

**KfK 5154
Januar 1993**

Bodenkontamination und Sanierung aus der Sicht des Chemikers (eine Literaturübersicht)

**N. Boukis
Institut für Heiße Chemie
Projekt Schadstoff- und Abfallarme Verfahren**

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Heiße Chemie
Projekt Schadstoff- und Abfallarme Verfahren

KfK 5154

**Bodenkontamination und Sanierung aus der Sicht des Chemikers
(eine Literaturübersicht)**

N. Boukis

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript gedruckt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 7500 Karlsruhe 1

ISSN 0303-4003

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, einige allgemeine Informationen, ergänzt durch ausführliche Literaturlisten, zu den folgenden Themen zu vermitteln: Altlastensanierung, Bodentypen und Bodenbestandteile, gängige Kontaminationsstoffe, deren Analytik und Grenzwerte, sowie Bodendekontaminationsverfahren. Auf eine ausführliche Diskussion der zahlreichen Literaturzitate wurde verzichtet.

Contaminated soils and treatment technologies from the chemist's point of view
(a summary of literature)

Abstract

The aim of this study is to provide the reader with some general informations and a comprehensive bibliography about the following subjects: contaminated soils in general, types of soils and their components, common contaminants, their analysis and upper limit values, and technologies of treatment of contaminated soils.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines	1
1.1 Definitionen Altlasten und Bodenkontamination	1
1.2 Umfang des Problems	2
1.3 Sicherungsmaßnahmen	3
1.4 Erkundung von Altlasten	4
1.5 Literaturverzeichnis zu Kapitel 1	6
2. Boden	21
2.1 Allgemeines	21
2.2 Gesteins- und bodenbildende Minerale	21
2.3 Verwitterung	22
2.4 Körnung des Bodens	23
2.5 Tonminerale	24
2.6 Organische Bodensubstanz	25
2.7 Literaturverzeichnis zu Kapitel 2	27
3. Kontaminationsstoffe	40
3.1 Allgemeines	40
3.2 Anorganische Kontaminationsstoffe	40
3.2.1 Analytik	45
3.3 Organische Kontaminationsstoffe	46
3.3.1 Analytik	48
3.4 Literaturverzeichnis zu Kapitel 3	51
4. Bodendekontaminationsverfahren	61
4.1 Allgemeines	61
4.2 Thermische Verfahren	63
4.3 Extraktionsverfahren	64
4.4 Andere physikalisch-chemische Boden und Grundwasserreinigungsverfahren	65

4.5 Biologische Bodendekontaminationsverfahren	66
4.6 Literaturverzeichnis zu Kapitel 4	68
4.6.1 F+E Projekte im Bereich Bodendekontaminationsverfahren	84
4.6.2 Patente auf dem Gebiet Bodendekontamination	89

1. Allgemeines

1.1 Definitionen Altlasten und Bodenkontamination

Bodenkontamination und Sanierung sind eng mit der Altlastenproblematik verbunden. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen schlägt in seinem Sondergutachten *Altlasten /Rat90/* folgende Definition für den Begriff Altlasten vor:

"Altlasten sind Altablagerungen und Altstandorte, sofern von ihnen Gefährdungen für die Umwelt, insbesondere die menschliche Gesundheit, ausgehen oder zu erwarten sind.

1. Altablagerungen sind

- verlassene und stillgelegte Ablagerungsplätze mit kommunalen und gewerblichen Abfällen,
- stillgelegte Aufhaldungen und Verfüllungen mit Produktionsrückständen auch in Verbindung mit Bergematerial und Bauschutt sowie
- illegale (wilde) Ablagerungen aus der Vergangenheit;

2. Altstandorte sind

- Grundstücke stillgelegter Anlagen mit Nebeneinrichtungen,
- nicht mehr verwendete Leitungs- und Kanalsysteme sowie
- sonstige Betriebsflächen oder Grundstücke,

in denen oder auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde, aus den Bereichen der gewerbliche Wirtschaft oder öffentlicher Einrichtungen."

Bodenkontaminationen entstehen sowohl im Untergrund von Altablagerungen als auch an Altstandorten. Dazu kommt eine Reihe von Bodenkontaminationen, die sich nicht eindeutig in die eine oder die andere Kategorie einordnen lassen, wie z.B. rüstungs-, kriegs- oder verteidigungbedingte Altlasten (je nach Alter der Altlast) /Franzius91, Kayed/.

Großflächige chemische oder radiochemische Kontaminationen, wie sie nach größeren Unfällen (Tschernobyl) /Winkelmann1986/, durch Schadstoffemissio-

nen oder durch Rückstände der Nutzung von Pflanzenschutzmitteln entstehen, werden nicht als Altlasten behandelt.

Die genaue Definition von Altlasten ist eher ein rechtliches als ein naturwissenschaftliches Problem. Die Auswirkungen einer Definitionsänderung sind von großer finanzieller Bedeutung. Eine genaue Beschreibung der rechtlichen Lage bei der Altlasten-Problematik findet man in /Rat90, Nauschütt90, Euroforum90, Herrmann89, Leinemann90, Brandt90, Mueller90, Noeke90, Roehner90, Tettinger90, Michel90, Reinhardt89, Brandner90, Mosler89, Ziehm89, Kersten88, Ipsen88, Henkel87, Dahle88, Sander87, Boennighausen88, Brandt88, Zeschmar-Lahr86, Altlasten86, Papier85, Huebler, Brandt, Redeker88, Sauerbeck86, Starnick88, Schenkel89, Gieseler87, Hajen86, Hauff86, Schenkel86, Keune85, Baumheier85, Keune86/.

Auf jeden Fall steht fest, daß es mehr kontaminierte Bodenfläche gibt, als die, die unter dem Begriff "Altlasten" erfasst werden. Das ganze Problem wird der Öffentlichkeit durch die Altlastendiskussion bewußt. Weil die meisten Daten, die die Bodenkontaminationen betreffen, unter dem Stichwort Altlasten zu finden sind, wird in diesem Kapitel hauptsächlich über Altlasten diskutiert. Dabei sollte betont werden, daß Altablagerungen an sich nicht als kontaminierter Boden behandelt werden können.

Über eine genaue Definition, ab welcher Belastung ein Boden als kontaminiert gilt, wird noch diskutiert. Näheres zu dieser Problematik wird in Kapitel 3 berichtet.

1.2 Umfang des Problems

Bis Ende 1990 wurden knapp 80 000 altlastverdächtige Flächen in der Bundesrepublik Deutschland erfasst /Franzius91/, ca. 30 000 davon liegen in den neuen Bundesländern. Dabei sollte erwähnt werden, daß manche Experten in den neuen Bundesländer eine umfangreichere Definition des Begriffs "Altlasten" benutzen bzw. sich wünschen /Deutsches91/. Neueste Prognosen des Umweltbundesamtes ergeben bis zu 180 000 altlastverdächtigen Flächen. Die gesamt Fläche oder gar das Volumen dieser altlastverdächtigen Flächen läßt sich noch nicht genau abschätzen. In den alten Bundesländer haben sich etwa 15% der altlastverdächtigen Flächen nach einer ersten Untersuchung als ungefährlich erwiesen. Dagegen besteht nach näheren Untersuchungen bei ca. 20% der begründete Verdacht auf Gefährdung oder Schäden /Rat90/. In den

alten Bundesländern wurde (1989) mit ca. 20 Mrd DM für die Erkundung und Sanierung der Altlasten in den 90er Jahren gerechnet /Rat90/. In den neuen Bundesländern wird allein die Sanierung der Fa. Wismuth eine zweistellige Mrd. DM Summe kosten. Neueste (Herbst 1992) Abschätzungen der gesamten Kosten für die Altlastensanierung in Deutschland schwanken zwischen 70 und 400 Mrd DM.

In den restlichen EG-Ländern gibt es keine einheitliche Definition für Altlasten. Hier sollte die Situation in den Niederlanden, wo die Altlastenproblematik früh erkannt und mit hohem finanziellen Aufwand untersucht wurde /Euroforum90/, besonders erwähnt werden. Es wird vermutet, daß die Bodensanierung in den Niederlanden bis zu 25 Mrd Dollar kosten wird. Ansonsten rechnet man mit einer hohen Anzahl von Altlasten in Großbritannien, die sich auf einer Gesamtfläche von 50 000 Hektar verteilen /Rat90/.

In den USA rechnet man mit etwa 10 000 Flächen, die saniert werden müssen. Die U.S./EPA erwartet Gesamtkosten von weit über 30 Mrd Dollar für die Behandlung der ca. 1200 Altlasten der nationalen Prioritätsliste /Kovalick in Arendt90/.

1.3 Sicherungsmaßnahmen

Die Gefährdungen, die von den Altlasten ausgehen können, sind vielfältig. Meist werden zunächst Boden und Grundwasser kontaminiert, dann die gesamte Nahrungskette. Die Kontaminationsstoffe gelangen schließlich durch die Nahrungsaufnahme oder auch direkt oral, dermal oder inhalativ zum Menschen /Rat90/.

Die Umweltprobleme können durch Sicherungsmaßnahmen begrenzt werden /Rat90, Franzius88, Arendt90/. Es gibt sowohl Barrierensysteme (Oberflächen-, Vertikale- und Untergrundabdichtung), als auch die Möglichkeit der Stabilisierung der Schadstoffe. Diese Stabilisierung kann durch : Verfestigung (mit Hilfe von einem Bindemittel), chemische Immobilisierung (durch Zugabe von Reagenzien, die eine pH-Erhöhung oder eine Redox-Reaktion oder die Bildung eines sehr stabilen Niederschlags bewirken), Umhüllen in einer Kalk- oder Gips-Masse, Fixieren (z.B. Öl wird durch Asphalt, Sägemehl oder Diatomerde fixiert), Verglasung des Bodens durch Stomzufuhr, Verziegeln (Einbrennen in Ton) erfolgen. Durch diese Maßnahmen wird der Transport der Kontaminationsstoffe in das Grundwasser verhindert. Eine andere Möglichkeit ist es, durch

hydraulische Maßnahmen das Grundwasser zu dekontaminieren oder seine Fließrichtung zu beeinflussen. Durch pneumatische Maßnahmen können gasförmige Phasen aus einer Altlast entnommen, und dadurch akute Gefahren für die unmittelbare Umgebung gebannt werden.

Die Ursachen, die Kontaminationsherde, werden dadurch nicht beseitigt und bleiben als Gefahr für die kommenden Generationen bestehen. Das gleiche gilt auch für die Auskofferung des Bodens und Lagerung in einer Sondermülldeponie. Allerdings ist es bei in-situ Sanierungsverfahren bedingt möglich, während der Sanierung durch die Anbringung von Wänden das intakte Umfeld der kontaminierten Fläche besser zu schützen. Hier werden diese Maßnahmen nicht weiter diskutiert.

Weitere Informationen zu den verschiedenen Sicherungsmaßnahmen befinden sich in /Hoegg88, Hollenberg88, Brandl89, Franzius88, Arendt90, Rat90/.

1.4 Erkundung von Altlasten

Die Erfassung von altlastverdächtigen Flächen geschieht zunächst auf dem administrativen Wege durch die Überprüfung der Vergangenheit der verschiedenen Flächen. Ein weiterer Schritt ist die Vorort-Suche nach altlastverdächtigen Flächen; dazu sind neue Verfahren entwickelt worden /Rat90, Franzius88, Arendt90/. Nachdem eine altlastverdächtige Fläche erfasst worden ist und falls nach einer Erstbewertung der Verdacht auf Gefährdung der Umwelt bestehen bleibt, müssen nähere Untersuchungen unternommen werden /Rat90, Franzius88, Arendt90/.

Die notwendigen Untersuchungen zur Beurteilung der Gefährdung, die von einer Altlast ausgehen, können sehr umfangreich sein. Unter anderem werden geophysikalische (Radarmessungen, elektromagnetische Induktionsmessungen, geoelektrische Widerstandsmessungen, seismische Messungen, Messungen mit Metalldetektoren und dem Magnetometer), geologische-hydrogeologische (verschiedene Bohrungen, Sondierungen), chemische und physikalische Untersuchungen (diese Methoden werden in Kap. 3 ausführlicher diskutiert) und biologische Untersuchungen (wodurch u.a. die Toxizität der Kontaminationsstoffe beurteilt wird) durchgeführt. Um die Kosten dieser Untersuchungen in Grenzen zu halten, wird nach preiswerten Methoden gesucht; besonders nach mobilen Analysesystemen. Eingehende Diskussionen über dieses Thema befinden sich in /Rat90, Hollenberg88, Euroforum90, Thome87, Thome89, Verein89,

Axmann88, Reining88, Zeschmar-Lahr88, Zeschmar-Lahr86, Boennighausen88, Hinweise85, Feld86, Baumheier85, Brill86, Hurtig86, Feld86, Kerndorff85, Verbundprojekt, Entwicklung, Studie, Modellhafte, Altlastenerhebung, Untersuchungen, Sondierung, Heimes, Heitfeld, Zirm, Kirchner, Brune, Eberle, Guenther, Kirsch, Koester88, Hahn86, Klein86, Technische, Carls90/.

Für die anschließende Bewertung dieser Daten gibt es noch kein einheitliches Verfahren. In Baden-Württemberg wird das rechnerunterstützte Experten-System, *XUMA*, als Entscheidungshilfe von der LfU/BW und dem KfK entwickelt und auch schon angewandt /Clausen89/. Dieses unterstützt den Anwender auch bei der Erstellung eines Analyseplanes je nach Herkunft der Altlast. In Hamburg wird das Model *AGAPE* eingesetzt. In anderen Bundesländern werden jedoch andere Verfahren eingesetzt. Über dieses, aus ökonomischer Sicht sehr wichtige Problem, wird international noch diskutiert /Altlastensanierung90, Deutsche89, Brandt90, Deutsches89, Altlasten87, Schaar, Stadtverband, Jaeschke87, Luehr, Selke, Krieger89, Werner89, Franzen88, Rippen, Michels90, Verein89, Axmann88, Zeschmar-Lahl86, Baumheier85, Untersuchungen, Zirm, Kirchner, Hahn86, Klein86, Technische/.

Für eine fundierte Beurteilung der Sanierungsmöglichkeit und allgemeiner der Gefährdungen, die von einer Altlast ausgehen, ist es unerlässlich, zuverlässige mathematische Modelle zu benutzen. Die heute verfügbaren Modelle vermögen noch nicht die gewünschte Genauigkeit bei der Vorhersage zu liefern. Der Boden ist ein sehr kompliziertes System und die chemischen, biologischen, hydrologischen und mechanischen Vorgänge im Boden sind, auch im einzelnen, noch nicht genau genug bekannt. Das Zusammenwirken all dieser Vorgänge in der Natur ist noch schwieriger zu beschreiben /Herrling, Mercer85, Richter86/

Zusätzliche allgemeine Informationen über Altlasten befinden sich in /Keune89, Ehresmann, Stiegnitz85, Koenig88/.

1.5. Literaturverzeichnis zu Kapitel 1

Altlasten und Umweltrecht

1. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht vom 20. bis 22. Nov. 1985. - Duesseldorf : Werner. (Umwelt- und Technikrecht) (1986)

Altlasten-Bewertung

Karlsruhe : Landesanst. fuer Umweltschutz, (1987).

Altlasten-Handbuch

Karlsruhe : Landesanst. fuer Umweltschutz.

Altlasten: Probleme - Aufgaben - Loesungsansaeetze ; Dokumentation d. Fachgespraechs vom 27. Januar 1988 in Bonn.

Bonn : Dt. Verb. fuer Wohnungswesen, Staedtebau u. Raumordnung, (1988).

Altlastenerhebung Mannheim.

Universitaet Mainz, Fachbereich Geowissenschaften, Geographisches Institut Saarstr. 21 D-6500 Mainz Rheinland-Pfalz. (31 Okt 1984 31 Dez 1986)

Antwort der Bundesregierung auf die große Anfrage der Abgeordneten Stahl, Deutscher Bundestag 11. Wahlperiode

Drucksache 11/4104 (1989).

Arendt, G.; Zietz, E.

Planung eines mobilen Labors zur Untersuchung von Altablagerungen. Endbericht.
Foerderkennzeichen: 1430294, TIB Hannover.

Arendt, F.; Hinsenveld, M., van den Brink, W.J.

Altlastensanierung 90

Kluwer Academic Publishers 1 und 2, (1990).

Arneth, J.; Kerndorff, H.; Brill, V.; Schleyer, R.; Milde, G.; Friesel, P.

Leitfaden fuer die Aussonderung grundwassergefaehrdender Problemstandorte bei Altablagerungen. Ergebnisse.

WaBoLu-Hefte. 5 (1986).

Axmann, M.

Remedial action at abandoned waste sites : workshop, Bonn, 13. u. 14. Okt. 1988 = Altlasten: Untersuchung, Bewertung und Sanierungstechnologien : Altlastensanierung ; Materialien.
Bundesministerium fuer Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit. 2., erw. Aufl. Bonn, (1988).

Barkowski, D.

Altlasten: Handbuch zur Ermittlung und Abwehr von Gefahren durch kontaminierte Standorte.
Karlsruhe : Mueller, (1990).

Baumheier, R.

Altlasten als aktuelle Herausforderung der Kommunalpolitik: zu d. Schwierigkeiten polit.-administrativer Problemverarbeitung in d. Kommune.

Muenchen : Minerva-Publ., (1988)

Baumheier, R.

Altlasten als umweltpolitisches Problem

Siegen : R. Voigt c/o FB 1, Univ. - Gesamthochsch., (1987)

Baumheier, R., Bleck, S., Engels, P., Fiolka, J., Gawenda, H., v. d. Heide, J., Kaemmerling, J. u.a.
Informationsdienst Altlasten. Literaturstudie zu Problemen der Erfassung, Gefährdungsabschätzung und Sanierung von Altlasten sowie Einschätzung des politisch administrativen Handlungsfeldes.
 (1985).

Bewältigung von Altlasten des Steinkohlenbergbaus
 Essen : Rhein.-Westfael. TUeV, (1989)

Bewertungskriterien fuer die Folgenutzung von Altlasten.
 Arbeitsgruppe fuer regionale Struktur- und Umweltforschung
 Artillerieweg 38 D-2900 Oldenburg Niedersachsen.

Bilkenroth, K.D.; Caldonazzi, O.; Kretzschmar, H.J.; Heilmann, M.
Deponiesicherung mit Montanwachsen und Polymersilikaten.
 Wasser, Luft und Boden, 35(10), 80-81, (1991).

Birk, F.; Coldewey, W. G.
Altlasten im rheinisch-westfaelischen Industriegebiet: [Workshop Zum Modellvorhaben "Altlastensanierung, Bodenregenerierung"].
 Muelheim a.d. Ruhr : Zenit, (1986).

Boehm, W.
Altlasten in Berlin: Verdachtsflaechen, Auffindung, Analyse, Nachweis, Technologien zur Beseitigung ; Vortrag im 262. Kurs des Instituts "Staedtebau und Recht", Berlin, 23. bis 27. Oktober 1989.
 Berlin : Inst. fuer Staedtebau, (1989).

Boennighausen, G., Krischok, A., Lange, H.
Altlasten: Erfassung - Bauleitplanung - Finanzierung.
 Hamburg : Baubehoerde, (1988).

Braha, A.
Zur Altlastenproblematik: Altlasten, Boden- und Grundwasserschutz sowie Sanierungstechnologien.
 Offenbach am Main : GTU, 155, (1988).

Brandl, H.
Verfahren zur Sicherung und Sanierung von Altlasten.
 Oesterreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift 134(2), 57-81, (1989).

Brandner, T.
Gefahrenerkennbarkeit und polizeirechtliche Verhaltensverantwortlichkeit: zur Stoererantwortlichkeit insbesondere bei Altlasten.
 Berlin : Duncker u. Humblot, (1990)

Brandt, E.
Altlasten: Bewertung, Sanierung, Finanzierung.
 Taunusstein : Blottner, 2. Aufl.
 (1990).

Brandt, E. (Projektleiter).
Altlastensanierungsfonds im Abfallbereich.
 Edmund-Siemers-Allee 1 (Pav. ESA Ost) D-2000 Hamburg (01 Nov 1985 31 Jan 1987)

Brandt, E., Dieckmann, M., Wagner, K.
Altlasten und Abfallproduzentenhaftung
 Duesseldorf : Werner, (1988)

Brill, V., Kerndorff, H., Schleyer, R., Arneht, J., Milde, G., Friesel, P.
Fallbeispiele fuer die Erfassung grundwassergefaehrdender Altablagerungen aus der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse.
 Serientitel: WaBoLu-Hefte. Bd. 6, (1986).

Brune, D. (Projektleiter) Kernforschungszentrum Karlsruhe. Abteilung fuer Angewandte Systemanalyse Postfach 3640 D-7500 Karlsruhe
Probleme und Strategien der Abfallvermeidung, -behandlung und -beseitigung. (01 Jan 1986 31 Dez 1986)

Carls,H., Glaser, R.
Anwendungsmoeglichkeiten von Kriegsluftbildern 1940 bis 1945 in der Umweltplanung und Altlastenerkundung.
 Landschaft und Stadt 22(1), 11-16,(1990).

Clausen, U.
Eine interaktive Wissenserwerbskomponente fuer ein wissensbasiertes Altlastensystem / Uwe Clausen.
 Karlsruhe, (1989). (Kernforschungszentrum Karlsruhe ; KfK-4600).

Dahle, T. N.
Altlasten
 Stuttgart : IRB-Verl., (1988)

Deutsche Gesellschaft fuer Chemisches Apparatewesen Chemische Technik. Biotechnologie / Arbeitsgruppe Bewertung von Gefaehrdungspotentialen im Bodenschutz
Beurteilung von Schwermetallkontaminationen im Boden: Vortraege u. Resumee zu e. Expertengespraech d. Dechema-Arbeitsgruppe 'Bewertung von Gefaehrdungspotentialen im Bodenschutz', Oberursel/Ts., 21. u. 22. Jan. 1988 = Assessment of heavy metal contamination in soils. - 2. Aufl. Frankfurt am Main : Dechema, 1989. (Dechema-Fachgespraech Umwelterschutz)

Deutscher Bundestag; Bonn; Bundesrat. Bonn
Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Weiss (Muenchen), Frau Rock, Frau Teubner, Frau Garbe und der Fraktion DIE GRUENEN - Drucksache 11/7087 -. Bodenkontamination auf Betriebsflaechen der Deutschen Bundesbahn.
 Drucksachen. Bonn: Heger, H. (1990). S. 9 Serientitel: Verhandlungen des Deutschen Bundestages. Bd o.A. .

Deutsches Altlasten-Seminar.
 Konferenz: Deutsches Altlasten-Seminar (zugleich BMFT-Statusseminar 1990), Freiberg, 1990, 18.-19.Okt. (1991).

Deutsches Volksheimstaettenwerk. Landesverband Nordrhein-Westfalen
Material aus den Lehrgaengen Nr. 438. Bewertung von Brachflaechen mit bekannten oder vermuteten Altlasten: Auszug aus "Umwidmung brachliegender Gewerbe- und Verkehrsflaechen".
 Bonn : Vhw, Landesverb. Nordrhein-Westfalen Schriftenreihe. 172 - 188, (1989).

Dotd, J.
Die Verwendung von Karten und Luftbildern bei der Ermittlung von Altlasten: e. Leitf. fuer d. prakt. Arbeit. Teile 1, 2
 Duesseldorf : Landesamt fuer Wasser u. Abfall NRW

Dombert, M.

Altlastensanierung in der Rechtspraxis : rechtliche und technische Aspekte der Sanierung schadstoffbelasteter Betriebsflaechen.

Berlin : Schmidt, (Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis ; 31), (1990).

Eberle, I. (Projektleiter) Universitaet Mainz; Fachbereich Geowissenschaften. Geographisches Institut Saarstr. 21 D-6500 Mainz.

Altlastenerhebung Mannheim.

(31 Okt 1984 31 Dez 1986)

Ehresmann, J. (Projektleiter) Gesellschaft zur Beseitigung von Sonderabfaellen Rheinland-Pfalz Postfach 013 D-6710 Frankenthal Rheinland-Pfalz

Verbundvorhaben: Neue Verfahren und Methoden zur Sicherung und Sanierung von Altlasten am Beispiel der Deponie Geroisheim

(mehrere Teilprojekte)

und Bonn : Economica-Verl

Emberger, J.; Sattler, K.

*Behandlung fester Abfaelle : Vermeiden, Verwerten, Sammeln, Beseitigen, Sanieren ;
Verfahrensweise, technische Realisierung ; rechtliche Grundlagen*

Wuerzburg : Vogel, (Umweltschutz Entsorgungstechnik), (1990).

*Entwicklung von Methoden und Masstaeben zur standardisierten Bewertung von
Altablagerungsstandorten und kontaminierten Betriebsgelaenden insbesondere hinsichtlich
ihrer Grundwasserverunreinigungspotentiale.*

Bundesgesundheitsamt Inst. fuer Wasser - Boden- und Lufthygiene des

Bundesgesundheitsamtes Corrensplatz 1, 1000 Berlin 33. (01 Okt 1986 31 Mar 1990)

Erkundung und Bewertung von Altlasten: Kriterien und Untersuchungsprogramme.

Wassertechnisches Seminar

Darmstadt : Bibliothek d. Inst. fuer Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung u. Raumplanung d. TH, (1989).

*EuroForum Altlasten : Revitalisierung von Industriebrachen, Altlasten in der EG, Saarbruecken,
11. - 13. Juni 1990.*

Institut fuer Industrielle Reststoff- und Abfallwirtschaft GmbH (1990).

*Europa schlaeft ruhig auf Altlasten. Nur Bundesrepublik und Niederlande verfuegen ueber
flaechendeckende Erhebungen. Niederlaender legt Studie ueber verunreinigte Boeden vor.*

VDI-Nachrichten 44(46), 4, (1990).

Fehlau, K.

Sanierungsprobleme und ihre Loesung. Altlasten - Loesungsansaetze in Nordrhein-Westfalen.

Der Boden - Engpass fuer die Belastbarkeit der Umwelt. Vortraege des 6. Internationalen Kongresses (Kongress im Rahmen der ENVITEC'89), Duesseldorf.

Essen: Vulkan-Verlag. Serientitel: Technik fuer Umweltschutz, 82-88, (1989).

Feld, R., Kirsch, J.

*Sondierung von kontaminierten Standorten Phase 2. Konzeption und Bau eines verbesserten
Systems zur geophysikalischen Erkundung von Altlasten*

Eggenstein-Leopoldshafen : Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik Karlsruhe (1986).

Fiebig, K.-H.; Ohligschlaeger, G.

Altlasten in der Kommunalpraxis: Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage.

Berlin ; Koeln : Difu, (1989).

Franzen, H.

ALEXIS (Altlast-Experten- und Informationssystem).

Konferenz: Sitzung des Fachausschusses 4.6 der Gesellschaft fuer Informatik, Hamburg, 1988, 18.Okt. Informatik im Umweltschutz. Rundbrief des GI-Fachausschusses 4.6 (2), (1988)

Franzius, V.

Ueberblick ueber die Verfahrenstechniken zur Sicherung und Sanierung von Altlasten.

Altlasten. Fachvortraege des ATV-Seminars "Altlasten" vom 10./11. Mai 1989. St. Augustin: Gesellschaft zur Foerderung der Abwassertechnik. Serientitel: ATV Dokumentation und Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis. 23, 79-90 (1990).

Franzius, V.

Altlastensituation in Deutschland

Seminar: Grundwasserkontamination durch ehemalige Industriestandorte HdT 20.2.91 (1991).

Franzius, V.

Sanierung kontaminierter Standorte 1989 : Grundsaeetze und Strategien zur Untersuchung und Bewertung - Erfahrungen und Genehmigungspraxis bei der Durchfuehrung von Sicherungs- und Sanierungsmassnahmen ; Beitrage einer Veranstaltung, Berlin, 25. - 26. Sept. 1989 Berlin : Schmidt, 1990. (Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis ; 33)

Franzius, V.

Handbuch der Altlastensanierung

Heidelberg : Decker. - Losebl.-Ausg. Grundwerk (1988)

Friesecke, G.

Das Lizenzmodell Nordrhein-Westfalen zur Sonderabfallentsorgung und Altlastensanierung.

Wasser und Boden 42(11), 722-726, (1990). Errata s. Wasser und Boden 42(12), 844, (1990)).

Gieseler, G.

Altlasten in der EG (Contaminated Land in the EC). Laenderuebersicht Bundesrepublik Deutschland.

TIB Hannover. Foerderkennzeichen 1460438. (1987).

Groh, H.; Guettler, R.

Das XSAL-Projekt. Expertensysteme loesen Altlasten-Probleme.

Energie 40(9). 48-52, (1988).

Guenther, K.

Untersuchungen zur Sammlung von Informationen ueber Altablagerungen (Altlasten) und zur Abschaeztung ihres Gefaehrdungspotentials fuer die Umwelt.

Universitaet Hannover; Institut fuer Geologie. Palaeontologie Callinstr. 30 D-3000 Hannover (01 Jan 1984 31 Dez 1985)

Gushue, J.J.; Cummings, R.S.

On-site containment of PCB-contaminated soils at Aerovox, Inc., New Bedford, Massachusetts

Proceedings of the Fourth national symposium on aquifer restoration and ground water monitoring, May 23-25, 1984, Columbus, OH. 375-385, (1984).

Hahn, H., Schmitt, T.

Erfassung und Bewertung der Belastung des Bodens durch Wasser.

Konferenz: ENVITEC '86, Duesseldorf, 1986, 17.-21.Feb. Technische Mitteilungen 79(5/6) 285-296, (1986).

Hajen, L.

Organisation und Finanzierung der Altlastensanierung.

Zeitschrift fuer Umweltpolitik und Umweltrecht, 9(4), 349-374, (1986)

Hauff; Hartenstein; Bachmaier; Blunck; Brueck; Duve; Hauchler;
Konzept zur Sanierung von Altlasten.

Konferenz: Umweltfreundliche Abfallwirtschaft - Erfassung, Bewertung und Sanierung von Altlasten. Fachtagung. Ludwigshafen, 1986, 6.-8.Mar. Bonn: Vorwaerts-Verlag. Serientitel: Demokratische Gemeinde. Sondernummer.264-266, (1986).

Heimes; Franz-Josef (Projektleiter).

Kostenguenstiges Aufnahme- und Auswertesystem zur Erfassung und Ueberwachung von Deponien, Altlasten und stadtnahen Baumbestaenden

Labor fuer Photogrammetrie Fachhochschule Bochum Lennerhofstr. 140 4630 Bochum (01 Jul 1989 31 Dec 1990)

Heitfeld; K.-H.

Sondermuelldeponie

Lehrstuhl fuer Ingenieurgeologie. Hydrogeologie Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen Lochnerstr. 4-20 5100 Aachen (1981-1988)

Henkel, M.

Altlasten als Rechtsproblem

Berlin : Difu, (1987)

Herrling, B.

Erstellung eines zweistoeckigen Grundwassermodells fuer das Singener Becken/Hegau.

Universitaet Karlsruhe. Institut fuer Hydromechanik Postfach 6980 D-7500 Karlsruhe (01 Jan 1984 31 Dez 1987)

Herrmann, N.

Flaechensanierung als Rechtsproblem / Nikolaus Herrmann. Nomos Verl.-Ges., Baden-Baden (1989).

Hinweise zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten: Darst. u. Bewertung von Sanierungsverfahren. [Hauptbd.]. Teillfg. 1

Duesseldorf : Minister fuer Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft d. Landes Nordrhein-Westfalen (1987)

Hinweise zur Ermittlung von Altlasten: Erfassung, Erstbewertung, Unters. u. Beurteilung von Altablagerungen u. gefahrenverdaechtigen Altstandorten.

[Duesseldorf] : Minister fuer Ernaehrung, Landwirtschaft u. Forsten d. Landes Nordrhein-Westfalen, (1985).

Hoegg, P., Lehr, A.

Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von mehrschichtigen Dichtwandsystemen. Schlussbericht.

TIB Hannover. Foerderkennzeichen 1430362I (1988)

Hollenberg, K., Gerrath, K., Kirsch, J., Reinhold, G., Schwandtner, K., Zingsheim, T.

Sondierung kontaminierter Standorte. Phase 3. Optimierung der Radarsonde, Ermittlung der Leistungsgrenzen an einem kuenstlichen Testfeld.

TIB Hannover. Foerderkennzeichen 1470257B (1988)

Huebler, K.-H. (Projektleiter).

Volkswirtschaftliche Verluste durch Bodenbelastung in der Bundesrepublik Deutschland.

Institut fuer Stadtforschung. Strukturpolitik Luetzowstr. 93 D-1000 Berlin (01 Jul 1987 31 Jan 1990)

Hurtig, H., Flothmann, D., Hintz, R., Rippen, G., Scherer, K., Schoenborn, W., v. Straaten, L.
*Statusbericht zur Sanierung von kontaminierten Standorten. Uebersicht ueber
 Sanierungskonzepte und Sanierungsmassnahmen in Forschung und Praxis.*
 (1986)

Ipsen, K., Tettinger, P. J.
Altlasten und kommunale Bauleitplanung: e. Fallstudie zum Amtshaftungsrecht.
 Stuttgart ; Muenchen ; Hannover : Boorberg, (1988)

Issel, W.
*Ueberwachungssystem fuer Nachweis und Ortung von Undichtigkeiten an Deponien
 wassergefaehrdender Stoffe. Schlussbericht.*
 Foerderkennzeichen: 1430360. TIB Hannover (1987).

Jaeschke, A. (Projektleiter).
*Entwicklung eines Expertensystems zur Bewertung der Umweltgefaehrlichkeit von Abfaellen und
 Schadstoffbelasteter Standorte.*
 Kernforschungszentrum Karlsruhe. Institut fuer Datenverarbeitung in der Technik Postfach 3640
 D-7500 Karlsruhe (1987).

Jessberger, H. L.
*Erkundung und Sanierung von Altlasten : Berichte vom 6. Altlasten-Seminar, Bochum, 18. Apr.
 1990*
 Rotterdam u.a. : Balkema, (1990).

Jessberger, H.L.
Erkundung und Sanierung von Altlasten. Berichte.
 Konferenz: 5. Altlasten-Seminar ueber Erkundung und Sanierung von Altlasten, Bochum, 1989,
 29.Mar
 Rotterdam/NL: Balkema, (1989).

Kayed, A. (Projektleiter);
Bestandsaufnahme Ruestungsaltlasten in der Bundesrepublik.
 (15 Mar 1990 14 Sep 1991)

Keller, M.
*Das Risikospiel. Viele Spielplaetze sind hoch mit Schwermetallen belastet. Oft sind verseuchtes
 Baumaterial und Altlasten die Ursachen. Auf die Staedte kommen Millionenausgaben fuer die
 Sanierung zu.*
 Oeko-Test-Magazin 6(8), 16-17, 21 (1990).

Kerndorff, H., Brill, V., Schleyer, R., Friesel, P., Milde, G.
*Erfassung grundwassergefaehrdender Altablagerungen. Ergebnisse hydrogeochemischer
 Untersuchungen.*
 Serientitel: WaBoLu-Hefte. 5 (1985)

Kersten, J.
*Die Haftung nach oeffentlichem und privatem Recht fuer Boden- und
 Gewaesserkontaminierungen sowie Altlasten und Versicherungsschutz*
 Karlsruhe : VVW, (1988)

Keune, H.
Altlasten-Definition.
 Muell und Abfall, 17(11), 384-387, (1985).

Keune, H.
'Altlasten' aus der Sicht der chemischen Industrie.
 Wasser und Boden. 38(4), 173-175, (1986)

Keune, H., Fouquet, G.

Altlasten: Altdeponien - kontaminierte Standorte.

Ehningen bei Boeblingen : expert-Verl., (1989).

Keune, R.

Altdeponien und Altlasten. Erfassung, Bewertung und Sanierung.

Wasser, Luft und Betrieb 28(3), 45-46, 48-49, (1984).

Kinner, U. H.

Wegweiser fuer Altlasten- und Bodensanierung : eine Information ueber Planer, Firmen und Gutachter ; Forschungsbericht 10703006

Berlin : Schmidt, (1989) Zugl. Report: UBA-FB-87-032

Kirchner, E. (Projektleiter).

Modellhafte Anwendung einer Methode zur beprobungslosen Ermittlung und Bewertung von altlast-verdaechtigen Flaechen - Qualifizierung der Methode fuer die Praxis (Berlin).

Senator fuer Stadtentwicklung. Umweltschutz Berlin Lindenstrasse 20-25 D-1000 Berlin (01 Dez 1986 31 Okt 1987)

Kirsch, J. (Projektleiter).

Sondierung von kontaminierten Standorten - Phase II: Konzeption und Bau eines verbesserten Systems zur geophysikalischen Erkundung von Altlasten.

Battelle-Institut Postfach 900160 D-6000 Frankfurt am Main (01 Jul 1983 30 Nov 1985).

Klein, P. (Herausgeber)

Umweltfreundliche Abfallwirtschaft - Erfassung, Bewertung und Sanierung von Altlasten.

Fachtagung.

Konferenz: Umweltfreundliche Abfallwirtschaft - Erfassung, Bewertung und Sanierung von

Altlasten (Fachtagung der Bundes-SGK, Sozialdemokratische Gemeinschaft fuer

Kommunalpolitik in der Bundesrepublik Deutschland), Ludwigshafen, 1986, 6.-8.Mar. Serientitel:

Demokratische Gemeinde. Vorwaerts-Verlag, Bonn, (1986).

Koenig, W., Schneider, U.

Sprengstoffrueckstaende in hessischem Boden.

Umwelt (VDI) 18(1/2), 22-23, (1988)

Koester, M., Holzwarth, W.

Der Einsatz von Pruefroehrchen zur Erfassung von Bodenkontamination durch leichtfluechtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW).

Draegerheft 341, 28-31, (1988).

Kompa, R.

Altlasten '89: Flaechenreaktivierung, Sanierungsziele, Arbeitsschutz, Sanierungsmanagement ;

Forum des Institutes fuer Energietechnik und Umweltschutz im TUEV Rheinland ; Veranstaltung

der TUEV-Akademie Rheinland am 22. und 23. Februar 1989.

Koeln : Verl. TUEV Rheinland, (1989).

Kompa, R.

Altlasten und kontaminierte Standorte : Forum d. Inst. fuer Energietechnik u. Umweltschutz im TUEV Rheinland, Koeln, 27. - 28. Jan. 1988

Koeln : Verl. TUEV Rheinland, 1988. - 372 S. (Forum Umweltschutz)

Krieger, T., Konteye, C., Eikmann, T., Einbrodt, H., Jekat, F., Michels, S.

Probleme bei der Wiedernutzung von Altlasten am Beispiel eines ehemaligen

Zinkhuettengelaendes als Freizeitzentrum. Teil II. Gefaehrungsabschaetzung und Sanierungsvorschlaege.

Wissenschaft und Umwelt (ISU) 12(2), 63-68, (1989).

Lammert, F.D.

Altlasten im Boden.

Unterricht Biologie 13(144), 52-54, (1989).

Leinemann, R.

Altlasten im Grundstuecksverkehr: (Auswertung einer Umfrage des Deutschen Staedtetag).

Koeln : Dt. Staedtetag, 1990.

Lengyel, W.

Gefaehrdung des Grundwassers durch Altlasten: Ottenstein, 11. - 14.4.1988.

Wien : Inst. fuer Wasserwirtschaft, (1988).

Luehr, H.-P.(Projektleiter).

Entwicklung fortschreibungsfaeahiger Modelle zur Risikobeschreibung und Abschaetzung der Sanierungsnotwendigkeit und Nutzungsmoeglichkeit schadstoffbelasteter Boeden.

Technische Universitaet Berlin. Institut fuer wassergefaehrdende Stoffe Hardenbergplatz 2 D-1000 Berlin. (01 Nov 1987 31 Jan 1989)

Luehr, H.-P.(Projektleiter).

Modelle zur Abschaetzung des Gefaehrdungspotentials kontaminierter Standorte.

Technische Universitaet Berlin. Institut fuer wassergefaehrdende Stoffe Hardenbergplatz 2 D-1000 Berlin. (01 Dez 1986 31 Jul 1988)

Lutz, G.; Otto, W.; Schoenberger, H.

Neue Altlast. Hochgradig mit polychlorierten Dibenzofuranen belastete Rueckstaende aus der Chlorerzeugung gelangten jahrzehntelang in die Umwelt.

Muellmagazin 4(3), 55-60, (1991).

Mercer, J., Faust, C., Cohen, R., Andersen, P., Huyakorn, P.

Remedial Action Assessment for Hazardous Waste Sites via Numerical Simulation.

Waste Management and Research 3(4), 377-387, (1985).

Michel, L. H.

Grundstueckserwerb und Altlasten: Strategien zur Vermeidung rechtlicher und wirtschaftlicher Nachteile Infolge von Bodenverunreinigungen beim Grundstueckserwerb ; ein Leitfaden fuer Privatkaeufer, Bauherren und Kapitalanleger.

Duesseldorf : Werner, (1990)

Michels, S., Eikmann, T.

Bewertung von nicht- oder schwerfluechtigen Schadstoffen im Boden im Hinblick auf ihre humantoxikologische Wirkung.

Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Boeden. Eintraege, Bewertung, Regelungen. Teil 1. Konferenz: Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Boeden (VDI-Tagung), Lindau, 1990, 15.-17.Mai. Duesseldorf: VDI-Verlag. Serientitel: VDI-Berichte. 837, 509-528, (1990).

Modellhafte Anwendung einer Methode zur beprobungslosen Ermittlung und Bewertung von altlast-verdaechtigen Flaechen - Qualifizierung der Methode fuer die Praxis (Berlin).

Senator fuer Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin Lindenstrasse 20-25 D-1000 Berlin (01 Dez 1986 31 Okt 1987)

Moeller, E.

Lobby gegen Lobby. Initiative.

Oeko-Test-Magazin 6(12), 63-64, 66, (1990).

Mosler, J.

Oeffentlich-rechtliche Probleme bei der Sanierung von Altlasten

Frankfurt am Main ; Bern ; New York ; Paris : Lang, (1989)

Mueller, K. R.

Handbuch der Abfallentsorgung: Abfallrecht, TA Abfall, Entsorgungs-Technologie, Altlasten, angrenzende Rechtsbereiche, Management.

Landsberg ; Muenchen ; Zuerich : ecome (1990)

Nauschuett, J.

Altlasten : Recht u. Technologie d. Umweltsanierung, Nomos Verl.-Ges., Baden-Baden (1990).

Nels, M.

Altlasten/Bodenschutz.

BJU-Umweltschutzberater. Handbuch fuer wirtschaftliches Umweltmanagement im Unternehmen.

Koeln: Deutscher Wirtschaftsdienst Kap. 8.2, 1-26, (1989).

Noeke, J., Timm, J.

Altlasten, Sonderabfaelle und Oeffentlichkeit: Studie.

Dortmund : Verkehrs- u. Wirtschafts-Verl. Borgmann, (1990)

Otto, F.

Haftung und Betrug im Zusammenhang mit Altlasten und Abfallentsorgung.

Baustoff-Recycling und Deponietechnik 6(6), 32-34, (1990).

Papier, H.-J.

Altlasten und polizeirechtliche Stoererhaftung

Koeln ; Berlin ; Bonn ; Muenchen : Heymann, (1985)

Peter, M.

Tankstellen - Goldgruben auf Altlasten.

VDI-Nachrichten 44(42), 4, (1990).

Rat von Sachverstaendigen fuer Umweltfragen

Sondergutachten 'Altlasten' des Rates von Sachverstaendigen fuer Umweltfragen :

Unterrichtung durch die Bundesregierung

Bonn : Heger, (1990).

Ravera, O.

Ecological assessment of environmental degradation, pollution and recovery : lectures of a course, Ispra (Italy), 12 - 16 Oct. 1987

Amsterdam u.a. : Elsevier, (1989).

Redeker, K.,

Haftung Ordnungspflichtiger und Rechtsschutz.

Altlastensanierung und Entsorgungswirtschaft. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

Konferenz: ENTSORGA '87. Congress Altlastensanierung und Entsorgungswirtschaft, Essen,

1987, 14.-15.Okt Serientitel: Entsorga Schriften. 4., 67-73, (1988).

Reining, H.

Erkundung von Altlasten-Standorten mit Hilfe von geomorphologischen Methoden

Darmstadt ; Freiburg [Breisgau] : Oeko-Inst., 97 - 110, (1988)

Richter, J.

Der Boden als Reaktor Modelle für Prozesse im Boden

Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1986)

Rickabaugh, J.; Clement, S.; Martin, J.; Sunderhaus, M.; Lewis, R.F.
Chemical and Microbial Stabilization Techniques for Remedial Action Sites Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium
 EPA /600/9-86/022 August 1986, 193-207, (1986).

Rippen, (Projektleiter).
Bewertung von Altlasten (102 03 443/00) Teilvorhaben 02: Basisdaten 'Oekotoxikologie' fuer umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten.
 Battelle-Institut Postfach 900160 D-6000 Frankfurt am Main (01 Okt 1989 30 Apr 1991)

Roehner, E.
Altlasten - rechtliche Aspekte
 Stuttgart : IRB-Verl., (1990)

Ruppe, J.
Altlasten : Praxisleitfaden zur Erfassung, Erkundung, Bewertung und Sanierung.
 Berlin : Schmidt, (1991).

Sander, H.-P.
IWL-Praxishandbuch Abfall, Altlasten Grundwerk.
 Koeln : Dt. Wirtschaftsdienst(1987)

Sauer, H.
Altlasten strahlen in eine duistere Zukunft. Abraumhalden sollen abgetragen und in Teiche verfuellt werden. Uranabbau in der Ex-DDR wird zu Beginn des kommenden Jahres eingestellt.
 VDI-Nachrichten 44(46), 45, (1990).

Sauerbeck, D. Ministerium fuer Ernaehrung; Landwirtschaft; Umwelt; Forsten Baden-Wuerttemberg. Stuttgart
Sind aus naturwissenschaftlicher Sicht weitere rechtsetzende Massnahmen zum Bodenschutz notwendig?
 Forum Bodenschutz. Referate und Diskussionsbeitraege. Konferenz: Forum Bodenschutz (Landesregierung Baden-Wuerttemberg), Stuttgart, 1986, 10.Jun. Stuttgart: Ministerium fuer Ernaehrung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Wuerttemberg (Selbstverlag).
 Serientitel: Umweltschutz in Baden-Wuerttemberg. 171-177, 183-191 (1986)

Schaar, H., Poeppinghaus, K.
Gefaehrungsadaequates Altlastbewertungsmodell. Schlussbericht.
 TIB Hannover. Foerderkennzeichen 0339003A (Aug 1989).

Schenkel, W.
Abfallwirtschaft in grossen Staedten und Verdichtungsraeumen Teil 2. Altlasten - Sanierungsverfahren, Kosten, Finanzierung
 Berlin : Erich Schmidt (1987).

Schenkel, W., Franzius, V.
Altlastenproblematik in der EG.
 Konferenz: 23. OeWWV-Seminar. Gefaehrdung des Grundwassers durch Altlasten, Ottenstein/A, 1988, 11.-14.Apr. Muell und Abfall 21(1), 1-11, (1989)

Schenkel, W.
Altlasten.
 Umwelt (VDI) 16(6), 445-447 und 450-451, (1986).

Schmidt, C. E.; Mecham, C. C.; Galloway, M. T.
The importance of proper site characterization of the contaminant pathway
 Proc. EPA/APCA Int. Symp. Meas. Toxic Relat. Air Pollut., Issue EPA Rep. 600/9-88-015, 486-96.
 APCA: Pittsburgh, Pa. (1988).

Schwarz, K.H.
Das "Tal der Traenen" ist noch nicht erreicht. Oekologische Modernisierung in den neuen Bundeslaendern kostet 211 Milliarden. Ifo-Umweltstudie.
 Energie Bd 43(4), 46-47, (1991).

Selke, W. (Projektleiter).
Methodik eines Handlungsmodells zur Abschätzung und Abwehr der Gefahren aus den Altlasten einer Region.
 Stadtverband Saarbruecken Postfach 199 D-6600 Saarbruecken (01 Sep 1986 31 Aug 1990)

Sillah, O.; Bergmann, A.
Abfall und Umwelt-Untersuchungen der Netto-Umweltauswirkungen abfalltechnischer und abfallwirtschaftlicher Massnahmen. Schlussbericht.
 Foerderkennzeichen: 1430265 TIB Hannover (1985).

Stadtverband Saarbruecken Postfach 1 99
 Talstr. 8-10 6600 Saarbruecken 1
Methodik eines Handlungsmodells zur Abschätzung und Abwehr der Gefahren aus den Altlasten einer Region.
 (01 Sep 1986 31 Aug 1990)

Stammler, M.; Hass, H.
Methoden zur Immobilisierung von Bodenkontaminationen.
 Konferenz: Jahrestreffen der Verfahreningenieure, Strasbourg/F, 1986, 17.-19.Sep
 Chemie-Ingenieur-Technik 59(5), 393-396, (1987).

Starnick, J. Technische Universitaet Berlin. Berlin
Boden- und Grundwasserschutz als kommunale Aufgabe. Grundsatzreferat.
 Konferenz: 2. Boden-/Grundwasser-Forum Berlin. Sanierung undichter Kanalisationen, Berlin, 1988, 9.-10.Jun Boden-/Grundwasser-Forum Berlin . Sanierung undichter Kanalisationen. Berlin:
 Schmidt, E., Serientitel: IWS-Schriftenreihe.5, 13-27, (1988)

Striegnitz, M. (Herausgeber/Bearbeiter)
Schutz des Umweltmediums Boden (3. Aufl.).
 Konferenz: Schutz des Umweltmediums Boden, Rehburg-Loccum, 1984, 10.-12.Feb. Serientitel:
 Loccumer Protokolle. Bd 2/1984. Evangelische Akademie Loccum (Selbstverlag, Rehburg-Loccum) (1985).

Stroetmann, C.
Altlasten- und Ruestungsaltlastenproblematik aus Sicht der Bundesregierung.
 Konferenz: Sanierung belasteter Liegenschaften der Streitkraefte in Deutschland (CPM-Symposium und Ausstellung), Bonn, 18.-19.Jun, (1991).

Strubbe, R.
Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung einer nachtraeglichen unterirdischen Basisabdichtung von Deponien.
 Serientitel: IRB Forschungsbericht. T 2070. (1987).

Studie zur bundesweiten Erfassung und Risikoanalyse von Altlasten und Altlastenverdachtsflaechen.
 Umweltbundesamt Wien Biberstr. 11 (01 Feb 1986 31 Dez 1988)

Technische Fachhochschule Berlin Fachbereich Vermessungs-Kartenwesen der Technischen Fachhochschule Berlin Luxemburger Str. 10 1000 Berlin 65
Entwicklung eines Informationssystems zur Erfassung und Bewertung von Altlasten besonders der chemischen Industrie und des Bergbaues im Raume Halle - Bitterfeld.
 (01 Nov 1990 31 Okt 1993)

Tettinger, P. J.
Altlasten und Flaechenrecycling: Instrumente zur Foerderung industrieller oder gewerblicher Nutzung ; Dokumentation einer Fachtagung des Instituts fuer Berg- und Energierecht am 30. November 1989.
 Stuttgart ; Muenchen ; Hannover : Boorberg, (1990)

Thome-Kozmiensky, K. J.
Altlasten, Altlasten2, Altlasten3
 Berlin : EF-Verl. fuer Energie- u. Umwelttechnik (1987-1989).
 Serientitel: Technik, Wirtschaft, Umweltschutz.

Thome-Kozmiensky, K.J.
Altlastensanierung in der Bundesrepublik Deutschland. Contaminated Site Clean-Up in the Federal Republic of Germany.
 Konferenz: Jahrestreffen der Verfahrensingenieure, Berlin, 1989, 27.-29.Sep .
 Chemie-Ingenieur-Technik 62(4), 286-298, (1990).

Thoss, R.
Reintegration belasteter Flaechen : wohnungs- wirtschaftl. u. staedtebaul. Probleme u. Perspektiven d. Altlastenbewaeltigung
 Muenster : Inst. fuer Siedlungs- u. Wohnungswesen u.a., (1987).

Timm, J.; Noeke, J.
Altlasten, Sonderabfaelle und Oeffentlichkeit
 Dortmund : Verkehr- und Wirtschafts-Verl. Borgmann, 1990.

Untersuchungen zur Sammlung von Informationen ueber Altablagerungen (Altlasten) und zur Abschaetzung ihres Gefaehrdungspotentials fuer die Umwelt.
 Universitaet Hannover, Institut fuer Geologie und Palaeontologie Callinstr. 30 D-3000 Hannover Niedersachsen. (01 Jan 1984 31 Dez 1985)

Verbundprojekt: *Methoden zur Erkundung und Beschreibung des Untergrundes von Deponien und Altlasten.*
 Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Stilleweg 2 3000 Hannover 51 (01 Nov 1989 31 Okt 1990)

Verein zur Foerderung des Instituts fuer Wasserversorgung Abwasserbeseitigung und Raumplanung der Technischen Hochschule Darmstadt
Erkundung und Bewertung von Altlasten : Kriterien u. Untersuchungsprogramme; 15. Wassertechnisches Seminar, Darmstadt, 12. Okt. 1988.
 Institut fuer Wasserversorgung Abwasserbeseitigung. Raumplanung Schriftenreihe WAR ; 35 Darmstadt (1989).

Vorhaben 1982 - 1988 / Projekttraeger: Umweltbundesamt, Projekttraegerschaft Abfallwirtschaft und Altlastensanierung.
 Bonn : Bundesmin. fuer Forschung u. Technologie, (1989).

Wagner, G. R.
Altlasten und Entsorgungs-Oekonomie
 Duesseldorf : VDI-Verlag, (1987).

Weber, G.

Dimension unterschätzt. Umweltschutztagung zum Thema "Altlasten" auf der 6. BremTec.
Konferenz: 4. BremTec-Umweltschutztagung. Altlasten - Erfassung, Gefährdungsabschätzung, Sanierung (im Rahmen der 6. Bremer Innovations- und Technologiemesse BremTec), Bremen, 1991, Jun.
Entsorga - Magazin 10(9), 140-142, (1991)

Weber, H. H.

Altlasten : Erkennen, Bewerten, Sanieren
Berlin u.a. : Springer, (1990).

Werner, P., Kuehn, W.

Viele Boeden haben es in sich. Gaswerks-Gelaende. Sorgfaeltig untersuchen - Zukuenftige Nutzung beruecksichtigen. Altlasten.
Konferenz: Altlasten auf ehemaligen Gaswerkgeelaenden (Gemeinsames Symposium von DVGW, Universitaet Karlsruhe und Umweltbundesamt), Karlsruhe, 1989, 9.-10.Mar.
Energie 41(12), 52-59, (1989)

Wichert, H.

Beratungs-Vermittlung der Wirtschaft fuer Sanierung von Altlasten. Consulting Service for the Rehabilitation of Contaminated Soil.
Wasser und Boden 42(10), 655-657, (1990).

Wiegandt, C.-C.

Altlasten und Stadtentwicklung: eine Herausforderung fuer eine kommunale Umwelt- und Planungspolitik.
(1989).

Winkelmann, I., Klopfer, P., Weimer, S., Wolff, S.

Nuklidspezifische Messungen der Bodenkontamination in Bayern und die daraus resultierende Strahlenexposition.
Konferenz: 13. Symposium ueber branchenspezifische Emissionen. Auswirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl, Muenchen, 1986, 13.Jun. Gesundheits-Ingenieur 107(5). 293-300, (1986).

Wolf, K. ; Brink, W. J.; Colon, F. J.

Altlastensanierung '88. Bd. 1. und Bd. 2.
Konferenz: 2. Internationaler TNO/BMFT-Kongress ueber Altlastensanierung. BMFT-Statusseminar, Hamburg, 11-15 Apr 1988 .
(1988).

Zeschmar-Lahl, B.

Altlasten: Erfassung, Untersuchung, Sanierung, Ueberwachung.
Wiesbaden : Hess. Ministerium fuer Umwelt u. Reaktorsicherheit, Referat Presse- u. Oeffentlichkeitsarbeit, (1988).

Zeschmar-Lahl, B.

Sachstand Altlasten: Erfassung, Bewertung, Sanierung, Finanzierung.
Freiburg [Breisgau] : Oeko-Inst., (1986)

Ziehm, H.

Die Stoererverantwortlichkeit fuer Boden- und Wasserverunreinigungen: ein Beitrag zur Haftung fuer sogenannte Altlasten.
Berlin : Duncker u. Humblot, (1989)

Zirm, K.

Sonderabfall und Altlasten Hazardous waste and contaminated sites.
Essen : Westarp Wiss., (1989).

Zirm; K.(Projektleiter)

*Studie zur bundesweiten Erfassung und Risikoanalyse von Altlasten und
Altlastenverdachtsflaechen. Nationwide locating and risk analysis of controlled and
indiscriminate dumps.*

(01 Feb 1986 31 Dez 1988)

2. Boden

2.1 Allgemeines

Als Boden wird der äußere Teil der Erdkruste bezeichnet. Dieser wird nach unten durch Gesteine begrenzt. Er besteht aus Mineralen und organischen Bestandteilen, dem Humus. Ein Boden ist kein homogener Körper, vielmehr besteht er aus unterschiedlich großen Poren, die mit wässrigen Lösungen (Wasser, Salze, Gase) und Bodenluft gefüllt sind. Vertikal ist meist ein fließender Übergang von den lockeren oberen Schichten zu den angrenzenden Gesteinen zu beobachten. Ein Boden entsteht aus Gesteinen durch die Einwirkung des Klimas und der Lebewesen.

Die Hauptbestandteile der Erdkruste (O 47%, Si 27% und Al 8%) sind erwartungsgemäß auch die Hauptbestandteile der meisten Mineralen. Entsprechend sind die häufigsten Oxide SiO_2 58% und Al_2O_3 15% (alle Angaben Gew. %) /Scheffer90/.

In diesem Kapitel über Böden wird versucht, dem Leser, der noch nicht mit diesem Fachgebiet konfrontiert ist einen Anstoß zu geben, sich mit der allgemeinen Literatur aus dem Fach Bodenkunde näher zu beschäftigen. Deswegen werden in diesem Kapitel keine Literaturverweise ausgegeben. Die allgemeinen Angaben zu den Böden stammen hauptsächlich aus Lehrbüchern der Bodenkunde.

2.2 Gesteins- und bodenbildende Minerale

Die Ausgangsminerale für die Bodenbildung sind hauptsächlich die Feldspate 51%, Quarz 12% und Pyroxene 11%. Die wichtigsten Feldspattypen sind: *Kalifeldspat* oder *Orthoklas* (KAlSi_3O_8), *Natronfeldspat* oder *Albit* ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) und *Kalkfeldspat* oder *Anorthit* ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Mischformen zwischen Kalifeldspat und Natronfeldspat werden als *Alkalifeldspat* bezeichnet; die zwischen Natronfeldspat und Kalkfeldspat als *Plagioklase*. *Quarz* ist kristallines SiO_2 . Diese Minerale gehören zu den Gerüstsilikaten, es bilden sich dreidimensionale Tetraeder. Im Quarz liegen nur Si-Atome im Zentrum von O-Atom-Tetraedern. In den Feldspaten ist ein Teil der Si^{+4} -Atome durch Al^{+3} -Atome ersetzt. Der zusätzliche Einbau von K-, Na- und Ca-Atome dient dem Ladungsausgleich. Die *Pyroxene* bestehen im Gegensatz dazu aus parallel angeordneten Tetraederketten oder Bänden. Die Tetraeder sind ähnlich

aufgebaut wie bei den Gerüstsilikaten. Zum Ladungsausgleich dienen Ca, Mg und Fe-Ionen, die zwischen den Ketten eingebaut werden und diese zusammenhalten. In diese Kategorie gehören unter anderem der *Augit* $(Ca, Mg, Fe, Al, Ti)_2(Si, Al)_2O_6$ und die *Hornblende* $Ca_2(Mg, Fe, Al)_5(Si, Al)_8O_{22}(OH)_2$.

Aus SiO_2 und Al_2O_3 , meist in Form der o.g. Minerale, bestehen zum größten Teil auch die verschiedenen *Gesteine*. Diese werden in *Magmatiten*, *Sedimente* und *Metamorphiten* eingeteilt. Die Magmatiten bilden sich aus erstarrtem Magma. Ihre chemische Zusammensetzung variiert in weiten Grenzen. Wichtigste Vertreter dieser Klasse sind die Basalte und Gabbros, die ca. 43 Vol % aller Gesteine ausmachen und die Granite und Granodiorite mit ca. 22 Vol %.

Die *Sedimente* werden durch Sedimentation von Gesteinstrümmern (z.B. Magmatite), biogenen Substanzen oder neu entstandenen chemischen Substanzen aus Wasser, Wind oder Eis gebildet. Dabei werden weniger stabile Minerale mehrfachen chemischen Umwandlungen unterzogen. Stabile Minerale, vor allem Quarz, werden dabei angereichert. Im Laufe der Zeit werden die zunächst lockeren Sedimente durch Verkittung oder Druck verfestigt. Dabei entstehen je nach Art der Ausgangsminerale *Sandsteine*, *Tongesteine*, *Carbonatgesteine*, *Löß*, *Flugsand*, *Auensedimente*, *Marschen* und *Glazigene-Sedimente*. Sedimente bedecken ca. 75% der Erdkruste. Deswegen spielen Sedimente eine wichtige Rolle bei der Bodenbildung.

Werden Sedimente sehr hohen Drucken (200 - 1000 MPa) und Temperaturen (200-700°C) ausgesetzt, so entstehen neue Gesteine, die *Metamorphite*. Dabei werden meist die mechanischen Eigenschaften der Minerale verändert, ihr Chemismus jedoch nicht.

Für die Mineralbestimmung wird für die gröberen Bodenkornfraktionen *Lichtmikroskopie*, für die feinere Bodenfraktionen wird die aufwendige *Röntgenbeugungsanalyse* nach Debye-Scherrer angewandt. Auch andere chemische Analyseverfahren wie Elementaranalyse, Differentialthermoanalyse, IR- und Mössbauerspektroskopie liefern zusätzliche Informationen für die Mineralcharakterisierung.

2.3 Verwitterung

Die Gesteine werden an der Erdoberfläche mechanischen Zerstörungskräften und der Verwitterung ausgesetzt; dabei entstehen verschieden große

Bruchstücke. Die Verwitterung ist ein wichtiger Prozeß bei der Bodenbildung. Sie ist das Ergebnis der Einwirkung des Windes, der Hydrosphäre und Biosphäre auf die Minerale und Gesteine. Die Verwitterung kann nur physikalische oder auch chemische Veränderungen an den Mineralen hervorrufen. Die physikalische Verwitterung wird durch Temperatur (von der Sonnenenergie) und Druckänderung (beim Frost, beim Auskristallisieren von Salzen oder beim Einwirken von mechanischen Faktoren) verursacht.

Die chemische Verwitterung wird hauptsächlich von Sauerstoff und Wasser hervorgerufen. Anorganische oder auch organische Säuren verstärken die Wirkung des Wassers. Dadurch werden auch schwerlösliche Minerale in ihre Bausteine zerlegt. Die neu entstehenden Minerale sind reicher an OH-Gruppen und Wasser, feinkörniger und schlechter kristallisiert. Die chemische Verwitterung verläuft durch Hydratation-Auflösung, durch Hydrolysereaktionen, durch O₂-Oxidation von Fe²⁺, Mn²⁺ und durch Komplexbildung mit organischen Liganden. Die lebenden Organismen können diese Wechselwirkungen um Größenordnungen beschleunigen.

Allgemein führen die typischen Verwitterungsneubildungen zu Oxiden und Hydroxiden des Al, Fe, Mn, Si und Ti.

2.4 Körnung des Bodens

Die *Korngrößenverteilung* des Bodens bestimmt einige seiner Eigenschaften, insbesondere die Gesamtoberfläche einer bestimmten Bodenmenge. Sie ist das Ergebnis der Verwitterung, Gesteinszerstörung und der Sortierung durch den Wind und das Wasser.

Die gängigen *Korngrößenfraktionen* sind *Ton* (<2µm), *Schluff* (2-63µm) und *Sand* (>2mm Korndurchmesser). Die Sandfraktion wird meist durch Siebung erfasst. Die Ton- und Schlufffraktionen werden durch Sedimentationsmessungen bestimmt. Dabei handelt es sich meist um den s.g. *Äquivalentdurchmesser*, der durch die Sedimentationsmessungen ermittelt wird. Die Tonfraktion besteht oft aus blätterförmigen Teilchen. Dabei betragen die Sedimentationszeiten für die feinen Tonfraktionen mehrere Stunden oder Tage. Die Fallzeiten in einem Weg von 10cm Wasser bei 22 °C für Körner mit einer Dichte von 2,65 g/cm³ und einem Durchmesser von 2, 0,63 und 0,2 µm betragen 8,4 h, 3,1 d und 30,8 d. Deswegen empfiehlt es sich, diese Analyse mit Hilfe von Zentrifugen oder speziellen Sedimentationszentrifugen durchzuführen.

Die feine Fraktion des Bodens (< 600 oder $2000 \mu\text{m}$) kann auch durch die Beugung von Laserlicht, mit Hilfe von speziellen Geräten bestimmt werden. Vor der Körnungsanalyse sollte eine Dispergierung des Bodens erfolgen. Diese geschieht durch eine $0,01 \text{ n}$ Natriumpyrophosphat-Lösung. Bei hohem organischem Anteil im Boden sollte dieser mit H_2O_2 oxidiert werden (dazu s. auch DIN 19683). Der Boden kann auch durch die Einwirkung von Ultraschall dispergiert werden.

Je nach Korngrößenverteilung des Bodens wird ein Boden klassifiziert, dazu s. DIN 4220 und USA Soil Taxonomy.

2.5 Tonminerale

Durch Verwitterung der verschiedenen Minerale entstehen an der Erdoberfläche OH-gruppenhaltige Alumosilikate, die meist zu den Schichtsilikaten gehören. Diese Minerale gehören der Tonfraktion an, der Durchmesser dieser Teilchen ist meist kleiner als $2 \mu\text{m}$ und die Dicke liegt zwischen $0,002$ und $0,050 \mu\text{m}$ (d.h. nur wenige Atome dick). Diese Minerale werden in die Gruppen *Smectite*, *Vermiculite*, *Kaolinite*, *Illite* und *Chlorite* unterteilt. Dabei variiert die chemische Zusammensetzung innerhalb einer Gruppe in weiten Grenzen.

Die Kristalle der Tonminerale bestehen aus O- und OH-Schichten, in deren Zwischenräume Kationen eingelagert sind. Man spricht von einem *Zweischichtmineral*, wenn je eine Tetraeder- und eine Oktaederschicht aus O- und OH-Ionen über gemeinsame O-Ionen verbunden sind. Zu den Zweischichtmineralen gehören *Kaolinit*, *Halloysit*, *Serpentin* und *Berthierin*. Als *Dreischichtminerale* werden solche charakterisiert, bei denen in Folge Tetraeder-Oktaeder-Tetraeder vorliegen. Dazu gehören die *Illite*, *Vermiculite*, *Smectite*, *Chlorite*. Zu den Tonmineralen gehören auch der *Palygorskit*, *Sepiolit*, *Allophan* und *Imogolit*, diese weisen eine kompliziertere Struktur auf.

Durch diese Anordnung entstehen auch die blätter-förmigen Teilchen. Wenn die Ladung der eingelagerten Kationen, die die O- und OH-Anionen nicht kompensieren kann, entsteht eine negative Nettoladung für die gesamte Schicht. Das ist bei den Böden immer der Fall. Benachbarte Schichten werden durch Kationen oder positiv geladene Hydroxidschichten zusammengehalten. Die Kräfte, die diese Schichten zusammenhalten, sind relativ schwach. Dadurch kann bei diesen Mineralen eine Quellung auftreten, wenn Wasser aufgenommen wird.

2.6. Organische Bodensubstanz

Auf den belebten oberen Bodenschichten entsteht durch das Absterben von Lebewesen und den Austrag von organischen Abfällen oder Chemikalien durch den Mensch ständig die organische Substanz des Bodens, auch *Humus* genannt.

Diese organischen Substanzen unterliegen einem kontinuierlichen Umwandlungsprozess, der von den anfänglichen, unzersetzten *Streustoffen* zu den stark umgewandelten *Huminstoffen* führt. Das letzte Stadium der Umwandlung ist die *Mineralisierung*, die zu anorganischen Stoffen (CO_2 , H_2O und anorganische Salze) führt. Oft verlaufen diese Reaktionen so langsam, daß manchmal auch nach Jahrtausenden noch keine vollständige Mineralisierung der organischen Stoffe stattgefunden hat. Typische gemessene Alter für Huminstoffe betragen Tausende von Jahren.

Die Huminstoffe gehören zu den wichtigsten Bodenkomponenten. Diese werden aufgrund ihrer laugen- bzw. Säurelöslichkeit in *Fulvosäuren* (alkalilöslich und im sauren Bereich nicht fällbarer Anteil), *Braunhuminsäure* (alkalilöslich und durch eine hohe Elektrolytkonzentration nicht fällbarer Anteil), *Grauhuminsäuren* (alkalilöslich und durch eine hohe Elektrolytkonzentration fällbarer Anteil) und *Humine* (in kalten Alkalilösungen unlöslicher Anteil). Die Braun- und Grauhuminsäuren werden als *Huminsäuren* zusammengefaßt.

Die Struktur dieser Säuren ist erwartungsgemäß sehr komplex. Da es kaum wahrscheinlich ist, in einer Laborprobe auf zwei identische Fulvo- oder Huminsäuremoleküle zu stoßen, bestimmt man lediglich summarische Größen für deren Charakterisierung. Unter anderem bestimmt man den C-, O- und N-Gehalt, das mittlere Molekulargewicht, die Gesamtacidität, die $-\text{COOH}$ -, $-\text{OH}$ - (sauer und alkoholisch), $-\text{C}=\text{O}$ - und $-\text{O}-\text{CH}_3$ - Gruppenkonzentration. Das Komplektivungsvermögen gibt weitere Informationen über die Fähigkeit dieser Stoffe, Schwermetalle zu binden. Übliche Werte für die Kationenaustauschkapazität der organischen Bodensubstanz liegen im Bereich von 2-7 mval/g. Somit liegt sie ca. eine Größenordnung höher als bei den Tonmineralen. Allgemein sind die Fulvo- und Huminsäuren starke Komplexbildner für die Schwermetalle. Auch die meisten organischen

Kontaminationsstoffe im Boden werden von den natürlichen organischen Bestandteilen des Bodens gebunden.

Außer den Huminstoffen unterscheidet man oft die in Alkohol-Benzol löslichen Substanzen (Fette, Wachse, Harze, Chlorophyll), in 0,025 M H_2SO_4 lösliche Substanzen (Pektin, Hemicellulose, Zucker, Stärke) in 72% M H_2SO_4 lösliche Substanzen (Cellulose, Eiweiß, Lignin). Diese Substanzen spielen bei der Bindung von bestimmten organischen chemischen Verunreinigungen im Boden eine große Rolle.

Für die Bestimmung der verschiedenen chemischen Parameter all dieser Stoffe werden fast sämtliche chemische, spektroskopische- und chromatographische Analyseverfahren angewandt.

Die Bodenorganismen spielen bei der Wechselwirkung von Kontaminanten und Böden eine wichtige Rolle. Diese vermögen durch den intensiven Kontakt zwischen Kontaminanten und Bodenkomponenten im Verdauungstrakt, chemische Reaktionen stark zu beschleunigen. Eine Reihe organischer Kontaminaten wird zudem, zumindest teilweise, von den Bodenmikroorganismen metabolisiert.

2.7 Literaturverzeichnis zu Kapitel 2

Da es sich hier um ein Fachgebiet handelt, mit dem die meisten Chemiker nicht vertraut sind, wird empfohlen, zunächst ein Lehrbuch der Bodenkunde zu Rate zu ziehen, z.B.:

Scheffer, F. ; Schachtschabel, P.
Lehrbuch der Bodenkunde
Enke, (1989).

Scheffer, F.; Ulrich, B.
Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde.
3. Humus und Humusduengung. 1. Morphologie, Biologie, Chemie und Dynamik des Humus.
Enke (1960).

Mückenhausen, E.
Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen
DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

Weitere Literatur:

Ahrens, L. H.
Physics and chemistry of the earth. (A progress series. Vol. 5.)
Oxford u.a.: Pergamon Pr. (1964).

Aiken, G. R.
Isolation and concentration techniques for aquatic humic substances
John Wiley & Sons, New York 363-385, (1985).

Aiken, G.R. ; Mcknight, D.M.; Wershaw, R.L.; Maccarthy, P.
Humic Substances in Soil, Sediment, and Water Geochemistry, Isolation, and Characterization
John Wiley & Sons (1985).

Arendt, F.; Hinsenveld, M., van den Brink, W.J.
Altlastensanierung 90
Kluwer Academic Publishers 1 und 2, (1990).

Avogadro, A.; Billon, A.; Cremers, A.; Henrion, P.; Kim, J. I.; Skytte J. B.; Venet, P.; Hooker, P. J.
The MIRAGE project: actinide and fission product physicochemical behavior in geological environment
Comm. Eur. Communities, [Rep.] EUR EUR 10163, Radioact. Waste Manage. Disposal 331-45, (1987).

Beckett, R.
Surface and colloid chemistry in natural waters and water treatment
Plenum Press N.Y. (1990).

Bertrand, P.
Geochemical and petrographic characterization of humic coals considered as possible oil source rocks
Organic Geochemistry, 6, 481-488, 1984.

Beudert, G.; Koegel-Knabner, I.; Zech, W.
Micromorphological, wet-chemical and ¹³C NMR spectroscopic characterization of density fractionated forest soils
 Advances in humic substances research; a collection of papers from the Fourth international meeting of the International Humic Substances Society
 Conference: International Humic Substances Society, Fourth international meeting, Huelva, Spain, Oct. 3-7, 1988.
 The Science of the Total Environment, 81-82, 401-408, (1989).

Boden

Verband der Chemischen Industrie, Frankfurt, (1986).

Bohn, H.

Soil chemistry

New York u.a. : Wiley, (1985).

Bohn, H. L.; Bohn, R. K.

Solid activity coefficients of soil components

Geoderma, 38(1-4), 3-18, (1986).

Bohn, H.L. ; O'Connor, G.A.; Mc Neal, B.L.

Soil Chemistry

John Wiley & Sons Inc. (1985).

Bolt, G.

Soil chemistry

Amsterdam u.a. : Elsevier (Developments in soil science ; 5A) A. Basic elements. - 2. rev. ed., 2. impr. - (1981).

Bolt, G.H.

Soil Chemistry B. Physico-Chemical Models

Elsevier Scientific Publishing Company (1979).

Bond, K.A.; Cross, J.E.; Ewart, F.T.

Thermodynamic Modelling of the Effect of Organic Complexants

Radiochimica Acta 52/53, 433-437, (1991).

Bourbonniere, R. A.; Meyers, P. A.

Characterization of sedimentary humic matter by elemental and spectroscopic methods

Conference: Remote sensing in the environment, Detroit, Mich., United States, Nov. 7-11, 1977

Can. J. Spectrosc., 23(2), 35-41, (1978).

Bourbonniere, R. A.; Meyers, P. A.

Characterization of sedimentary humic matter by alkaline hydrolysis

Organic Geochemistry, 5(3), 131-142, (1983).

Bowen, H. J.

Environmental chemistry of the elements.

Academic Pr. (1979).

Brookins, D.G.

Geochemical aspects of radioactive waste disposal,

Springer, (1984).

Buckau, G.; Zhuang, W.; Kim, J.

Analysis and characterization of humic substances in the Gorleben site groundwater and their impact on the sorption behaviour of the actinides. Analyse und Charakterisierung der Huminstoffe in Gorleben-Grundwassern und ihr Einfluss auf das Sorptionsverhalten der Aktinoide.

Conference: 66. PTB-seminar 'Chemistry and migration behaviour of the actinides and fission products in natural aquatic systems', Garching (Germany, F.R.), 24-25 Apr 1986
PTB-SE--14, 53-63, (1986).

Campbell, G. S.

Soil physics with BASIC : transport models for soil-plant systems
Amsterdam u.a. : Elsevier, (1985). (Developments in soil science ; 14)

Chemical Society Environmental Vol. 1 Specialist periodical report Environmental Vol. 1

Environmental chemistry Vol. 1

The Chemical Society (London).

A specialist periodical report. Environmental chemistry. Vol. 1. (1975). A review of the recent literatur concerning the organic chemistry of environments publ.up to mid-1973. Senior reporter: G. Eglinton.

Choppin, G.R.

Humics and Radionuclide Migration
Radiochimica Acta 44/45, 23-28, (1988).

Choudhry, G.G.

Interactions of Humic Substances with Environmental Chemicals

Environmental Chemistry Reactions and Processes, Springer Verlag Vol. 2, Part B, 103-128, (1982).

Collazo-Lopez, H.; Boudreau, S. P.; Cooper, W. T.

Characterization of humic substances by non-conventional gas chromatographic techniques

Conference: 194th ACS national meeting, New Orleans, LA, United States, Aug. 30-Sept. 4, 1987
Abstracts of Papers

Colman, S.

Rates of chemical weathering of rocks and minerals
Orlando u.a. : Acad. Pr., (1986).

Copelin, E. C.; Larter, S. R.

Chemical characterization of aromatic hydrocarbons, kerogen, and humic acids in Deep Sea Drilling Project Leg 71 cores

Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 71(2), 1045-1049, (1983).

Coughtrey, P. J.; Jackson, D.; Thorne, M. C.

Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems : a critical review of data / prepared for the Directorate-General Employment, Social Affairs and Education, Health and Safety Directorate, Commission of the European Communities

Rotterdam u.a. : Balkema In 6 vol. Zugl.: EUR-8115-II und III Vol.2 und 3. (1983).

Crisp, P. T.; Brenner, S.; Venkatesan, M. I.; Ruth, E.; Kaplan, I. R.

Organic chemical characterization of sediment-trap particulates from San Nicolas, Santa Barbara, Santa Monica and San Pedro basins, California

Geochim. Cosmochim. Acta, 43(11), 1791-1802, (1979).

Daum, K.A.; Newland, L.W.

Complexing Effects on Behavior of Some Metals

Environmental Chemistry, Reactions and Processes
Springer Verlag, Vol2, Part B, 129-139, (1982).

- Davies, B. E.; Roberts, L. J.
The distribution of heavy metal contaminated soils in Northeast Clwyd, Wales
Water, Air, Soil Pollut., 9(4), 507-518, (1978).
- Del Debbio, J.A.
Sorption of Strontium, Selenium, Cadmium, and Mercury in Soil
Radiochimica Acta 52/53, 181-186, (1991).
- Dyer, K.
Effect of CO₂ on the chemical equilibrium of soil solution and ground water,
Ann Arbor, Mich.: Univ. Microfilms Internat., Diss. (1967).
- Eberle, S.
Extraktion von Huminsaeure aus Wasser mit Trioctylamin.
Kernforschungszentrum Karlsruhe KfK-1731 (1973).
- Environmental chemistry*
Royal Society of Chemistry London (A specialist periodical report / Royal Society of
Chemistry) Vol. 2. A review of the literature published up to mid-1980. - 1982.
- Flaig, W.
*Some Physical and Chemical Properties of Humic Substances as a Basis of their
Characterization [with discussion]*
Int. Ser. Monogr. Earth Sci., 33(49-67), (1972). (in Advances In Organic Geochemistry, 1971).
- Foerstner, U.
*Contaminated sediments : lectures on environmental aspects of particle-associated chemicals
in aquatic systems*
Berlin u.a. : Springer, (1989).
- Frimmel, F. H.
Metal pollutants and humic substances
Water Supply, 3(1, Contam. Groundwater Groundwater Treat.), 49-60 (1985).
- Frimmel, F. H.
Complex formation by humic substances from a brown water lake
Vom Wasser, 49, 1-10, (1978).
- Frimmel, F. H.
Complex formation in water. Basics and analytical determination
Wasser-Kal., 17, 26-45, (1983).
- Frimmel, F. H.
Formation and behavior of organic metal complexes in water
Seifen, Oele, Fette, Wachse, 107(5), 127-30 (1981).
- Frimmel, F. H.
Complex formation in solution and in heterogeneous systems
NATO Conf. Ser., [Ser.] 1, 6(Trace Elem. Speciation Surf. Waters Its Ecol. Implic.), 71-86, (1983).
- Frimmel, F. H.; Immerz, A.; Niedermann, H.
*Complexation capacities of humic substances isolated from freshwater with respect to
copper(II), mercury(II), and iron(II,III)*
Complexation Trace Met. Nat. Waters, Proc. Int. Symp., The Hague, Neth. 329-43, (1984).

Fripiat, J.

Advanced techniques for clay mineral analysis, invited contrib. from the symp. held at the 7th international clay conference, Bologna and Pavia, Italy, Sept. 6 - 12, 1981
Elsevier, (1982).

Gardner, W. S.; Landrum, P. F.

Characterization of ambient levels of ultraviolet-absorbing dissolved humic materials in natural waters by aqueous liquid chromatography

Conference: Symposium on terrestrial and aquatic humic materials, Chapel Hill, NC, United States, Nov. 4-5, 1981.

Aquatic and terrestrial humic materials 203-217, (1983).

Gershanovich, D. Y.; Zaslavskiy, Y. N.

Geochemical characterization of the organic matter in bottom sediments in the upwelling zone in the Southeast Pacific

Geochemistry International, 20(1), 88-96, (1983).

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie.

Geschichtliches, Kosmochemie, Geochemie, Mineralien, Lagerstaetten
Weinheim/Bergstr.: Verl.Chemie (1970).

Goodman, B. A.

The characterization of iron complexes with soil organic matter

Conference: Iron in soils and clay minerals, Bad Windsheim, Germany, Federal Republic of, July 1-13, 1985

NATO Advanced Study Institutes Series. Series C; Mathematical and Physical Sciences, 217.
677-687, (1988).

Gransch, J. A.; Eisma, E.

Characterization of the insoluble organic matter of sediments by pyrolysis

Third International Congress, Proceedings

Advances in organic geochemistry 407-426, Oxford, (1970).

Grenthe, I.

Thermodynamics in Migration Chemistry

Radiochimica Acta 52/53, 425-432, (1991).

Hatcher, P. G.; Breger, I. A.; Maciel, G. E.; Szeverenyi, N. M.

Geochemistry of humin

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 275-302, (1985). Wiley-Interscience.

Hayes, M. H. B.

Extraction of humic substances from soil

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 329-362, (1985). Wiley-Interscience.

Heim, D.

Tone und Tonminerale

Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1990).

Heinrichs, H.

Praktikum der analytischen Geochemie

Springer, (1990).

Hickey, M. G.

The partitioning of heavy metals in contaminated soils

Degree: Doctoral. (1982). United States Availability: Univ. Microfilms.

Higashi, T.

Characterization of Al/Fe-humus complexes in Dystrandepts through comparison with synthetic forms

Geoderma, 31(4), 277-288, (1983).

Hillel, D.

Soil and water. Physical principles and processes. Daniel Hillel. (3.print.) New York u.a.: Academic Pr. 1973. XIV, 288 S. (Physiological ecology.)

Huffman, E. W. D. Jr.; Stuber, H. A.

Analytical methodology for elemental analysis of humic substances

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 433-455, (1985). Wiley-Interscience.

Iosells, P.; Rubinsztain, Y.; Ikan, R.; Aizenshtat, Z.; Frenkel, M.

Thermal characterization of natural and synthetic humic substances

Organic Geochemistry, 8(1), 95-101, (1985).

Ireland, M. P.

The effect of the earthworm Dendrobaena rubida on the solubility of lead, zinc, and calcium in heavy metal contaminated soil in Wales

J. Soil Sci., 26(3), 313-318, (1975).

Irgolic, K.

Environmental inorganic chemistry : based on papers pres. at the U.S.-Italy joint seminar and workshop, San Miniato, Italy, from June 5 - 10, 1983 / ed. by Kurt J. Irgolic

Weinheim : VCH, (1985).

Ishiwatari, R.

Fractionation and characterization of humic acid from a lake sediment

Geochem. J. (Geochem. Soc. Jap.), 2(3-4), 175-184, (1968).

Ishiwatari, R.

Geochemistry of humic substances in lake sediments

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 147-180, (1985). Wiley-Interscience.

Ishiwatari, R.

Chemical characterization of fractionated humic acids from lake marine sediments

Chem. Geol., 12(2), 113-126, (1973).

Ishiwatari, R.; Morinaga, S.; Yamamoto, S.; Machihara, T.; Rubinsztain, Y.; Iosells, P.; Aizenshtat, Z.; Ikan, R.

A study of formation mechanism of sedimentary humic substances; Characterization of synthetic humic substances (melanoidins) by alkaline potassium permanganate oxidation

Organic Geochemistry, 9(1), 11-23, (1986).

Kalinowski, E.; Blondeau, R.

Characterization of sedimentary humic acids fractionated by hydrophobic interaction chromatography

Marine Chemistry, 24(1), 29-37, (1988).

Kallianou; C. S.; Yassoglou; N. J.; Ziechmann, W.

Characterization of humic substances obtained from Calcareous soils from Greece with various extractants; 1, Chemical characterization

Zeitschrift fuer Pflanzenernaehrung und Bodenkunde, 150(2) (1987), 108-112. Verlag Chemie, Weinheim, Federal Republic of Germany.

- Kallianou, C. S.; Ziechmann, W.; Yassoglou, N. J.
Characterization of humic substances obtained from Calcareous soils from Greece with various extractants; 2, Physical characterization
 Zeitschrift fuer Pflanzenernaehrung und Bodenkunde, 150(2) (1987), 113-118. Verlag Chemie, Weinheim, Federal Republic of Germany .
- Kazemi, A.; Roth-Kleyer, S.
Wirkung von simulierten "sauren" Niederschlaegen auf die Mobilitaet von Blei, Cadmium und Zink in einem mit Muellklaerschlammkompost versetzten Boden.
 Wasser und Boden, 38(5), 238-242, (1986).
- Khalili, F.
Isolation and characterization of humic acid from Jordanian oil shale
 Fuel (Guildford), 69(2), 151-156, (1990).
- Kim, J. I.; Buckau, G.; Bryant, E., Klenze, R.
Complexation of americium(III) with humic acid
 Radiochim. Acta 48, 135-43, (1989).
- Kim, J. I.; Buckau, G.; Klenze, R.
Natural colloids and generation of actinide pseudocolloids in groundwater
 Comm. Eur. Communities, [Rep.] EUR EUR 11037, Nat. Analogues Radioact. Waste Disposal 289-99, (1987).
- Kim, J. I.; Buckau, G.; Zhuang, W.
Humic colloid generation of transuranic elements in groundwater and their migration behavior
 Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 84, 747-56, (1987).
- Kim, J.; Buckau, G.
Characterization of reference and site specific human acids. Interlaboratory comparison exercise of the 'COCO-club' in the CEC project MIRAGE II, part 1: Characterization.
 RCM--01588 (1988) MF available from INIS und RCM--02188 (1988).
- Kim, J.; Buckau, G.; Klenze, R.; Rhee, D.; Wimmer, H.
Characterization and complexation of humic acid.
 RCM--01090 (1990) MF available from INIS
- Koegel, I.; Hempfling, R.; Hatcher, P.; Schulten, H.-R.
Decomposition in forest humus layers studied by CPMAS 13C NMR, pyrolysis-field ionization-mass spectrometry and CuO oxidation.
 Conference: 3. International meeting of the International Humic Substances Society Oslo , 4-8 Aug 1980
 Sci. Total Environ. 62, 111-113, (1987).
- Koensler, W.
Sand und Kies Mineralogie, Vorkommen, Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten
 Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1989).
- Kotlyar, L. S.; Ripmeester, J. A.; Sparks, B. D.
13 C NMR characterization of humic matter present in different oil sands
 Fuel Science & Technology International, 7(5-6), 477-505, (1989).
- Kotlyar, L.; Ripmeester, J.
Application of solid state silicon-29 and carbon-13 nuclear magnetic resonance spectroscopy to the characterization of inorganic matter-humic complexes in Athabasca oil sands.
 Conference: Joint meeting of the 195th national meeting of the American Chemical Society and the 3rd Chemical Congress of North America, Toronto (Canada), 5-11 Jun 1988 .
 CONF-880604-- (1988).

- Kristensen, E.
Characterization of biogenic organic matter by stepwise thermogravimetry (STG)
Biogeochemistry, 9(2), 135-159, (1990).
- Kumada, K.
Chemistry of soil organic matter
Japan Scientific Societies Pr., (1987).
- Ladd, J.; Martin, J.
Soil organic matter studies.
Isotopes and radiation in agricultural sciences. V.1. Soil-plant-water relationships. 67-98, (1984).
London: Academic Press.
- Landner, L.
Speciation of Metals in Water, Sediment and Soil System
Lecture Notes in Earth Sciences, Springer Verlag (1986).
- Lawrence, J.
Humic acid and related substances in the environment
Monographic: Analysis of trace organics in the aquatic environment, 313-337, (1989).
- Leenheer, J. A.
Fractionation techniques for aquatic humic substances
Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization. 409-429, (1985). Wiley-Interscience.
- Leuschner, H.-H.
Dichte-Fraktionierung der Boden-Partikel aus Ap-Horizonten von Sand-Boeden Ostniedersachsens zur Charakterisierung des Acker-Humus
Goettingen, Univ., Diss., 1983 (1983).
- Lindsay, W.
Chemical equilibria in soils
New York u.a. : Wiley, (1979).
- Lopez, L.; Melendez, W.; Mogollon, J. L.; Bifano, C.; Rojas, A.
Characterization of humic substances in polluted and non-polluted stream sediments
Conference: V. M. Goldschmidt conference, Baltimore, MD, United States, May 11-13, 1988.
Monographic: V. M. Goldschmidt conference; program and abstracts. Geochem. Soc. Am., United States, United States
- MacCarthy, P.; Rice, J. A.
Spectroscopic methods (other than NMR) for determining functionality in humic substances
Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization. 527-559, (1985). Wiley-Interscience.
- Machihara, T.
Characterization of insoluble organic matter in sediments from the Nankai Trough, Deep Sea Drilling Project Leg 87A
Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 87, 891-896, (1986).
- Margeson, J. L.; Hornof, V.; Neale, G. H.
Characterization of the humic-clay complex and its influence on bitumen displacement from Athabasca oil sand
Journal of Canadian Petroleum Technology, 28(2), 57-62, (1989).

Marley, N. A.; Gaffney, J. S.; Orlandini, K. A.; Picel, K.; Choppin,
Chemical characterization of humic colloidal materials using a variety of analytical spectroscopies
 Conference: American Chemical Society, 198th national meeting, Miami Beach, FL, United States, Sept. 10-15, 1989, Abstracts of Papers - American Chemical Society (1989)

Mathur, S. P.; Farnham, R. S.
Geochemistry of humic substances in natural and cultivated peatlands
 Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 53-85, (1985). Wiley-Interscience.

Meuzelaar, H. L. C.; Haider, K.; Nagar, B. R.; Martin, J. P.
Comparative studies of pyrolysis-mass spectra of melanins, model phenolic polymers, and humic acids
 Geoderma, 17(3), 239-252, (1977).

Mishra, V. K.
Genesis and classification of soils derived from Hauptdolomit (Dolomite) in Kalkalpen and effects of soil type and humus form on some features of forest natural regeneration.
 Muenchen, Univ., Diss., 1982, (1982).

Moeller P.
Anorganische Geochemie
 Springer, (1986).

Nagar, B.
Applications of computer techniques in humus research.
 Conference: Symposium on soil organic matter studies, Braunschweig, Germany, F.R., 6 - 10 Sep 1976.
 IAEA-SM--211/49, 2, 171-175, (1977).

Newman, R. ; Theng, B.; Filip, Z.
Carbon-13 nuclear magnetic resonance spectroscopic characterization of humic substances from municipal refuse decomposing in a landfill.
 Science of the Total Environment. 65, 69-84, (1987).

Novak, J. M.
Characterization of humic and fulvic acids extracted from surface horizons of contiguous Alfisols and Mollisols of southwestern Ohio and their influence on mineral weathering
 Degree: Doctoral. (1989). Availability: Univ. Microfilms, Ann Arbor MI, United States.

Orlov, D. S.; Ammosova, Y. M.; Glebova, G. I.
Molecular parameters of humic acids
 Geoderma, 13(3), 211-229, (1975).

Page, A.
Methods of soil analysis
 Madison, Wis. : American Soc. of Agronomy u.a. (Agronomy ; 9,2) Pt. 2. Chemical and microbiological properties (1987).

Paolini, J. E.
Characterization of humic acids extracted from typical soils of the tropical rain forest at San Carlos de Rio Negro, Amazonas
 Acta Cient. Venez., 31(5), 415-420, (1980). (Publisher: Asociacion Venezolana para el Avance de la Ciencia, Avda Neveri, Caracas, Venezuela).

Paul, E. A.

Characterization and turnover rate of soil humic constituents

Pedology and Quaternary research, (Edmonton, Alberta) 63-76, (1969).

Perdue, E. M.

Acidic functional groups of humic substances

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 493-526, (1985). Wiley-Interscience.

Petit, J.-C.

Migration of Radionuclides in the Geosphere: What can we learn from Natural Analogues?

Radiochimica Acta 51, 181-188, (1990).

Piccolo, A.

Characteristics of soil humic extracts obtained by some organic and inorganic solvents and purified by HCl-HF treatment

Soil Science, 146(6), 418-426, (1988).

Pickering, W. F.

The role of chemical equilibria in the leaching of metal ions from soil components

Monographic: Leaching and diffusion in rocks and their weathering products, 463-504, (1983). Theophrastus, Athens, Greece.

Poutanen, E.

Characterization of humic and fulvic acids isolated from Baltic Sea sediments using ^{13}C and ^1H nuclear magnetic resonance spectra

Organic Geochemistry, 9(4), 163-170, (1986).

Ram, N.; Raman, K. V.

Characterization of humic and fulvic acids extracted from different Indian soils

Journal of the Indian Society of Soil Science, 29(2), 179-183, (1981).

Ram, N.; Raman, K. V.

Characterization of metal-humic and

Pedologie, 33(2), 137-145, (1983).

Richter, J.

Der Boden als Reaktor Modelle für Prozesse im Boden

Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1986).

Salto, Y.; Hayano, S.

Characterization of humic and fulvic acids isolated from marine sediments of Sagami and Sugura bays with C-^{13} and proton nuclear magnetic resonance

Oceanogr. Soc. Jap., J., 36(6), 286-292, (1981).

Schnitzer, M.

Nature of nitrogen in humic substances

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 303-325, (1985). Wiley-Interscience.

Schnitzer, M.

Recent findings on the characterization of humic substances extracted from soils from widely differing climatic zones. (Review.)

Conference: Symposium on soil organic matter studies, Braunschweig, Germany, F.R., 6 - 10 Sep 1976

IAEA-SM--211/7, 2, 117-131, (1977).

Schnitzer, M.; E. Lowe, L.; Dormaar, J. F.; Martel, Y.
A procedure for the characterization of soil organic matter
 Canadian Journal of Soil Science, 61(3), 517-519, (1981).

Schoettler, U.
Untersuchungen zur Bestimmung der Reinigungswirkung von Boeden am Beispiel von Schwermetallionen (Zn, Cu und Pb). The decontamination capacity of soils in relation to heavy metals, Zn, Cu, and Pb
 Geol. Mitt. (Aachen), 12, 61-76, (1971).

Schottler, U.
Die Reinigungswirkung von Boeden am Beispiel von Schwermetallen The cleansing activity of soils in the case of heavy metals
 Dtsch. Geol. Ges., Z., 124(2), 555-566, (1973).

Schroll, E.
Analytische Geochemie. Bd 1 und Bd 2.
 Stuttgart: Enke 1976.

Senesi, N.; Miano, T. M.; Provenzano, M. R.; Brunetti, G.
Spectroscopic and compositional comparative characterization of I.H.S.S. reference and standard fulvic and humic acids of various origin
 Fourth international meeting, Huelva, Spain, Oct. 3-7, 1988
 The Science of the Total Environment, 81-82, 143-156, (1989).

Shinozuka, N.; Hayano, S.
Polarographic characterization of humic acid
 Soil Science, 143(3), 157-161, (1987).

Skrivan, P.; Fafejtova, J.
Experimental study of the phosphate sorption and immobilization in soil components
 Monographic: Leaching and diffusion in rocks and their weathering products Leaching, 517-526, (1983). Theophrastus, Athens, Greece.

Soil organic matter studies. Proceedings of a symposium jointly organized by the IAEA and the FAO in cooperation with Agrochimica and held in Braunschweig, 6-10 September 1976.
 Vienna: IAEA. (1977).

Soroko, T. I.; Korneva, L. M.
A comparative chemical characterization of the katagenetic series of concentrated and dispersed forms of humic organic matter
 Conference: Eighth international congress on organic geochemistry, Moscow, USSR, May 10-13, 1977
 Abstracts of Reports, 8(1), 37-38, (1977).

Sposito, G.
The Chemistry of Soils
 Oxford University Press (1989).

Steelink, C.
Implications of elemental characteristics of humic substances
 Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 457-476, (1985). Wiley-Interscience.

Stevenson, F.J.
Humus Chemistry Genesis, Composition, Reactions
 John Wiley & Sons Inc. (1982).

Stevenson, F.J.

Geochemistry of soil humic substances

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 13-52, (1985). Wiley-Interscience.

Stucki, J.

Advanced chemical methods for soil and clay minerals research, proc. of the NATO advanced study inst., Urbana, Ill., July 23 - Aug. 4, 1979

Reidel, (1980).

Swift, R. S.

Fractionation of soil humic substances

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 387-408, (1985). Wiley-Interscience.

Thorn, K.; Wershaw, R.; Rice, J.; MacCarthy, P.

C-13 NMR characterization of humic materials isolated by an MIBK partitioning procedure.

Conference: 3. International meeting of the International Humic Substances Society Oslo, 4-8 Aug 1986

Sci. Total Environ. 62, 185-188, (1987).

Thurman, E. M.

Humic substances in groundwater

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 87-103, (1985). Wiley-Interscience.

Toledo, A. P. P.; D'Aquino-Rosa, V. A.; Assumpcao, D. T. G.; Vitta, J. A.

Chemical characterization of humic substances from the bottom sediment of lagoa da Conceicao Florianopolis, S.C.

Conference: Simposio internacional sobre utilizacao de ecossistemas costeiros, Rio Grande, Brazil, Nov. 22-27, 1982 .

Atlantica, 5(2), 119, (1982).

Tripp, S.; Barkay, T.; Olson, B. H.

Relationship between heavy-metal contamination and soil bacteria

Monographic: Mineral exploration; biological systems and organic matter, 351-352, (1986).

Vandenbroucke, M.; Behar, F.

Geochemical characterization of the organic matter from some Recent sediments by a pyrolysis technique

Geological Society Special Publications, 40, 91-101, (1988)

Vandenbroucke, M.; Pelet, R.; Debyser, Y.

Geochemistry of humic substances in marine sediments

Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 249-273, (1985). Wiley-Interscience.

VanOlphen, H.

An introduction to clay colloid chemistry. For clay technologists, geologists and soil scientists.

Wiley (1977).

VanOlphen, H.

Data handbook for clay materials and other non-metallic minerals. Providing those involved in clay research and industrial application with sets of authoritative data describing the physical and chemical properties and mineralogical composition of the available reference materials.

Pergamon Pr. (1979).

Vaughn, D.; Russell, J. D.; Ord, B. G.; Anderson, H. A.; Fraser, A. R.
Characterization of a Scottish dopplerite
Geoderma, 43(4), 325-335, (1989)

Walkley, A. ; Black, I.A.
An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method
Soil science 37, 29-38, (1934).

Warwick, P.; Hall, A.; Shaw, P.; Higgo, J.J.W.; Williams, G.M.; Smith, B.; Haigh, D.; Noy, D.
The Influence of Organics in Field Migration Experiments
Part 2: Radionuclide Speciation and Mobility Studies
Radiochimica Acta 52/53, 465-471, (1991).

Weis, M.; Abbt-Braun, G.; Frimmel, F. H.
Humic-like substances from landfill leachates; characterization and comparison with terrestrial and aquatic humic substances
The Science of the Total Environment, 81-82, 343-352, (1989).

Wershaw, R. L.
Application of nuclear magnetic resonance spectroscopy for determining functionality in humic substances
 Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 561-582, (1985). Wiley-Interscience.

Wershaw, R. L.; Alken, G. R.
Molecular size and weight measurements of humic substances
 Monographic: Humic substances in soil, sediment, and water; geochemistry, isolation and characterization, 477-492, (1985). Wiley-Interscience.

Wershaw, R. L.; Pinckney, D. J.
Isolation and characterization of clay-humic complexes
 Monographic: Analysis, chemistry, biology. 207-219, (1980). Publisher: Ann Arbor Sci. Publ., Ann Arbor, MI, United States Collective: Contaminants and sediments.

Williams, G.M.; Higgo, J.J.W.; Sen, M.A.; Falck, W.E.; Noy, D.J. ; Wealthall, G.P.; Warwick, P.
The Influence of Organics in Field Migration Experiments
Part 1: In situ Tracer Tests and Preliminary Modelling
Radiochimica Acta 52/53, 457-463, (1991).

Wolkewitz, H.
Die physikalischen Eigenschaften von Boeden, ihre methodische Erfassung und ihre Veraenderung durch verschiedene Faktoren, dargestellt an Modellsubstanzen.
 Berlin-Charlottenburg (1964).

Yariv, S.; Cross, H.
Geochemistry of Colloid Systems
For Earth Scientists
 Springer Verlag Berlin Heidelberg New York (1979).

Ziechmann, W.
Wolfgang Ziechmann. Huminstoffe. Probleme, Methoden, Ergebnisse.
 Weinheim Verl.Chemie (1980).

3. Kontaminationsstoffe

3.1 Allgemeines

Durch menschliches Handeln gelangen viele Stoffe (anorganische sowie organische) in die Umwelt, die sich zumindest in deren *Menge* oder Zusammensetzung von den natürlich vorhandenen Stoffen unterscheiden. Ob diese Stoffe für den Mensch und die Umwelt als *toxisch* einzustufen sind, hängt vor allem von der zu erwartenden *Dosis* ab. Diese wiederum zu bestimmen ist nicht einfach und ist mehrfach Gegenstand intensiver Forschung /Eikmann89, Eikmann90, Koch89, Origin75, Rat90, Arendt90 /. Dabei bleibt die Frage nach möglichen *synergetischen* Effekten bei gleichzeitigem Vorhandensein von mehreren Kontaminationsstoffen meistens offen. Speziell für Bodenkontaminationen sind solche Stoffe relevant, die *persistent* genug sind, um nach längerer Zeit im Boden beständig zu sein /Scheffer89, Schwermetalle84, Beurteilung89, GDC86, Franzius88, Rat90, Umweltrelevante, Arendt90 /.

Die Komplexität der Problematik, ab wann ein Stoff im Boden als Kontamination anzusehen ist und ab wann Handlungsbedarf besteht, in Zusammenhang mit den großen finanziellen Konsequenzen, die eine solche Definition mit sich bringt, hat dazu geführt, daß in der Bundesrepublik noch keine allgemein gültigen *Grenzwerte* für die Bodenkontamination gibt. Insbesondere wird die Abhängigkeit solcher Grenzwerte von der vorgesehenen späteren Nutzung des Geländes diskutiert /Beurteilung89, Bachhausen90, Franzius88, Friedl91, Grenzwerte89, Houk86, Jander88, Koch89, Rat90, Wichert90, Arendt90/.

Hilfe bei der Frage nach den zu erwartenden Kontaminationsstoffe wird sowohl durch entsprechende Tabellen als auch durch Computerprogramme geleistet. Dabei werden je nach Industriebranche, aus der die mögliche Kontamination stammt, Vorschläge für den Analyseplan gemacht /Rat90, XUMA, Altlasten-Handbuch, Clausen89, Foerster86, Franzius88, Arendt90 /.

3.2 Anorganische Kontaminationsstoffe

Zu den anorganischen Bodenkontaminationen zählen hauptsächlich einige *Schwermetalle und Cyanidverbindungen*. Seltener sind Kontaminationen durch andere anorganische Anionen.

Mangels einheitlicher, bundesweit verbindlich geltender Grenzwerte für die verschiedenen Bodenkontaminationsstoffe legt man bei der Beurteilung von Verdachtsflächen und bei der Zielsetzung der Sanierung die in der Niederlande geltende Liste von Kontaminationsstoffen in Böden und die Liste, die Prof. Dr. A. Kloke im Jahr 1977 und 1980 als Richtwerte 80, veröffentlicht hat, zu Grunde /Franzius88 s. Kap 4.1.3.1./.

Tabelle 1: Niederländische Liste und KLOKE-Liste

Gesamtgehalt in lufttrockenem Boden mg/kg						
	Orientierungsdaten für isolierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden (KLOKE 1978, 1980)			Leitraad Bodemsanering 04.11.1988 - Niederlande -		
	häufig	besondere bzw. kontaminierte Böden	tolerierbar	A	B	C
Aluminium						
Antimon	<0.1 - 0.5	?	5			
Arsen	2 - 20	<8000	20	29	30	50
Barium	-	-	-	200	400	2000
Beryllium	1 - 5	<2300	10			
Blei	0.1 - 20	<4000	100	85	150	600
Cadmium	0.1 - 1	<200	3	0.8	5	20
Chrom	2 - 50	<20000	100	100	250	800
Cobalt	1 - 10	<800	50	20	50	300
Gallium	<0.5 - 10	<300	10			
Kupfer	1 - 20	<22000	100	36	100	500
Molybdän	1 - 5	<200	5	10	40	200
Nickel	2 - 50	<10000	50	35	100	500
Quecksilber	0.1 - 1	<500	2	0.3	2	10
Selen	0.1 - 5	<1200	10			
Thallium	<0.1 - 0.5	<40				
Titan	<100 - 5000	<20000	5000			
Uran	<0.1 - 1	<115	5			
Vanadium	10 - 100	<1000	50			
Zink	3 - 50	<2000	300	140	500	3000
Zinn	1 - 20	<800	50	20	50	300
Zirkon	<10 - 300	<6000	300			
Borat (als B)	5 - 30	<1000	25			
Brom	1 - 10	100	10	20	50	300
Cyanid (gesamt-frei)	-	-	-	1	10	100
Cyanid (gesamt-komplex)	-	-	-	5	50	500
Fluor	50 - 200	8000	200	500	400	2000
Schwefel (gesamt)	-	-	-	2	20	200

A: Referenzwerte

B: Prüfwerte für nähere Untersuchung

C: Prüfwerte für Sanierungsuntersuchung bzw. Sanierung

In Berlin wird die sogenannte Berliner-Liste bei der Beurteilung von Bodenkontaminationen angewandt dazu s. Tabelle 2 und 3.

Tabelle 2. Berliner-Liste. Eingreifwerte und Sanierungsziele für kontaminierte Böden. /von Steffens91 s. 247/ (* Nutzungsabhängiger Richtwert zwischen 100 und 1000 ng/Kg TE)

Kategorie Ia: Wasserschutzgebiet Kategorie Ib: Flächen mit sensiblen Nutzungen Kategorie II: Urstromtal Kategorie III: Hochflächen	BODEN [mg/kg TS]			
	Kategorie			
SCHADSTOFFE	Ia	Ib	II	III
1. Anorganische Substanzen				
1.1 Metalle:				
Arsen	10	7	20	40
Blei	100	100	500	600
Cadmium	2	1,5	10	20
Chrom, gesamt	150	100	400	800
Chrom VI	5	5	25	50
Kobalt	100	100	200	300
Kupfer	200	100	500	600
Nickel	200	50	250	300
Quecksilber	0,5	0,5	1	10
Zink	500	300	2.000	3.000
Zinn	100	100	300	1.000
1.2 Sonstige anorganische Stoffe				
Cyanide, ges.-komplexgeb.	25	25	50	100
Cyanide, 1. freisb.	1	1	5	10
Fluoride	500	100	1.000	2.000
2. Organische Substanzen				
2.1 Aliphatische Kohlenwasserstoffe				
Mineralölkohlenwasserstoffe	300	300	3.000	5.000
2.2 Aromatische Kohlenwasserstoffe				
2.2.1 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe				
Summe Monoaromaten	5	2	15	25
Benzol	0,5	0,5	3	5
Toluol	5	0,5	15	25
Xylol	5	0,5	1 5	25
2.2.2 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe				
Summe PAK (EPA)	10	1	50	100
2.3 Substituierte Kohlenwasserstoffe				
2.3.1 Aliphatische halogenierte Kohlenwasserstoffe				

Flüchtige halogenierte KW, ges. (HKW)	5	5	25	50
Flüchtige chlorierte KW, ges. (CKW)	5	5	25	50
Monochlorethen	1	1	3	5
2.3.2 Aromatische halogenierte Kohlenwasserstoffe				
Summe PCB (Nach Altölv)	1	1	3	5
Chlorbenzole	1	1	3	5
2,3,7,8-TCDD-Äquivalente nach BGA	(*)	100ng /kgTE	(*)	(*)
2.4 Phenole und Alkohole				
Phenole (EPA), ohne Chlor	10	10	25	50
Chlorphenole (EPA), einzeln	2	2	5	10
Chlorphenole (EPA), gesamt	5	5	10	20
Methanol	100	100	200	500
Isopropanol	100	100	200	500
Glykol	100	100	200	500
3. Pestizide, gesamt (Einzelsubstanz)	0,5	0,25	1	2
4. Sonstige Substanzen WGK I	500	500	1.500	5.000
WGK 2	200	200	500	1.500
WGK 3	50	50	200	500

Eine Quelle mit komprimierten Informationen über viele umweltrelevante Aspekte der Schwermetallproblematik in Böden wie Gehalte, Quellen, Bindungsformen, Pflanzengehalt, Verfügbarkeit und Toxizität befindet sich in /Scheffer89/. Detaillierter Abhandlungen dieser Thematik finden sich in /Beurteilung89, Franzius88, Behrens89, Angelidis89, Arendt90, Davies78, Foerster86, Franzius88, Hahn88, Harres87, Hickey82, Huaiman88, Irgolic85, Kazemi86, Schuller91, Scheffer89, Thome89, Thormann86, Tripp86, Wolf88/. Eine Sammlung relevanter Daten über die Schwermetalle befindet sich auch in /Koch89/. Die große Vielfalt /Rat90 S. 125/ der Bindungsformen der verschiedenen Schwermetalle im Boden machen es sehr schwierig, allgemein gültige Daten für jedes Element darzustellen. Weitere Informationen zu diesem Gebiet finden sich in / Bulman86, Frimmel85, Frimmel81/.

Schwermetalle sind in meistens geringen Konzentrationen natürliche Bestandteile von Böden. Ein Teil davon ist jedoch im stabilen Silikatgitter der Minerale fest gebunden und somit immobilisiert. Die vom Menschen verursachten Schwermetallkontaminationen führen dem Boden nicht nur eine zusätzliche Schwermetallfracht zu, sondern diese ist zudem meistens mobiler, also leichter durch die Bodenlösung auswaschbar. Dies trifft besonders bei höheren Konzentrationen, wenn die Bindungskapazität der Huminstoffen und der Fe- und Mn-Oxide sowie der Tonminerale überschritten wird, zu.

Tabelle 3. Einbau und Einleitwerte für gereinigte Böden in Berlin.

/aus Steffens91/

SCHADSTOFFE	BODEN [mg/kg]
1. Anorganische Substanzen	
1.1 Metalle:	
Arsen	5
Blei	50
Cadmium	1
Chrom, gesamt	75
Chrom VI	2,5
Kobalt	50
Kupfer	100
Nickel	100
Quecksilber	0,25
Zink	250
Zinn	50
1.2 Sonstige anorganische Stoffe	
Cyanide, ges.-komplexgeb.	10
Cyanide, 1. freisb.	0,5
Fluoride	250
2. Organische Substanzen	
2.1 Aliphatische Kohlenwasserstoffe	
Mineralölkohlenwasserstoffe	150
2.2 Aromatische Kohlenwasserstoffe	
2.2.1 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe	
Summe Monoaromaten	2,5
Benzol	0,25
Toluol	2,5
Xylol	2,5
2.2.2 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	
Summe PAK (EPA)	5
2.3 Substituierte Kohlenwasserstoffe	
2.3.1 Aliphatische halogenierte Kohlenwasserstoffe	
Flüchtige halogenierte KW, ges. (HKW)	2,5
Flüchtige chlorierte KW, ges. (CICW)	2,5
Monochlorethen	0,5

2.3.2 Aromatische halogenierte Kohlenwasserstoffe	
Summe PCB (Nach Altölv)	0,5
Chlorbenzole	0,5
2,3,7,8-TCDD-Äquivalente nach BGA	40 ng/kg TE
2.4 Phenole und Alkohole	
Phenole (EPA), ohne Chlor	5
Chlorphenole (EPA), einzeln	1
Chlorphenole (EPA), gesamt	2,5
Methanol	50
Isopropanol	50
Glykol	50
3. Pestizide, gesamt	0,25
4. Sonstige Substanzen WGK 1	250
WGK 2	100
WGK 3	25

Wertvolle zusätzliche Informationsquellen über das Verhalten von Schwermetallen in der Umwelt sind aus Arbeiten aus dem Gebiet der Radioökologie zu erhalten /Avogadro87, Brookins84, Bulman86, Chemistry88, Choppin88, Environmental82, Feldt89, Jensen82, Kaufmann75, Radionuclide/.

3.2.1 Analytik

Obwohl es einige analytische Methode erlauben, direkt Elemente im Boden zu messen wie Röntgenfluoreszenz-Analyse, ist deren Empfindlichkeit zugerung. So ist es erforderlich, bei der Spurnanalytik von Böden einen *Aufschluß* des Bodens vorzuschalten. Meist wird nach DIN 38414 S7 mit *Königswasser* unter Rückflußkochen aufgeschlossen. Eine vielversprechende Alternative dazu ist der Aufschluß mit HNO_3 , in speziellen Teflon-Gefäßen unter erhöhtem Druck, bei Temperaturen leicht über 100°C . Zum Heizen wird vorzugsweise ein Mikrowellenherd eingesetzt. Dadurch werden die Aufheizzeiten erheblich reduziert. Dieser *Mikrowellenaufschluß* ist noch nicht standardisiert.

Bei den o.g. Aufschlußverfahren wird der größte Teil der Schwermetalle aus dem Boden aufgelöst. Oft ist es wichtig, die *Eluierbarkeit* der Schwermetalle aus einem Boden zu bestimmen. Dazu wird meist mit H_2O nach DIN 38414 S4 eluiert. Dieses Verfahren wird aber heftig kritisiert /Steffens91/.

Für die eigentliche Messung der Schwermetalle aus den o.g. wäßrigen Lösungen werden meistens die Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) und die Inductively-coupled-plasma optical-emission-spectroscopy (ICP-OES) eingesetzt. Beide Methoden setzen eine aufwendige Laborausüstung voraus. Diese sind einerseits sehr empfindliche, ausgereifte Methoden und andererseits Variationen der Bindungsform der einzelne Schwermetalle gegenüber weniger empfindlich als andere Analysemethoden. Diese anderen Methoden sind z.B. die Absorptionsspektroskopie von geeigneten Schwermetallkomplexen im UV/Vis-Bereich und die potentiometrische Stripping Analyse (PSA).

Für die restlichen anorganischen Kontaminationen (CN⁻ usw.) werden meistens die entsprechenden DIN-Analysevorschriften angewandt.

Näheres über Analyseverfahren für die Schwermetallanalyse in Böden findet man in /Steffens91, Franzius88, Allen74, Analytik90, Arendt90, Boehnke90, Boehnke87, Frimmel89, Gerwinski87, Heinrichs90, Jenkins89, Kaiser78, Kaiser75, Kim81, Kim82, Kördel90, Kropp87, Page87, Scheffer89, Schwedt81, Thome87, Wolf88, Wurst88, LWA /.

3.3 Organische Kontaminationsstoffe

Im Gegensatz zu den anorganischen Kontaminationsstoffen, die meist in geringer Konzentration natürliche Bestandteile des Bodens sind, sind die organischen Kontaminationsstoffe oft rein *anthropogenen* Ursprungs. In der EG befinden sich ca. 100 000 organische Substanzen auf dem Markt. In /Umweltrelevante/ hat man von dieser großen Anzahl 60 umweltrelevante alte Stoffe selektiert, aber keine Grenzwerte angegeben (s. Tabelle 4). Diese Stoffe müßten nach Ansicht der Verfasser dringend bearbeitet werden. Daten über insgesamt 512 relevante Stoffe sind zusätzlich angeführt. Weitere Daten für zahlreiche organische umweltrelevante Chemikalien befinden sich in /Verschueren90/.

Tabelle 4: Stoffliste des GDCh-Beratergremiums für umweltrelevante Altstoffe (BUA). Stand 21.10.1985 aus /Umweltrelevante/.

Anthracen	Diazen, Diphenyl- (Azobenzol)
Benz (a) anthracen	
Benzol	Dibenz (a, h) anthracen
Benzol, 1-Chlor-2-nitro-	Ethan, 1,2-Dibrom-
Benzol, 1-Chlor-4-nitro-	Ethan, 1,2-Dichlor-
Benzol, 1,3-Dichlor-	Ethan, Hexachlor-

Benzol, 1,4-Dichlor	Ethan, 1,1'-Oxybis-(2-chlor)-(2,2'-Dichlordiethylether)
Benzol, Hexachlor-	
Benzol, 1-Methoxy-2-nitro-	Ethan, 1,1,2,2-Tetrachlor-
Benzol, 1-Methoxy-4-nitro-	Ethan, 1,1,1-Trichlor-
Benzol, 1-Methyl-2,4-dinitro-	Ethan, 1,1,2-Trichlor-
Benzol, 2-Methyl-1,3-dinitro-	Ethanol, 2-Chlor-, Phosphat (3:1)
Benzol, 2-Methyl-1,4-dinitro-	Ethen, Chlor-
Benzol, 1,1'-Oxybis(methyl-	Ethen, Tetrachlor-
Benzol, 1,2,4-Trichlor-	Ethen, Trichlor-
Benzol, 1,3,5-Trichlor-	Fluoranthren
Benzol, 1,3,5-Trimethyl-	Methan, Brom-
Benzolamin, 4-Chlor-	Methan, Chlor-
Benzolamin, 2,3-Dimethyl-	Methan, Dichlor-
Benzolamin, 2,4-Dimethyl-	Methan, Tetrachlor-
Benzolamin, 3,4-Dimethyl-	Methan, Trichlor-
Benzolamin, 4-Nitro-	Naphthalin, 2,6-Dimethyl-
Benzolamin, N-Phenyl-	Naphthalin, 1-Methyl-
1,2-Benzoldicarbonsäure, Bis(2-ethyl-hexyl)ester	Naphthalin, 2-Methyl-
1,2-Benzoldicarbonsäure, Dibutylester	Phenanthren
Benzo(a)pyren	Phenol, 2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-
1,1'-Biphenyl, chloriert	
1,3-Butadien, 1,1,2,3,4,4-Hexachlor-	Phenol, 2,4-Dichlor-
1-Butanamin, N,N-Dibutyl-	Phenol, 4-Nonyl-
Chinolin	Phenol, 2,4,5-Trichlor-
1,3-Cyclopentadien, 1,2,3,4,5,5-Hexachlor-	Plumban, Tetraethyl- [(C ₂ H ₅) ₄ Pb]
	Pyren

Für einige wenige organische Kontaminationsstoffe hat man in der Niederlande Grenzwerte eingeführt (s. Tabelle 5). Diese werden oft auch in der Bundesrepublik bei Bodenkontaminationen zu Grunde gelegt.

Eine andere oft angewandte Liste von Kontaminationsstoffen in Böden ist die sogenannte Berliner-Liste (s. Tabelle 2). Diese in Berlin gültigen Grenzwerte beinhalten auch Zielwerte für den dekontaminierten Boden (s. Tabelle 3).

3.3.1 Analytik

Für die Analyse der verschiedenen Klassen von organischen Substanzen werden folgenden Verfahren eingesetzt /Franzius88, LWA, Arendt90, Boehnke90, Hutzinger86, Keith85, Koester88, Kördel90, Thome87, Wolf88, Wurst88/:

-Für die *aromatischen Kohlenwasserstoffe* (BTX, Benzol Toluol Xylol) erfolgt die Bestimmung mittels GC/FID nach Strippen mit N₂ oder Destillation.

-Für die *polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe* (PAH) Soxhlet-Extraktion mit n-Hexan, Vorreinigung über Kieselgel /LWA/ und Bestimmung mittels HPLC mit UV- oder Fluoreszenzdetektor. Meist werden die 16 PAH der US/EPA Liste analysiert (Abb1).

-Für die leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW meist CKW) N₂ Strippen, Absorption an XAD-4 Elution mit n-Hexan, Bestimmung mittels GC/ECD, Head-Space Technik.

-Weitere Parameter wie extrahierbare schwerflüchtige organische *Halogene* (EOXS), extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX) und absorbierbare organische Halogene (AOX) werden nach einer chemischen Trennung (Extraktion oder Absorption) und Verbrennung als Chlorid bestimmt. Dazu gibt es spezielle Analyseautomaten.

-Für die *schwerflüchtigen lipophilen* Stoffe: Abtrennung durch Extraktion mit 1,1,2-Trichlortrifluorethan und Bestimmung mittels GC/FID.

-Chemischer *Sauerstoffbedarf* (CSB): Titration mit Kaliumdichromat.

-*Phenole*: Elution mit H₂O, evt. Destillation oder Extraktion und photometrische Bestimmung (im Vis Bereich) nach einer Farbreaktion.

-*Polychlorierte Biphenyle* (PCB): Extraktion mit n-Hexan, Bestimmung mittels GC/ECD.

-Für die *Pestizide*: Extraktion mit Pentan, Hexan oder Heptan und Bestimmung mittels GC/ECD.

-Für das 2,3,7,8 Tetrachlordibenzo-p-dioxin und die anderen verwandeten *Dioxine* und *Furane*: Extraktion mit Toluol, Bestimmung mittels GC/MS.

-Für die (Mineralöl-) *Kohlenwasserstoffe*: Extraktion mit 1,1,2 Trichlortrifluorethan, (evt. durch Al₂O₃ schicken) und Bestimmung mittels IR-Spektrometrie.

Tabelle 5. Niederländische Liste

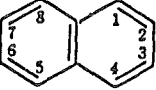
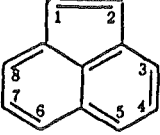
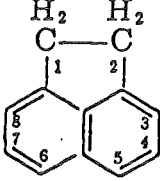
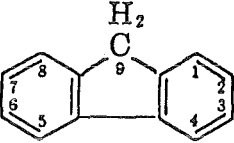
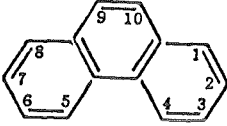
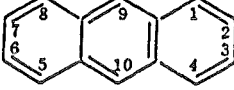
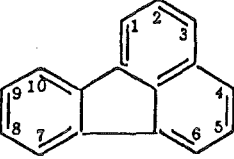
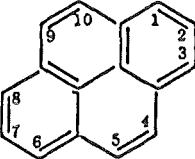
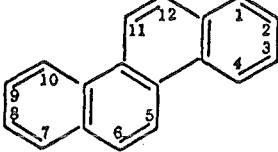
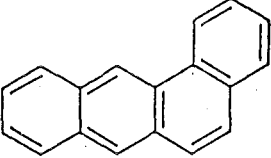
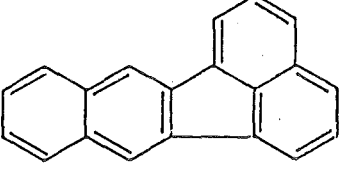
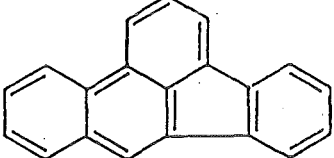
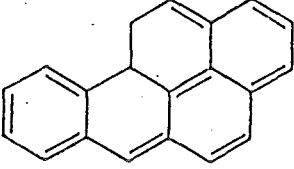
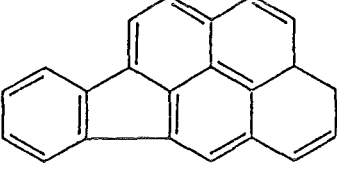
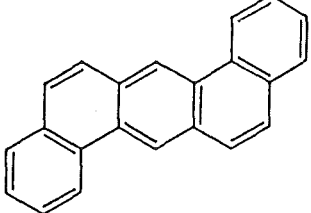
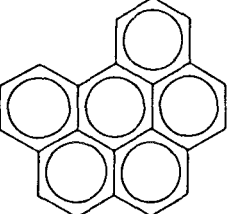
Gesamtgehalt in lufttrockenem Boden (mg/kg) Leitraad Bodemsanering 04.11.1988 - Niederlande -	A	B	C
Aromatische Verbindungen			
Benzol	0.05 (n)	0.5	5
Ethylbenzol	0.05 (n)	3	50
Toluol	0.05 (n)	3	30
Xylole	0.05 (n)	5	50
Phenole	0.05 (n)	1	10
Aromaten (gesamt)		7	70
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)			
Naphtalin	0.1	5	50
Anthracen	0.1	10	100
Phenantren	0.1	10	100
Fluoranthen	0.1	10	100
Pyren	0.01	5	50
3,4-Benzpyren	0.1	1	10
Benzanthracen		5	50
Benzo(k)fluoranthen		5	50
Indeno(1, 2, 3-cd)pyren		5	50
Benzo(ghi)perylen		10	100
Polycyclische Kohlenwasserstoffe(gesamt)	1	20	200
Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)			
Aliphat. Chlorkohlenwasserstoffe (individ.)	0.001-0.01	5	50
Aliphat. Chlorkohlenwasserstoffe (gesamt)		7	70
Chlorbenzole (individ.)	0.01	1	10
Chlorbenzole (gesamt)		2	20
Chlorphenole (individ.)	0.01	0.5	5
Chlorphenole (gesamt)		1	10
Chlorierte polycyclische KW (gesamt)		1	10
PCB (gesamt)	0.001-0.01	1	10
EOCL (gesamt)	0.1	8	80
Pestizide			
org. Chlorpestizide- (individ.)	0.001-0.1	0.5	5
org. Chlorpestizide- (gesamt)		1	10
Pestizide (einzeln)		1	10
Pestizide (gesamt)		2	20
Sonstige Verunreinigungen			
Tetrahydrofuran	0.1	4	40
Pyridin	0.1	2	20
Tetrahydrothiophen	0.1	5	50
Cyclohexanon	0.1	6	60
Styrol	0.1	5	50
Phtalate (gesamt)	0.1	50	500
oxid. PAH (gesamt)	1	200	2000
Mineralöl	50	1000	5000

A: Referenzwerte

B: Prüfwerte für nähere Untersuchung

C: Prüfwerte für Sanierungsuntersuchung bzw. Sanierung

Abb. 1: Strukturformeln der 16 PAK's der EPA-Liste.

 <p>Naphthalene</p>	 <p>Acenaphthylene</p>	 <p>Acenaphthene</p>
 <p>Fluorene</p>	 <p>Phenanthrene</p>	 <p>Anthracene</p>
 <p>Fluoranthene</p>	 <p>Pyrene</p>	 <p>Chrysene</p>
 <p>Benzo(a)anthracene</p>	 <p>Benzo(k)fluoranthene</p>	 <p>Benzo(b)fluoranthene</p>
 <p>Benzo(a)pyrene</p>	 <p>Indeno(1,2,3-cd)pyrene</p>	 <p>Dibenzo(a,h)anthracene</p>
 <p>Benzo(ghi)perylene</p>		

3.4 Literaturverzeichnis zu Kapitel 3

- Abdel, M. F. S.; El-Naggar, H. A.; Soliman, S. M.; Hafez, I. W.
Some inorganic and organic compounds as decontaminants for cobalt-60 and cesium-134 by clover plant grown on Inshas sandy soil
 Isotopenpraxis 27, 292-5, (1991).
- Allen, S.
Chemical analysis of ecological materials.
 Oxford usw.: Blackwell Scientif.Publ.(1974.)
- Altlasten-Handbuch*
 Karlsruhe : Landesanst. fuer Umweltschutz Baden-Wuerttemberg (Wasserwirtschaftsverwaltung)
 Teil 1 und 2. Untersuchungsgrundlagen. (1988).
- Analytik bei Abfallentsorgung und Altlasten*
 Duesseldorf : VDI-Verl. 1990.
- Angelidis, M.; Grimanis, A.P.
Geochemical Partitioning of Co, Cr, Fe, and Zn in Polluted and Non-polluted Marine Sediments
 Environmental Pollution 62, 31-46, (1989).
- Arendt, F.; Hinsenveld, M.; van den Brink, W.J.
Altlastensanierung 90
 Kluwer Academic Publishers 1 und 2, (1990).
- Avogadro, A. ; Billon, A.; Cremers, A.; Henrion, P.; Kim, J. I.; Skytte J. B.; Venet, P.; Hooker, P. J.
The MIRAGE project: actinide and fission product physicochemical behavior in geological environment
 Comm. Eur. Communities, [Rep.] EUR EUR 10163, Radioact. Waste Manage. Disposal 331-45,
 (1987).
- Bachhausen, P.
Bodenverunreinigungen und Altlasten - Notwendigkeit und Sinn von Grenzwerten.
Schwerpunktthema. Altlasten.
 Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 2(1), 23-25, (1990).
- Behrens , D.
Stoffe in Altlasten: ausgewaehlte Daten zu chemischen Elementen und Verbindungen.
 Frankfurt am Main : DECHEMA, (1989).
- Beurteilung von Schwermetallkontaminationen im Boden : Vortraege u. Resumee zu e.*
Expertengespraech d. Dechema-Arbeitsgruppe 'Bewertung von Gefaehrdungspotentialen im
Bodenschutz', Oberursel/ Ts., 21. u. 22. Jan. 1988
 Dechema-Fachgespraeche Umweltschutz (1989). (Frankfurt am Main : Dechema)
- Boehnke, B.
Analytik von Feststoffen - Abfall - Altlasten (Probenahme - Probenvorbereitung - Bewertung).
Seminar.
 Konferenz: 14. Aachener Seminar. Analytik von Feststoffen - Abfall - Altlasten (Institut fuer
 Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen), Roetgen, 1990, 22.-23.Mar
 Gewaesserschutz. Wasser. Abwasser. 118, (1990).
- Boehnke, B.
Schlaemme, Deponien, Altlasten: Sondierung, Beprobung, Analytik ; Seminar am 19. u. 20.
Maerz 1987 in Roetgen.
 Aachen : Ges. zur Foerderung d. Siedlungswasserwirtschaft an d. RWTH Aachen, (1987).

Bowen, H. J.

Environmental chemistry of the elements.
London usw.: Academic Pr. (1979).

Brookins, D.G.

Geochemical aspects of radioactive waste disposal
New York u.a. : Springer, (1984).

Bulman, R.

Speciation of fission and activation products in the environment : proc. of the speciation-85 eightyfive seminar, Oxford, UK, 16 - 19 Apr. 1985 / Commission of the European Communities
London u.a. : Elsevier, (1986). Zugl.: EUR-10059

Chemistry and migration behaviour of actinides and fission products in the geosphere : 1st internat. conf., held in Munich, 14 - 18 Sept. 1987.
Radiochimica acta ; vol. 44/45 (1988).

Choppin, G.R.

Humics and Radionuclide Migration
Radiochimica Acta 44/45, 23-28, (1988).

Clark; Frank W.; Sanborn. Paul M.

Evaluation of contamination by organics and heavy metals in a soil and bedrock aquifer
Conference: Association of Ground Water Scientists and Engineers eastern regional ground water conference, Portland, ME, United States, July 16-18, 1985.
Monographic: Proceedings of the Association of Ground Water Scientists and Engineers eastern regional ground water conference, 529-542, (1985).

Clausen, U.

Eine interaktive Wissenserwerbskomponente fuer ein wissensbasiertes Altlastensystem / Uwe Clausen.
Kernforschungszentrum Karlsruhe KfK-4600, (1989).

Davies, B. E.; Roberts, L. J.

The distribution of heavy metal contaminated soils in Northeast Clwyd, Wales
Water, Air, Soil Pollut., 9(4), 507-518, (1978).

Eickmann, T. ; Einbrodt, H.

Medizinische Methoden zur Erfassung und Bewertung einer Belastung des Menschen durch Altlasten.

Konferenz: Bodensanierung und Grundwasserreinigung - Wiedernutzung von Altstandorten (Fachseminar der Technischen Universitaet Braunschweig), Braunschweig, 1986, 24.-25.Sep .
Kurzreferate. 67-82, (1986).

Eikmann, T. ; Michels, S.; Krieger, T.; Einbrodt, H.

Entwicklungen und Tendenzen bei der Festlegung von Richtwerten fuer den Boden aus umweltmedizinischer Sicht.
Wissenschaft und Umwelt (ISU) 12(2), 77-81, (1989).

Eikmann, T.; Michels, S.

Bewertung von fluechtigen Schadstoffen im Boden im Hinblick auf ihre humantoxikologische Wirkung.

Konferenz: Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Boeden (VDI-Tagung), Lindau, 1990, 15.-17.Mai
VDI-Berichte. 837, 489-508, (1990).

Environmental chemistry. Vol. 1 and 2.

The Chemical Society. London: Chemical Soc. (1975, 1982).

Environmental migration of long-lived radionuclides : proc. of an internat. symp., Knoxville, USA, 27 - 31 July 1981 / org. by the International Atomic Energy Agency
Vienna : IAEA, (1982).
STI/PUB/597

Fauth, H.

Untersuchungen zur Verseuchung von Boeden durch Absaetze aus verschmutzter Luft. Studies of the contamination of soils by deposits from polluted air.

Feldt, W.

The radioecology of natural and artificial radionuclides : proc. of the 15th regional congress of IRPA, Visby, Sweden, 10 - 14 Sept., 1989 ; 22. Jahrestagung d. Fachverbandes fuer Strahlenschutz
Koeln : Verl. TUEV Rheinland, (1989). Zugl. Report: FS-89-48-T

Figge, K.

Chemische Stoffe in Oekosystemen : Bestandsaufnahme, Bewertung u. Anwendung von Verteilungsmodellen
Stuttgart u.a. : Fischer. Schriftenreihe des Vereins fuer Wasser-, Boden- und Lufthygiene ; 61, (1985).

Foerster, C.

Untersuchungen zur Cadmiumdynamik mit Klaerschlamm versetzter Sandboeden unter besonderer Beruecksichtigung ihres Humus- und Eisengehaltes
Goettingen, Univ., Diss., 1986 (1986).

Foerstner, U.

Herkunft und Verbreitung von Schadstoffen in Boeden.
ARL Arbeitsmaterial. Bd 135, 135-156, (1988).

Foerstner, U.

Contaminated sediments : lectures on environmental aspects of particle-associated chemicals in aquatic systems
Lecture notes in earth sciences ; 21, (1989). (Berlin u.a. : Springer)

Franzius, V.

Handbuch der Altlastensanierung
Heidelberg : Decker. (1988 -)

Friedl, C.

Wie sauber ist sauber? TA Altlasten soll Gefahrenabschaetzung erleichtern. Keine Ordnung in der Sanierungspraxis.
VDI-Nachrichten 45(1), 3, (1991)

Frimmel, F. H.

Metal pollutants and humic substances
Water Supply, 3(1), 49-60, (1985).

Frimmel, F. H.

Methods of classical and modern water analysis
DVGW-Schriftenr., Wasser 205, 9/1-9/16, (1989).

Frimmel, F. H.

Practical aspects of water chemistry
DVGW-Schriftenr., Wasser 205, 24/1-24/4, (1989).

- Frimmel, F. H.
Water chemistry in water supply practice
DVGW-Schriftenr., Wasser 205, 2/1-2/20, (1989).
- Frimmel, F. H.
Practical aspects of inorganic components [of water]
DVGW-Schriftenr., Wasser 205, 14/1-14/14, (1989).
- Frimmel, F. H.
Formation and behavior of organic metal complexes in water
Seifen, Oele, Fette, Wachse, 107(5), 127-30, (1981).
- Frimmel, F. H.
Behavior of plant-protection agents and pesticides (PSM) in the environment
DVGW-Schriftenr., Wasser 65, 17-32, (1989).
- Frimmel, F. H.; Geywitz, J.
Influence of nitrilotriacetate on the elimination of metal ions by coprecipitation with ferric hydroxide
Water Sci. Technol., 19(5-6), 1013-19, (1987).
- Frimmel, F. H.; Haberer, K.; Quentin, K. E.
Evaluation of the pollution of rivers by heteroorganic compounds
DVGW-Schriftenr., Wasser 107, 65-80, (1988).
- Funke, R.
Probleme mit Altlasten. Das Beispiel Arsen.
Wissenschaftszentrum Berlin. Internationales Institut fuer Umwelt und Gesellschaft. IIUG-Info 85/4, 1-16, (1985).
- Gerwinski, W.; Goetz, D.
Multielement analysis of standard reference materials with total reflection x-ray fluorescence (TXRF)
Fresenius' Z. Anal. Chem. 327, 690-3, (1987).
- Grenzwerte und Richtwerte fuer die Umweltmedien Luft, Wasser, Boden*
Landesanst. fuer Umweltschutz, Karlsruhe; Karlsruhe (1989)
- Hagendorf, U.
Halogenkohlenwasserstoffe in Wasser und Boden : Vorkommen, Bewertung, Vermeidung ; 1. Langener Kolloquium, 9. u. 10. Febr. 1989
Stuttgart u.a. : Fischer. Schriftenreihe des Vereins fuer Wasser-, Boden- und Lufthygiene ; 82, (1990).
- Hahn, R.
Bleibelastung von Boden und Grundwasser durch Wurftaubenschiessanlagen
Wasser und Boden, 40(1), 32-36, (1988).
- Harres, H. P.; Hoellwarth, M.; Seuffert, O.
Altlasten besonderer Art; Erzgewinnung in Sardinien und Schwermetallbelastung; eine Untersuchung am Beispiel des Riu sa Duchessa
Geoökodynamik, 8(1), 1-48, (1987).
- Heinrichs, H.
Praktikum der analytischen Geochemie :
Berlin u.a. : Springer, (1990).

Hickey, M. G.

The partitioning of heavy metals in contaminated soils

Degree: Doctoral. (1982). United States Availability: Univ. Microfilms.

Hillel, D.

Movement and retention of organics in soil; a review and a critique of modeling

Conference: Second national conference on the Environmental and public health effects of soils contaminated with petroleum products, Amherst, MA, United States, Sept. 28-30, 1987

Monographic: Petroleum contaminated soils, I, 81-86, (1989).

Horth, H. ; Frimmel, F. H.; Hargitai, L.; Hennes, E. C.; Huc, A. Y.; Mueller-Wegener, U.; Niemeyer, J.; Nissenbaum, A.; Sekoulov, I. et al.

Environmental reactions and functions. Group report

Life Sci. Res. Rep. 41, 245-56, (1988).

Houk, V.

Uncertainties in Dioxin Risk Assessment.

Konferenz: Chlorinated Dioxins and Related Compounds (5. International Symposium), Bayreuth, 1985, 16.-19. Sep .

Chemosphere. 15, 1875-1881, (1986). (Oxford/GB: Pergamon Press)

Huaiman, Chen

Adsorption and desorption of cadmium in soils; I, The influence of soil components on Cd adsorption and desorption

Acta Pedologica Sinica = T'u Jang Hsueh Pao, 25(1), 66-74, (1988).

Hutzinger, O.

Chlorinated dioxins and related compounds : proc. of the 5th internat. symp., Bayreuth, 16 - 19 Sept. 1985

Chemosphere 15(9/12), 1079 - 2132, (1986) (Oxford u.a. : Pergamon Pr.).

Ireland, M. P.

The effect of the earthworm Dendrobaena rubida on the solubility of lead, zinc, and calcium in heavy metal contaminated soil in Wales

J. Soil Sci., 26(3), 313-318, (1975).

Irgolic, K.

Environmental inorganic chemistry : based on papers pres. at the U.S.-Italy joint seminar and workshop, San Miniato, Italy, from June 5 - 10, 1983

Weinheim : VCH, (1985).

Jander, K.

Grenzwerte und Risikobetrachtungen in der Umwelthygiene

Stuttgart u.a. : Fischer, (1988).

Jenkins, R. A.; Dyer, F. F.; Moody, R. L.

Performance of a commercial portable X-ray fluorescence unit for field analysis of contaminated soil and water

Conference: American Chemical Society, 198th national meeting, Miami Beach, FL, United States, Sept. 10-15, 1989

Monographic: 198th ACS national meeting ENVR 75, (1989).

Jensen, B. S.

Migration phenomena of radionuclides into the geosphere : a critical review of available information.

Radioactive waste management 5, (1982) Zugl.: EUR-7676

Jessberger, H.; Buderus, J.

Untersuchung der Migration von organischen Schadstoffen durch mineralische Dichtungen mittels radioaktiver Tracer.

Foerderkennzeichen: 1430338, TIB Hannover: RO 3479 (86-3).

Jessberger, H.; Buderus, J.

Migration von organischen Schadstoffen durch mineralische Abdichtungen.

Berlin: EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik. Altlasten, 588-594, (1987).

Kaiser, G.; Goetz, D.; Toelg, G.; Knapp, G.; Maichin, B.; Spitz, H.

Study of systematic errors in the determination of total mercury levels in the range < 10-5% in inorganic and organic matrixes with two reliable spectrometrical determination procedures

Fresenius' Z. Anal. Chem. 291, 278-91, (1978).

Kaiser, G.; Goetz, D.; Schoch, P.; Toelg, G.

Determination of nano- and picogram amounts of elements by emission spectrometry using a microwave-induced plasma. I. Extreme low level determination of mercury in aqueous solution, air, organic and inorganic matrixes

Talanta 22, 889-99, (1975).

Kaufmann, B.

Isotope ratios as pollutant source and behaviour indicators. Proc. of a symp. on isotope ratios as pollutant source and behaviour indicators, jointly org. by the Internat. Atomic Energy Agency and the Food and Agriculture Organization of the United Nations and held in Vienna, 18-22 Nov. 1974.

Vienna: Internat. Atomic Energy Agency 1975. STI/PUB/382.

Kazemi, A.; Roth-Kleyer, S.

Wirkung von simulierten "sauren" Niederschlaegen auf die Mobilitaet von Blei, Cadmium und Zink in einem mit Muellklaerschlammkompost versetzten Boden The effect of simulated acid rain on the mobility of lead, cadmium and zinc in soil treated with refuse and waste water sludge compost

Wasser und Boden, 38(5), 238-242, (1986)

Keith, L.

Chlorinated dioxins and dibenzofurans in the total environment : 2 ; proc. of the symp. held in conjunction with the 186th national meeting of the ACS, Washington, DC, Aug. 28 - Sept. 2, 1983

Boston u.a. : Butterworth, (1985).

Kim, J. I. ; Fiedler, I.; Born, H. J.; Lux, D.

Identification and behavior of trace inorganic elements in an urban sewage treatment plant by monostandard activation analysis

Int. J. Environ. Anal. Chem. 10, 135-48, (1981).

Kim, J. I. ; Lux, D.; Fiedler, I.

Multielement trace analysis for inorganic species in large-volume water samples by monostandard neutron-activation analysis

Mikrochim. Acta 1, 137-53, (1982).

Koch, R.

Umweltchemikalien Physikalisch-chemisch Daten, Toxizität, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten

VCH Verlagsgesellschaft (1989).

Koenig, W.; Schneider, U.

Sprengstoffrueckstaende in hessischem Boden.

Umwelt (VDI) 18(1/2), 22-23, (1988).

Koester, M.; Holzwarth, W.

Der Einsatz von Pruefroehrchen zur Erfassung von Bodenkontamination durch leichtfluechtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW).

Draegerheft (341), 28-31, (1988).

Kördel, W.; Wahle, U.

Pilotprojekt zur Entwicklung eines Analysenschemas für organische Chemikalien im Boden
Forschungszentrum Jülich (1990).

Kropp, B.

Entwicklung eines kontinuierlich messenden CKW-Analysators zur Effizienzkontrolle bei Grundwasserreinigungsanlagen.

Konferenz: 11. Aachener Seminar. Schlämme, Deponien, Altlasten. Sondierung, Beprobung, Analytik, Roetgen, 1987, 19.-20.Mar .

Gewässerschutz. Wasser. Abwasser. 99, 304-318, (1987).

Lewis, T.

Environmental chemistry and toxicology of aluminium : proc. of a symp. held during the 194th annual meeting of the American Chemical Society, New Orleans, La., Aug. 30 - Sept. 4, 1987
Chelsea, Mich. : Lewis, (1989).

LWA (Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen)

Sedimentuntersuchungen in Fließgewässern

LWA Schriftenreihe 41

Mackay, D. M.

Characterization of the distribution and behavior of contaminants in the subsurface

Conference: Water Science and Technology Board, 8th colloquium, Washington, DC, United States, April 20-21, 1989 ISBN: 0-309-04184-8 .

Monographic: Ground water and soil contamination remediation; 70-90, (1990). (Natl. Acad. Press, Washington, DC, United States)

Mercer, J. W.

Role of the unsaturated zone in radioactive and hazardous waste disposal : spec. session as part of the AGU annual meeting, Philadelphia, May 31 - June 4, 1982

Ann Arbor, Mich. : Ann Arbor Science, (1983).

Michels, S.; Eikmann, T.

Bewertung von nicht- oder schwerfluechtigen Schadstoffen im Boden im Hinblick auf Ihre humantoxikologische Wirkung.

Konferenz: Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Boeden (VDI-Tagung), Lindau, 1990, 15.-17.Mai

VDI-Berichte. 837, 509-528, (1990).

Mueller, K. R.

Handbuch der Abfallentsorgung: Abfallrecht, TA Abfall, Entsorgungs-Technologie, Altlasten, angrenzende Rechtsbereiche, Management. Erg.-Lfg. 1

Landsberg ; Muenchen ; Zuerich : ecomed (1990).

Origin and fate of chemical residues in food, agriculture and fisheries. Proc.and report of two research coordination meetings org. by the Joint Food and Agriculture Organization/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture held in Vienna, 5-9 Nov. 1973 and 4-7 June 1974.

Vienna: Internat.Atomic Energy Agency (1975). STI/PUB/399.

Page, A.

Methods of soil analysis

Madison, Wis. : American Soc. of Agronomy u.a. Agronomy 9, 2 (1987).

Parker, D. R.; Page, A. L.; Thomason, D. N.

Salinity and boron tolerances of candidate plants for the removal of selenium from soils
J. Environ. Qual. 20, 157-64, (1991).

Pickering, W. F.

The role of chemical equilibria in the leaching of metal ions from soil components
Monographic: Leaching and diffusion in rocks and their weathering 463-504, (1983).
Theophrastus, Athens, Greece.

Probenahme bei Altlasten: Referate der Fortbildungsveranstaltung des Landesamtes fuer Wasser und Abfall NRW am 1./2. Dezember 1988 im KFAA Essen-Heidhausen.
Duesseldorf : LWA, (1989).

Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems : a critical review of data / prepared for the Directorate-General Employment, Social Affairs and Education, Health and Safety Directorate, Commission of the European Communities
Rotterdam u.a. : Balkema Zugl.: EUR-8115 Vol. 1-6, (1983-1985).

Ramsay, J.D.F.

The Role of Colloids in the Release of Radionuclides from Nuclear Waste
Radiochimica Acta 44/45, 165-170, (1988).

Rat von Sachverstaendigen fuer Umweltfragen

Sondergutachten 'Altlasten' des Rates von Sachverstaendigen fuer Umweltfragen : Unterrichtung durch die Bundesregierung
Bonn : Heger, (1990).

Reese, R. S.; Bassett, R. L.

Characterization of organic contamination of ground water in a mining area, Globe, Arizona
Conference: Ground water geochemistry, Kansas City, MO, United States, Feb. 20-21, 1990 .
Monographic: Ground water geochemistry 1, 221-236, (1990).

Rulkens, W.; Assink, J.

Extraction as a Method for Cleaning Contaminated Soil - Possibilities, Problems and Research.
Konferenz: Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites (5. National Conference),
Washington D.C./USA, 1984, 7.-9.Nov .
Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites. 576-583, (1984).

Schaaf, H. ; Boguslawski, E. v.

Verwertung von Klaerschlamm - Bodenfruchtbarkeit und Bodenbelastung.
Darmstadt: VDLUFA-Verlag. 357-368, (1986).

Scheffer, F.

Lehrbuch der Bodenkunde
Stuttgart : Enke, (1989).

Schuller, E.

Schwermetalle, mikrobielle Biomassen und Enzymaktivitaeten in Oberboeden von Altlasten
Wasser und Abfall ; 47 (1991). (Duesseldorf : Landesamt fuer Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen.)

Schwedt, G.

Analytisch-chemisches Umweltpraktikum : Anleitungen zur Untersuchung von Luft, Wasser u. Boden
Stuttgart u.a. : Thieme, (1981).

Seip, H.

Risk management of chemicals in the environment : proc. of the NATO Committee on the Challenges of Modern Soc. pilot study, initiated in Oslo, Norway, Apr. 1984
NATO challenges of modern society ; 12 (1989). New York u.a. : Plenum Pr.

Sheehan, P.

Appraisal of tests of predict the environmental behaviour of chemicals
Chichester u.a. : Wiley. SCOPE report 25 (1985).

Springer, M.

Alllasten der Kernwaffenproduktion.
Spektrum der Wissenschaft 8, 38-40, (1989).

Steffens, K.; Schwefer, H-J.

Vorgehensweise und Rahmenbedingungen bei der Alllastensanierung in der Bundesrepublik Deutschland.
Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Umweltbundesamt (1991).

Stiefel, R.; Joeckel, R.

Untersuchung zur Erfassung des Standes der Technik der In-situ-Sanierungsverfahren von Alllasten und Ausblick auf zukünftige Entwicklung der Verfahren.
und
Untersuchung und Bewertung von In situ-biotechnologischen Verfahren zur Sanierung des Bodens und des Untergrundes durch Abbau petrochemischer Alllasten und anderer organischer Umweltchemikalien
Der Bundesminister für Forschung und Technologie. Umweltbundesamt Berlin (1988).

Teichgraeber, B.

Bestandsaufnahme einiger anorganischer Spurenstoffe in einem Ackerbauggebiet
Wasser und Boden, 40(1), 26-30, (1988).

The handbook of environmental chemistry Vol. 1 and 2. Reactions and processes
Berlin u.a. : Springer. (1982, 1980)

Thibodeaux, L. J.

Chemodynamics. Environmental movement of chemicals in air, water and soil.
New York usw.: Wiley (1979).

Thome-Kozmiensky, K.J.

Alllasten, Alllasten2 und Alllasten3
Konferenz: 5. Internationaler Recycling Kongress, Berlin, 29-31 Oct. 1986.
Berlin: EF-Verlag fuer Energie- und Umwelttechnik. 1987-1989.

Thormann, A.

Belastungen des Bodens durch Schwermetalle.
Forstwissenschaftliches Centralblatt 105(1), 39-47, (1986).

Tripp, S.; Barkay, T.; Olson, B. H.

Relationship between heavy-metal contamination and soil bacteria
Monographic: Mineral exploration; biological systems and organic matter 351-352, (1986).
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, United States.

Umweltrelevante Alte Stoffe 1 und 2 / hrsg. vom Beratergremium fuer Umweltrelevante Altstoffe (BUA) d. Gesellschaft Deutscher Chemiker
Weinheim u.a. : VCH. Auswahlkriterien und (zweite) Stoffliste. (1986, 1988).

Verschueren, K.

Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals

VAN Verlag N.Y.

Vinogradov, A. P.

The geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils

New York: Consultants Bureau (1959).

Voigt, K.; Benz, J.; Eder, A.

Informationssystem Umweltchemikalien Projektgruppe Umweltgefährdungspotential von Chemikalien

GSF- Bericht 21/90 (1990).

Wichert, H.

Grenzwerte fuer den Bereich Altlasten - Interpretation, Bewertung, Bedarf.

Konferenz: Technik zum Schutz der Umwelt. Grenzwerte und Grenzwertfindung (Tagung der VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik), Koeln, 1990, 6.-7.Nov

VDI-Berichte. 832, 193-215 , (1990).

Wolf, K.; van den Brink, W.J.; Colon, F.J.

Altlastensanierung 88

Zweiter Internationaler TNO/BMFT-Kongreß über Altlastensanierung 1 und 2, (1988).

Wurst, F.

Chemische Analytik bei der Sanierung von Altlasten

Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer 76, 101-108, (1988).

Zahl, E. G.

Soil extraction testing to determine the extent of heavy metal contamination

Conference: Mine drainage and surface mine reclamation, Pittsburgh,PA, United States, Apr. 19-21,1988

Monographic: Mine drainage and surface mine reclamation (1988).

Zimmie, T. F.

Permeability and groundwater contaminant transport : a symp., Philadelphia, Pa., 17 - 23 June 1979

ASTM special technical publication ; 746 (1982) (American Society for Testing and Materials Philadelphia, Pa.)

4. Bodendekontaminationsverfahren

4.1 Allgemeines

Die Dekontaminationsmaßnahmen für kontaminierte Böden sollen sicherstellen, daß keine Gefahren für die Menschen und für die belebte und unbelebte Umwelt vom Boden nach der Dekontamination ausgehen können. Das Ziel, den ursprünglichen Zustand, also den vor der Kontamination des Bodens wiederherzustellen, ist meistens kaum zu erreichen /Rat90/.

In Abhängigkeit vom Ort der Durchführung der Dekontamination unterscheidet man drei Kategorien von Bodendekontaminationsverfahren:

in-situ, wenn der Boden nicht ausgekoffert wird,

on-site, wenn der Boden zwar ausgekoffert werden muß, aber die Dekontamination in unmittelbarer Nähe in einer transportablen Anlage stattfindet,

off-site, wenn der Boden zu einer fest installierten Bodendekontaminationsanlage transportiert wird.

In-situ Verfahren haben den Vorteil, daß die Auskofferungs- und Transportkosten für den Boden entfallen; auch das Bodengefüge bleibt meist mehr oder weniger intakt. Diese Verfahren können auch unter Umständen unter bebauten Flächen eingesetzt werden.

Nachteile der in-situ Sanierungsverfahren sind unvorhersehbare Gefahren für die Umwelt während der Sanierung. Solche können durch unkontrollierte Reaktionen und unvorhersehbare Metaboliten oder Zwischenprodukte entstehen. Ein weiterer Nachteil ist, daß oft nach einer anfänglichen Phase, in der die Dekontamination gut abläuft, die Effektivität der Dekontaminationsmaßnahmen nachläßt oder gar wieder erhöhte Kontaminationen gemessen werden. Dieses Phänomen hängt mit der komplizierten inhomogenen Struktur des Bodens zusammen. Es gibt im Boden Stellen die schwer zugänglich sind und deswegen eine langsame Kinetik bei der Dekontamination aufweisen.

On-site Verfahren haben den Vorteil, daß die Dekontamination unter kontrollierten Bedingungen ablaufen kann. Dabei entfallen die Transportkosten, und das erforderliche behördliche Genehmigungsverfahren läuft im allgemeinen schneller ab. Die Akzeptanz solcher Anlagen durch die Bevölkerung ist größer als bei den off-site Anlagen. Probleme können bei leicht flüchtigen

Kontaminationen und dem daraus resultierenden Bedarf an Personen- und Umweltschutzmaßnahmen während des Auskofferns auftreten.

Off-site Anlagen haben den Vorteil, daß die eigentliche Dekontamination wirtschaftlich in größeren Anlagen, gegebenenfalls im Anlagenverbund optimiert erfolgen kann.

Nachteilig wirken hier die Auskofferungs- und Transportkosten und die meist langen Genehmigungszeiten für die Anlagen. Die *Akzeptanz* solcher Anlagen durch die Bevölkerung ist nicht hoch.

In den USA läuft das Projekt *Alternative Treatment Technology Information Center (ATTIC)* bei der U.S./EPA. Der Schwerpunkt dieses Programms sind Sanierungstechniken, die in den USA angeboten werden. Die Ergebnisse werden in Form einer Datenbank namens ATTIC zusammengefaßt.

Die U.S./EPA unterstützt die Interessenten auf dem Gebiet der Altlastensanierung mit einem vielfältigem Informationsangebot. Andere Aktivitäten der EPA, die in engem Zusammenhang mit ATTIC stehen, sind:

- Die Zeitung *Tech-Trends* mit allgemeine Neuheiten aus dem Altlastensanierungssektor.
- Das *Clu-In* Cleanup Information Bulletin Board; für den Informationsaustausch zwischen Fachleuten im Bereich Sonderabfall, aber auch Grundwasser und innovative Technologien. Dieses wird hauptsächlich als on-line Informationssystem angeboten.
- Der Bericht *Accessing Federal Data Bases for Contaminated Site Clean-Up Technologies* mit wichtigen Hinweisen über die verschiedenen, in den USA angebotenen Datenbanken auf diesem Sektor.
- Der Bericht *Bibliography of Federal Reports and Publications Describing Alternative and Innovative Treatment Technologies For Corrective Action and Site Remediation*. Dieser ist eine Publicationsliste aus den Organisationen EPA, Dep. of Defense (U.S. Army, Army Corps of Engineers, Navy, Air Force), DOE und Dep. of Interior (Bureau of Reclamation).
- Wertvolle Informationen über Demonstrationsprojekte bei der Altlastensanierung, die im Rahmen des SITE Programms finanziert worden sind, befinden sich in den *Application Analysis Reports* der EPA. Diese vorbildlichen Studien (ca. 50 bis 70 Seiten) werden von dem EPA/Risk Reduction Engineering Laboratory, Office of Research and Development verfaßt. Es wird jedesmal nur ein Sanierungsdemonstrationsprojekt bearbeitet. Aus dieser Reihe gibt es leider nur ca. 10 Berichte.

Von den *State of California Department of Health Services, Toxic Substances Control Program, Alternative Technology Division*, gibt es eine Reihe von Berichten über Bodensanierungsdemonstrationsprogramme. Diese haben jedoch einen geringeren Umfang (10 bis 30 Seiten). Entsprechend geringer ist auch der Informationsgehalt dieser Berichte im Vergleich zu den U.S./EPA/SITE Application Analysis Reports.

Eine aktuelle Zusammenfassung der in der BRD angebotenen Sanierungsverfahren befindet sich in /Boehnke91/, weitere Informationen dazu in /Franzius88, Thome87, Thome88, Thome89, Arendt90, Wolf88, Euroforum90, Smith85, Czurda90, Achakzi88, Ahlert86, Assink87, Assink86, Beine91, Boehnke91, Brandl89, Danzer88, Deckwer87, Deutsches91, Franzius (mehrere Artikel), Hurtig86, Kinner89, Knoedler90, Luehr90, Neumaier90, Rulkens85, Schaar91, Rat90, Stiefel88, Stroh88, Thomanetz86, Wichert86, Wichert90, Wolfe89/.

4.2 Thermische Verfahren

Thermische Bodenreinigungsverfahren werden in Drehrohr- oder Wirbelschichtöfen durchgeführt. In einer ersten Stufe wird der Boden auf Temperaturen von bis zu 650°C geheizt. Wenn dieser Schritt in einer inerten Atmosphäre stattfindet, spricht man von einer *Pyrolyse*. Dabei werden die Kontaminationsstoffe verflüchtigt und teilweise zersetzt. In einer zweiten Stufe, der *Nachbrennkammer*, werden dann die gasförmigen Kontaminationsstoffe verbrannt. Dabei werden hauptsächlich organische Kontaminanten beseitigt. Bei anderen Verfahrensvarianten wird der Boden zuerst in einer Trockentrommel bei Temperaturen zwischen 200-600°C getrocknet und anschließend der Boden bis zu 1200°C geheizt. Es folgt auch hier eine Nachverbrennung der Abgase /Fehlau89/.

Die *Abgasreinigung* bei allen thermischen Verfahren ist sehr aufwendig. Wegen Unsicherheiten bei den möglichen Emissionen dürfen in den Niederlanden CKW-kontaminierte Böden nicht thermisch behandelt werden.

Durch diese Verfahren können in der Regel keine Schwermetallkontaminationen beseitigt werden. Allenfalls können dem Boden einige flüchtige SM-Verbindungen entzogen werden. Diese werden dann von entsprechenden Filteranlagen zurückgehalten. Die im Boden verbleibenden SM werden vermutlich immobilisiert /Boehnke91/. Dies muß aber von Fall zu Fall erneut erwiesen werden.

Die Beschaffenheit des Bodens nach der Behandlung ist Gegenstand umfangreicher Untersuchungen und Diskussionen /Goetz/.

In den oben (Kap. 4) erwähnten Literaturstellen finden sich zahlreiche allgemeine Beschreibungen der thermischen Bodendekontaminationsverfahren. Weitere Einzelheiten dazu befinden sich in /Drescher91, Maury90, Neue91, Rebhan90, Ellis86/.

4.3 Extraktionsverfahren

Die Extraktions- oder Waschverfahren zielen auf die Überführung der Kontaminanten in eine flüssige Phase, die dann von der festen Phase (Boden) abgetrennt wird. Dadurch lassen sich prinzipiell alle Arten der Bodenkontamination behandeln. Die Schwierigkeiten liegen in der Beschaffenheit des Bodens, besonders was den Anteil an organischen Bestandteilen des Bodens, sowie dessen Gehalt an Tonminerale betrifft. Diese beiden Bodenkomponenten vermögen Kontaminationsstoffe besonders stark zu binden, sodaß eine chemische Abtrennung stark erschwert wird. Als Waschlösungen kommen Säuren oder Laugen mit dem Zusatz von Tensiden oder auch organischen Extraktionsmitteln zum Einsatz. Üblicherweise wird die Bodenfraktion, die kleiner ist als 60 μm , abgetrennt und meist in einer Sondermülldeponie gelagert.

Die zahlreichen bekannten Extraktionsverfahren zur Bodendekontamination lassen sich grob in vier Kategorien bezüglich des verwendeten Extraktionsmittels aufteilen.

Bei der ersten wird *Wasser* ohne chemische Zusätze verwendet. Zur Steigerung der Extraktionsleistung wird dem Boden oft mechanische Energie in Form von *hohen Wasserdrücken* zugeführt /Boehnke91, Arendt90, Franzius88, Greiner87, Heimhard87, Hochdruck89 Vahlsing89/. Durch solche Verfahren werden die Kies- und Sand-Fraktion des Bodens von der höher kontaminierten Schluff- und Tonfraktion abgetrennt. Die zugeführte Energie reicht nicht aus, um die Schluff- und Tonfraktion des Bodens zu reinigen. Dies beschränkt die Anwendbarkeit solcher Verfahren auf sandige Böden mit einem kleinen Anteil an Feinfraktion.

Bei der zweiten Methode werden wäßrige *Laugen* eventuell mit Zusatz von *Tensiden* oder auch anderen Hilfsstoffen eingesetzt. Dabei werden z.B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) entfernt. Die meisten Schwermetalle bilden jedoch bei hohen pH-Werten unlösliche Hydroxide und

verbleiben im Boden. Mit diesen Verfahren werden ebenfalls hauptsächlich *sandige* Böden behandelt.

Bei der dritten Variante werden *Säuren*, eventuell mit Zusätzen, eingesetzt. Dabei wird zwar ein Teil der Schwermetalle extrahiert, aber es werden konzentrierte Säuren, vorzugsweise verdünntes Königswasser (HNO_3 und HCl oder NaCl) /Luehr und Beyer in Kap. 4.7.2./ benötigt, um eine gute Dekontaminationsleistung zu erreichen. Dies liegt daran, daß oft ein Teil der Schwermetalle an Huminstoffe und ein anderer Teil oft an Tonminerale fest gebunden wird. Da die Ton- und auch die Schluffraktion des Bodens bei niedrigen pH-Werten stark agglomerieren, ist eine wirksame Dekontamination mit verdünnten Säuren nicht möglich.

Unter die vierte Kategorie fallen solche Verfahren, bei denen *organische Lösungsmittel* zur Extraktion von organischen Kontaminationen eingesetzt werden. Die eventuell vorhandenen Schwermetalle verbleiben im Boden. Auch Spuren von dem eingesetzten organischen Lösungsmittel können im Boden verbleiben.

Für weiterführende Literatur zu diesem Thema, außer den allgemeinen Literaturhinweisen von Kap 4 , siehe auch /Andrews90, Assing87, Assing86, Dooley87, Dooley90, Elliott89, Hennig90, Innovative89, Leonhardt91, Nash87, Neesse90, Neesse91, Paquin89, Peterson86, Robbins90, Rulkens84, Scholz83, Wessling88, Wright89, Yu90/.

4.4 Andere physikalisch-chemische Boden und Grundwasserreinigungs- verfahren

Außer Extraktionsverfahren gibt es noch eine große Anzahl von Dekontaminationsverfahren, die auf physikalisch-chemischer Basis arbeiten. Für on- oder off-side Anwendungen wird z.B. die Auftrennung des Bodens je nach Dichte oder Korngröße oder auch nach den magnetischen Eigenschaften angewandt. Flotationsmethoden, die bei der Gewinnung von Erzen eingesetzt werden, finden auch eine breite Anwendung bei der Bodendekontamination.

Für in-situ Anwendungen werden oft Grundwasserreinigungsverfahren eingesetzt. Diese zielen auf die Behebung von akuten Grundwasserschäden. Gleichzeitig wird ein Dekontaminatioseffekt erzielt, indem die wasserlöslichen oder emulgierten Kontaminationen dem Boden ständig entnommen werden. Dabei wird an einer Stelle das Grundwasser abgepumpt, behandelt und wieder dem Boden zugeführt. Für die Wasserbehandlung kommt eine Reihe von

Behandlungstechniken zum Einsatz. Meist dauert eine Bodendekontamination mittels solcher hydraulischen Maßnahmen jedoch lang, obwohl man sich bemüht, durch ausgefeilte Techniken (z.B. Erzeugung einer zusätzlichen vertikalen Strömung) die Effizienz dieser Methoden weiter zu erhöhen.

Durch den Einsatz von Nährstoffen und Mikroorganismen oder von Chemikalien werden die hydraulischen Maßnahmen mit mikrobiologischen und rein chemischen Verfahren kombiniert.

Andere physikalisch-chemische Verfahren, die eine breite Anwendung gefunden haben, sind die verschiedenen Bodenluftabsaugungsverfahren. Diese Verfahren gibt es in vielen Variationen. Gemeinsam bleiben die Merkmale, daß es sich um in-situ Verfahren, die relativ lange Zeit in Anspruch nehmen, handelt und daß die dem Boden entnommene Bodenluft einer oft aufwendigen Reinigung unterzogen wird, vor dem Ablassen in der Umgebung.

Literatur über diese Verfahren: /Acar90, Bock90, Curtis91, Herrling90, Horng87, Michaels88, Montemagno91, Riss91, Watts91, Werner88, Gannon88/.

4.5 Biologische Bodendekontaminationsverfahren

Die meisten Substanzen, die in kontaminierten Böden vorkommen, außer den Schwermetallen, werden mehr oder weniger von Mikroorganismen *metabolisiert*. Bei einer kompletten Metabolisierung entstehen CO₂, H₂O und einige anorganische Salze als Produkte. Eine solche komplette Metabolisierung kommt jedoch selten vor. Häufiger werden die Kontaminanten zu einfacheren chemischen Verbindungen zersetzt. Bei erfolgreichen Verfahren besitzen diese *Metaboliten* ein geringeres oder gar keinen Kontaminationspotential.

Biologische Verfahren werden sowohl in-situ, als auch on- oder off-site durchgeführt. In-situ Verfahren sind meist preiswerter, aber dauern länger. Als Mikroorganismen werden entweder speziell gezüchtete eingesetzt, oder man verläßt sich, besonders bei ältere Kontaminationen, auf die natürliche Selektion und versucht lediglich, durch ein verbessertes Nähr- und Sauerstoffangebot die Aktivität dieser Mikroorganismen zu erhöhen. Gelegentlich müssen auch der pH-Wert des Bodens und Spurenelemente zudosiert werden.

Bei starken Kontaminationen versagen diese Verfahren. Dagegen werden oft biologische Verfahren im Anschluß an eine physikalisch-chemische

Bodenbehandlung angewandt. Somit werden die letzte Kontaminationsspuren aus dem nach der ersten Behandlung gelockerten Boden beseitigt.

Der technische Aufwand, besonders bei on- oder off-site Verfahren (Mieten, Abluftbehandlung, Abwasserbehandlung, Personalschutz, Flächenbeanspruchung usw.), darf nicht unterschätzt werden.

Außer der in Kap.4 angegebenen allgemeinen Literatur finden sich weitere Informationen über diese Verfahren in /Beyer91, Beyer89, Biotechnikmethoden91, Filip88, Henke91, Henke90, Hoppenheidt89, Kaun89, Nannipieri91, Rissing89, Schmidt89, Schuessler87, Schwefer91, Soczo88, Unterman87, Untersuchung88, Werner88, Wetzels86, Wichert90, Zimmermann91, sowie Zahlreiche F+E Projekte/.

4.6 Literaturverzeichnis zu Kapitel 4

Acar, Y. B.; Gale, R. J.; Putnam, G. A.; Hamed, J.; Wong, R. L.

Electrochemical processing of soils: theory of pH gradient development by diffusion, migration, and linear convection

J. Environ. Sci. Health, Part A A25, 687-714, (1990).

Achakzi, D.; Luehr, H. P.; Schaar, H.; Boehnke, B.; Poeppinghaus, K.

Statusbericht zur Altlastensanierung. Technologien und F+E-Aktivitäten.

Bundesminister für Forschung und Technologie Projektträgerschaft: Umweltbundesamt (1988).
Sonderdruck anlässlich des 2. Internationalen TNO/BMFT-Kongresses vom 11.-15. April 1988
in Hamburg.

Förderkennzeichen: 1460505. TIB Hannover: FR 1778 + a. (1988).

Ahlert, R.C.; Kosson, D.S.

*Remediation of an Industrial Dump Site - A case History Land Disposal Remedial Action
Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research
Symposium*

EPA /600/9-86/022 August 1986 73-89, (1986).

Andrews, A. T.; Ahlert, R. C.; Kosson, D. S.

Supercritical fluid extraction of aromatic contaminants from a sandy loam soil

Environ. Prog. 9, 204-10, (1990).

Antkowiak, R.

*Sprengstoffe im Untergrund verhindern Baubetrieb. Ab September wird in Stadtallendorf TNT-
verseuchter Boden gewaschen. Die Sanierung der Rüstungsallasten beginnt.*

VDI-Nachrichten 44(35), 27, (1990).

Arendt, F.; Hinsenveld, M.; van den Brink, W.J.

Altlastensanierung 90, 1 und 2

Kluwer Academic Publishers (1990).

Assink, J. W.

*Extractive methods for soil decontamination; operational treatment installations in the
Netherlands*

U. S. Environ. Prot. Agency, Res. Dev., [Rep.] EPA, EPA/600/9-87/018F, Proc. - Int. Conf. New
Front. Hazard. Waste Manage., 2nd, 1987, 55-64, (1987).

Assink, J. W.

*Extractive methods for soil decontamination; a general survey and review of operational
treatment installations*

Contam. Soil, Int. TNO Conf., 1st, Meeting Date 1985, 655-67.

Nijhoff: Dordrecht, Neth. (1986).

Assink, J. W.; Rulkens, W. H.

Cleaning soils contaminated with heavy metals

Environ. Technol., Proc. Eur. Conf., 2nd, 502-12.

Nijhoff: Dordrecht, Neth. (1987).

Assink, J.W.; van den Brink, W.J.

Contaminated Soil.

Konferenz: 1. International TNO Conference on Contaminated Soil, Utrecht/NL, 1985, 11.-15. Nov
Dordrecht/NL: Nijhoff, M. (1986).

Austin, D. A.

The B.E.S.T. process - an innovative and demonstrated process for treating hazardous sludges and contaminated soils

Proc. - APCA Annu. Meet., 81st(1), Paper 88/6B.7, (1988).

Axmann, M.

Remedial action at abandoned waste sites : workshop, Bonn, 13. u. 14. Okt. 1988 = Altlasten: Untersuchung, Bewertung und Sanierungstechnologien

Bundesministerium fuer Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (1988).

Beine, R.A.; Kollmeier, U.

Verfahren zur Sanierung von Altlasten. Uebersicht zum gegenwaertigen Stand der Technik.

BI (Bauwirtschaftliche Informationen) 10, 24-25, 27-29, (1991).

Beyer, M.

Altlasten biologisch sanieren. Mikrobieller Schadstoffabbau erhaelt die Aktivitaeten des Bodens.

Umwelt (VDI) 21(1/2), 40, 42, 45, (1991).

Beyer, M.; Weissenfels, W.

Die biologische Sanierbarkeit von Altlasten. Essener Labormethode kann die grosstechnische Verfahrensauswahl erleichtern.

Umwelt (VDI) 19(11/12), 586-587, (1989).

Biotechnikmethoden der Altlasten-Sanierung.

Argus Journal 3(6), 20, (1991).

Bock, P.; Hötzl, H.; Nahold, M.

Untergrundsanie rung mittels Bodenluftabsaugung und In-Situ-Strippen

Schriftenreihe Angewandte Geologie Karlsruhe 9, (1990).

Boehnke, B.; Poeppinghaus, K.; Schaar, H.

Altlast - Sanierungsregister (TERESA)

Forschungsinstitut fuer Wassertechnologie e.V. an der Rheinisch-Westfaelischen Technischen Hochschule Aachen Mies-van-der-Rohe-Str. 17, 5100 Aachen

Der Bundesminister für Forschung und Technologie

Umweltbundesamt, Fachgebiet III 2.2, Abfallwirtschaft und Altlastensanierung (1991).

Brandl, H.

Verfahren zur Sicherung und Sanierung von Altlasten.

Oesterreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift 134(2), 57-81, (1989).

Cleanup of large areas contaminated as a result of a nuclear accident

Technical reports series / International Atomic Energy Agency ; 300 (International Atomic Energy Agency ; STI/DOC/10/300, (1989). (Vienna : IAEA)

Curtis, J. T. ; Pedersen, T. A.

Soil vapor extraction technology

Park Ridge, NJ : Noyes Data Corp., (1991).

Czurda, K.A.

Sanierung bindiger Boeden. Reduzierte Erfolgsaussichten durch das spezifische Transportverhalten und Rueckhaltevermoegen.

Konferenz: Neuer Stand der Sanierungstechniken von Altlasten (Symposium des Instituts fuer wassergefaehrdende Stoffe an der Technischen Universitaet Berlin und des Forschungsinstituts fuer Wassertechnologie an der RWTH Aachen), Aachen, 1990, 8.-9.Mar
IWS-Schriftenreihe. 10, 125-146, (1990). (Berlin: Schmidt, E.)

Danzer, M.; Pawlick, R.
Methoden und Verfahren zur Sanierung von Altlasten.
 Konferenz: 23. OeWWV-Seminar. Gefaehrung des Grundwassers durch Altlasten, Ottenstein/A,
 1988, 11.-14.Apr .
 Wiener Mitteilungen. Wasser, Abwasser, Gewaesser. 76, 65-99 , (1988).

Dauerman, L.; Windgasse, G.
Microwave treatment of hazardous wastes
 TIZ Int. 114, 503-5, (1990).

Deckwer, W.; Weppen, P.
Technologien zur Sanierung von Bodenkontaminationen und Altlasten.
 Chemie-Ingenieur-Technik 59(6), 457-464, (1987).

Deutsches Altlasten-Seminar.
 Konferenz: Deutsches Altlasten-Seminar (zugleich BMFT-Statusseminar 1990), Freiberg, 1990,
 18.-19.Okt. (1991).

Dev, H.
Radio Frequency Enhanced In-Situ Decontamination of Soils Contaminated with Halogenated Hydrocarbons Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium
 EPA /600/9-86/022 August 1986 402-412, (1986).

Dev, H.; Bridges, J.; Sresty, G.; Enk, J.; Mshael, N.
Radio frequency enhanced decontamination of soils contaminated with halogenated hydrocarbons
 Report, EPA/600/2-89/008; Order No. PB89-161764. Avail. NTIS From: Gov. Rep. Announce.
 Index (U. S.) 1989, 89(12), Abstr. No. 932,699 (1989).

Dev, H.; Condorelli, P.; Bridges, J.; Rogers, C.; Downey, D.
In situ radio frequency heating process for decontamination of soil
 ACS Symp. Ser. 338, 332-9, (1987).

Dietz, G.
Verfahrensmix reinigt den Boden. Experten erstellen Gebrauchsanweisung fuer aehnliche Sanierungsaefaele. Ehemalige Zeche wird zu Altlasten-"Spielwiese".
 VDI-Nachrichten 44(47), 43, (1990).

Dong, J. I.
Mass transfer of hazardous organic compounds in soil matrices relevant to thermal desorption/incineration
 Avail. Univ. Microfilms Int., Order No. DA9107148 From: Diss. Abstr. Int. B 1991, 51(12, Pt. 1),
 5789 (1990).

Dooley, K. M. ; Kao, C. P.; Gambrell, R. P.; Knopf, F. C.
The use of entrainers in the supercritical extraction of soils contaminated with hazardous organics
 Ind. Eng. Chem. Res. 26, 2058-62, (1987).

Dooley, K. M.; Ghonasgi, D.; Knopf, F. C.; Gambrell, R. P.
Supercritical carbon dioxide-cosolvent extraction of contaminated soils and sediments
 Environ. Prog. 9, 197-203, (1990).

Downey, D.C.

Applying new technologies; a scientific perspective

Conference: Water Science and Technology Board, 8th colloquium, Washington, DC, United States, April 20-21, 1989

Monographic: Ground water and soil contamination remediation; 183-194, (1990).

Drescher, H.P.; Lehbrink, R.; Leifhold, K.

Kombination von thermischer Bodenbehandlung und in-situ Bodensanierung auf dem Betriebsgelaende einer Sondermuellverbrennungsanlage.

Konferenz: 3. Internationaler KfK/TNO Kongress ueber Altlastensanierung, Karlsruhe, 1990, 10.-14.Dez .

Altlastensanierung '90. Dritter Internationaler KfK/TNO Kongress ueber Altlastensanierung. Band 2., 999-1005, (1991).

Dugan, G. L.; Gee, H. K.; Lau, L. S.

Decontamination of chromium-contaminated soil in Hawaii

Technical Report, 159. (1984).

Water Resources Research Center, University of Hawaii, Honolulu, HI, United States.

Deutsches Altlasten-Seminar.

Konferenz: Deutsches Altlasten-Seminar (zugleich BMFT-Statusseminar 1990), Freiberg, 1990, 18.-19.Okt.

(1991).

Elliott, H. A.; Brown, G. A.

Comparative evaluation of NTA and EDTA for extractive decontamination of lead polluted soils
Water, Air, Soil Pollut., 45(3-4), 361-9, (1989).

Ellis, W.D.; Fogg, T.R.; Tafuri, A.N.

Treatment of Soils Contaminated with Heavy Metals Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium

EPA /600/9-86/022 August 1986 201-207, (1986).

EuroForum Altlasten : Revitalisierung von Industriebrachen, Altlasten in der EG, Saarbruecken, 11. - 13. Juni 1990.

Institut fuer Industrielle Reststoff- und Abfallwirtschaft GmbH (1990).

Fehlau, K-P.; Kriechbaum, D.

Altlasten

VDI Bildungswerk, Seminar in Linz/Österreich (1989)

Fillip, Z.; Geller, A.; Schiefer, B.; Schwefer, H.; Weirich, G.

Untersuchung und Bewertung von In situ-biotechnologischen Verfahren zur Sanierung des Bodens und des Untergrundes durch Abbau petrochemischer Altlasten und anderer organischer Umweltchemikalien.

(Untersuchung zur Erfassung des Standes der Technik).

Umweltbundesamt. Berlin (1988).

Fitzpatrick, V.; Buelt, J.; Oma, K.; Timmerman, C.

In Situ Vitrification - A Potential Remedial Action Technique for Hazardous Wastes. In-Situ-Verglasung - Eine moegliche Hilfsmassnahme fuer gefaehrliche Abfaelle.

Konferenz: Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites (5. National Conference), Washington D.C./USA, 1984, 7.-9.Nov .

Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites. 191-194, (1984).

Fleming, J.L. ; Royer, M.D.

A Selection Guide for Mobile/Portable Treatment Technologies for the Removal of Volatile Organics from Water Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium
EPA /600/9-86/022 August 1986 170-177, (1986).

Forschungsprojekte in der Abfallwirtschaft und der Dekontamination von Altlasten 1982-1988.
Bonn: Bundesministerium fuer Forschung und Technologie, Referat Presse und Oeffentlichkeitsarbeit. (1989).

Fraja Frangipane, E. De

Remedial action techniques for contaminated soil
Ing. Ambientale 16, 679-700, (1987).

Franzius, V.

Ueberblick ueber die Verfahrenstechniken zur Sicherung und Sanierung von Altlasten.
Altlasten. Fachvortraege des ATV-Seminars "Altlasten" vom 10./11. Mai 1989. St. Augustin.
ATV Dokumentation und Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis. 23, 79-90, (1990).

Franzius, V.

Handbuch der Altlastensanierung
Heidelberg : Decker. (1988) -

Franzius, V.

Moeglichkeiten zur Bodensanierung. Possibilities of Soil Clean-Up.
Konferenz: Jahrestreffen der Verfahrens-Ingenieure, Stuttgart, 1990, 3.-5.Okt
Chemie-Ingenieur-Technik 63(4), 348-352, 357-358, (1991).

Franzius, V.

Overview of cleanup methods
GWF, Gas- Wasserfach: Gas/Erdgas 130, 458-64, (1989).

Franzius, V.

Sanierung von Altlasten - Technische Verfahren, Eignung, Kosten.
Vortrag bei der Arbeitstagung '90 "Altlasten" der Bundesvereinigung Deutscher Heimstaetten e.V.
Bonn am 10.09.90, Bochum
UND Mitteilungen der Heimstaetten und Landesentwicklungsgesellschaften 4, 14-22, (1990).

Franzius, V.

Waschverfahren zur Reinigung kontaminierter Boeden.
Konferenz: 1. EUROFORUM Altlasten, Saarbruecken 1990, 10.-13.Jun, .
Tagungsband zum Euroforum Altlasten. Altlasten in der EG. 5, (1990).

Franzius, V.

Moeglichkeiten zur Bodensanierung
Chem.-Ing.-Tech. 63, 4, 348-358, (1991).

Franzius, V.

Überblick über Verfahrenstechniken zur Sanierung von Altlasten
Vortrag beim ATV-Seminar "Altlasten" 3/4.9.1990 Essen (1990).

Franzius, V.

Ueberblick ueber die Verfahrenstechniken zur Sicherung und Sanierung von Altlasten.
ATV Dokumentation und Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis. Bd 23, 79-90, (1990).

Franzius, V.

Technische Möglichkeiten der Altlastensanierung - Stand und Entwicklungsperspektiven.
Konferenz: Altlasten im Ruhrgebiet (Kolloquium), Essen, 1986, 27.Feb.
Resuemee. 11-27, (1986).

Franzius, V.

Sanierung von Altlasten - Technische Verfahren, Eignung, Kosten.
Mitteilungen der Helmstaetten und Landesentwicklungsgesellschaften 4, 14-22, (1990).

Franzius, V.

Technische Möglichkeiten zur Sanierung von Altstandorten
Vortrag bei der Tagung des Fachaussusses "Abfallbehandlung" der GVC.VDI-Gesellschaft
Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (1990).

Franzius, V.

Review on soil decontamination techniques
BBR, Wasser Rohrbau, 41(12), 612-15, 618 (1990).

Freestone, F. ; Hazel, R.; Wilder, I.; Brugger, J.; Yezzi, J.; Miller, R.; Pfrommer, C.; Helse, R.;
Alperin, E.

*Evaluation of On-Situ Incineration for Cleanup of Dioxin-Contaminated Materials Land Disposal
Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th
Annual Research Symposium*
EPA /600/9-86/022 August 1986 298-318, (1986).

Gaastra, J.J.; Ried, M.

Cadmium-Elimination aus Boden nach einem in situ-Verfahren.
Altlasten 2. 749-756, (1988).
Berlin: EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik.

Gannon, O. K.

*Environmental reclamation through use of colloid foam flotation, in-situ soil aeration and in-situ
surfactant flushing*
Avail. Univ. Microfilms Int., Order No. DA8910849 From: Diss. Abstr. Int. B 1989, 50(3), 975
(1988).

Ghassemi, M.

Innovative in situ treatment technologies for cleanup of contaminated sites
J. Hazard. Mater. 17, 189-206, (1988).

Greiner, G.

Mit Hochdruck. Waesche fuer kontaminierte Boeden.
Entsorga - Magazin 6(6/7), 46-49, (1987).

Gunschera, F.

On site-Bodenreinigung mit einem Demulgator.
Altlasten 2. 757-764, (1988).
Berlin: EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik.

Hartje, V. J.

Sanierung von Altlasten
Wirtschaftsdienst (1986). Berlin : IIUG, [1986].

Hartmann, H.

*Erfahrungen und Entwicklungen mit thermischen Verfahren zur Sanierung von Altlasten /
Kontaminierten Schuettguetern.*
Fachvortraege des ATV-Seminars "Altlasten" vom 10./11. Mai 1989. St. Augustin.
ATV Dokumentation und Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis. 23, 197-219, (1990).

Hathaway, J. R.; Wallace, J. R.

Status of remediation techniques for PCB contaminated soils and sediments

Oper. Sect. Proc. - Am. Gas Assoc. 1990, 401-6, (1990).

Heimhard, H. J.

Pollutant separation from contaminated soils using a high-pressure washing method

Kommunalwirtschaft 188-92, (1987).

Henke, G.A.

Biologische Sanierung kontaminierter Boeden.

Konferenz: Sanierung belasteter Liegenschaften der Streitkraefte in Deutschland (CPM-Symposium und Ausstellung), Bonn, 18.-19. Jun. (1991)

Henke, G.A.

Mikrobiologische on-site Sanierung.

Konferenz: Neuer Stand der Sanierungstechniken von Altlasten (Symposium des Instituts fuer wassergefaehrdende Stoffe an der Technischen Universitaet Berlin und des Forschungsinstituts fuer Wassertechnologie an der RWTH Aachen), Aachen, 1990, 8.-9.Mar

IWS-Schriftenreihe. 10, 179-183, (1990). (Berlin: Schmidt, E.)

Hennig, R.; Werner, W.

Physicochemical soil decontamination by the Harbauer process

Stuttg. Ber. Siedlungswasserwirtsch. 109, 81-106, (1990).

Hennig, R.; Werner, W.

Decontamination of soil with the Harbauer process as demonstrated by the mobile soil decontamination plant in Vienna, Austria

Aufbereit.-Tech. 31, 372-7, (1990).

Herrling, B. ; Buermann, W.; Stamm, J.

In-Situ remediation of volatil contaminants in groundwater by a new system of "Underpressure-Vaporizer-Wells"

Proceedings of the Conference on Subsurface Contamination by Immiscible Fluids, Calgary (1990).

Herrling, B.; Buermann, W.

A New Methode for In-Situ Remediation of Volatile Contaminants in Groundwater - Numerical Simulation of the Flow Regime

Computational Methods in Subsurface Hydrology Proceedings of the Conference on Computational Methods in Water Resources (1990).

Herrling, B.; Buermann, W.; Stamm, J.

In-Situ-Beseitigung leichtfluechtiger Schadstoffe aus dem Grundwasser mit dem UVB-Verfahren
Symposium Neuer Stand der Sanierungstechniken von Altlasten, Aachen (1990).

Herrling, B.; Buermann, W.; Stamm, J.; Schoen, M.

UVB Technique for In-Situ Groundwater Remediation of Strppable Contaminants: Operation and Dimensioning of Wells

Envirotech Vienna 1990

Hazardous Waste Management, Contaminated Sites and Industrial Risk Assessment 631-640, (1990).

Hochdruck-Bodenwaschanlage fuer die Sanierung alter Industriestandorte.

Wasser, Luft und Boden 33(6), 62, (1989).

Hoetzi, H.

Vorstudie fuer ein Pilotprojekt zur Sanierung von Altlasten (Sondermuelldeponie)

Karlsruhe : Lehrstuhl fuer Angewandte Geologie d. Univ., (1987).

Hoff, R. M.; Dupont, R. R.; Moore, W. M.; McLean, J. E.

Evaluation of the use of solar irradiation for the decontamination of soil residues
Proc. - APCA Annu. Meet., 81st(1), Paper 88/6A.6, (1988).

Hoogendoorn, D.

Review of the Development of Remedial Action Techniques for Soil Contamination in the Netherlands.

Konferenz: Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites (5. National Conference),
Washington D.C./USA, 1984, 7.-9.Nov .

Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites. 569-575, (1984).

Hoppenheidt, K. ; Kaestner, M.; Hanert, H.H.

Aktivierung des biologischen Abbaus persistenter organischer Umweltchemikalien in einem kontaminierten Grundwasser. The Activation of Biological Degradation of Persistent Organic Environmental Chemicals from a Polluted Groundwater.

GWf (Gas- und Wasserfach) Wasser - Abwasser 130(12), 697-705, (1989).

Hornig, J. J.; Banerjee, S.; Herrmann, J. G.

Evaluating electro-kinetics as a remedial action technique

U. S. Environ. Prot. Agency, Res. Dev., [Rep.] EPA, EPA/600/9-87/018F, Proc. - Int. Conf. New Front. Hazard. Waste Manage., 2nd, 1987, 65-77 (1987).

Hurtig, H.; Flothmann, D.; Hintz, R.; Rippen, G.; Scherer, K.; Schoenborn, W.; v. Straaten, L.

Statusbericht zur Sanierung von kontaminierten Standorten. Uebersicht ueber Sanierungskonzepte und Sanierungsmassnahmen in Forschung und Praxis.

Foerderkennzeichen: 1430340. TIB Hannover: AC 9937. (1986).

Innovative technology: BEST solvent extraction process

Report, EPA/9200.5-253/FS; Order No. PB90-274218.

Avail. NTIS From: Gov. Rep. Announce. Index (U. S.) 1990, 90(24), Abstr. No. 063,549 (1989).

Jaros, E.

Remedy and Risk. Lessons from the Resolve Superfund Site. Loesungen und Risiken. Lehren aus einer Altlastensanierung.

Environmental Impact Assessment Review 11(2), 181-193, (1991).

Jessberger, H.L.

Erkundung und Sanierung von Altlasten. Berichte.

Konferenz: 5. Altlasten-Seminar ueber Erkundung und Sanierung von Altlasten, Bochum, 1989, 29.Mar

Rotterdam/NL: Balkema, A.A. (1989).

Karstedt, J.; Dilling, J.

Verfahren zur Sanierung kontaminierter Standorte.

Tiefbau - Ingenieurbau - Strassenbau 10, 514, 516, 518-522, (1986).

Kaun, B.; Rohloff, J.

Mikrobiologische In-situ-Bodensanierung. In-situ Microbiological Soil Clean-up.

Chemie-Technik 18(3), 86, 88-89, (1989)

Khan, K. A.; Cruse, H.

Soil and groundwater remediation - a case study

Proc. - A&WMA Annu. Meet., 83rd (Vol. 1), 90/15.3, (1990).

Kinner, U. H.

Wegweiser fuer Altlasten- und Bodensanierung: eine Information über Planer, Firmen und Gutachter

Forschungsbericht 10703006.

Berlin : Erich Schmidt, 1989.

Knaapen, J.W.

Sanierung von Altlasten in den Niederlanden.

Altblagerungen und Altlasten. Eine Informationsveranstaltung der U.A.N. Hannover:

Niedersaechsischer Staedte- und Gemeindebund (Selbstverlag). (1986). 71-80. Serientitel:

Schriftenreihe des Niedersaechsischen Staedte- und Gemeindebundes. Bd 10. Konferenz:

Altblagerungen und Altlasten (Informationsveranstaltung der Umwelt-Aktion Niedersachsen, U.A.N.), Walsrode, 1986, 19.Jun .

Knoedler, G.

Altlasten - Sanierungsverfahren

Stuttgart : IRB-Verl., (1990).

Koester, K.H.

Zulassungsverfahren bei der Altlastensanierung (on-site) aus abfall- und immissionsschutzrechtlicher Sicht.

Konferenz: Forum Umweltschutz '90 (TUEV Rheinland), Koeln, 1990, 10.-11.Okt

Forum Umweltschutz, 403-415 , (1991).

Krieger, T.; Konteye, C.; Eikmann, T.; Einbrodt, H.; Jekat, F.; Michels, S.

Probleme bei der Wiedernutzung von Altlasten am Beispiel eines ehemaligen

Zinkhuettengelaendes als Freizeitzentrum. Teil II. Gefaehrungsabschaetzung und Sanierungsvorschlaege.

Wissenschaft und Umwelt (ISU) 12(2), 63-68, (1989).

Leonhardt, H.; Heinrich, F.

Soil washing processes for the model-type remediation of the metallurgical plant site at Burbach, Germany

Aufbereit.-Tech. 32, 433-6, (1991).

Loske, D.

Aufarbeiten von Altlasten. Viele Verfahren in der Entwicklung, aber wenig grosstechnische Erfahrung.

Konferenz: ENVITEC '89, Duesseldorf, 1989, 10.-14.Apr .

Umwelt (VDI) 19(7/8), 381-382, (1989).

Luehr, H.-P.

Neuer Stand der Sanierungstechniken von Altlasten. Symposium.

Konferenz: Neuer Stand der Sanierungstechniken von Altlasten (Symposium des Instituts fuer wassergefaehrdende Stoffe an der Technischen Universitaet Berlin und des Forschungsinstituts fuer Wassertechnologie an der RWTH Aachen), Aachen, 1990, 8.-9.Mar

IWS-Schriftenreihe. 10, (1990). (Berlin: Schmidt, E.)

Maury, H.D.

Zyklon-Waermetauscher-Verfahren zur thermischen Dekontamination von Boeden.

Konferenz: Neuer Stand der Sanierungstechniken von Altlasten (Symposium des Instituts fuer wassergefaehrdende Stoffe an der Technischen Universitaet Berlin und des Forschungsinstituts fuer Wassertechnologie an der RWTH Aachen), Aachen, 1990, 8.-9.Mar

IWS-Schriftenreihe. 10, 277-293, (1990). (Berlin: Schmidt, E.)

McCarty, P.L.

Scientific limits to remediation of contaminated soils and ground water

Conference: Water Science and Technology Board, 8th colloquium, Washington, DC, United States, April 20-21, 1989

Monographic: Ground water and soil contamination remediation; 38-52, (1990).

Natl. Acad. Press, Washington, DC, United States.

Meseck, H.; Knuepfer, J.

Neue Technologien zur Abdichtung von Deponien und zur Sanierung von Altlasten.

Konferenz: Ablagerung umweltbelastender Stoffe, Braunschweig, 1985, 6.-7.Feb .

Veroeffentlichungen des Instituts fuer Stadtbauwesen. 38, 167-186, (1985).

Michaels, P. A.; Stinson, M. K.

Terra Vac in situ vacuum extraction process site demonstration

U. S. Environ. Prot. Agency, Res. Dev., [Rep.] EPA, EPA-600/9-88/021, Land Disposal, Rem.

Action, Incineration Treat. Hazard., Waste 591-603 (1988).

Montemagno, C. D.; Peters, R. W.; Tyree, A.

Investigations involving oxidation-reduction (redox) pretreatment in conjunction with biological remediation of contaminated soils

Proc. Ind. Waste Conf., Volume Date 1990, 45th, 59-72 (1991).

Nannipieri, P.; Bollag, J. M.

Use of enzymes to detoxify pesticide-contaminated soils and waters

J. Environ. Qual. 20, 510-17, (1991).

Nash, J. H.; Traver, R. P.

Field studies of in situ soil washing

Conference: Second national conference on the Environmental and public health effects of soils contaminated with petroleum products, Amherst, MA, United States, Sept. 28-30, 1987

Monographic: Petroleum contaminated soils; Volume I, Remediation techniques, environmental fate, risk assessment 157-161 (1987). (Lewis Publ., Chelsea, MI, United States).

Nash, J.; Traver, R.P.

Field Evaluation of In Situ Washing of Contaminated Soils with Water/Surfactants

Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium

EPA /600/9-86/022 August 1986 208-217, (1986).

Nesse, T.

Wet processing of contaminated soil

Aufbereit.-Tech. 31, 563-9, (1990).

Nesse, T.; Grohs, H.

Washing and classifying of contaminated soil

Aufbereit.-Tech. 32, 72-7, (1991).

Neue Impulse. Thermische Verfahren zur Bodensanierung.

Entsorga - Magazin 10(9), 160-164, (1991).

Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der Deponie Georgswerder

Bonn : Economica-Verl.

Neumaier, H.

Ueberblick ueber die Techniken der Altlasten-Sanierung.

Konferenz: Sanierungsverfahren (Tagung des Umweltinstituts Offenbach im Rahmen der Seminarreihe "Altlasten"), Frankfurt am Main 1990, 29.-30.Mar.

Oyler, J. A.

Remediation of metals-contaminated site near a smelter using sludge/fly ash amendments
Proc. Ind. Waste Conf., Volume Date 1989, 44th, 75-82 (1990).

Palmer, C. D.; Wittbrodt, P. R.

Processes affecting the remediation of chromium-contaminated sites
Environ. Health Perspect. 92, 25-40, (1991).

Paquin, J.; Mourato, D.

Soil decontamination with Extraksol

U. S. Environ. Prot. Agency, Res. Dev., [Rep.] EPA, EPA/600/9-89/072, Int. Conf. New Front.
Hazard. Waste Manage., 3rd, 1989, 35-47 (1989).

Peterson, U.G.O.

Bodenreinigung nach dem Oil-Crep-System im On Site-Verfahren.

Konferenz: Bodensanierung und Grundwasserreinigung - Wiedernutzung von Altstandorten
(Fachseminar der Technischen Universitaet Braunschweig), Braunschweig, 1986, 24.-25.Sep .
Bodensanierung und Grundwasserreinigung - Wiedernutzung von Altstandorten -. Fachseminar.
Kurzreferate. 207-235, (1986).

Peyton, G.R.; Gibb, J.P.; LeFaivre, M.H.; Ritchey, J.D.; Burch, S.L.; Barcelona, M.J.

*Effective Porosity of Geologic Materials Land Diposal Remedial Action Incineration and
Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annal Research Symposium*
EPA /600/9-86/022 August 1986 21-28, (1986).

Pope, J. L.

Abatement/remediation of volatile organics in the subsurface using soil vapor extraction
Proc. - A&WMA Annu. Meet., 83rd(Vol. 1), 90/7.4, (1990).

Rat von Sachverstaendigen fuer Umweltfragen

Sondergutachten 'Altlasten' des Rates von Sachverstaendigen fuer Umweltfragen :

Unterrichtung durch die Bundesregierung

Bonn : Heger, 1990. (Drucksache / Deutscher Bundestag ; 11/6191)

Rebhan, A.

*Hohe Anforderungen an die Wirksamkeit. Thermische Verfahren zur Behandlung verunreinigter
Boeden. Altlasten.*

Energie 42(8), 33-34, 37-40, (1990).

Ried, M.

Cadmium-Elimination aus Boeden. Beispiel fuer ein laufendes In-situ-Reinigungsprojekt.

Wasser, Luft und Betrieb 32(4), 57-59, (1988).

Riepe, W.

Sanierung eines PAK-kontaminierten Gelaendes.

Konferenz: 6. Internationaler Kongress. Der Boden - Engpass fuer die Belastbarkeit der Umwelt
(Kongress im Rahmen der ENVITEC'89), Duesseldorf, 1989, 11.-12.Apr

Technik fuer Umweltschutz. 89-91, (1989). (Essen: Vulkan-Verlag Classen, W.)

Riss, A.; Barensee, E. R.; Helmling, O.; Ripper, P.

Application of hydrogen peroxide for the microbiological degradation of hydrocarbons

GWF, Gas- Wasserfach: Wasser/Abwasser 132, 115-26, (1991).

Rissing, P.

Biologische Altlastensanierung.

Entsorgungspraxis (1/2), 14-17, (1989).

Robbins, L. C.

Results of pilot-scale treatment of PCB-contaminated soils using B.E.S.T. solvent extraction
Proc. - A&WMA Annu. Meet., 83rd(Vol. 1), 90/15.4, (1990).

Rouse, J. V.; Pyrih, R. Z.

In-place cleanup of heavy metal contamination of soil and ground water at wood preservation sites

Proc. - Annu. Meet. Am. Wood-Preserv. Assoc. 86, 215-20, (1990).

Rulkens, W. H.; Assink, J. W.; Van Gemert, W. J. T.

On-site processing of contaminated soil

NATO Challenges Mod. Soc. 8, 37-90, (1985).

Rulkens, W.; Assink, J.

Extraction as a Method for Cleaning Contaminated Soil - Possibilities, Problems and Research.

Konferenz: Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites (5. National Conference),

Washington D.C./USA, 1984, 7.-9.Nov .

Management of Uncontrolled Hazardous Waste Sites. 576-583, (1984).

Sandza, W. F.; Dodge, L.; Ramonow, S.; Swatek, M. A.

Development and selection of remedial action at a pesticide contamination site

Conference: 6th national conference on Management of uncontrolled hazardous waste sites,

Washington, DC, United States, Nov. 4-6, 1985 .

Monographic: Management of uncontrolled hazardous waste sites 255-260, (1985).

Sarirullah, M.; Flowers, T. H.; Pulford, I. D.

Removal of phosphorus contamination from charcoal prior to decolorization of soil extracts

Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21, 2227-31, (1990).

Schaar, H.

Welches Sanierungsverfahren fuer welche Altlast?

Wasser, Luft und Boden 35(10), 87-88, (1991).

Schenkel, W.

Abfallwirtschaft in grossen Staedten und Verdichtungsraeumen Teil 2. Altlasten -

Sanierungsverfahren, Kosten, Finanzierung

Berlin : Erich Schmidt. (1987).

Schmidt, M.

Pilze reinigen belastete Boeden. Pilotprojekt der Universitaet Goettingen zur Sanierung problematischer Altlasten.

Umwelt (VDI) 19(4), 201-202, (1989).

Scholz, R.; Milanowski, J.

Mobile system for extracting spilled hazardous materials from excavated soils

Report, EPA-600/2-83-100; Order No. PB84-123637. Avail. NTIS From: Gov. Rep. Announce.

Index (U. S.) 1984, 84(4), 155 (1983).

Schuessler, H.

Biodetox-Verfahren zur biologischen Reinigung von Boeden und Grundwasser.

Kontakt und Studium. Umwelttechnik. 233, 171-182, (1987). (Ehningen: Expert-Verlag).

Schwefer, H.J.; Steffens, K.J.

Einsatz- und Leistungsaehigkeit biologischer Bodenbehandlungsverfahren.

Konferenz: Forum Umweltschutz '90 (TUEV Rheinland), Koeln, 1990, 10.-11.Okt

Forum Umweltschutz. 429-438, (1991). (Koeln: Verlag TUEV Rheinland).

Smith, M. A.

Contaminated land : reclamation and treatment

NATO challenges of modern society ; 8, (1985). (New York u.a. : Plenum Press).

Soczo, J.; Staps, J.; Visscher, K.

Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der biologischen Bodenreinigung in den Niederlanden.

Muell und Abfall 20(4), 163-170, (1988).

Sondermann, W.

Sanierung einer phenolkontaminierten Altlast.

Wasser, Luft und Boden 33(6), 58-60, (1989).

Spiteller, M.

Moeglichkeiten der Fluid-Extraktion zur Gewinnung von Bodeneinhaltsstoffen Possibilities of fluid extraction from soil components

Conference: 1. Humuskolloquium der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Bayreuth, Germany, Federal Republic of, Oct. 29-30, 1985

Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 45, 147-153, (1986).

Steffens, K.; Schwefer, H.-J.

Vorgehensweise und Rahmenbedingungen bei der Altlastensanierung in der Bundesrepublik Deutschland.

Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Umweltbundesamt (1991).

Stegmann, R.; Lotter, S.

Reinigung kontaminierter Böden Zusammenfassung

Sonderforschungsbereich 188 der DFG (1988).

Stiefel, R.; Joeckel, R.

Untersuchung zur Erfassung des Standes der Technik der In-situ-Sanierungsverfahren von Altlasten und Ausblick auf zukünftige Entwicklung der Verfahren.

und

Untersuchung und Bewertung von In situ-biotechnologischen Verfahren zur Sanierung des Bodens und des Untergrundes durch Abbau petrochemischer Altlasten und anderer organischer Umweltchemikalien

Der Bundesminister für Forschung und Technologie. Umweltbundesamt Berlin (1988).

Stoddart, T.

Demonstration of Innovative Remedial Action Technologies at United States Military Dioxin Contaminated Sites.

Konferenz: Chlorinated Dioxins and Related Compounds (5. International Symposium), Bayreuth, 1985, 16.-19. Sep .

Chemosphere. 15, 1535-1541, (1986).

Stroh, D.; Blener, E.

Sanierungstechniken fuer Altlasten.

Altlasten 2. 603-618, (1988). (Berlin: EF-Verlag fuer Energie und Umweltechnik).

Thomanetz, E.

Sanierungstechnologien und Sanierungsstrategien; Beispiele aus der Praxis Reclamation technologies and strategies; examples from practice

Conference: Tagung der Evangelischen Akademie, Loccum, Germany, Federal Republic of Loccumer Protokolle, 3, 104-113, (1986). (Evangelische Akademie Loccum, Rehburg-Loccum).

Monographic: Sanierung von Altlasten Deponien und anderen kontaminierten Standorten; Erfahrungen und Problemstellungen.

Thome-Kozmiensky, K.

Altlasten 1, Altlasten2, Altlasten 3

Berlin : EF-Verl. fuer Energie- u. Umwelttechnik (1987).

Trnovsky, M.; Oxeer, J. P.; Rudy, R. J.; Hanchak, M. J.; Hartsfield, B.

Site remediation of heavy metals contaminated soils and groundwater at a former battery reclamation site in Florida

Hazard. Waste: Detect., Control, Treat., Proc. World Conf., Meeting Date 1987, Volume Pt. B, 1581-90. (1988).

Turner, R.J.

Review of Alternative Treatment Processes for Halogenated Organic Waste Streams Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium

EPA /600/9-86/022 August 1986 262-268, (1986).

Unterman, R.; Mondello, F. J.; Brennan, M. J.; Brooks, R. E.; Mobley, D. P.; McDermott, J. B.; Schwartz, C. C.

Bacterial treatment of PCB-contaminated soils: prospects for the application of recombinant DNA technology

U. S. Environ. Prot. Agency, Res. Dev., [Rep.] EPA, EPA/600/9-87/018F, Proc. - Int. Conf. New Front. Hazard. Waste Manage., 2nd, 1987, 259-64 (1987).

Untersuchung und Bewertung von In-situ-biotechnologischen Verfahren zur Sanierung des Bodens und des Untergrundes durch Abbau petrochemischer Altlasten und anderer organischer Umweltchemikalien: F+E-Vorhaben: 1440456.

Untersuchung zur Erfassung des Standes der Technik der In-situ-Sanierungsverfahren von Altlasten und Ausblick auf zukuenftige Entwicklung der Verfahren : F+E-Vorhaben: 1430366 / IWL e.V. [Gesamtw.]: Der Bundesminister fuer Forschung u. Technologie

Bonn : Bundesminister fuer Forschung u. Technologie, (1988).

Vahlsing, S.

Kontaminierten Boden mit Hochdruck reinigen. Grosstechnische Sanierung eines Industriegelaendes in Duesseldorf.

Umwelt (VDI) 19(9), 442-443, (1989).

Varuntanya, P. C.; Hornsby, M.; Chemburkar, A.; Bozzelli, J. W.

Thermal desorption of hazardous and toxic organic compounds from soil matrices

Conference: Third national conference on Petroleum contaminated soils, Amherst, MA, United States, Sept. 19-21, 1988 .

The Proceedings of the National Conference on the Environmental Effects of Soils Contaminated by Petroleum Products, 2, 251-265, (1989).

Versuchsanlage reinigt schwermetallbelasteten Boden. LGA-Verfahren.

Chemische Industrie 113(12), 13, (1990).

Vijgen, J.M.H.

Sanierung mit Hexachlorcyclohexan kontaminierter Grundstuecke in Twente/Niederlande.

Kongress. Der Boden - Engpass fuer die Belastbarkeit der Umwelt (Kongress im Rahmen der ENVITEC'89), Duesseldorf, 1989, 11.-12.Apr

Technik fuer Umweltschutz. 92-95, (1989). (Essen: Vulkan-Verlag Classen, W.)

Waschko, H.J.

Das Konzept stimmt nicht immer. Ueberlegungen zur problemorientierten PCB-Sanierung.

Entsorgungs-Technik 3(2), 29-30, (1991).

Watts, R.J.; Smith, R.B.; Miller, G.

Catalyzed hydrogen peroxide treatment of octachlorodibenzo-p-dioxin (OCDD) in surface soils
Chemosphere 23, 949-55, (1991).

Werner, P.; Brauch, H.J.

Sanierung kontaminierter Boeden und Grundwasserleiter durch mikrobiologische und physikalisch-chemische Verfahren.

Konferenz: Biotechnologische In-situ-Sanierung kontaminierter Standorte (Internationales Fachgespraech), Langen, 1987, 11.-12.Mai

Schriftenreihe des Vereins fuer Wasser-, Boden- und Lufthygiene. Bd 80, 247-260 , (1988).
(Stuttgart: Fischer, G.).

Wessling, E.

Extraktionsverfahren und vergleichbare Verfahren zur Sanierung von Altlasten.

Konferenz: 21. Essener Tagung. Gewaesserguete und Grundwasserschutz. Erkennen - Bewerten - Verbessern, Essen, 1988, 9.-11.Mar .

Gewaesserschutz. Wasser. Abwasser. 109, 829-838, (1988).

Wetzel, R.S.; Davidson, D.H.; Durst, C.M.; Sarno, D.J.

Field Demonstration of In Situ Biological Treatment of Contaminated Groundwater and Soils Land Disposal Remedial Action Incineration and Treatment of Hazardous Waste Proceedings of the 12th Annual Research Symposium

EPA /600/9-86/022 August 1986 146-153, (1986).

Wichert, H.

Technologien der Altlastensanierung. Grosser Markt fuer biologische Verfahren.

Umwelt (VDI) 16(7), 513-516, (1986).

Wichert, H.

Sanierungstechniken - Moeglichkeiten und Einsatzgrenzen.

Konferenz: 18. Wassertechnisches Seminar - Abfallwirtschaft - . Folgenutzungen kontaminierter Betriebsflaechen unter besonderer Beruecksichtigung der Sanierungsgrenzen, Darmstadt, 1989, 11.Okt

Schriftenreihe WAR. 41, 165-178, (1990).

Wolf, K.;Brink, W. J.; Colon, F. J.

Altlastensanierung '88. Bd. 1. und 2

Konferenz: 2. Internationaler TNO/BMFT-Kongress ueber Altlastensanierung. BMFT-Statusseminar, Hamburg, 11-15 Apr (1988).

Wolfe, R. ; Nadebaum, P.R.

Emerging Technologies for Contaminated Site Clean-up. Bewaehrte Technologien zur Sanierung verschmutzter Standorte.

Water (Australien) 16(5), 24-27, (1989).

Workshop Remedial Action at Abandoned Waste Sites/Altlasten. Untersuchung, Bewertung und Sanierungstechnologien. Mit Experten der U.S. EPA (2., erw. Aufl.).

Konferenz: Altlasten. Untersuchung, Bewertung und Sanierungstechnologien/Remedial Action at Abandoned Waste Sites (Workshop), Bonn, 1988, 13.-14.Okt. (1988).

Wright, B. W.; Wright, C. W.; Fruchter, J. S.

Supercritical fluid extraction of coal tar contaminated soil samples

Energy & Fuels, 3(4), 474-480, (1989).

Yu, X.; Wang, X.; Bartha, R.; Rosen, J.D.

Supercritical fluid extraction of coal tar contaminated soil

Environmental Science & Technology, ES & T 24, 11, 1732-1738, (1990).

Zimmermann, M.
Biologische Sanierung von Böden.
Umwelttechnik Berlin 26(4), 6, (1991).

4.6.1 F + E Projekte im Bereich Bodendekontaminationsverfahren

Altlasten in der Europaeischen Gemeinschaft (EG-Forschungsprogramm "Gefaehrliche Abfaelle").

Dornier System Postfach 1360 D-7990 Friedrichshafen Baden-Wuerttemberg Tel: (07545) 81
Telex: 0734209-0 dod (1) (1460438 /3)
(01 Okt 1985 31 Okt 1987).

Bauer Spezialtiefbau GmbH Abt. Bautechnik Postfach 12 60. Wittelsbacherstr. 5 8898
Schrobenhausen

Verbundprojekt: in situ-Sanierung Kohlenwasserstoffbelasteter Boeden - Teilvorhaben 2:
Technische Verfahren und Anlagen zur Sanierung. in situ-Sanierung kohlenwasserstoffbelasteter
Boeden.

(01 May 1990 31 Jan 1993).

Dengler, D.; Leiter der Institution Eberhardt; H.E.; Institut fuer Umweltanalytik. Biotechnologie
Bleichstr. 19 D-7530 Pforzheim Baden-Wuerttemberg Tel (07231) 2802 Telex: 783453

Einsatz spezifischer Mikroorganismen zur Altlastsanierung als in-situ- oder Vor-Ort-Verfahren.
(01 Mar 1986 28 Feb 1988).

Entwicklung eines Verfahrens zur in-situ-Sanierung von Altlasten mit Hilfe von standorteigenen
Bakterien am Beispiel eines aufgelassenen Industriegelaendes.

TU Braunschweig Inst. fuer Mikrobiologie der TU Braunschweig Mendelssohnstr. 4 3300
Braunschweig (02wa8641)

(01 Mar 1987 28 Feb 1989).

Entwicklung von Methoden und Masstaeben zur standardisierten Bewertung von
Altablagerungsstandorten und kontaminierten Betriebsgelaenden insbesondere hinsichtlich ihrer
Grundwasserverunreinigungspotentiale.

Bundesgesundheitsamt inst. fuer Wasser- Boden- und Lufthygiene des
Bundesgesundheitsamtes Corrensplatz 1 1000 Berlin 33 (1440464)

(01 Oct 1986 31 Mar 1990).

Filip, Z.; Geller, A.; Schiefer, B.; Schwefer, H.; Weirich Bundesgesundheitsamt; Institut fuer
Wasser-; Boden-. Lufthygiene Postfach 330013 D-1000 Berlin Tel (030) 83080 Telex: 0184016
Untersuchung und Bewertung von in situ-Biotechnologischen Verfahren zur Sanierung des
Bodens und des Untergrundes durch Abbau petrochemischer Altlasten und anderer organischer
Umweltchemikalien.

Foerderkennzeichen: 1440456; 1430366 [1988]. TIB Hannover.

(26 Sep 1986 31 Mar 1988).

Goetz D.

Bodenkundliche Untersuchungen zu thermischen, chemischen und biologischen
Bodenreinigungsverfahren.

Projekttraegerschaft "Feste Abfallstoffe", Umweltbundesamt, Foerderkennzeichen: 1470479 2
[01.11.1986-31.10.1989] Universitaet Hamburg.

Hanert, H.; Leiter der Institution Naeveke; R.; Technische Universitaet Braunschweig. Institut
fuer Mikrobiologie Postfach 3329 D-3300 Braunschweig Niedersachsen Tel (0531) 3915800
Sanierung von Altlasten in situ mit Hilfe von standorteigenen Bakterien. In situ-cleaning of
contaminated soils and groundwaters by biostimulation of microorganisms in the natural
environment.

(01 Mar 1987 28 Feb 1989).

Hannover Sicherheitstechnik GmbH Postfach 51 03 69. Riethorst 2 3000 Hannover 51

In-situ-Sanierung eines Kohlenwasserstoffschadens auf dem Gelaende der Germania-brauerei
Muenster.

(01 Oct 1988 31 Jan 1992).

Hoeke, H.; Ruetgerswerke. Geschaeftsbereich Teerchemie Postfach 024641 D-4620 Castrop-Rauxel Nordrhein-Westfalen Tel (02305) 7050 Telex: 08229517 rtrx
 Verbundprojekt: Biologische Sanierung von Altlasten - Teilvorhaben 2: Entwicklung von mikrobiologisch/adsorptiven Methoden zur on-site Bodendekontaminierung.
 (01 Jul 1988 31 Jan 1993).

Hoetzi, H. (Tel. (0721)608-3096) Geologisches Institut Universitaet Fridericiana Karlsruhe (TH) Kaiserstr. 12 7500 Karlsruhe 1
 Vorstudie fuer ein Pilotprojekt zur Sanierung von Altlasten (Sondermuelldeponie)
 (Feb 1987 Jun 1987).

Klein, G.; Leiter der Institution Brand, W. Bergbau-Forschung. Forschungsinstitut des Steinkohlenbergbauvereins Postfach 130140 D-4300 Essen Nordrhein-Westfalen Tel (0201) 1051 Telex: 857830 berg d
 Verbundvorhaben: Biologische Sanierung von Altlasten. Teilvorhaben 2: Entwicklung von mikrobiologisch/adsorptiven Methoden zur in-situ-Bodendekontaminierung.
 (01 Mai 1988 01 Aug 1992).

Klein, J.; Leiter der Institution Brand, W. Bergbau-Forschung. Forschungsinstitut des Steinkohlenbergbauvereins Postfach 130140 D-4300 Essen Nordrhein-Westfalen Tel (0201) 1051 Telex: 857830 berg d
 Verbundprojekt: Biologische Sanierung von Altlasten - Teilvorhaben 1: Entwicklung von mikrobiologisch/adsorptiven Methoden zur in-situ-Bodendekontaminierung.
 (01 Jul 1988 31 Jan 1993).

Koester, W.; Leiter der Institution Koester, W.
 Sanierungsversuche schwermetallbelasteter Boeden. Experiments with contaminated soils to reduce the uptake of heavy metals by plants.
 (01 Jan 1980).

Konstruktion Bau und Erprobung eines transportablen Drehrohrofens zur thermischen Behandlung verunreinigter Boeden.
 Bergbau AG Westfalen Silberstr. 22 4600 Dortmund 1 (1450410i)
 (01 Jan 1986 30 Jun 1991).

Labor- und Felduntersuchungen zur mikrobiologischen Sanierung von Altoelkontaminierten Raffineriestandorten.
 Regierungspraesidium Darmstadt Dezernat Wasserwirtschaft des Regierungspraesidiums Darmstadt Rheinstr. 6100 Darmstadt (1480602)
 (01 May 1989 30 Apr 1992).

Mikrobiologische Untersuchungen ueber wesentliche Faktoren bei der unterschiedlichen Beseitigung von organischen Altlasten unter anaeroben Bedingungen mit Nitratdosierung.
 Uni des Saarlandes Fachrichtung medizinische Mikrobiologie und Hygiene der Uni des Saarlandes Universitaetskliniken 6650 Homburg
 (01 Dec 1984 31 Dec 1987).

Rehm, H.-J.; (Tel. (0251)83-9821) Institut fuer Mikrobiologie Westfaelische Wilhelms-Universitaet Muenster Corrensstr. 3 4400 Muenster
 Mikrobielle Entsorgung von Altlasten
 (1988-1991).

Sanierung von Altlasten in situ mit Hilfe von Standorteigenen Bakterien.
 Technische Universitaet Braunschweig Institut fuer Mikrobiologie Postfach 3329 D-3300 Braunschweig Niedersachsen Tel: (0531) 3915800 (1)
 (01 Mar 1987 28 Feb 1989).

Sanierung von mit organischen Stoffen belasteten Boeden durch Kompostierung mit Stroh und geeigneten Pilzstaemmen.

Uni Goettingen Inst. fuer Forstbotanik der Uni Goettingen Buesgenweg 2 3400 Goettingen
(1470494)
(01 Oct 1987 30 Sep 1990).

Schweisfurth, R.; Leiter der Institution Schweisfurth, R.; Universitaet des Saarlandes;
Medizinische Fakultae; Sektion Angewandte Mikrobiologie. Hygiene D-6650 Homburg
Saarland Tel (06841) 163924
Mikrobiologische Untersuchungen ueber wesentliche Faktoren bei der unterirdischen
Beseitigung von organischen Altlasten unter anaeroben Bedingungen mit Nitratdosierung.
(01 Dez 1984 31 Dez 1987).

Schwennicke, A.; Schlee, J.; Zemlin, J.
Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der Deponie
Georgswerder. Teilvorhaben 3. Durchfuehrbarkeitsuntersuchung fuer ein Zwischenlager zur
mittelfristigen Lagerung hochkontaminierter Deponiematerials.
Foerderkennzeichen: 1440387c Nov 1986. TIB Hannover: ac 9667(3).

Sonnen, H.-D.; Leiter der Institution Sonne; H.-D.
Entwicklung einer Wiederaufbereitungsanlage fuer kontaminierte Boeden - Laborphase.
Harbauer GmbH & co kg Postfach 12 68 60 Bismarckstr. 10-12 1000 Berlin 12 (1450400i)
(01 Nov 1985 31 Jul 1986).

Stiefel, R.; Leiter der Institution Brandt, F. Institut fuer gewerbliche Wasserwirtschaft.
Luftreinhaltung Postfach 501505 D-5000 Koeln Nordrhein-Westfalen Tel (0221) 3708497 Telex:
08-882601
Untersuchung zur Erfassung des Standes der Technik der in-situ Sanierungsverfahren von
Altlasten und Ausblick auf zukuenftige Entwicklung der Verfahren.
(01 Aug 1986 30 Nov 1987).

Systemstudie zur pyrolytischen Entsorgung von Siedlungsabfall, Sonderabfall, Klaerschlamm
und Altlasten.
Technische Universitaet Clausthal, Institut fuer Chemische Technologie und Brennstofftechnik
Erzstr. 18 D-3392 Clausthal-Zellerfeld Niedersachsen Tel: (05323) 722278 Telex: 09-53828
(01 Jan 1987 31 Dez 1988).

TH Aachen Inst. fuer Siedlungswasserwirtschaft der TH Aachen Templergraben 55 5100
Aachen
Altlastenentsorgung - on site-Aufbereitung und Verwertung organisch- und
schwermetallkontaminierter Boeden mittels Wasserdampfextraction bzw. Extraktion mit
organischen Komplexbildnern.
(01 Jun 1990 31 May 1992).

Thermische Reinigung von vorwiegend organisch kontaminierten Boeden:
Voruntersuchungsprogramm sowie Bau und Inbetriebnahme einer mobilen Pilotanlage (5 000
kg/h).
Zueblin AG Albstadtweg 3 7000 Stuttgart 80 (1460408i)
(01 Nov 1985 28 Feb 1990).

TU Braunschweig Inst. fuer Mikrobiologie der TU Braunschweig Postfach 33 29. Pockelsstr. 14
3300 Braunschweig
Verfahrensentwicklung zur Biologischen Nachreinigung (in situ) eines loesemittelkontaminierten
Industriegelaendes im Anschluss an eine 2-jaehrige Sanierungsphase mit 90 %iger
Schadstoffverringern.
(01 Feb 1990 31 Jul 1991).

Uni Karlsruhe Abt. Bodenmechanik; Grundbau der Uni Karlsruhe Postfach 69 80. Kaiserstr. 12
7500 Karlsruhe 1
Verbundprojekt: In situ-Sanierung kohlenwasserstoffbelasteter Boeden - Teilvorhaben 1:
Mikrobiologische und geologische Untersuchungen zur geotechnischen Erprobung der in situ-

Sanierung. In situ-Sanierung kohlenwasserstoffbelasteter Boeden.
(01 May 1990 30 Apr 1993).

Untersuchung und Bewertung von in situ biotechnologischer Verfahren zur Sanierung des Bodens und des Untergrundes durch Abbau petrochemischer Altlasten und anderer organischer Umweltchemikalien.

Probiotec Gesellschaft fuer process-engineering und Verfahrenstechnik in der Biotechnologie mbH Schillingsstr. 329 5160 Dueren (1440456)

Bundesgesundheitsamt Institut fuer Wasser-Boden- und Lufthygiene Postfach 330013 D-1000 Berlin Tel: (030) 83080 Telex: 0184016 bgesa d (1) (1440456 /7)

(26 Sep 1986 31 Mar 1988).

Untersuchung zur Erfassung des Standes der Technik der in-situ Sanierungsverfahren von Altlasten und Ausblick auf zukuenftige Entwicklung der Verfahren.

Institut fuer gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung Postfach 501505 D-5000 Koeln Nordrhein-Westfalen Tel: (0221) 3708497 Telex: 08-882601 (1) (1430366 /2)

(01 Aug 1986 30 Nov 1987).

Verbundforschung: Chemisch-physikalische Sanierung von Altlasten -Teilvorhaben 1:

Entwicklung einer Wiederaufbereitungsanlage fuer kontaminierte Boeden - Phase 2.

Harbauer GmbH & co Postfach 12 68 60 Bismarckstr. 10-12 1000 Berlin 12 (14504001)

(01 Jul 1987 30 Apr 1990).

Verbundforschung: Erfassung und Bewertung von Altlastensanierungsmassnahmen -

Teilvorhaben 1: Stand der Forschung und Erfassung konkreter Sanierungsmassnahmen und -Technologien.

Forschungsinst. fuer Wassertechnologie an der TH Aachen Mies-van-der-Rohe-Str. 17 5100 Aachen (1460505)

(01 Apr 1987 31 Dec 1989).

Verbundforschung: Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der Deponie Georgswerder - Teilvorhaben 8: Projektierung einer Anlage fuer die thermische Behandlung von gefaehrlichen Sonderabfaellen.

Freie und Hansestadt Hamburg Baubehoerde - Amt fuer Stadtreinigung - der Freien und Hansestadt Hamburg Bullerdeich 19 2000 Hamburg 26 (1440392h)

(01 Jul 1985 31 Dec 1986).

Verbundprojekt: Biologische Sanierung von Altlasten - Teilvorhaben 1: Entwicklung von mikrobiologisch/adsorptiven Methoden zur in-situ-Bodendekontaminierung. Biologische Sanierung von Altlasten.

Bergbau-Forschung GmbH Postfach 13 01 40 Franz-Fischer-Weg 61 4300 Essen 13 (1460521; 52300032)

(01 Jul 1988 31 Jan 1993).

Verbundprojekt: Biologische Sanierung von Altlasten - Teilvorhaben 2: Entwicklung von mikrobiologisch/adsorptiven Methoden zur on-site Bodendekontaminierung. Biologische Sanierung von Altlasten.

Ruetgerswerke AG Geschaefsbereich Teerchemie der Ruetgerswerke AG Kekulestr. 30 4620 Castrop-Rauxel (1460524; 52300032)

(01 Jul 1988 31 Jan 1993).

Verbundvorhaben: Biologische Sanierung von Altlasten. Teilvorhaben 2: Entwicklung von Mikrobiologisch/adsorptiven Methoden zur in-situ-Bodendekontaminierung.

Bergbau-Forschung Forschungsinstitut des Steinkohlenbergbauvereins Postfach 130140 D-4300 Essen Nordrhein-Westfalen Tel: (0201) 1051 Telex: 857830 Berg D (1) (1460521)

(01 Mai 1988 01 Aug 1992).

Verbundprojekt: Biologische Sanierung von Altlasten - Teilvorhaben: Untersuchung des Anwendungspotentials von Wasserstoffperoxid bei der biotechnologischen in-situ-Sanierung von

kontaminierten Boeden. Biologische Sanierung von Altlasten.
 Degussa AG Geschäftsbereich Industrie- und Feinchemikalien der Degussa AG Postfach 13 45
 6450 Hanau 9 (1460583; 52300032)
 (01 Jun 1989 31 May 1991).

Verbundprojekt: Entwicklung eines technischen Verfahrens zur Beseitigung von
 Umweltschadstoffen im Erdreich - Teilvorhaben 2. Reinigung kontaminierter
 Boeden/Waschverfahren.
 Bremer Vulkan AG Postfach 75 02 61
 Lindenstr. 110 2820 Bremen 70 (1460549i; 52300019)
 (01 Nov 1987 31 Mar 1991).

Verbundvorhaben Dortmund: Weiterentwicklung und Erprobung von Sanierungstechnologien -
 Teilvorhaben 1: Technologieentwicklung.
 Stadt Dortmund Amt fuer Wirtschaftsfoerderung der Stadt Dortmund Postfach 10 50 53
 Suedwall 2-4 4600 Dortmund 1 (1450589i)
 (01 Feb 1989 30 Apr 1992).
 Teilvorhaben 2: Wissenschaftliche Untersuchungen zur Wiederverwendung thermisch
 behandelte Boeden aus Altlasten; Projektmanagement. Verbundprojekt Dortmund.
 (01 May 1990 30 Apr 1993).

Verbundvorhaben: Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der
 Deponie Georgswerder - Teilvorhaben 10: Einsatz und Weiterentwicklung eines mobilen
 Massenspektrometersystems.
 Freie und Hansestadt Hamburg Umweltbehoerde Amt fuer Altlastensanierung Hermannstr. 40
 D-2000 Hamburg Tel: (040) 36812180 Telex: 212121 Senat D (1) (1440359i/4)
 (01 Jan 1986 30 Apr 1989).

Verbundvorhaben: Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der
 Deponie Georgswerder - Teilvorhaben 1: Vertikale Ausbreitung von Grund- und Sickerwaessern.
 Freie und Hansestadt Hamburg Umweltbehoerde Amt fuer Altlastensanierung Hermannstr. 40
 D-2000 Hamburg Tel: (040) 36812180 Telex: 212121 Senat D (1) (1440359i/4)
 (01 Jul 1985 30 Jun 1988).

Verbundvorhaben: Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der
 Deponie Georgswerder - Teilvorhaben 11: Bauverfahrenstechnische und baubetriebliche
 Loesungskonzepte fuer die Entnahme von kontaminierten Boeden und Abfall.
 Freie und Hansestadt Hamburg Umweltbehoerde Amt fuer Altlastensanierung Hermannstr. 40
 D-2000 Hamburg Tel: (040) 36812180 Telex: 212121 Senat D (1) (1440359i/4)
 (01 Dez 1987 10 Jun 1988).

Verbundvorhaben: Neue Verfahren und Methoden zur Sanierung von Altlasten am Beispiel der
 Deponie Georgswerder - Teilvorhaben 8: Projektierung einer Anlage fuer die thermische
 Behandlung von gefaehrlichen Sonderabfaellen.
 Freie und Hansestadt Hamburg Umweltbehoerde Amt fuer Altlastensanierung Hermannstr. 40
 D-2000 Hamburg Tel: (040) 36812180 Telex: 212121 Senat D (1) (1440359i/8)
 (01 Jan 1986 31 Mar 1988).

Wittke, W.; Leiter der Institution Wittke, W.; Technische Hochschule Aachen; Lehrstuhl; Institut
 fuer Grundbau; Bodenmechanik; Felsmechanik. Verkehrswasserbau Mies-van-der-Rohe-Str. 1
 D-5100 Aachen Nordrhein-Westfalen Tel (0241) 4227215
 Bestimmung der charakteristischen Groessen bei pneumatischen Bodensanierungsverfahren.
 (01 Jun 1990 31 Okt 1992).

4.6.2 Patente auf dem Gebiet Bodendekontamination

AANN Antrag auf Nichtnennung Bauer Spezialtiefbau GmbH (DE 8898 Schrobenhausen)
Verfahren zur Dekontamination von Boeden.

EP89121322.5 UP 900705

Patentblatt 110 (1990) Heft 27, EP A EP-Patentanmeldung und DE3935039.8 UP 910425

Patentblatt 111 (1991) Heft 17

AANN Antrag auf Nichtnennung Bauer Spezialtiefbau GmbH (DE 8898 Schrobenhausen)
Verfahren zur Dekontamination kohlenwasserstoffbelasteter Boeden

DE3839093.0 UP 910620

Patentblatt 110 (1990) Heft 21, DE A1 Offenl.-Schrift

Patentblatt 111 (1991) Heft 25, DE C2 Patentschrift.

AANN Antrag auf Nichtnennung Bettermann; Dieter (DE 4000 Duesseldorf) Steffen; Heinz (DE 4300 Essen)

Verfahren und Anlage zur thermischen Dekontaminierung von durch chemische Schadstoffe kontaminierter Bodenmasse. Verfahren und Anlage zur thermischen Dekontaminierung von kontaminierter, ausgehobener Bodenmasse

DE3738704.9 UP 910103

Patentblatt 109 (1989) Heft 21, DE A1 Offenl.-Schrift

Patentblatt 110 (1990) Heft 01, DE C2 Patentschrift.

AANN Antrag auf Nichtnennung Kloeckner Oecotec GmbH (DE 4100 Duisburg)

Anlage zum Spuelen von Erdreich

DE3836627.4 UP 901108

Patentblatt 110 (1990) Heft 18, DE A1 Offenl.-Schrift

Patentblatt 110 (1990) Heft 45, DE C2 Patentschrift, 2. Veroeff.

AANN Antrag auf Nichtnennung Riker; Rudolf (DE 8940 Memmingen)

Verfahren und Vorrichtung zum Behandeln kontaminierter Boeden

DE3902535.7 UP 911128

Patentblatt 110 (1990) Heft 31

Name not given PA: Alvin J. Smith

Decontamination of hydrocarbon contaminated soil.

AU 7524491 A1 911024

US 5039415 A 910813

Apfelbaum, H.

Verfahren und Einrichtung zum Entsorgen von kontaminierten Boeden

DE4000148.2 UP 911002

Patentblatt 111 (1991) Heft 40

Bachhausen, P.; Kersting, K. H.; Rehm, H. J.

Verfahren zur mikrobiologischen Bodendekontamination

DE3901050.3 UP 900719

Patentblatt 110 (1990) Heft 29 und

EP90900174.5 W UP 911205

Patentblatt 111 (1991) Heft 49, EP A EURO-PCT-Anmeldung

Balthaus, H.

Vorrichtung zur Reinigung kontaminierter Boeden

Patentblatt 112 (1992) Heft 25, DE 4118525

Barnhart, D. H.

Apparatus and method for soil decontamination.

US 4882021 A 891121

Behrends, W.; Lorenz, I.

Verfahren zur Dekontaminierung elementares Quecksilber enthaltender Boeden

DE3814684.3 UP 891109

Patentblatt 109 (1989) Heft 45

Bertulies, H.

Verfahren und Anlage zur Aufbereitung kontaminierter Boeden

DE3607471.3 UP 900125

Patentblatt 107 (1987) Heft 33

Beyer, K.; Krauss, R.; Patrzek, F.

Dekontaminationsverfahren fuer schwermetallverunreinigte Boeden, speziell fuer Quecksilber

DE3812986.8 UP 900920

Patentblatt 109 (1989) Heft 44, DE A1 Offenl.-Schrift

Patentblatt 110 (1990) Heft 38, DE C2 Patentschrift.

Bisa, K.

Verfahren und Vorrichtung fuer die mikrobielle in situ-Entsorgung von kontaminiertem Erdreich

DE4028055.1 UP 920312

Patentblatt 112 (1992) Heft 11

Blaschek, R.; Schwertfeger, K.; Bruesch, H. P.

Verfahren und Vorrichtung zur Grundwasser- und/oder Bodensanierung

DE3809600.5 UP 891012

Patentblatt 109 (1989) Heft 41

Bosmann, H., Kopner, D., Bergfort, C.

Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von kontaminierten Boeden

DE 4128331 A1 920402

Patentblatt 112 (1992) Heft 14

Brashears, D. F.

Soil remediation apparatus and method

AU 9052391 A1 920526

WO 9208085 A1 920514

Bruya, J. E.

Soil decontamination method.

US 4841998 A 890627

und EP 382785 A4 910123

und WO 8904221 A1 890518 13000

Bully, F.; Reisinger, O.

Praeparat fuer Dekontaminierung von verunreinigtem Boden, Verfahren und Vorrichtung zur Verwendung dieses Praeparat.

Wila-EPZ-1992-H27-T1 EP 493248 A1 920701

Cappel, F.; Hankel, D.; Meiler, H.; Rosenstock, F.

Method of processing contaminated soil

Eur. Pat. Appl., (1989).

Carberry, T. K.

Soil and groundwater remediation system.

US 4966654 A 901030

und US 4846934 A 890711

Clements, J. M.
Soil sample extraction tool.
 US 4848484 A 890718
 und US 4790392 A 881213
 und US 4098360 A 780704

Darian, S. T.; Weinberg, S. P.
Extraktionsverfahren und -Vorrichtung zur Entfernung von PCB-Verbindungen aus Erde und Schlamm.
 EP 449976 A1 911009
 und WO 9006795 A1 900628 130000
 und CA 2006453 AA 900622
 und US 5055196 A 911008

De, L. L. C.
Method for cleaning up contaminated soil
 Eur. Pat. Appl., (1988).

Debus, D.; Rohde, R.
Verfahren zur biotechnologischen Sanierung von Umweltschaeden im Boden
 DE3601979.8 UP 900726
 Patentblatt 107 (1987) Heft 30, DE A1 Offenl.-Schrift
 Patentblatt 109 (1989) Heft 14, DE C2 Patentschrift.

Dekon Gesellschaft fuer die Dekontaminierung; Aufbereitung umweltbelastender Stoffe mbH (DE 4030 Ratingen)
Vorrichtung zur Dekontaminierung von schadstoffbelasteten Massen, Boeden o.dgl.
 DE9014249 U UP 910221
 Patentblatt 111 (1991) Heft 08

Dieter, D. K.
Method for in situ contaminant extraction from soil.
 US 5009266 A 910423

Doering, F. R.; Decristoforo, P.
Verfahren zum Dekontaminieren eines schadstoffbelasteten Erdbodenbereiches
 DE3920342.5 UP 900830
 Patentblatt 110 (1990) Heft 35

Duncan, S. L.; Basile, P. A.; Groth, H. F.; Fitzwater, E.
Bodenwaschgeraet.
 EP90202186.4 UP 910207
 Patentblatt 111 (1991) Heft 06, EP A EP-Patentanmeldung

Eichler, D.
Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von kontaminierten Boeden
 DE3800461.5 UP 890720
 Patentblatt 109 (1989) Heft 29

Falkenhain, G.
Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Dekontamination von Boeden, die mit den fluechtige Bestandteile ueberfuehrbaren Stoffen verunreinigt sind
 DE3907946.5 UP 900809
 Patentblatt 110 (1990) Heft 32

Fendel, A.

Verfahren und Anlage zur Bodenextraktion

DE3839544.4 UP 900712

Patentblatt 110 (1990) Heft 22

Fischer, J.; Moennig, A.

Verfahren sowie Vorrichtung zur Reinigung von Bodenschichten.

Wila-EPZ-1989-H40-T1 EP 335162 A2 891004

Foerster, R.; Steinbiss, E.; Hinterkeuser, J.

Verfahren und Vorrichtung zur kombinierten thermischen Entsorgung von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut (A1) Verfahren und Anlage zur kombinierten thermischen Entsorgung von kontaminiertem Boden, Muell, Sonderabfall, Klaerschlamm und Altoel

DE3635068.0 UP 900830

Patentblatt 108 (1988) Heft 16, DE A1 Offenl.-Schrift

Patentblatt 110 (1990) Heft 35, DE C2 Patentschrift.

Franck, H. G.; Stadelhofer, J. W.; Collin, G.; Fortmann, J.; Krapoth, H.

Verfahren zum Dekontaminieren von Boeden

DE3543845.2 UP 870619

Patentblatt 107 (1987) Heft 25

Fresnel, J. M.; Bannochie, J. G.

Verfahren zur Dekontamination eines sandigen oder steinigen Strands. Verfahren zur Desinfektion von Seekuestenboden.

EP86420246.0 UP 920206

Patentblatt 112 (1992) Heft 06, EP B1 EP-Patentschrift

Frische, R.

Verfahren zur Dekontamination von Boeden

DE3814170.1 UP 900315

Patentblatt 109 (1989) Heft 45

Fuelling, R.

Verfahren und Anlage zum Entfernen schwer wasserloeslicher Schadfluessigkeiten, insbesondere Mineraloel, aus damit verunreinigten Boeden, insbesondere schweren Boeden

DE3824009.2 UP 900118

Patentblatt 110 (1990) Heft 03

Galik, G. M.

Fluessig-fluessig-Extraktor.

Wila-EPZ-1986-H36-T1 EP 192739 A1 860903

Gerken, S. L.; Bell, B. M.; Isley, J. P.

Method of contaminated soil remediation and apparatus therefor.

US 4782625 A 881108

und US 4951417 A 900828

Goebel, C., Stuckmann, D.

Einrichtung zum Einbringen einer Flaechendichtung im Erdboden, insbesondere bei der Sanierung von Alt-Deponien u. dgl.

Patentblatt 111 (1991) Heft 07, DE 3926264 A1 910214

Gralher, M.

Verfahren zur Entoelung von kleinteiligem Feststoffgut, insbesondere metallhaltigen Produktionsrueckstaenden und verunreinigten Boeden

DE4027787.9 UP 920305

Patentblatt 112 (1992) Heft 10

Greul, A. R.

Verfahren zur Dekontaminierung bzw. Pyrolyse von verseuchten Boeden, Muell, Sondermuell etc.

DE3742562.5 UP 911128

Patentblatt 109 (1989) Heft 26

Grisar, A.

Verfahren und Vorrichtung zur Aufarbeitung kontaminierter Boeden

DE4008281.4 UP 900726

Patentblatt 110 (1990) Heft 30

Haekel, W.; Riedel, C.; Schneider, W.

Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung kontaminierter Bodenmaterialien

DE3908185.0 UP 900920

Patentblatt 110 (1990) Heft 38

Hansen, A. H.; Walker, W. C.; Walker, R. K.; Braly, S.

Method and apparatus for soil decontamination.

US 4978508 A 901218

Hardebeck, K.

Umweltfreundliches Winterstreu- u. Bodensanierungsmittel

Patentblatt 108 (1988) Heft 37, DE 3813336 A1 880915

Harnoy, G. N.; Gatt, S.; Barenholz, Y.

Verdraengungsmittel fuer die gesteigerte Oelgewinnung und Verfahren, insbesondere zu dessen Anwendung

DE3908171.0 UP 920227

Patentblatt 110 (1990) Heft 38

Hartmann, R.; Wolter, A.; Grigel, W.

Reinigung kontaminierter Boeden

DE3703598.3 UP 891228

Patentblatt 108 (1988) Heft 33

Hess, R. E.; Hooper, A. A.; Morrow, S. R.; Walker, D. J.; Zimmerman, E.

Process for two phase vacuum extraction of soil contaminants.

US 5050676 A 910924

Hoelter, H.

Dekontaminierung von kontaminierten Boeden

DE4014619.7 UP 911114

Patentblatt 111 (1991) Heft 46

Hoelter, H.

Vorrichtung zur Verhinderung von Explosionen bei der Dekontaminierung von Boeden und Rueckstaenden im Wehrbereich

DE3909109.0 UP 901004

Patentblatt 110 (1990) Heft 40

Hoelter, H.; Igelbuescher, H.; Gresch, H.; Dewert, H.; Hagenkoetter, M.; Hoelter, H.;

Verfahren zur Sanierung schadstoffbelasteter Boeden und Vermeidung von Grundwasserkontamination durch unerwuenschte Schadstoffe

DE3703138.4 UP 880811

Patentblatt 108 (1988) Heft 32

Hoelter, H.; Igelbuescher, H.; Gresch, H.; Dewert, H.; Hoelter, H.;
Verfahren zur Bodenreinigung
DE3619494.8 UP 881117
Patentblatt 107 (1987) Heft 51, DE A1 Offenl.-Schrift.
Patentblatt 108 (1988) Heft 46, DE C2 Patentschrift.

Hoffmann, U.
Vorrichtung zur Dekontaminierung von schadstoffbelasteten Massen, Boeden oder dergleichen
Patentblatt 112 (1992) Heft 12, DE 4029212 A1 920319

Holzer, H.
Verfahren zur Sanierung von Altlasten (Altdeponien)
DE3908608.9 UP 920227
Patentblatt 110 (1990) Heft 38

Huebl, F.
Verfahren zur Sanierung von Altlast-Abfalldeponien
AT 391636 B 901112

Hundenborn, B.
Verfahren zur Dekontaminierung von Schadstoffe enthaltendem Erdreich, Schlaemmen, Bauschutt oder dergleichen
DE3901100.3 UP 901011
Patentblatt 110 (1990) Heft 24

Hussmann, P.
Extraktor zur Fluesig/Fest-Extraktion von Extraktivstoffen aus natuerlichen Stoffen
DE3203099.1 UP 851001
Patentblatt 103 (1983) Heft 31

Jekat, H.; Schuetz, E.; Stork, K.
Verfahren zum Abscheiden von mittels Hochdruckextraktion gewonnenen Stoffen
DE3414562.1 UP 910228
Patentblatt 105 (1985) Heft 43

Johnson, P. C.; Colthart, J. D.; Otermat, A. L.; Weingaertner, D. A.; Chou, C. C.; Byers, D. L.; Stearns, S. M.; Marsden, Jr.; Arnold, R.; Deeley, G. M.
Soil decontamination.
US 5114497 A 920519

Jonker, C.; Wegenbouwmaatschappij, J.
Verfahren zum Reinigen und Entgiften von Erde und die entsprechende Anlage.
Wila-EPZ-1985-H47-T1 EP 161698 A1 851121

Kaewert, K.; Krischke, H.
Bodenreinigung.
Wila-EPZ-1992-H01-T1 EP 463211 A1 920102

Kami, S.
Method of soil decontamination by sewage applying to particulate soil.
CN 85105534 A 870114

Kanczarek, T. A.
Bodenreinigungsverfahren und Einrichtung zu seiner Durchfuehrung
DE3728201.8 UP 900830
Patentblatt 109 (1989) Heft 10

Kenneth, J. M.

Soil remediation process and system.

AU 7578491 A1 911010

Kieser, J.; Schwerdtfeger, I.; Dahm, B.;

Verfahren zur thermischen Dekontamination von Boeden und aehnlichen materialien.

DD 297575 A5 920116

Kim, B. C.; Chauhan, S. P.; Muralidhara, H. S.; Stulen, F. B.; Jirjis, B. F.

Electroacoustic soil decontamination.

US 5098538 A 920324

Kinner, U. H.

Verfahren und Anlage zur mikrobiologischen Altlastensanierung kontaminierter Boeden

DE3921066.9 UP 910228

Patentblatt 109 (1989) Heft 52, DE A1 Offenl.-Schrift

Patentblatt 110 (1990) Heft 35, DE C2 Patentschrift.

Kokemueller, D.; StuhlmueLLer, F.; Vollmar, H. E.

Verfahren zur Extraktion von Schwermetallen aus belasteten Boeden und Vorrichtung zur Gegenstrom-Extraktion bei einem solchen Verfahren

DE3743130.7 UP 901025

Patentblatt 108 (1988) Heft 38

Patentblatt 110 (1990) Heft 39, EP B1 EP-Patentschrift

Kratochwill, W. L.;

Extraktionsanlage.

Wila-EPZ-1986-H46-T1 EP 201311 A2 861112

Kreft, W.; Grothaus, F. J.

Verfahren und Vorrichtung zur Aufarbeitung kontaminierter Boeden

DE3836899.4 UP 891123

Patentblatt 109 (1989) Heft 47

Kresken, K. H.

Verfahren und Vorrichtung zur Trennung von Schadstoffen aus verunreinigten Boeden

DE3726282.3 UP 891005

Patentblatt 109 (1989) Heft 07

Kupczik, G.

Verfahren zum Betrieb einer Anlage zur Aufbereitung in mehreren Waschstufen von schadstoff-belasteten, insbesondere stichfesten Sedimenten aus Abwasserkanaelen und deren Einrichtungen sowie von artverwandten Stoffen, und Anlage zur Durchfuehrung des Verfahrens (A1) Verfahren zur Aufbereitung von Schadstoff-belasteten, insbesondere stichfesten Sedimenten aus Abwasserkanaelen und deren Einrichtungen sowie von artverwandten Stoffen und Anlage zur Durchfuehrung des Verfahrens

DE3732008.4 UP 910404

Patentblatt 109 (1989) Heft 14, DE A1 Offenl.-Schrift.

Patentblatt 111 (1991) Heft 14, DE C2 Patentschrift.

Kurilov, V. V.;

Device for extraction of roots from soil.

SU 1701150 A2 911230

Lang, U.; Melzer, R.; Schramm, W.

Verfahren und Vorrichtung zu Sanierung von kontaminiertem Bodenmaterial.

EP89118672.8 UP 900607

Patentblatt 110 (1990) Heft 23, EP A EP-Patentanmeldung

und DE3836130.2 UP 900426

Patentblatt 110 (1990) Heft 17

und Wila-EPZ-1990-H18-T1 EP 365898 A1 900502

Loock, R.; Jebens, C.;

Vorrichtung zur Erschliessung von Mülldeponiegasquellen und zur Erkundung und Sanierung von Altlasten und verunreinigten Böden

Wila-EPZ-1989-H05-T1 EP 301060 A1 890201

und DE 3860525 C0 901004

Lorenz, F.; Hartmann, H. J.

Verfahren zur Aufbereitung kontaminierter Boeden und Vorrichtung zur Durchfuehrung des Verfahrens

DE3724779.4 UP 890615

Patentblatt 109 (1989) Heft 05

Lorson; Heinz (DE 8702 Guentersleben) Grote; Johannes (DE 8705 Retzbach) Wildenauer;

Franz Xaver (DE 2800 Bremen) Noell GmbH (DE 8700 Wuerzburg)

Verfahren zur Behandlung von kontaminierten Schlaemmen

DE4024769.4 UP 920206 Patentblatt 112 (1992) Heft 06

Mackeprang, M.; Weber, T.

Verfahren und Vorrichtung zum Entfernen von Verunreinigungen aus kontaminierten Boeden

Patentblatt 112 (1992) Heft 25, DE 4140845 A1 920617

Marks; C. E.

Vorrichtung zur Behandlung von Wasser und Geraete zur Bodenextraktion und Bodenuntersuchung

DE3708025.3 UP 870917

Patentblatt 107 (1987) Heft 38

Marx; G.

Verwendung eines Mittels aus einer Mischung verschiedener Tonminerale zur Sanierung von Elvaten aus Deponien, Halden und/oder Klaeranlagen sowie zur Klaerschlammentsorgung (A1) Mittel zur Melioration geschaedigter, maengelbehafteter und/oder Schadstoffe enthaltender Boeden und Massen

DE3517645.8 UP 920130

Patentblatt 106 (1986) Heft 47, DE A1 Offenl.-Schrift,

Patentblatt 112 (1992) Heft 05, DE C2 Patentschrift.

Marx; H.-N.

Verfahren zur Entgiftung eines durch Chromat belasteten Bodens.

Wila-EPZ-1989-H29-T2 EP 324465 A1 890719 EP 324465 A1 890719

und EP 324465 A1 890719 EP 324465 A1 890719

Matt; K.

Verfahren und Vorrichtung zur Bodensanierung

DE4003693.6 UP 910808

Patentblatt 111 (1991) Heft 32

und EP91101624.4 UP 910919

Patentblatt 111 (1991) Heft 38

Matthiensen; H. J.

Vorrichtung zum Dekontaminieren von mit kohlenwasserstoffhaltigen Produkten verunreinigten, saugfähigen, unbrennbaren Materialien, insbesondere Erdoeden

DE8717408 U UP 890209

Patentblatt 109 (1989) Heft 06

Maury; H. D., Buslowski; W., Kraft; B.

Verfahren und Anlage zur Aufarbeitung von kontaminierten Boeden. Verfahren und Anlage zur Aufarbeitung von kontaminierten Boeden und aehnlichem Material

DE3623939.9 UP 890413

Patentblatt 108 (1988) Heft 03, DE A1 Offenl.-Schrift,

Patentblatt 109 (1989) Heft 15, DE C2 Patentschrift.

Mccrossan, C.

Soil remediation method and apparatus.

US 5086717 A 920211

Melzer, R.; Lang, U.; Kreuter, W.

Verfahren zur Dekontamination von verunreinigten Boeden

DE 4030416 A1 920402

Patentblatt 112 (1992) Heft 14

Monlux, K.;

Soil remediation process and system.

WO 9113698 A1 910919 US 5098481 A 920324

Morris, L.; Paul, M.; Wilson, M.

Verfahren zur Dekontamination von Boeden und/oder Erdgas Behandlungsvorrichtung.

EP90905855.4 W UP 910718

Patentblatt 111 (1991) Heft 29

und Wila-EPZ-1991-H24-T1 EP 431085 A1 910612

Mueller Markgraf, W.; Bronnenmeier, R.; Melzer, R.

Verfahren zur biologischen Bodensanierung

DE4013552.7 UP 911031

Patentblatt 111 (1991) Heft 44

Mueller, G.

Verfahren zur Vermeidung von Schwermetallsondermuell bei der Dekontaminierung natuerlicher und technischer Schlaemme, thermischer Rueckstaende und Boeden.

EP89100518.3 UP 900823

Patentblatt 110 (1990) Heft 34

Mulder, E. C.

Verfahren zur Bodendekontamination mittels Durchleiten eines aufgeheizten Mediums.

EP89200189.2 UP 900906

Patentblatt 110 (1990) Heft 36, EP A EP-Patentanmeldung

und Wila-EPZ-1990-H31-T1 EP 379743 A1 900801

Nelson, J. M.; Rau, G. R.

Verfahren und Vorrichtung zur In-Situ-Bodensanierung.

Wila-EPZ-1991-H33-T1 EP 441464 A2 910814

und CA 2032131 AA 910806

und US 5011329 A 910430

und EP 441464 A3 911227

und AU 621534 B3 920128

und EP91250020.4 UP 910919

Patentblatt 111 (1991) Heft 38

Netzel, W.; Sondermann, W.; Pielsticker, A.
Verfahren und Vorrichtung zur Sanierung kontaminierter Standorte
 DE3822747.9 UP 910529
 Patentblatt 110 (1990) Heft 02
 Patentblatt 111 (1991) Heft 06

Norris, R. D.; Hoag, G. E.; Brown, R. A.
Verfahren und Vorrichtung zum Abgrenzen und Dekontaminieren von Erde.
 Wila-EPZ-1988-H05-T1 EP 255354 A2 880203

Peterson, R. L.; G
Verfahren zur Entseuchung des Bodens.
 Wila-EPZ-1987-H18-T1

Peterson, R. L.; G
Verfahren zur Bodenentseuchung.
 Wila-EPZ-1985-H26-T1

Plambeck, N.
Anlage zur Reinigung kontaminierter Boeden
 DE3802369.5 UP 890810
 Patentblatt 109 (1989) Heft 32

Przewalski, Z. J.
Portable soil decontamination kiln.
 US 4889484 A 891226

Rebhan, D.
Verfahren und Vorrichtung zur Sanierung kontaminierter Boeden
 DE3833796.7 UP 900412
 Patentblatt 110 (1990) Heft 15
 und EP89118525.8 UP 900517
 Patentblatt 110 (1990) Heft 20

Rehm, H. J.; Kirchner, K.
Verfahren zur Bodendekontaminierung mittels Mikroorganismen.
 EP86117170.0 UP 891019
 Patentblatt 109 (1989) Heft 42, EP B1 EP-Patentschrift und
 Wila-EPZ-1987-H29-T2
 und DE 3665540 C0 891019 DE 3665540 C0 891019
 und US 4871673 A 891003 US 4871673 A 891003

Schade, H.; Wilko, W.
Verfahren zur Entfernung von Schadstoffen aus verunreinigtem Boden und Anlage zu dessen Durchfuehrung.
 Wila-EPZ-1990-H39-T1 EP 388487 A1 900926

Schleitzer, R. P.
Verfahren und Vorrichtung zur Bodensanierung im Wurzelbereich von Pflanzen, insbesondere Baeumen
 DE3326324.8 UP 851031
 Patentblatt 105 (1985) Heft 06

Schmittgen; Wolfgang in der
Verfahren zur Dekontaminierung von verseuchten Bodenschichten beliebiger Tiefe
 DE3811714.2 UP 910214
 Patentblatt 108 (1988) Heft 41
 und EP88105618.8 UP 881208
 Patentblatt 108 (1988) Heft 49

Scholz, M.; Pansy, D.; Pietzko, H. J.; Felske, E.
Verfahren und Vorrichtung zum kontinuierlichen Reinigen von kontaminierten Boeden
 DE3801150.6 UP 911128
 Patentblatt 109 (1989) Heft 30

Schulmeyr, J.; Gehrig, M.; Forster, A.
Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Extraktion von festen Stoffen mit verdichteten Gasen
 DE3508140.6 UP 900405
 Patentblatt 106 (1986) Heft 37
 Patentblatt 110 (1990) Heft 14

Schumacher, H.
Vorrichtung und Verfahren zur kontinuierlichen Fest-Fluessig-Extraktion
 DE3343478.6 UP 850810
 Patentblatt 105 (1985) Heft 26

Sieksmeyer, R.; Mevius, W.
Verfahren und Vorrichtung zur Beseitigung von Verunreinigungen im Boden
 DE3721981.2 UP 890112
 Patentblatt 109 (1989) Heft 02

Silvis, S. J.
Extraktionsapparat und Verfahren zum kontinuierlichen Extrahieren
 DE3425846.9 UP 910718
 Patentblatt 105 (1985) Heft 05

Sondermann, W.
Verfahren und Vorrichtung zur in-situ-Sanierung kontaminierter Bereiche
 DE 4003362 C2 920213
 Patentblatt 111 (1991) Heft 32
 Patentblatt 112 (1992) Heft 07

Sondermann, W.
Verfahren und Vorrichtung zur Sanierung kontaminierter Standorte
 DE3900513.5 UP 900913
 Patentblatt 110 (1990) Heft 28

Stig-Gunnar, L.; Bo Gunnar, E.; Mookh D.
Machine for soil extraction and planting.
 SU 1077552 A3 840229

Teupe, W.
Verfahren und Vorrichtung zum Sanieren von insbesondere mit Schwermetallen verseuchtem Erdboden
 DE3604168.8 UP 890105
 Patentblatt 107 (1987) Heft 33

Theissen, H.; Friedrich, C.

Verfahren zur Dekontaminierung von organische Schadstoffe enthaltendem Wasser

DE3913225.0 UP 910131

Patentblatt 110 (1990) Heft 43

Torossian, H.; Avedesia, M. M.; Limonchik, A

Soil and industrial waste decontamination.

CA 1266573 A1 900313

Udell, K. S.; Sitar, N.; Hunt, J. R.; Stewart L. D.jr.

Process for in situ decontamination of subsurface soil and groundwater.

AU 6175890 A1 910403

und CA 2039148 AA 910217 AU 624567 B2 920611

und Wila-EPZ-1991-H31-T1 EP 438568 A1 910731

und US 5018576 A 910528

und EP 438568 A4 920108

und WO 9102849 A1 910307

Valo, R.; Juhani, H.; Max, M.; Salkinoja-Salonen, M.

Process and means for the microbiological remediation of polluted soil and microorganisms for use in said process.

EP 461144 A1 911218

und EP90903838.2 W UP 920130

Patentblatt 112 (1992) Heft 05

und CA 2047174 AA 900829

Waechter, H.; Wessling, E.

Verfahren zur Reinigung von mit Schadstoffen verunreinigten Boeden

DE3610199.0 UP 900111

Patentblatt 107 (1987) Heft 40

Wallbank, P.; Barckmann, C.; Piske, G.

Verfahren zum Entfernen von Schwermetallen aus Boeden.

Wila-EPZ-1988-H33-T1 EP 278282 A2 880817

Wang, J. J.; Brian W.

Soil decontamination with wick drains.

US 4582611 A 860415

Werner, P. W.

Verbessertes Verfahren zur Entfernung von Schadstoffen aus Boeden

DE3738264.0 UP 890330

Patentblatt 109 (1989) Heft 13

Weseloh, H.

Verfahren zur mikrobiologischen Dekontaminierung schadstoffbelasteter Boeden und Vorrichtung zur Durchfuehrung des Verfahrens

DE 4036004 A1 920514

Patentblatt 112 (1992) Heft 20

Wessling, E.; Schindler, H.

Verfahren zum Reinigen von mit hydrophoben organischen Substanzen verunreinigten Boeden

DE3815164.2 UP 890622

Patentblatt 109 (1989) Heft 25

Zimmerman, E.; Hess, R. E.; Hooper, A. A.; Morrow, S. R.; Walker D. J.

Verfahren und Vorrichtung fuer die Zweiphasen-Vakuumentzug von Bodenverunreinigungen.

EP90310620.1 UP 910508

Patentblatt 111 (1991) Heft 19

und Wlla-EPZ-1991-H14-T1 EP 420656 A2 910403

und EP 420656 A3 911030