

Mikrobiologische Untersuchungen zur seuchenhygienischen Bewertung naturnaher Abwasserbehandlungsanlagen

Dr. Ulrich Hagendorf
Dipl.-Ing. Wolfram Bartocha
Dipl.-Biol. Klaus Diehl
Dr. Irmgard Feuerpfeil
Dipl.-Biol. Annette Hummel
Dr. Juan Lopez-Pila
Dr. Regine Szewzyk

Umweltbundesamt, Berlin

Kurzfassung

Langjährige Untersuchungen bestätigen die grundsätzliche Eignung bestimmter naturnaher Abwasserbehandlungsanlagen im Hinblick auf die Reinigungsleistung für chemische Abwasserinhaltsstoffe. Für die umfassende Beurteilung des seuchenhygienischen Risikos fehlen für Bewachsene Bodenfilter Untersuchungen über Auftreten und Verbleib von im Abwasser auftretenden Krankheitserregern (fakultativ pathogene Bakterien, Viren, Parasiten). Unter Berücksichtigung des gesundheitlichen Vorsorgegedankens sind solche Untersuchungen zwingend geboten, da die Einleitung der Abläufe häufig auch in hydraulisch leistungsschwache und ökologisch oder umwelthygienisch belastungsempfindliche Vorfluter (Bachoberläufe), in stehende Gewässer einschließlich Trinkwassertalsperren und Badegewässer oder die Versickerung in Boden und Grundwasser erfolgt.

Am Beispiel von drei repräsentativen Bewachsenen Bodenfiltern mit vorgeschalteten Vorbehandlungsanlagen (Mehrkammerabsetzgruben, Abwasserteiche) und vorwiegend häuslichem Abwasser (Anlage 1: Vertikal- und Horizontalfilter, Anlage 2: Vertikalfilter, Anlage 3: Horizontalfilter) wurden in einem mehrjährigen Messprogramm mikrobiologische Untersuchungen zum Auftreten und Verbleib von Krankheitserregern in Abwasserproben durchgeführt. Dabei wurden die Konzentrationen von sog. Indikatororganismen (Koloniezahl, *E. coli*, Coliforme Bakterien, Enterokokken, Clostridien, Coliphagen) und potentiell pathogenen Mikroorganismen bzw. Krankheitserregern (*Campylobacter*/*Arcobacter*, *Clostridium perfringens* (m-CP, TSC), Salmonellen, Yersinien, Enteropathogene *E. coli* (*E. coli* O 157), *Cryptosporidien*-Oozysten, *Giardien*-Zysten) in den verschiedenen Bauteilen bzw. Stufen der Anlagen bestimmt. Die Ergebnisse wurden mit Literaturdaten verglichen.

Die 14tägigen bis monatlichen Stichproben und mehrtägigen Intensivprobenahmen orientierten sich u.a. an den Anlagenbedingungen (u.a. Vorklärung, Horizontal-Vertikalfilter, hydraulische Belastung, Niederschlags- und Temperaturverhältnisse).

In hohem Umfang sowohl hinsichtlich der Parameter als auch der Intensität, wurden die hygienisch relevanten Parameter im Zu- und Ablauf der verschiedenen Bodenfilterstufen untersucht. Die Auswertung der rund 2.600 mikrobiologischen Einzelanalysen der drei Bewachsenen Bodenfilter und der Vergleich mit älteren Daten einer bereits seit 18 Jahren in Betrieb befindlichen Anlage bietet erstmalig die Möglichkeit, betriebliche Faktoren in die Bewertung mit einzubeziehen.

Die Elimination aller wichtigen Indikatororganismen und Krankheitserreger liegt bei einstufigen Anlagen im Mittel bei 1,5 - 2,5 Zehnerpotenzen und erhöht sich durch mehrstufige Bauweise auf 3 – 5 Zehnerpotenzen. Signifikante Unterschiede zwischen Horizontal- und Vertikalfiltern sind nicht festzustellen. Mehrstufige Bewachsene Bodenfilter, die den oben dargestellten Belastungsverhältnissen unterliegen (kolmationsfreier Betrieb), können die Anforderungen der EU-Badegewässerrichtlinie, Beregnungs- und Bewässerungswasserrichtlinien einhalten. Es konnten deutliche Einflüsse der hydraulischen Belastung, der Zulaufkonzentration und der Abwassertemperaturen festgestellt werden. Gegenüber kurzfristigen hydraulischen Spitzen zeigten sich die untersuchten Vertikalfilter als außerordentlich tolerant. Trotz kurzfristiger hoher Beschickungsmengen von bis zu 290 mm/d wurden bei sehr hohen Zulaufkonzentrationen noch Eliminationsraten von 4 Zehnerpotenzen festgestellt.

Die mikrobiologischen Eliminationsleistungen Bewachsener Bodenfilter übertreffen damit die aus klassischen biologischen Belebungsanlagen deutlich.

Microbiological Research for an Epidemic-Hygienic Assessment of Constructed Wetlands

Abstract

Though the use of constructed wetlands for municipal wastewater remediation is increasing, especially in rural areas, there are only limited studies investigating the elimination of microorganisms by these treatment facilities. Usually the presence of pathogenic microorganisms is determined indirectly by testing for indicator organisms, but more recent studies indicate limitations in the ability of these tests to accurately measure all pathogens.

The objective of our study was to determine the efficiency of artificial wetlands in removing indicator organisms and pathogenic microorganisms from municipal wastewater.

We examined three representative artificial wetlands with subsurface flow (facility A: vertical flow, facility B: horizontal and vertical flow, facility C: horizontal flow). These facilities include wastewater pretreatment. Indicator organisms of microbial water quality monitored by us were *E. coli*, fecal coliforms and fecal streptococci; in terms of pathogenic organisms, we monitored salmonella, clostridium, campylobacter/arcobacter, enteropathogenic *E. coli* (EHEC), yersinia, cryptosporidia-cysts and giardia-oocysts.

Concentrations of *E. coli* in the effluents of the treatment stages preceding flow through artificial wetlands were in the range of 10^6 - 10^7 /100 ml in facilities B and C and approximately 10^4 /100 ml in facility A, i.e. the former values are about two orders of magnitude higher than the latter.

The concentration patterns of fecal-contamination indicators from the three facilities show a similar trend. The vertical-flow wetland (facility A) reduces the concentrations of the indicator organisms by more than two orders of magnitude. The horizontal-flow wetland of the facilities B and C reduces the concentrations by at least an additional two orders of magnitude, so that the concentrations of *E. coli* and coliforms in the wetland effluents of plants are of the same order of magnitude (10^2 /100 ml). In all three facilities, fecal streptococci are reduced by approximately two orders of magnitude per wetland, with their concentration in the facility effluents amounting to $\approx 10^1$ /100 ml.

The concentrations of coliphages as indicator organisms for enteroviruses show a pattern very similar to that of the fecal-contamination indicators. Passage through the artificial wetlands results in a reduction ranging from one to two orders of magnitude. Concentrations in wetland effluents are in the range of 10^2 phages/100ml.

The comparison of the concentrations of pathogenic campylobacters/arcobacter in facilities B reveals differences in terms of their remediation. While elimination of campylobacter/arcobacter in the first wetland is of the same order of magnitude as that of fecal indicators, with reduction efficiencies of 1.5 – 2 orders of magnitude. A further reduction of one order of magnitude is achieved only with treatment through a second wetland. The results from the facility A confirm this behaviour, with reduction rates very high for campylobacter and cryptosporidia-cysts and giardia-oocysts.

Future investigations should encompass the focused monitoring on all facility components and treatment stages with the aim of reducing the concentration of microorganisms; this should be done for a wide variety of facility designs and modes of operation and include the consideration of different hydraulic, site and meteorological conditions as well as seasonal differences in operating conditions.