



Universität Hohenheim

Institut für Pflanzenproduktion und Agrarökologie in den Tropen und Subtropen

Prof. Dr. R. Schultze-Kraft

**THE POTENTIAL OF PHYTOREMEDIATION
IN VENEZUELAN SOILS
CONTAMINATED
BY THE PETROLEUM INDUSTRY**

Miriam Heidtmann

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Agraringenieurin
im Studiengang Allgemeine Agrarwissenschaften

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

Hohenheim, April 2001

SUMMARY

Phytoremediation is an innovative technology which uses green plants to clean soil, water and air from organic and inorganic contaminants. The technology represents a promising alternative to conventional rehabilitation methods due to its cost efficiency. While the technology is commercially applied in different fields of soil and water rehabilitation in the United States, it is still at a research stage in Europe. In tropical and subtropical countries, the technology of phytoremediation is just starting to raise interest among researchers involved in environmental restoration.

Venezuela, as one of the largest oil-producing countries of the world, faces significant environmental contamination due to the activity of the petroleum industry whereas soil contaminated by crude oil or waste products represents the largest part of the environmental problems. Especially soils of the Eastern Savanna of Venezuela are impacted due to the high petroleum activity in the region. The application of phytoremediation on these contaminated sites has yet not been considered. The present study aims at evaluating the potential of the technology in Venezuela and assessing research gaps in order to allow a successful introduction of phytoremediation in the country. The evaluation is based on a comprehensive data collection which includes the presentation of the environmental impacts of the petroleum industry, the current experiences in ecological restoration of petroleum-contaminated soils in Venezuela and the current state of the art in phytoremediation.

In Venezuela, technologies are needed which allow financially as well as technically to clean the large amount of contaminated sites. The cost efficiency of phytoremediation has been proved during experiments and commercial applications. Technically, the major limitation to phytoremediation is seen in the length of time needed for the remediation process. This limitation could be of minor importance in the tropical climate, as it has been shown that biodegradation occurs faster at higher temperatures. For the introduction of phytoremediation in Venezuela, it is essential to assess plants which are adapted to the respective climatic and edaphic conditions of the sites and which show a tolerance to hydrocarbon contamination. Special attention should be paid to leguminous plants. It has been shown that due to the symbiotic nitrogen fixation with rhizobia, legumes have an advantage compared to other plants in oil-contaminated soils. Due to the higher C/N ratio in the soil caused by the oil contamination, non-leguminous plants are impaired in their growth and show foliar chlorosis due to nitrogen deficiency.

The most promising application of phytoremediation in Venezuela represents the combination of bioremediation and phytoremediation. Bioremediation is a common remediation technology in Venezuela which uses microbes to degrade organic contaminants such as crude oil and oil products. Phytoremediation could be used to enhance microbial activity through the rhizosphere effect which would reduce the time required for the bioremediation process thus reducing costs. On the other hand, the establishment of a vegetation cover at the end of the remediation treatment could help to prevent erosion of the bare sites, to degrade remaining contaminants and to give an optical proof of the rehabilitation of the soil as a natural resource.

ZUSAMMENFASSUNG

Phytoremediation ist eine innovative Technologie im Bereich der Umweltsanierung und nutzt höhere Pflanzen, um Boden, Wasser und Luft von organischen und anorganischen Schadstoffen zu reinigen. Diese Methode stellt aufgrund der erheblichen Kostenreduzierung eine vielversprechende Alternative zu konventionellen Sanierungsmaßnahmen dar. In Nordamerika wird diese Methode mittlerweile in verschiedenen Bereichen kommerziell eingesetzt, während in Europa die Anwendung noch größtenteils erforscht wird. In tropischen und subtropischen Ländern ist Phytoremediation dagegen noch weitgehend unbekannt.

In Venezuela, einem der wichtigsten erdölproduzierenden Länder der Welt, sind in großem Maß Landflächen durch Rohöl und Abfallprodukte der Erdölindustrie kontaminiert. Vor allem die Savannenböden im Osten des Landes sind durch die ausgeprägte Erdölförderung in diesem Teil Venezuelas stark belastet. Die Anwendung der Phytoremediation auf diesen kontaminierten Flächen ist unter Berücksichtigung des tropischen Klimas und geeigneter einheimischer Pflanzen bisher noch nicht untersucht worden. Die vorliegende Studie hat zum Ziel, durch eine Darstellung der Auswirkungen der Erdölindustrie auf die Umwelt, den derzeitigen Erfahrungen im Bereich der ökologischen Rehabilitierung von erdölverseuchten Flächen in Venezuela und den bestehenden Erkenntnissen über Phytoremediation das Potential der Technologie in Venezuela zu erfassen.

Um die gesetzlichen Vorschriften zur Einhaltung der venezolanischen Umweltrichtlinien zu befolgen, sind dringend Maßnahmen erforderlich, die es finanziell, aber auch technisch ermöglichen, die entsprechenden Flächen zu reinigen. Die Kostenreduzierung durch Phytoremediation hat sich in vielen Feldexperimenten bestätigt, allerdings wird als Nachteil der Methode der Zeitfaktor genannt. Dieser könnte im tropischen Klima eine geringere Rolle spielen, da gezeigt wurde, dass sich der Prozess der Biodegradation bei höheren Temperaturen schneller vollzieht. Für die Einführung von Phytoremediation ist es zunächst wichtig, Pflanzen zu bestimmen, die an die jeweiligen Klima- und Bodenverhältnisse angepasst sind und die eine Toleranz gegenüber Erdölverunreinigung besitzen. Besonderer Wert sollte hierbei auf Leguminosen gelegt werden. Es wurde gezeigt, dass Leguminosen in erdölverseuchten Böden aufgrund der symbiotischen Stickstofffixierung mit Rhizobien einen Vorteil gegenüber anderen Pflanzen haben, welche wegen des erhöhten C/N Verhältnis im Boden durch die Einwirkung des Erdöls in ihrem Wachstum eingeschränkt sind.

Als vielversprechendste Anwendung der Technologie in Venezuela stellt sich die Kombination von Bioremediation und Phytoremediation dar. Bioremediation nutzt Bodenmikroorganismen zum Abbau organischer Schadstoffe wie z.B. Erdöl und Erdölprodukte und ist als Sanierungsmaßnahme in Venezuela weit verbreitet. Phytoremediation bietet sich hier zum einen als Katalysator des Schadstoffabbaus durch den Rhizosphereneffekt an, wodurch der kostenintensivere Bioremediationsprozess verkürzt werden kann. Zum anderen ermöglicht die Etablierung einer geschlossenen Pflanzendecke im Anschluss an den Bioremediationsprozesses, Erosion der behandelten Flächen zu vermeiden, eventuelle Restschadstoffe weiterabzubauen und auch einen optischen Beweis für die Wiederherstellung der natürlichen Ressource Boden zu liefern.