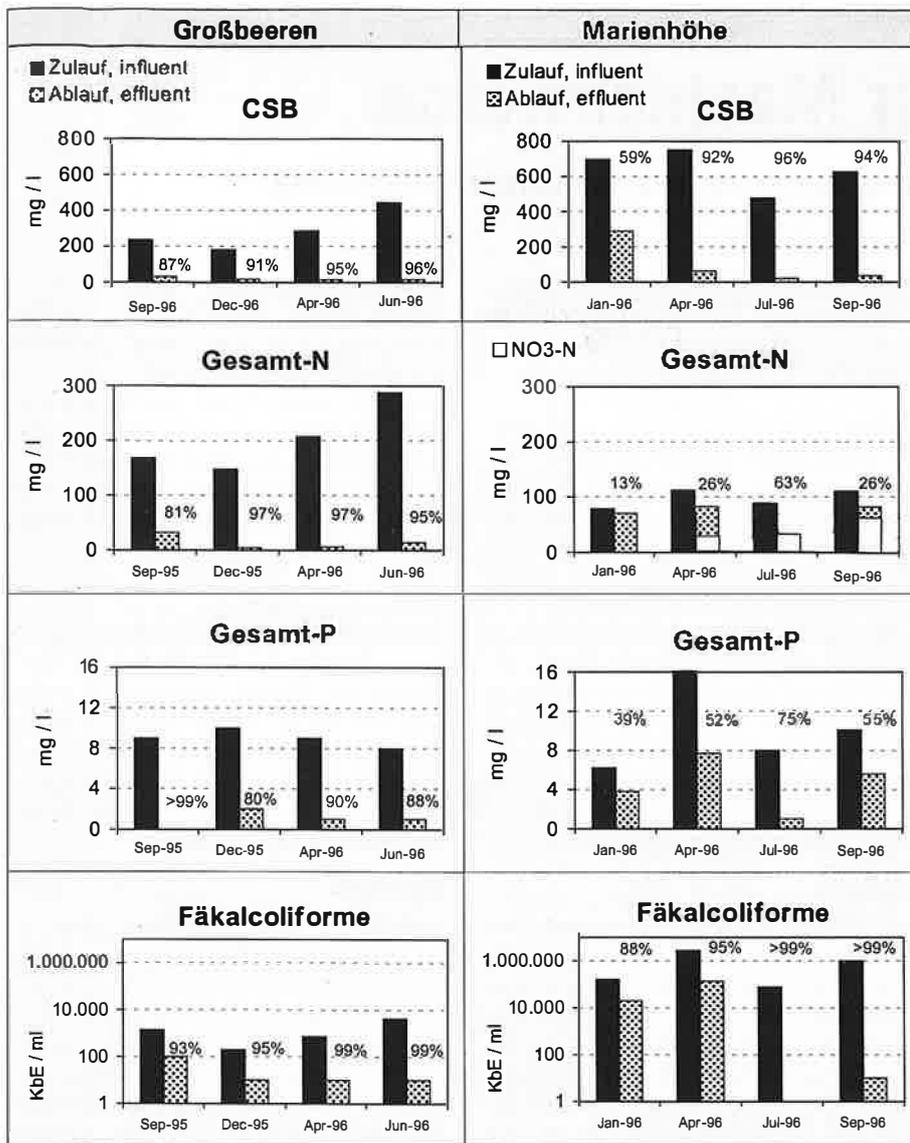


Bild 1: Zu- und Ablaufkonzentrationen in den Pflanzenkläranlagen in Großbeeren und Marienhöhe mit prozentualer Konzentrationsabnahme (KbE = Keimbildende Einheit)

Fig. 1: Inlet and outlet concentrations in the reed bed systems at Großbeeren and Marienhöhe with percentage decrease (CFU = colony forming unit)

Zu zwei verschiedenen Zeitpunkten, einmal während der Hauptvegetationsperiode im August 1996, ein anderes Mal am Ende der Vegetationsperiode im Oktober 1996 wurden sieben Liter fassende Töpfe aus Plexiglas unter natürlichen Licht- und Temperaturverhältnissen mit Melkhausabwasser eingestaut (hydraulische Last = $0,015 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$). Alle Töpfe waren mit Sand gefüllt und hatten die Funktion eines Sand- oder Pflanzenfilters. Der Pflanzenfilter war zusätzlich mit Rohrkolben (*Typha latifolia*) bepflanzt worden. Nach einer Woche wurde über ein Glasventil an der Topfunterseite das Perkolat entnommen und auf CSB, Gesamt-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Gesamt-P und fäkalcoliforme Bakterien untersucht.

Im Perkolat der Sandfilter und insbesondere der Pflanzenfilter waren starke Konzentrationsabnahmen zu verzeich-

nen (Tab. 1). Am Abbau der Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen wird besonders deutlich, daß die Reinigungsleistung des Pflanzenfilters die des unbepflanzten Sandfilters deutlich übertrifft. Während im August die Stickstoffelimination im Pflanzenfilter auch durch den Einbau in die pflanzliche Biomasse von *Typha latifolia* erklärt werden kann, ist die hohe Eliminationsrate von 92,5 % im Oktober, als die oberirdischen Pflanzenteile bereits braun, also nicht mehr aktiv, waren, allein auf die mikrobielle Abbauleistung im Sand-Wurzelbereich zurückzuführen. Im Oktober kam es im Sandfilter zu einem nur mäßigen Abbau der Stickstoffverbindungen; die Konzentration an $\text{NH}_4\text{-N}$ im Perkolat war höher als im ursprünglichen Melkhausabwasser. Dies deutet darauf hin, daß in diesem Fall eine Nitrifikation infolge anaerober Verhältnisse unter-

drückt wurde und somit auch der letzte Schritt der atmosphärischen Stickstoffreisetzung, also die Denitrifikation, ausblieb. Ein anderes Bild zeichnete sich im Pflanzenfilter ab, dessen durchlüftendes Wurzelsystem den Reinigungsprozeß beim Melkhausabwasser offensichtlich stark förderte.

Schlußfolgerungen

Abwasserinhaltsstoffe wie etwa Stickstoff, Phosphor und fäkalcoliforme Bakterien können erfahrungsgemäß bei einer Dimensionierung von mindestens 5 m^2 pro Einwohnergleichwert und einer an die Abwasserart angepaßten Verfahrensweise (Kombination von Horizontal- und Vertikalfiltration) im Wurzelbereich von Sumpfpflanzen sehr gut eliminiert werden. Eine landbauliche Verwertung des behandelten Abwassers ist bisher aufgrund wasserrechtlicher Bedenken nicht ohne weiteres möglich, könnte in Zukunft allerdings einen wichtigen Beitrag zur Einsparung von Trinkwasserressourcen leisten.

Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit von Pflanzenkläranlagen, so stellen sie bei niedrigem Anschlußwert (\leq zehn Einwohner) neben Abwasserteichen hinsichtlich Investitions- und Betriebsaufwand die günstigste Variante der Abwasserbehandlung dar [4]. Bei einem Anschlußwert von 50 Einwohnern liegen die Investitionskosten dagegen höher als für Tropfkörper und Belebungsanlagen. Aufgrund niedriger Betriebskosten bleiben Pflanzenkläranlagen nach etwa vierjährigem Betrieb aber auch hier die kostengünstigste Variante und zeichnen sich damit unter verschiedenen Kleinkläranlagensystemen sowohl durch ihre ökologischen als auch ökonomischen Vorzüge aus.

Literatur

- [1] Umweltbundesamt: Untersuchungen zur umwelt- und seuchenhygienischen Bewertung naturnaher Abwasserbehandlungssysteme. Texte 60/94, 1994
- [2] Cooper, P. und B. Green: Reed bed treatment systems for sewage treatment in the United Kingdom – The first 10 years experience. Wat. Sci. Tech. 32 (1995), S. 317-327
- [3] Cronk, J.: Constructed wetlands to treat wastewater from dairy and swine operations: a review. Agriculture, Ecosystems & Environment 58 (1996), S. 97-114
- [4] Kollatsch, D.: Die dezentrale private Abwasserbehandlung im ländlichen Raum. Korrespondenz Abwasser 6 (1992), S. 832-844

Schlüsselwörter

Künstliche Feuchtgebiete, Abwasserreinigung, Nitratelimination, Denitrifikation

Keywords

Artificial wetlands, waste water treatment, nitrate removal, denitrification