



DendroRem-Home

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**



**Strategien zum Bodenschutz in der
pflanzlichen Produktion**

Pflanzenschutzkolloquium

Am 13. und 14. November 1995 in Braunschweig

Bearbeitet von

Dr. Garnet Krasel

Arbeitsgruppe Gute Laborpraxis

Prof. Dr. Wilfried Pestemer

Institut für ökologische Chemie

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem
und

Dr. Gerhard Bartels

Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

Heft 328

Berlin 1997

Herausgegeben

*von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem*

Parey Buchverlag Berlin

Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-31624-1



B. Schönmath, H. Lyr und U. Burth

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Kleinmachnow

Sanierung TNT-verseuchter Flächen durch Gehölze

Problem

Im zweiten Weltkrieg wurden im Deutschen Reich 1,66 Millionen Tonnen an Sprengstoffen produziert, davon allein 0,8 Millionen Tonnen Trinitrotoluol (2,4,6-TNT). Mehr als 50 Jahre nach Kriegsende belasten Überreste und Abbaustoffe der damaligen Rüstungsindustrie noch immer großflächig zahlreiche Standorte ehemaliger Produktionsanlagen.

Gefährdungspotential

Das Gefährdungspotential liegt in den humantoxischen Wirkungen des TNTs. Vergiftungserscheinungen bei Munitionsarbeitern sind schon während des Krieges festgestellt worden. Oft sind die Vorstufen der TNT-Produktion, z.B. das 2,6-Dinitrotoluol, aber auch biologische Abbauprodukte wie die Aminonitrotoluole 2-ADNT und 4-ADNT weit giftiger als TNT selbst. Das kanzerogene Potential von Nitroaromaten ist erst in den letzten Jahren bekannt geworden.

Ein Sanierungsbedarf besteht vor allem wegen der Gefährdung von Trinkwassereinzugsgebieten.

Sanierungsverfahren

Physikalisch-technische Sanierungsverfahren (Verbrennung, chemische Bodenwäsche, Thermal Striping) sind recht aufwendig. Aus Kostengründen können diese Verfahren daher nur punktuell an hochkontaminierten Plätzen eingesetzt werden.

Seit den siebziger Jahren sind wertvolle Erkenntnisse über biologische Abbaewege bei Mikroorganismen gewonnen worden. Die Abb. 1 zeigt dazu ein vereinfachtes Schema.

TNT kann stufenweise reduziert werden. Wichtige Metabolite sind die beiden Monoaminonitrotoluole (2-ADNT und 4-ADNT), nachfolgend die isomeren Diaminonitrotoluole (2,4-DANT, 2,6-DANT) und schließlich das 2,4,6-Triaminotoluol (TAT).

Die Umsetzung mikrobiologischer Sanierungsverfahren vom Labormaßstab in die Praxis bereitet noch Schwierigkeiten. Es müssen die kontaminierten Böden bewegt und in Mieten speziell kompostiert werden; der notwendige Zusatz von organischem Material wie z.B. Stroh, Melasse oder Rindenmulch erhöht den Aufwand.

Dekontamination durch Gehölze

Für die großen TNT-verseuchten Areale, die einen geringen oder mittleren Kontaminationsgrad (bis 20 ppm) aufweisen, steht bisher kein kostenmäßig erträgliches Sanierungsverfahren zur Verfügung.

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Biologische Sanierung von Rüstungsaltslasten“ ergab sich für uns die Möglichkeit als Teilvorhaben 6 „Dekontamination sprengstoffbelasteter Böden mit Hilfe speziell selektierter Pflanzenarten und –sorten“, einen Beitrag zur Entwicklung eines einfachen biologischen Sanierungsverfahrens zu leisten.

Ausgangspunkt unseres Drittmittelprojektes waren Hinweise, daß TNT durch einige krautige Pflanzen aus dem Boden aufgenommen werden kann. Darüber hinaus war nachgewiesen, daß TNT in Pflanzen auch abgebaut werden kann. Unsere Idee war nun, mit Hilfe von Pflanzen dem kontaminierten Boden die Schadstoffe zu entziehen.

Dazu sollte an tiefwurzelndem, definiertem Pflanzenmaterial zunächst geprüft werden, ob und welche Arten/Sorten/Klone prinzipiell in der Lage sind, Explosivstoffe ohne Wachstumshemmung zu ertragen. Hierzu sollten umfangreiche Screening-Versuche durchgeführt werden.

Dabei erfolgte die Bevorzugung von Gehölzen wegen der guten Tiefendurchwurzelung und Belebung der Mikroorganismenflora, sowie ihrer Langlebigkeit und ihres möglichen Nebeneffektes als Repositions-pflanzen und als Lieferanten nachwachsender Rohstoffe.

Als zweites sollte die Ursache einer möglichen TNT-Toleranz geklärt werden. Umgehen solche tolerante Gehölze den Stressfaktor TNT oder nehmen sie TNT auf? Sind sie in der Lage, TNT abzubauen? Sind TNT-Metabolite in den Gehölzen nachweisbar?

Nach einigen Voruntersuchungen mit anderen Gehölzen haben wir und bald auf Stecklinge von Weiden und Pappeln festgelegt. Erste Screening-Versuche zur Wachstumstestung wurden in Hydrokultur an 27 Weidenklonen durchgeführt. Danach folgte Gefäßversuche in Sandkultur. Die Analytik erfolgte mittels Gaschromatographie (ECD).

Ergebnis-Zusammenfassung

Unsere bisherigen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Von 11 in Gefäßversuchen getesteten Pappel- und 25 Weidenklonen konnten die Weidenklone EW-013, EW-034, EW-038 und die Pappelklone ZP-007, EP-001, EP-003 mit erhöhter TNT-Toleranz in Sandkultur ausgelesen werden. Die Ergebnisse harmonieren jedoch nicht mit den vorab in Wasserkultur durchgeführten Screening-Versuchen.
2. Alle in ihrem Wachstum gegenüber TNT toleranten Klone enthalten TNT und die Metabolite 2-ADNT und 4-ADNT, wenn auch in unterschiedlichem Maße.
3. Durch eine Bepflanzung künstlich mit TNT kontaminierten Sandes (5, 10, 20 ppm) mit je einem ausgewählten toleranten Pappelklon und einem ausgewählten toleranten Weidenklon wird der TNT-Gehalt des Sandes innerhalb von 6 Wochen auf etwa 60 % gegenüber der unbepflanzten Variante vermindert.
4. Wenig TNT, stärker jedoch die beiden Abbauprodukte 2-Amino-4,6-dinitrotoluol (2-ADNT) und 4-Amino-2,6-nitrotoluol werden in den ausgelesenen Gehölzklonen akkumuliert.
5. Diese Akkumulation nimmt mit der Erhöhung der applizierten TNT-Konzentration im Sand zu.
6. In 6 Wochen findet die Hauptakkumulation der Nitroaromaten zunächst in der Wurzel statt. Geringere Mengen werden auch in oberirdische Pflanzenteile (Steckholz, Sproß, z.T. in die Blätter) transportiert. Dabei nimmt die nachweisbare Konzentration zu den oberen Pflanzenteilen hin ab. Es ist zu vermuten, daß mit längeren Kulturzeiten eine weitere Verlagerung in den Sproß erfolgt, was noch zu prüfen ist.

7. Die selektierten Weiden und Pappeln erfüllen die Vielzahl von Anforderungen, die an Dekontaminationspflanzen gestellt werden sollten: Sie ertragen mittlere TNT-Konzentrationen (bis 20 ppm TNT), sie nehmen TNT vornehmlich als TNT-Metabolite auf. Sie sind durch ihr gutes Regenerationsvermögen langfristig und wiederholt beerntbar, bewirken eine tiefe Bodendurchwurzelung, sind vegetativ vermehrbar, müssen nur einmal angepflanzt werden und haben eine lange Standzeit.
8. Weiden und Pappeln sind keine Nahrungs- und Futterpflanzen und bieten somit kein Gefährdungspotential.
9. Bis geklärt werden kann, in welchem Umfange TNT, bzw. seine Metabolite durch die Gehölze selbst „entgiftet“ werden, bleibt die Verbrennung des Erntegutes in Müllverbrennungsanlagen eine vorerst praktisch faßbare Möglichkeit zur allmählichen Dekontamination des Bodens.
10. Eine Kompostierung des holzigen Erntegutes mit TNT-abbauenden Weißfäulepilzen, über deren Dekontaminationspotenz bei anderen Projektpartnern gearbeitet wird, eröffnet sich als weitere Möglichkeit.

Obwohl zum jetzigen Zeitpunkt noch wesentliche Probleme – wie Standorttoleranz, mikrobielle Vorgänge in der Rhizosphäre, die Bioverfügbarkeit der an organischem Material adsorbierten Schadstoffe – offen bleiben müssen, erscheint eine Dekontamination durch Gehölze prinzipiell möglich und praktisch durchführbar.

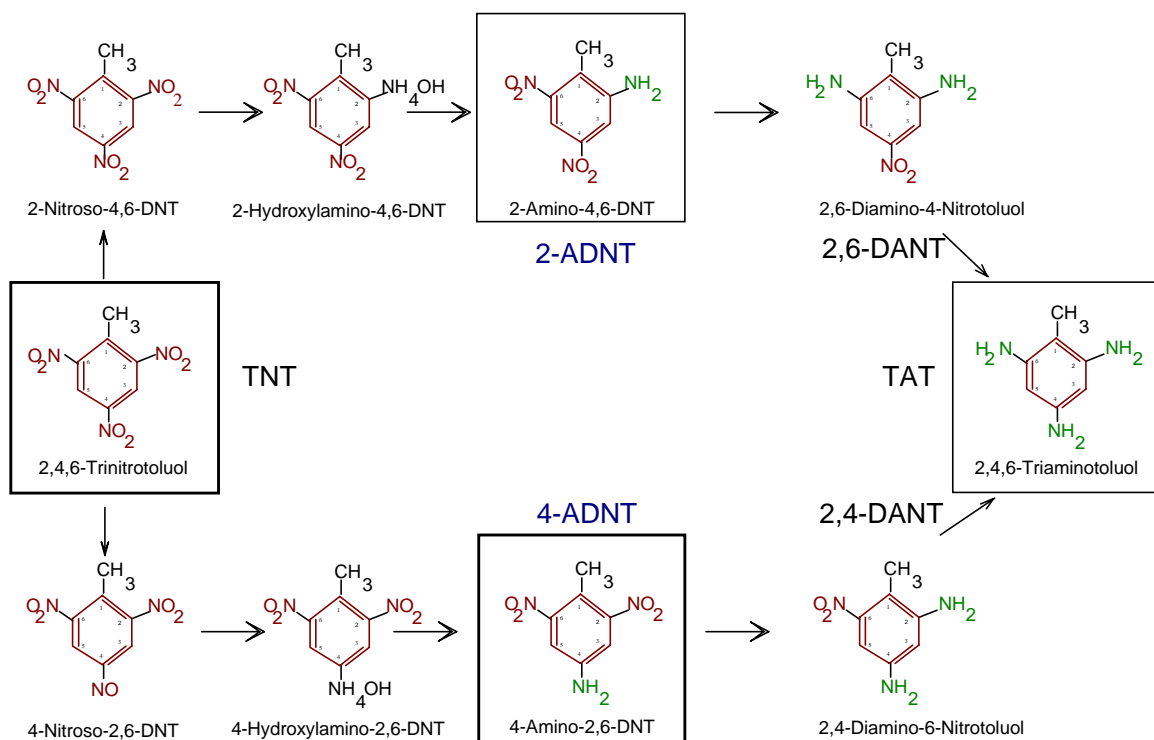


Abb. 1: Schema des mikrobiellen Abbaus von Trinitrotoluol nach Feller 1992