



Masterarbeit / master thesis: Marlene Radolf

ORGANIC MATTER AND NUTRIENTS REMOVAL OF PLANTED AND UN- PLANTED VERTICAL FLOW AND HORIZONTAL SUB-SURFACE FLOW WETLAND MESOCOSMS IN A TROPICAL ENVIRONMENT

Abstract

English

Constructed wetlands improve the water quality of pre-treated wastewater due to their capacity of reducing nutrients and organic matter. The performance of four batch loaded vertical flow and four horizontal subsurface flow constructed wetland mesocosms was investigated in the tropical environment of Uganda. In each design two mesocosms were planted with *Cyperus papyrus* and two were left unplanted. The mesocosms received pre-treated wastewater from a wastewater treatment plant with a loading of 68g COD/m²/day. The objective of this master thesis was to determine which constructed wetland type (horizontal vs. vertical, unplanted vs. planted) reduced the investigated physical and chemical water parameters best. Sediment and gas emission data were also taken and analysed.

The results showed significant BOD₅ mean removal efficiencies of 27% in the horizontal unplanted mesocosms, 20% in the horizontal planted mesocosms, 64% in the vertical unplanted mesocosms and 68% in the vertical planted mesocosms. Regarding ammonium, significant average removal efficiencies were 39% in unplanted horizontal units, 62% in the horizontal planted mesocosms, 59% in the vertical unplanted units and 71% in the vertical planted units. In the same order the reductions of orthophosphate were 26%, 46%, 26% and 57%, also statistically significant. The results further indicated significant differences in treatment of dissolved oxygen, total suspended solids, nitrate, total nitrogen and total phosphorus between the different constructed wetland mesocosms.

Vertical planted mesocosms were more efficient in removal of all pollutants except nitrite and nitrate, where an increase in concentrations was measured. Still implementation and maintenance of vertical planted constructed wetlands is more demanding, especially under high loads entering the systems. Therefore planted horizontal mesocosms are recommended for large scale and long-term implementations, even if the reduction rates are lower.

Deutsch

Die Reinigungsleistungen von vier vertikalen und vier horizontalen Pflanzenkläranlagen wurden im tropischen Klima Ugandas untersucht. Bei jeder der beiden Bauweisen wurden zwei Anlagen mit *Cyperus papyrus* gepflanzt und zwei blieben unbepflanzt. Die Anlagen

wurden mit vorbehandeltem Abwasser aus einer nahen Kläranlage mit einer Ladung von 68g CSB₅ m⁻² pro Tag beschickt. Das Ziel dieser Arbeit war es, festzustellen, welche Anlage aufgrund ihres Designs (horizontal vs. vertikal, unbepflanzt vs. bepflanzt) die untersuchten physikalischen und chemischen Wasserparameter am stärksten reduziert. Sediment- und Gasemissionsdaten wurden ebenfalls analysiert.

Die Ergebnisse zeigten eine mittlere signifikante BSB₅ Reduktion von 27% in der horizontalen unbepflanzten Mesokosmen, 20% in der horizontalen bepflanzten Mesokosmen, 64% in der vertikalen unbepflanzten Mesokosmen und 68% in der vertikalen bepflanzten Mesokosmen. Bei Ammonium gab es signifikant durchschnittliche Abbaugrade von 39% in den unbepflanzten horizontalen Einheiten, 62% in den horizontalen bepflanzten Mesokosmen, 59% in den vertikalen unbepflanzten Einheiten und 71% in den vertikalen bepflanzten Einheiten. In der gleichen Reihenfolge wurden die Reduktionen von Orthophosphat gemessen: 26%, 46%, 26% und 57%, ebenfalls statistisch signifikant. Die Ergebnisse zeigten auch signifikante Unterschiede in der Behandlung von gelöstem Sauerstoff, Schwebstoffen, Nitrat, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor zwischen den verschiedenen Pflanzenkläranlagen.

Vertikale bepflanzte Mesokosmen waren effizienter in der Entfernung aller Nährstoffe außer bei Nitrit und Nitrat, wo eine Erhöhung der Konzentrationen gemessen wurde. In der Umsetzung und dem Betrieb können vertikal durchflossene und bepflanzte Pflanzenkläranlagen aufwendiger sein, insbesondere bei Beschickung mit Abwasser, das stark belastet ist. Deshalb werden bepflanzte horizontale Anlagen für großräumige Anlagen und langfristigen Betrieb empfohlen.