

**Potential von *Sesbania rostrata* zur Erzeugung eines  
nährstoffreichen Düngesubstrats im Rahmen der  
biologischen Abwasserreinigung in Vietnam**

**Diplomarbeit**  
für die  
**Diplomprüfung**  
zur

Erlangung des Grades:     **Diplom-Agraringenieurin (Dipl.-Ing. agr.)**

der  
Landwirtschaftlichen Fakultät  
der  
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität  
zu  
Bonn

Vorgelegt am     27. März 2009

von cand. agr.     Jenny Zywietz

1. Prüfer:   Prof. Dr. Mathias Becker
2. Prüfer:   Priv.-Doz. Dr. Joachim Clemens

## KURZFASSUNG

Bei der biologischen Abwasserreinigung mit Pflanzen lag der Fokus bisher ausschließlich auf der Verbesserung der Wasserqualität durch den Abbau organischer Kohlenstoffverbindungen in der Rhizosphäre von Schilfarten. In tropischen Klimaten könnte bei guten Wachstumsbedingungen der Anbau entsprechender Nutzpflanzen zusätzlich eine Abreicherung des Abwassers an Nährstoffen (vorwiegend N und P) und die Erzeugung eines organischen Düngesubstrats erreicht werden, was im Hinblick auf eine Vermeidung der Gewässereutrophierung und die Bereitstellung eines Düngemittels von gleich bleibend hoher Qualität (C:N- und C:P-Verhältnis) für die Erzeugung hochwertiger Kulturen wünschenswert wäre. Im Rahmen des Forschungsprojektes SANSED II (Schließen von landwirtschaftlichen Nährstoffkreisläufen über hygienisch unbedenkliche Substrate aus dezentralen Wasserwirtschaftssystemen im Mekong-Delta, Vietnam) wurde ein achtwöchiger Feldversuch an einer Modellanlage eines horizontal durchströmten Bodenfilters an der Universität Can Tho in Vietnam durchgeführt. Dabei wurden die Biomassebildung und die Nährstoffanreicherung der tropischen Sumpfl Leguminose *Sesbania rostrata* sowie von *Phragmites australis*, dem weltweit standardmäßig in Bodenfiltern verwendeten Schilfrohr, bei zwei verschiedenen Abwasserbeschickungsraten vergleichend bewertet. Die Nährstofffrachten im Abwasser betragen  $900 \text{ mg N m}^{-2} \text{ Tag}^{-1}$  und  $4,0 \text{ mg P m}^{-2} \text{ Tag}^{-1}$  bei voller Abwasserkonzentration und  $400 \text{ mg N m}^{-2} \text{ Tag}^{-1}$  und  $3,6 \text{ mg P m}^{-2} \text{ Tag}^{-1}$  bei der Beschickung der Anlage mit verdünntem Abwasser. Die Pflanzenbiomasse und der Nährstoffgehalt wurden in zweiwöchentlichen Intervallen und in vier Abständen vom Abwasserzulauf entlang der Filteranlage bestimmt. Zusätzlich wurde die  $\text{N}_2$ -Bindung von *S. rostrata* mit der  $\delta^{15}\text{N}$  natürlichen Abundanz Methode ermittelt, wobei *Phragmites* als nicht fixierende Referenzpflanze diente.

Innerhalb der achtwöchigen Wachstumsdauer erreichte die Leguminose eine Trockenmasse von etwa  $1,5 \text{ kg m}^{-2}$ , das Schilfrohr akkumulierte lediglich eine Trockenmasse von durchschnittlich  $0,12 \text{ kg m}^{-2}$ . Die für die Gewässerverschmutzung relevanten Nährstoffe N und P konnten durch *Sesbania* zu großen Teilen aus dem Wasser eliminiert werden. Dabei konnte die Stängelknöllchen bildende Leguminose die reduzierte N-Verfügbarkeit bei Versorgung mit verdünntem Abwasser durch eine erhöhte  $\text{N}_2$ -Bindung aus der Atmosphäre kompensieren. Das Resultat war einerseits sauberes Wasser, das den vietnamesischen Ansprüchen an Trinkwasserqualität genügt. Andererseits konnte das Ausgangsmaterial für ein hochwertiges organisches Substrat von nahezu gleich bleibender Qualität aus *Sesbania rostrata* erzeugt werden, das als organischer Dünger vor allem im Anbau von hochwertigen Kulturen wie Gemüse und Schnittblumen Verwendung findet. *Sesbania rostrata* ist somit für den Einsatz in Pflanzenkläranlagen geeignet, wo sie neben der Abwasserreinigung ein qualitativ hochwertiges Düngesubstrat liefert.

## SUMMARY

So far, biological wastewater treatment using plants focused mainly on improving the water quality through the decomposition of organic carbon compounds in the rizosphere of reed grasses. In tropical climates under favourable growing conditions, the cultivation of plant species that can additionally remove nutrients (mainly N and P) from the wastewater and concentrate them in their biomass can be of interest. Such approaches can avoid the eutrophication of water bodies and at the same time provide a nutrient-rich biomass of constant high quality (C:N and C:P ratio), which can be used as organic fertilizer substrate in high-value crops. An eight-week experiment was carried out in a horizontal sub-surface flow constructed wetland at Can Tho University within the framework of the research project SANSED II (Closing nutrient cycles in decentralised water treatment systems in the Mekong-Delta, Vietnam). The growth and accumulation of nutrients by the stem-nodulating aquatic legume *Sesbania rostrata* and by *Phragmites australis* (reed grass), the standard species for biological wastewater treatment, was compared at two different wastewater loading rates. The nutrient inflow was  $900 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  and  $4.0 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  with the application of undiluted wastewater and  $400 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  and  $3.6 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  with the application of diluted wastewater. The plant biomass was determined at bi-weekly intervals and at four distances from the wastewater inlet along the filter. Additionally, the amount of N derived from biological fixation in *S. rostrata* was measured by the  $\delta^{15}\text{N}$  natural abundance method, using *Phragmites* as non-fixing reference plant.

Within the eight-week growing period, the legume accumulated a dry biomass of  $1.7$  and  $1.4 \text{ kg m}^{-2}$  at full and diluted wastewater application, respectively. The reed grass accumulated only an average of  $0.12 \text{ kg DM m}^{-2}$ . In contrast to *Phragmites*, *Sesbania* could eliminate most of the N and P from the wastewater. In addition, the stem-nodulating legume was able to compensate for a reduced N availability in diluted wastewater by increasing the rate of biological  $\text{N}_2$  fixation, providing a substrate of constant N content irrespective of the wastewater load. Thus, the use of *S. rostrata* in the constructed wetland resulted on the one hand in outflow water from the filter that meets the demands of the vietnamese standards for drinking water, and on the other hand provided an N and P rich biomass suitable for use as an organic fertilizer in the cultivation of high value crops such as vegetables and cut flowers. *Sesbania rostrata* is suitable for constructed wetlands in Vietnam, where it contributes to wastewater purification while producing a high quality organic fertilizer substrate.