



Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Landschaftsökologie

**POTENTIAL OF VETIVER (*VETIVERIA ZIZANIOIDES* (L.) NASH)  
FOR THE USE IN PHYTOREMEDIATION OF  
PETROLEUM HYDROCARBON-CONTAMINATED SOILS IN VENEZUELA**

**Regine Brandt**

**DIPLOMARBEIT**

**im Studiengang Landschaftsökologie**

**Erstgutachterin:**

Prof. Dr. Gabriele Broll  
Institut für Landschaftsökologie  
Universität Münster

**Zweitgutachter:**

Prof. Dr. Rainer Schultze-Kraft  
Institut für Pflanzenproduktion und  
Agrarökologie in den Tropen und Subtropen  
Universität Hohenheim

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der Vater und Sohn Eiselen-Stiftung, Ulm

**Münster, Mai 2003**

## 8 SUMMARY

Venezuela is one of the largest oil-producers in the world. The exploitation of oil impacts upon the environment, namely by drilling and production processes, refinery activities and accidental oil spills. Since the enactment of strict environmental laws, especially in the early 1990s, research in preventing and recuperating oil pollution became an integral part of the petroleum industry activities in Venezuela. For the rehabilitation of oil-contaminated sites, engineering techniques based on physical and chemical mechanisms are conventionally used but a growing interest in biological-based methods is noticeable in Venezuela and all over the world. Phytoremediation represents a promising alternative technology. This method is based on the use of plants and their associated microorganisms to remove or contain organic or inorganic contaminants present in soil or water.

Within the research on phytoremediation in Intevep, the Research and Technological Support Center of the national oil company PDVSA, a greenhouse experiment was conducted. Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) was chosen as the experimental plant. The 6-month study aimed to determine the tolerance of vetiver to a Venezuelan heavy crude oil in soil, which is considered to be highly phytotoxic. Additionally, the potential for stimulating biodegradation processes of PHC was tested. The methods used were based on comparisons in plant growth and soil parameters between different treatments.

Vetiver transplants suffered under the influence of crude oil. However, most of them demonstrated the ability of asexual reproduction. At the beginning, tiller production was higher in uncontaminated soil but later on was more successful under oil-polluted soil conditions. With increasing numbers of tillers in contaminated soil, differences in clump diameter between the treatments decreased and lost their significance after 6 months of growing. Despite significantly reduced biomass and heights during all phases of the experiment, the tillers did not exhibit signs of toxicity on their shoots in the presence of contaminants. However, under the influence of contaminants, the root structure was changed and the surface area reduced. As to the different fertilizations in contaminated soil, growth was more successful in the medium than in the high fertilizer level at the beginning, but in the course of the experiment, plant growth achieved a similar development level. In summary, vetiver was found to be a tolerant species concerning the toxic effects of crude oil in soil. Concerning the total oil and grease content in soil, the degradation rates were considered as rather small in all treatments. No significant increase in biodegradation in the presence of vetiver plants was detected. Thus, vetiver was deemed to be unsuitable for facilitating biodegradation of crude oil in soil.

However, vetiver is a beneficial plant in soil and water conservation practice and is also considered as applicable to petroleum-contaminated sites in Venezuela. Promising uses of vetiver are for amelioration of oil-polluted soils, as an “organic pump” or for erosion control to prevent petroleum contaminants from spreading.

In further plant selections for phytoremediation of oil-contaminated soil it is generally advisable to test the species under different oil conditions and diverse agronomic performances. In addition, advanced studies of plant physiology and rhizospheric microbial activity in the presence of PHC are useful in order to get a better knowledge about the species in the system of contaminants, microorganisms and environment.

## 9 ZUSAMMENFASSUNG

Venezuela ist eines der wichtigsten erdölproduzierenden Länder der Welt. Die Ölindustrie bringt durch ihre Bohr- und Förderungsprozesse sowie Raffinerietätigkeiten und unfallbedingte Ölausschüttungen schädigende Umwelteinwirkungen mit sich. Seit dem Erlass strenger Umweltvorschriften, insbesondere in den frühen 1990er Jahren, wurde die Forschung zur Vorsorge und Beseitigung von ölbedingten Verschmutzungen ein fester Bestandteil der venezolanischen Erdölindustrie. Zur Behandlung von ölverschmutzten Flächen werden üblicherweise auf physikalischen und chemischen Methoden basierende Ingenieurstechniken genutzt. Allerdings ist ein wachsendes Interesse an biologisch basierten Methoden sowohl in Venezuela als auch weltweit erkennbar. Phytoremediation stellt eine erfolgsversprechende alternative Technologie dar. Die Methode basiert auf der Nutzung von Pflanzen und ihren assoziierten Mikroorganismen zur Beseitigung, Stabilisierung und Umwandlung von organischen und anorganischen Schadstoffen in Wasser und Boden.

Im Rahmen der Phytoremediationsforschung von Intevep, dem Forschungsinstitut der venezolanischen Ölfirma PDVSA, wurde ein Gewächshausversuch durchgeführt. Vetivergras (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) aus der Familie der Poaceen wurde als Versuchspflanze gewählt. Die sechs Monate dauernde Studie zielte auf eine Bestimmung der Toleranz von Vetiver bezüglich eines venezolanischen Schweröls im Boden, welches als hoch pflanzenschädigend gilt. Zudem wurde das Stimulierungspotential natürlicher Abbauprozesse von Erdölkohlenwasserstoffen getestet. Die Methode basierte auf vergleichenden Untersuchungen von Pflanzenwuchs und Bodenparametern unter verschiedenen Einflüssen.

Vetiver wurde unter dem Einfluss von Rohöl geschädigt. Trotzdem zeigten die meisten der geschädigten Pflanzen die Fähigkeit zur vegetativen Vermehrung. Zunächst war die Produktion von Ablegern höher im unverschmutzten Boden, aber schließlich wurde sie produktiver unter dem Einfluss der Erdölverschmutzung. Mit einer steigenden Ablegeranzahl im verschmutzten Boden wurde der Unterschied im Durchmesser, verglichen mit Pflanzenproben im unverschmutzten Boden, ebenfalls kleiner und verlor schließlich nach sechs Monaten seine Signifikanz. Trotz deutlich reduzierter Biomasse und Wuchshöhen während allen experimentellen Phasen zeigten die Ableger in Gegenwart von Schadstoffen keine Schädigungen durch giftige Einwirkungen an oberirdischen Pflanzenteilen. Die Wurzelstruktur wurde jedoch unter dem Einfluss von Schadstoffen verändert und die Wurzeloberfläche reduziert. Hinsichtlich unterschiedlicher Düngungen im verschmutzten Boden war anfangs unter mittlerer Düngekonzentration ein erfolgreicherer Wachstum als unter hoher Düngekonzentration festzustellen. Doch im Laufe des Experiments erreichte das Pflanzenwachstum

unter beiden Düngebehandlungen einen ähnlichen Entwicklungsstand. Nach Zusammenfassung der Ergebnisse kann man Vetiver als tolerant gegenüber toxischen Einwirkungen von Rohöl im Boden einstufen. Bezüglich des Öl- und Fettgehalts im Boden wurden deren Abbauraten unter sämtlichen Behandlungsbedingungen als relativ klein bewertet. In der Gegenwart von Vetiver wurde keine signifikante Aktivierung von natürlichen Abbauprozessen festgestellt. Deshalb kann Vetiver als ungeeignet für eine Stimulierung von Rohölabbau im Boden betrachtet werden.

Vetiver gilt allgemein als eine nutzbringende Pflanze im Boden- und Wasserschutz und kann diesbezüglich auch auf ölverschmutzten Flächen eingesetzt werden. Eine erfolgsversprechende Nutzung von Vetiver in der Melioration von ölkontaminierten Böden wäre somit möglich. Vetiverpflanzen als „organische Pumpsysteme“ oder im Erosionsschutz zur Verhinderung von Schadstoffausbreitung könnten weitere erfolgreiche Anwendungen sein.

Allgemein ist bei der Auswahl von Pflanzenarten zur Anwendung in der Phytoremediation von ölverschmutzten Böden eine vergleichende Untersuchung unter dem Einfluss verschiedener Zusammensetzungen und Konzentrationen von Erdölkohlenwasserstoffen sowie diverser landwirtschaftlicher Maßnahmen empfehlenswert. Zusätzlich sind weiterführende Studien über Pflanzenphysiologie und Rhizosphärenprozesse in der Gegenwart von Erdölkohlenwasserstoffen hilfreich für eine Erweiterung der Kenntnisse der jeweiligen Pflanzenart in Wechselwirkung mit Schadstoffen, Mikroorganismen und Umwelt.