

Antwort

der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Marliese Dobberthien, Jutta Müller (Völklingen), Klaus Lennartz, Brigitte Adler, Hermann Bachmaier, Friedhelm Julius Beucher, Lieselott Blunck, Thea Bock, Ursula Burchardt, Marion Caspers-Merk, Klaus Daubertshäuser, Ludwig Eich, Elke Ferner, Lothar Fischer (Homburg), Arne Fuhrmann, Monika Ganseforth, Dr. Liesel Hartenstein, Renate Jäger, Volker Jung (Düsseldorf), Susanne Kastner, Siegrun Klemmer, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler, Ulrike Mehl, Michael Müller (Düsseldorf), Jan Oostergetelo, Harald B. Schäfer (Offenburg), Karl-Heinz Schröter, Dietmar Schütz, Ernst Schwanhold, Hans Georg Wagner, Wolfgang Weiermann, Reinhard Weis (Stendal), Dr. Axel Wernitz
— Drucksache 12/1530 —

Sanierung kontaminierter Böden durch biologische Verfahren

Lange Jahre wurde nur ungenügend Rücksicht auf den Schutz der Böden, des Untergrundes und des Grundwassers genommen. Die Tragweite der Bodenbelastung durch Schadstoffe aus Industrie, Landwirtschaft, Gewerbe, Haushalt und Verkehr blieb lange unbeachtet. Durch das Auftreten spektakulärer Fälle von Umweltschäden zeigte es sich jedoch, daß das als Selbstverständlichkeit vorausgesetzte Selbstreinigungsvermögen von Böden und Untergrund früher überschätzt wurde. Durch eingetretene Schadensfälle wurde das Umweltbewußtsein im Hinblick auf den Schutz der Böden und des Untergrundes sensibilisiert. Neben dem Erfordernis, diese kontaminierten Flächen zu erfassen und das Gefährdungspotential abzuschätzen, besteht die Notwendigkeit, geeignete Verfahren für die Sanierung dieser kontaminierten Flächen zu entwickeln und anzuwenden. Neben thermischen und chemisch-physikalischen Verfahren, die sich u. a. durch relativ hohe Behandlungskosten auszeichnen, können z. T. auch die wesentlich kostengünstigeren biologischen Verfahren zum Einsatz kommen.

1. Welche Schadstoffe können durch biologische Verfahren abgebaut werden?

Für welche Schadstoffe sind diese Verfahren nicht geeignet?

Die Antwort wurde namens der Bundesregierung mit Schreiben des Parlamentarischen Staatssekretärs beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bernd Schmidbauer, vom 6. Dezember 1991 übermittelt.

Die Drucksache enthält zusätzlich – in kleinerer Schrifttype – den Fragetext.

Durch mikrobiologische Stoffwechselfvorgänge einschließlich extrazellulärer enzymatischer Umwandlungen können organische Schadstoffe unter optimierten Laborbedingungen ab- oder umgebaut werden. Art und Umfang des Metabolismus und der Zeitverlauf dieser Prozesse sind sehr unterschiedlich. Die im Labor erreichbaren Leistungen der Mikroorganismen lassen sich in der Regel unter natürlichen Standortbedingungen nicht erzielen, da weder die Schadstoffe in einer „optimalen“ Zusammensetzung, Dosierung und Verteilung vorliegen, noch die Mikroorganismen im Boden optimale Bedingungen für ihre Wachstums- und Stoffwechselaktivitäten vorfinden.

Eine gesicherte Unbedenklichkeit organischer Schadstoffe kann erst durch ihre vollständige Mineralisierung erreicht werden.

Durch gezielte Optimierung der Standortbedingungen (Luft-Wasser-Verhältnis, Nährstoffangebot, pH-Wert, Temperatur) läßt sich die Abbauleistung vielfach erhöhen. Dies gilt insbesondere für Mineralöl, seine Bestandteile und Derivate. Kurzkettige n-Alkane werden relativ schnell, Verbindungen mit Kettenlängen C₁₀–C₁₉ und Iso-Alkane dagegen langsam abgebaut. Die höheren Alkane, C₂₀–C₄₀, sind dem mikrobiellen Abbau nur schwer zugänglich. Monozyklische Aromate können abgebaut werden. Der Abbau polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) ist ab vierkernigen Verbindungen sehr schwierig.

Halogenierte aliphatische oder aromatische Kohlenwasserstoffe werden je nach dem Grad der Halogenierung und der Stellung der Halogenatome im Molekül meist langsam oder nur teilweise abgebaut. Auch polychlorierte Biphenyle (PCB) sind im Boden teilweise abbaubar. Dagegen sind für hochkondensierte PAK, polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/F) gegenwärtig keine biologischen Dekontaminationsverfahren bekannt.

Bei Elementen, z.B. Schwermetallen, findet naturgemäß kein Abbau statt, ihre mikrobiell bewirkte Komplexierung ist jedoch möglich.

Eine Zusammenstellung von Schadstoffklassen, für die eine biologische Abbaubarkeit gegeben, bedingt gegeben und nicht gegeben ist, enthält die Tabelle 1.

Tabelle 1: Abbaubarkeit altlastenrelevanter Schadstoffklassen (BRYNIOK, 1991)

abbaubar	bedingt abbaubar	nicht abbaubar
Mineralöl- kohlenwasserstoffe Aromaten (z. B. Benzol, Toluol, Xylol) Phenole Leichtflüchtige CKW PAK Chlorbenzole Chlorphenole einige Iscktizide Cyanide Nitroaromaten	langkettige Alkane verzweigte Alkane Alkene Cycloalkane höher kondensierte PAK PCB PCDF PCDD komplexierte Cyania Polynitroaromaten	Schwermetalle Polymere Radioisotope

2. Welche biologischen Verfahren („on-site“/„off-site“ sowie „in-situ“) werden derzeit im großtechnischen Maßstab eingesetzt?

Die großtechnisch eingesetzten biologischen Sanierungsverfahren lassen sich grundsätzlich unterteilen in

- Mietenverfahren,
- Reaktorverfahren,
- „in situ“-Verfahren.

Mietenverfahren und Reaktorverfahren sind sowohl „on site“ als auch „off site“ einsetzbar, „off site“ jedoch nur, sofern der Transport des Bodenmaterials hygienisch und wirtschaftlich mit vertretbarem Aufwand möglich ist.

Inzwischen wird eine große Zahl von Verfahren zur biologischen Bodensanierung kommerziell angeboten. In Anlage 1 ist ein Verzeichnis von insgesamt 75 Verfahrensanbietern beigefügt, das allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Von den im Rahmen des BMFT-FuE-Vorhabens „Technologie-register zur Sanierung von Altlasten“ erfaßten 28 biologischen Sanierungsverfahren (Stand Dezember 1990) waren

- 17 „on site“-/„off site“-Mietenverfahren,
 - 10 „in situ“-Verfahren,
- und
- 1 „off site“-Reaktorverfahren.

Detailliertere Informationen wird die Neuauflage des „UBA-Wegweisers für Altlasten und Bodensanierung – eine Information über Planer, Firmen und Gutachter“, enthalten, die für Anfang 1992 geplant ist.

In der Praxis ist ein Trend zur Errichtung von Bodensanierungszentren erkennbar, in denen kontaminierte Böden „off site“ unter Anwendung einer oder mehrerer Verfahrenstechniken behandelt werden.

Aus Anlage 2, in der eine Zusammenstellung von realisierten oder geplanten Bodenreinigungszentren enthalten ist, geht hervor, daß in der Bundesrepublik Deutschland bereits sechs Zentren zur biologischen „off site“-Behandlung betrieben werden. In diesen Anlagen kommen Mietenverfahren zum Einsatz.

3. Wie viele und welche Verfahren werden derzeit noch entwickelt?
Welche Institute bzw. Firmen arbeiten hieran?
Welche Mikroorganismen bzw. Bakterienstämme werden hierfür eingesetzt?

Die der Bundesregierung bekannten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich auf die Optimierung der in der Antwort auf die Frage 2 angeführten Verfahren. Die Optimierung betrifft die Leistungssteigerung der Mikroorganismen, Schaffung günstiger Nährstoff- und Standortbedingungen für die Mikroflora, Verbesserung der biologischen Verfügbarkeit der Schadstoffe, Monitoring des Sanierungsverlaufs, Verfahrensbestimmung für eine gegebenenfalls erforderliche Nachbehandlung des sanierten Bodens und Bewertung des Sanierungserfolgs.

Von den Projektträgerschaften des Bundesministeriums für Forschung und Technologie werden derzeit elf FuE-Vorhaben auf dem Gebiet der mikrobiologischen Bodensanierung gefördert.

Davon liegen neun Projekte in der Zuständigkeit des Projektträgers Abfallwirtschaft und Altlastensanierung beim Umweltbundesamt und zwei Projekte in der Zuständigkeit des Projektträgers Wassertechnologie beim Kernforschungszentrum Karlsruhe. Weitere ca. zwanzig Projekte sind zur Förderung beantragt.

Bei den z. Z. geförderten elf Vorhaben ist die Weiterentwicklung von Mietenverfahren bei drei Projekten und die Weiterentwicklung von „in situ“-Verfahren bei acht Projekten Gegenstand der Förderung.

Darüber hinaus wird Forschungsförderung auf dem Gebiet der biologischen Bodensanierung von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (u. a. durch den Sonderforschungsbereich Altlasten an der Universität Hamburg-Harburg), von den Ländern und von privaten Unternehmen betrieben.

Die Untersuchungsgegenstände im Rahmen von Verfahrensentwicklungen bzw. -weiterentwicklungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Identifizierung und Überwindung limitierender Bedingungen im Systemkomplex Kontamination/Boden/Mikroorganismen,
- Verbesserung der Bioverfügbarkeit von Stoffen,
- Eintrag/Etablierung von spezifisch wirksamen einschließlich speziell gezüchteter Mikroorganismen,
- Erprobung des Abbaus weiterer biologisch grundsätzlich metabolisierbarer Schadstoffe, insbesondere aus Rüstungsaltslasten und Altlasten der chemischen Industrie,
- Vergleichsuntersuchungen zur Übertragung von Laborversuchsergebnissen auf die Praxis,

- Erweiterung der Risiko- und Gefährdungsabschätzung durch biologische Tests und Analyse von Langzeitwirkungen,
- Standardisierung von Screeningversuchen,
- Standardisierung der Verfahrens- und Erfolgskontrolle,
- Entwicklung von Verfahren zur Stoffbilanzierung,
- Bestimmung erreichbarer Restkonzentrationen und deren ökologische und toxikologische Bewertung,
- Messung, Behandlung und Kontrolle der gasförmigen und ggf. flüssigen Emissionen,
- Nachbehandlung sanierter Böden,
- Wiederverwendung biologisch sanierter Böden,
- Weiterentwicklung der „in situ“- und Mietenverfahren sowie von Reaktoren und Reaktorverfahren.

Wichtige dabei auftretende Fragestellungen werden im Rahmen von Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Forschung und Technologie bearbeitet. Zu nennen sind:

Biologische Umwandlung, Entgiftung und Abbau dioxinartiger Verbindungen

Hieran arbeiten: Universität Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, Universität Bielefeld, Gesellschaft für Biotechnologische Forschung Braunschweig, Universität Greifswald, Fa. Natex (Hamburg).

Es werden dabei die Bakterienstämme *Pseudomonas* und *Streptomyzeten* sowie Hefe und Weißfäulnis-Pilze eingesetzt.

Enzymatische Halogenierung und Dehalogenierung

Hieran arbeiten: Universität Hohenheim, Fraunhofer-Gesellschaft-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (Stuttgart), Fa. Boehringer (Mannheim), Fa. Deutsche Solvay (Rheinberg).

Es werden dabei die Bakterienstämme *Pseudomonas* und *Streptomyzeten* eingesetzt.

Verbesserung des mikrobiellen Abbaus und der Lumineszenz-Analytik von Erdölprodukten im Boden

Hieran arbeiten: TU Braunschweig, Fa. Biodetox (Ahnsen), Umweltschutz Nord (Ganderkesee), Fa. Spectoscopy Instruments (Cilching).

Es werden dabei verschiedene Bakterienstämme eingesetzt.

Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen zum mikrobiellen Abbau von Bodenkontaminationen durch Dieselkraftstoff, Mineralöl

Hieran arbeitet die Fa. Maschinen- und Anlagenbau Grimma (Leipzig).

Es ist das Ziel der Arbeiten, ggf. auch bisher nicht bekannte abbaufähige Organismen aufzufinden.

Thermophile Mikroorganismen für die Bodensanierung

Hieran arbeitet das Institut für Biotechnologie (Leipzig).

Es wird dabei der Bakterienstamm *Bacillus* eingesetzt.

Technische Untersuchungen zur Bodensanierung („in situ“, „on site“) im Labor- und Technikumsmaßstab

Hieran arbeitet die Fa. Forschungszentrum Biotechnologie Berlin.

Angaben zu den dabei verwendeten Organismen liegen nicht vor.

Biologische Schadstoffeliminierung aus Böden durch Rhizosphären Mikroben

Hieran arbeitet die Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Es werden dabei der Bakterienstamm Rhizosphären und Mykorrhiza-Pilze eingesetzt.

Außer den hier genannten sind auf dem Gebiet der mikrobiologischen Bodensanierung zahlreiche weitere wissenschaftliche Einrichtungen und Unternehmen tätig.

Im Rahmen seines Förderkonzeptes Biotechnologie 2000 beabsichtigt das Bundesministerium für Forschung und Technologie in Kürze die Einrichtung eines Programmschwerpunkts Umweltbiotechnologie. Damit soll die Entwicklung neuer biologischer Verfahren zur Umweltentlastung (einschließlich Verfahren zur Verwertung von Reststoffen und zur Vermeidung von Schadstoffanfall), insbesondere zur Reinigung von Abwasser, Abluft und Böden verstärkt werden.

Eine vollständige Übersicht über die Bakterien, Hefen und Pilze, die bei den Verfahrensentwicklungen zur biologischen Bodensanierung eingesetzt werden, liegt nicht vor. Besondere Bedeutung haben die Kohlenwasserstoffe abbauenden Mikroorganismen.

Inbesondere folgende Gattungen sind zu nennen:

Bakterien		Hefen und Pilze
Achromobacter	Spirillum	Absidia
Acinetobacter	Streptomyces	Acremonium
Actinomyces	Thibacillus	Aspergillus
Aeromonas	Vibrio	Beauvaria
Alcaligenes	Xanthomonas	Botrytis
Arthrobacter		Candida
Azotobacter		Cephalosporium
Bacillus		Chaetomium
Bacterium		Chloridium
Brevibacterium		Chrysosporium
Caulobacter		Cladiorium
Chromobacterium		Claviceps
Clostridium		Cochliobolus
Corynebacterium		Collectrichum
Cytophaga		Cryptococcus
Desulfovibrio		Cunningharnella
Erwinia		Cylindrocarpen
Flavobacterium		Debaryomyces
Hyphomicrobium		Dematium
Leptothrix		Endomyces
Methanobacterium		Epicoccum
Methanomonas		Fusarium
Methylococcus		Geotrichum
Micrococcus		Gliocladium
Microcystis		Graphium
Micromonospora		Hansenula
Mycobacterium		Helicostylum
Nocardia		Helminthosporium
Proteus		Humicola
Pseudobacterium		Monilia
Pseudomonas		
Sardina		
Serratia		
Sphaerotilus		

Bisherige in- und ausländische Erfahrungen zeigen, daß biologische Sanierungsmaßnahmen im Bodenbereich am wirksamsten sind, wenn die standorteigene Mikroflora z. B. durch Bereitstellung von Nährstoffen (Nitrat, Phosphat) oder einen Elektronenakzeptor (Sauerstoff, Wasserstoffperoxid) stimuliert wird. Vorkulturen zur Aufkonzentrierung der Bakterienpopulationen von verunreinigten Standorten haben sich bewährt. Extern hergestellte Präparate brachten im Vergleich dazu in der Regel keine befriedigenden Ergebnisse.

4. Wie viele Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wurden in diesem Zusammenhang aus Bundesmitteln finanziert (Institution, Höhe der Forschungsmittel, Laufzeiten)?
Wo sind die Ergebnisse bereits abgeschlossener Forschungsvorhaben veröffentlicht?

Von den Projektträgerschaften des Bundesministeriums für Forschung und Technologie wurden seit 1985 sechzehn Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur mikrobiologischen Bodensanierung mit einem Mittelvolumen von insgesamt 20 845 804 DM gefördert. Informationen dazu enthält Tabelle 2.

Weiter ist noch das Projekt „Entwicklung eines Verfahrens zur „in situ“-Reinigung von mit polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen kontaminierten Sandböden bei der Fa. Herbst Ingenieurgesellschaft (Berlin) zu nennen. (Laufzeit 1986 bis 1989, Fördermittel: 762 126 DM.)

Tabelle 2: Geförderte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur mikrobiologischen Bodensanierung

Nr.	geförderte Institutionen	Laufzeit	Verfahren		Förderbetrag
			in-situ	on-site/ off-site	
1.	Stadt Hamburg	1985 bis 1988		x	804 450
2.	IWL (Köln)	1986 bis 1987	x		58 200
3.	Probiotec	1986 bis 1988	x		331 785
4.	Inst. f. Umweltanalytik und Biotechnologie	1986 bis 1988	x	x	438 470
5.	TU Hamburg	1986 bis 1992	x	x	1 064 174
6.	TU Braunschweig	1987 bis 1989	x		1 933 000
7.	TU Göttingen	1987 bis 1991		x	1 030 505
8.	Ruhrkohle Öl und Gas GmbH	1988 bis 1993		x	817 373
9.	Biodetox	1988 bis 1991	x	x	647 000
10.	DMT	1988 bis 1993	x		4 811 958
11.	HDI	1988 bis 1992	x		1 253 103
12.	Land Hessen	1989 bis 1992	x	x	2 492 042
13.	Degussa AG	1989 bis 1991	x		487 300
14.	UNI Karlsruhe	1990 bis 1993	x		2 945 210
15.	TU Braunschweig	1990 bis 1991	x		959 920
16.	Bauer-Spezial Tiefbau	1990 bis 1993	x		771 314
					20 845 804

Die Abschlußberichte der FuE-Vorhaben sind von den Projektträgerschaften des Bundesministeriums für Forschung und Technologie erhältlich. Sie sind bzw. werden gespeichert und sind on-line verfügbar bei der

Technischen Informationsbibliothek (TIB)
Abteilung Deutsche Forschungsberichte
Welfengarten 1 b
3000 Hannover 1.

Die Ergebnisse werden außerdem i. d. R. von den Autoren in einschlägigen Fachzeitschriften veröffentlicht.

Soweit es die Sanierung PAK-belasteter Böden betrifft, ist noch auf die folgenden beiden Untersuchungsvorhaben hinzuweisen, die durch das Land Nordrhein-Westfalen gefördert wurden:

- Mikrobiologische Bodenreinigung an der Feuer- und Rettungswache, Florianweg, Eschweiler (PAK-Abbau in einem Reaktor),
- Vergleichende Feldversuche zur mikrobiologischen Sanierung PAK-belasteter Böden in Solingen Ohligs.

5. Ist der Bundesregierung bekannt, ob im Rahmen von Laborversuchen gentechnische Veränderungen an Bakterien vorgenommen wurden, um den Sanierungseffekt zu verbessern?

Es ist eines der Ziele gentechnischer Forschung, Mikroorganismen mit spezifischen Abbaufähigkeiten herzustellen. In der wissenschaftlichen Literatur sind Berichte über Erfolge beim Schadstoffabbau durch gentechnisch veränderte Mikroorganismen unter Laborbedingungen veröffentlicht worden.

Bevor ein Einsatz dieser Mikroorganismen und Verfahren für Sanierungszwecke in Frage kommt, sind jedoch erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden. Die entwickelten Laborstämme sind bisher in der Regel unter natürlichen Bedingungen nicht hinreichend überlebens- und vermehrungsfähig. Es ist nachzuweisen, daß die erwünschten Abbauleistungen auch unter Umweltbedingungen stattfinden und nachteilige Auswirkungen der Freisetzung nicht zu besorgen sind.

Laborexperimente mit gentechnisch veränderten Organismen werden auch in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt; z. B. im Rahmen des o. g. Projekts zum Abbau von Dioxin-Verbindungen. Die Experimente müssen unter Einhaltung der Vorschriften des Gentechnikgesetzes durchgeführt werden.

6. Welche Sanierungen wurden in den letzten vier Jahren mit Hilfe von Bundesmitteln durchgeführt bzw. begonnen (Region, Zuwendungsempfänger, Laufzeit, eingesetztes Verfahren)?

Bestehen Zusammenhänge mit den die Sanierung durchführenden Firmen und den Institutionen, die an der Entwicklung dieser biologischen Verfahren arbeiten?

Wurden bei den Sanierungen Mikroorganismen oder gentechnisch veränderte Mikroorganismen verwendet?

Tabelle 3 enthält eine Aufstellung konkreter Sanierungsvorhaben, bei denen auch Bundesmittel eingesetzt wurden und werden. Über die Rechts- und Organisationsformen der Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Einrichtungen und Firmen, die die Verfahren entwickeln bzw. entwickelt haben, und den Behörden und Unternehmen, die die Sanierungsmaßnahmen durchführen, liegen der Bundesregierung im einzelnen keine Informationen vor. Die fachliche Zusammenarbeit ist in der Regel zwangsläufig eng. Bei den in Tabelle 3 genannten Sanierungen wurden keine gentechnisch veränderten Mikroorganismen eingesetzt.

Tabelle 3: Fördervorhaben des Bundes mit mikrobiologischen Verfahren bei konkreten Sanierungen

Nr.	Zuwendungsempf.	Titel	Region	Laufzeit	Verfahren
1	Stadt Hamburg ¹⁾	Verbundvorhaben Georgswerder: Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten – TV 2 Behandlungssystem für die Staufflüssigkeit	Hamburg	1985 bis 1988	Reaktor
2	HDT	in situ-Sanierung eines KW-Schadens	NRW/Münster	1988 bis 1992	in situ-Ozonisierung
3	UNI Karlsruhe	in situ-Sanierung KW-belasteter Böden	BW/Karlsruhe	1990 bis 1993	in situ-Verfahren
4	TU Braunschweig	Verfahrensentwicklung zur biol. Nachreinigung, in-situ eines lösemittelkontaminierten Bodens im Anschluß an eine zweijährige Sanierungsphase mit 90%iger Schadstoffverringerung	Niedersachsen	1990 bis 1991	in situ-Verfahren
5	Stadt München	Modellhafte Sanierung des ehem. Gaswerksgeländes: Dachauer Str.	Bayern/ München	1990 bis 1994	on site-Mietenverfahren
6	Stadt Saarbrücken	Modellhafte Sanierung des Burbacher Hüttengeländes	Saarland	1990 bis 1994	on site-Mietenverfahren (Pilotvers.)
7	Stadt Bochum ²⁾	Modellhafte integrierte Mehrkomponentensanierung großflächiger Industriebrachen	NRW/Bochum	1990 bis 1994	z. Z. Verfahrensauswahl: Tendenz: on site-Mietenverf.
8	ARGE Bodensanierungsanlage Münster	Modellhafte mikrobiologische Behandlungsanlage zur Dekontaminierung PCB-belasteter Altlastenböden	NRW/Münster	1990 bis 1994	off site-Mietenverf. in zentraler, stationärer Anlage

¹⁾ BMFT-Vorhaben

²⁾ BMU-Investitionsvorhaben

7. Welche Abbauprodukte bilden sich beim Einsatz der verschiedenen biologischen Verfahren?
Welche Auswirkungen haben diese Abbauprodukte auf den Boden und das Grundwasser?

Ziel eines mikrobiellen Schadstoffabbaus ist eine möglichst vollständige Mineralisierung zu einfachen anorganischen Verbindungen. Durch die chemische Komplexität der bei Bodenkontaminationen vorkommenden Schadstoffe sowie durch die mit den Standortbedingungen variierenden Umweltfaktoren und Zusammensetzung der Mikroflora können jedoch auch Produkte entstehen, die von der autochthonen Mikroflora nicht weiter abgebaut werden können (sogenannte „dead end“-Produkte). Art und Menge dieser Produkte hängen von den genannten Faktoren ab und lassen sich somit nicht im einzelnen auflisten. Unter ungünstigen Bedingungen können diese Produkte im Boden verbleiben, ins Grundwasser ausgewaschen werden oder, soweit es leichtflüchtige Stoffe sind, aus dem Substrat ausgasen. Erfolgt die biologische Bodensanierung in geschlossenen Anlagen, können die anfallende Abluft und die Abwässer erfaßt und einer Behandlung zugeführt werden.

Die Abnahme einer Schadstoffkonzentration in Böden kann einen Sanierungserfolg vortäuschen, wenn die bei Anwendung bestimmter Verfahren auftretenden Metabolite ihrerseits umweltschädlich sind.

Aus diesem Grund ist es ein vorrangiges Ziel der derzeit laufenden Forschungsvorhaben, die chemische Natur der Zwischen- und Abbauprodukte sowie ihre spezifischen Eigenschaften und Verhaltensweisen zu untersuchen und während des Prozesses der Sanierung nachzuweisen. Diese Kenntnisse sind erforderlich, um den Sanierungserfolg zu kontrollieren.

8. Werden im Zusammenhang mit dem Einsatz dieser biologischen Verfahren Umweltverträglichkeitsuntersuchungen durchgeführt?

Sofern die Durchführung einer biologischen Sanierungsmaßnahme im Rahmen der Zulassung einer Abfallentsorgungsanlage gemäß § 7 AbfG erfolgt, ist bei der hierfür erforderlichen Planfeststellung eine Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß § 7 Abs. 1 Satz 2 AbfG durchzuführen. Dabei werden die von der Anlage ausgehenden Umweltauswirkungen umfassend ermittelt, beschrieben und bewertet.

Die Entscheidung, ob ein Planfeststellungsverfahren gemäß § 7 Abs. 1 AbfG durchzuführen ist oder ob gemäß § 7 Abs. 2 AbfG eine Plangenehmigung erteilt werden kann, obliegt im Einzelfall der zuständigen Landesbehörde. Der Bundesregierung ist nicht bekannt, ob im Zusammenhang mit der biologischen Sanierung kontaminierter Böden eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde.

Anlage 1

Konzeption/Anbieter	Ort	Konzeption/Anbieter	Ort
Alexander	Berlin	ITU	Berlin
Anakat	Berlin	Johnson	Hilden
Argus	Berlin	Klöckner-Oerotec	Duisburg
RASF	Ludwigshafen	Kolsch	Siegen
Bauer	Schrobenhausen	Linde	Hallriegelskreuch
Bayer	Leverkusen	LFU	Berlin
Biol. Bundesanst.	Berlin	Lobbe	Iserlohn
Dr. Björnson	Koblenz	Lurgi	Frankfurt
HdS	Feldkirchen	Messer Griesheim	Krefeld
RGT	Stuttgart	Preussag	Hannover
Rinder	Braunschweig	Preussag Noell	Darmstadt
Riodotox	Ahnsen	Probios	Cham
Ronnenberg & Drescher	Aldenhoven	Probiotec	Düren
Braunschw. Biotechnol.	Braunschweig	RAG/BAC Westfalen	Essen/Dortmund
BTB	Berlin	Rothmann	Selm
Buchen	Köln	Rütgerswerke	Frankfurt
Care	Aachen	RUT	Essen
ContraCon	Cuxhaven	Sontex	Berlin
Degussa	Frankfurt	S+B	Stuttgart
Deurag-Nerag	Misburg	Senator	Düsseldorf
Deutsche Babcock	Krefeld	Sorbic	Berlin
BMI	Essen	Sotec	Saarbrücken
Este	Hamburg	Strabax	Köln
GBF	Braunschweig	Thyssen	Essen
Gebios	Berlin	Shell	Hamburg
C+E	Aachen	Terra-Vita	Büttelborn
GMF	Karlsruhe	Trischler & Partner	Darmstadt
Groth	Pinneberg	Umweltschutz Nord	Ganderkesee
TU Braunschweig	Braunschweig	Uni Hamburg	Hamburg
Herbst	Berlin	TU Hamburg-Harburg	Hamburg
Hochtief	Essen	Uni Marburg	Marburg
Holzmann	Düsseldorf	Uni Karlsruhe	Karlsruhe
HP-Biotechnologie	Witten	YAW	Lünen
Hoechst	Frankfurt	Weiss	Crailsheim
Uni Göttingen	Göttingen	Weßling	Altenberge
IBL	Heidelberg	Zenex	Iserlohn
IMA	Zeppelinheim	ZSU	Harrislee
		Zublin	Stuttgart

Verfahrenskonzeptionen und Anbieter für Verfahren zur biologischen Behandlung kontaminierter Böden

Anlage 2:

Standort	Stand		Verfahrensstränge		
	geplant	realisiert oder im Bau	thermisch	chemisch- physikalisch	biologisch
Hamburg-Veddel		x		x	
Hamburg-Billbrook	x			x	x
Hamburg-Elmsbüttel		x		x	
Hamburg-Peute		x		x	
Itzehoe		x		x	
Ganderkesee		x			x
Bremen		x			x
Ahnsen		x			x
Hildesheim	x		x	x	x
Northeim-Göttingen		x			x
Berlin-Gronau		x			x
Berlin-Tiergarten			x		
Großkreuz				x	x
Münster	x				x
Hattingen	x			x	
Bochum	x				x
Duisburg	x		x		
Dresden	x			x	x
Gröbern (bei Meißen)	x			x	x
Schwarze Pumpe	x		x	x	x
Neunkirchen			x	x	x
Frankfurt			x	x	x

Zusammenstellung von geplanten oder realisierten stationären Anlagen zur Bodenreinigung bzw. Bodenreinigungszentren

